



Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
Sección de Estudios de Posgrado
Unidad Zacatenco

“Caracterización y alerta temprana de sequías en la cuenca del río San Juan, afluente del río Bravo/río Grande”

Tesis para obtener el grado de
Maestro en Ingeniería Civil

Presenta

Ing. Oswaldo Aguirre Maturano

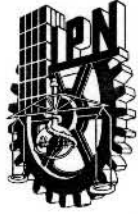
Directores

Dr. Juan Manuel Navarro Pineda

M. en C. Samuel Sandoval Solís

México D.F. Junio 2013





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México D. F., siendo las 18:00 horas del día 28 del mes de junio del 2013 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de E.S.I.A.-U.Z. para examinar la tesis titulada:

"Caracterización y alerta temprana de sequías en la cuenca del río San Juan, afluente del río Bravo/río Grande"

Presentada por el alumno:

Aguirre
Apellido paterno

Maturano
Apellido materno

Oswaldo
Nombre(s)

Con registro:	A	1	1	0	2	1	1
---------------	---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dr. Juan Manuel Navarro Pineda

M. en C. Samuel Sandoval Solís

M. en C. Lucio Fragozo Sandoval

M. en C. Jaime Roberto Ruiz y Zurvia Flores

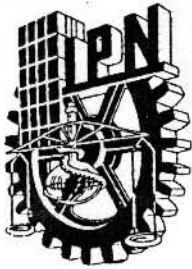
Dr. Francisco Antelmo Díaz Guerra

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

M. en C. Pino Durán Escamilla



SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de **México, D.F.** el día **02** del mes **Julio** del año **2013**, el (la) que suscribe **Oswaldo Aguirre Maturano** alumno (a) del Programa de **Maestría en Ingeniería Civil** con número de registro **A110211**, adscrito a **Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura U.Z.**, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de **M. en C. Samuel Sandoval Solís, Dr. Juan Manuel Navarro Pineda** y cede los derechos del trabajo intitulado "**Caracterización y alerta temprana de sequías en la cuenca del río San Juan, afluente del río Bravo/río Grande**", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **osagmat@hotmail.com**. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Oswaldo Aguirre

Oswaldo Aguirre Maturano



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.	10
RESUMEN.	11
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Antecedentes.	14
1.2. Planteamiento del Problema.	15
1.3. Objetivos.	15
1.3.1. Objetivos Generales.	15
1.3.2. Objetivos Particulares.....	15
1.4. Hipótesis.....	16
1.5. Justificación.	16
2 SEQUÍAS.	17
2.1 Definición de sequía	17
2.1.1 Características de la Sequías (Duración, Intensidad y Frecuencia).	18
2.2 Tipos de sequías.	18
2.3 Índices de Sequías.	19
2.3.1 Índice de sequía de Palmer.....	19
2.3.2 Índice de Precipitación Estandarizado (IPE).....	20
2.3.3 Otros índices.....	21
2.4 Sequías en México y el Mundo.	22
2.4.1 Mundo.	22
2.4.2 México.....	26
2.5 Sequías en el Río Bravo/Río Grande.	27
3 CUENCA DEL RÍO SAN JUAN.	31
3.1 Ubicación, vegetación y uso de suelo.	31
3.2 Temperatura y evotranspiración.	35
3.2.1 Estaciones Climatológicas.....	36
3.3.1 Estaciones Hidrométricas	38
3.3 Precipitación.....	39
3.4 Hidrografía.....	40



3.5	Infraestructura Hidráulica.	40
3.6	Marco social.	43
3.6.1	Población.	43
3.6.2	Principales Actividades Económicas.	44
4	METODOLOGÍA.....	49
4.1	Análisis de datos (Recopilación y Análisis de Información).....	49
4.2.1	Estaciones pluviométricas.	49
4.2.2	Selección de estaciones climatológicas para el análisis de sequías.	52
4.2.3	Precipitación mensual en la cuenca del río San Juan (Polígonos de Thiessen).	53
4.2	Índice de Precipitación Estandarizado (IPE).....	59
4.3.1	Descripción.	59
4.3.2	Función de distribución Gamma.	59
4.3.3	Ajuste de las precipitaciones a la función de distribución Gamma.	62
4.3.4	Programa Utilizado.	64
4.3	Sequías en el Río San Juan.	65
4.3.1	Definición.	65
4.3.2	Características.	65
5	ALERTA TEMPRANA DE SEQUÍAS.....	69
5.1	Umbrales de las Precipitaciones.	69
5.2	Análisis probabilístico del Índice de Precipitación Estandarizado.....	72
5.3	Análisis de riesgo temprano de sequías.....	75
5.3.1	Umbrales de cambio de intensidades para la alerta de sequías.	75
5.3.2	Semáforo de alerta temprana de sequía.	76
5.3.3	Alerta de sequía en la cuenca del Río San Juan	79
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	92
6.1	Conclusiones.....	92
6.2	Recomendaciones.	95
	BIBLIOGRAFÍA.....	96
	ANEXO A. Tablas de precipitaciones mensuales completadas.	101
	ANEXO B. Serie de precipitaciones medias mensuales por subcuenca (milímetros), en el período de 1970- 2010.	103
	ANEXO C. Series de precipitaciones mensuales, acumuladas 6 y 12 meses.	110



ANEXO D. Ajustes de las series de precipitaciones mensuales a la función Gamma.	118
ANEXO E Resultados del Índice de Precipitación Estandarizado SPI-6 y SPI-12 por subcuenca.....	120
ANEXO F Duración, intensidad y períodos de sequía (inicio-término) para SPI-6 y SPI-12 por subcuenca.	128
ANEXO G. Histogramas de la duración de la sequía para SPI-6 y SPI-12.....	142
ANEXO H. Cuartiles de las series de Precipitaciones mensuales, acumulada 6 y 12 meses en milímetros.	149
ANEXO I. Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para las series de SPI-6 y SPI-12.	160
ANEXO J. Tablas de suavizamiento M-7 para las series de SPI-6 y SPI12, períodos de sequías y períodos de humedad.	173
ANEXO K. Figuras de suavizamiento (M-7) para las series SPI-6 y SPI-12 por subcuenca.	222
ANEXO L. Precipitaciones mensuales de las subcuencas del río San Juan 1970-2010.	230
ANEXO M. Figuras de las Intensidades mensuales en las subcuencas del río San Juan SPI-6 y SPI-12.	231



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Impacto con que evoluciona la sequía a lo largo del tiempo.....	19
Figura 2.2 Cuenca del Río Bravo/ Río Grande.....	28
Figura 2.3 Histograma de frecuencia de sequía/escasez en la cuenca del Río Bravo.....	30
Figura 3.1 Subregionalización Hidrológica-Administrativa VI.....	31
Figura 3.2 Cuenca del Río San Juan y entidades federativas.....	32
Figura 3.3 Regionalización ecológica a nivel zona.....	32
Figura 3.4 Esquema idealizado de la circulación general de la atmosfera.....	33
Figura 3.5 Grado de vulnerabilidad a la desertificación de la república mexicana.....	33
Figura 3.6 Uso de Suelo y Vegetación en la cuenca del río San Juan.....	34
Figura 3.7 Edafología en la Cuenca del Río San Juan.....	34
Figura 3.8 Mapa de Climas de la cuenca del Río San Juan.....	35
Figura 3.9 Evotranspiración (milímetros) en la Cuenca del Río San Juan.....	35
Figura 3.10 Estaciones climatológicas de la Cuenca del Río San Juan.....	38
Figura 3.11 Estaciones hidrométricas de la cuenca del Río San Juan.....	39
Figura 3.12 Precipitación media anual (milímetros) de la Cuenca del Río San Juan.....	39
Figura 3.13 Hidrografía de la cuenca del Río San Juan.....	40
Figura 3.14 Principales afluentes y embalses en la cuenca del Río San Juan en el Estado de Nuevo León.....	40
Figura 3.15 Distritos de riego en la cuenca del Río San Juan.....	41
Figura 3.16 Municipios de la cuenca del Río San Juan.....	44
Figura 3.17 Composición relativa del PIB y de los usos del agua (Agricultura, Servicios e Industrial), en la cuenca del río San Juan.....	45
Figura 4.2 Las 33 estaciones climatológicas seleccionadas para el análisis en la cuenca del río San Juan.....	53
Figura 4.3 Subcuencas en la cuenca del río San Juan.....	54
Figura 4.4 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río San Miguel.....	55
Figura 4.5 Polígonos de Thiessen en la subcuenca Presa Marte R. Gómez.....	55
Figura 4.6 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río Salinas.....	56
Figura 4.7 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río San Juan.....	56
Figura 4.8 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río Pesquería.....	57
Figura 4.9 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río Monterrey.....	57
Figura 4.10 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río Ramos.....	58
Figura 4.11 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río Pilón.....	58
Figura G.1 Frecuencia acumulada para las sequías para SPI-6.....	143
Figura G.2 Frecuencia acumulada para las sequías de 12 meses.....	145
Figura G.3 Frecuencia acumulada de las intensidades de las sequías para SPI-6.....	146
Figura G.4 Frecuencia acumulada de las intensidades de las sequías para SPI-12.....	147
Figura K.1 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río San Miguel.....	222
Figura K.2 Suavizamiento M-7 para la serie de SPI-6 de la subcuenca Presa Marte R. Gómez.....	222



Figura K.3 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río Salinas.....	223
Figura K.4 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río San Juan.....	223
Figura K.5 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río Pesquería.....	224
Figura K.6 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río Monterrey.....	224
Figura K.7 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río Ramos.....	225
Figura K.8 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río Pílon.....	225
Figura K.9 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Río San Miguel.....	226
Figura K.10 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Presa Marte R. Gómez.....	226
Figura K.11 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Río Salinas.....	227
Figura K.12 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Río San Juan.....	227
Figura K.13 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Río Pesquería.....	228
Figura K.14 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Río Monterrey.....	228
Figura K.15 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Río Ramos.....	229
Figura K.16 Suavizamiento M-7 para la serie de SPI-12 de la subcuenca Río Pílon.....	229
Figura L.1 Precipitación mensual en las subcuencas del río San Juan (milímetros), enero de 1970.....	230
Figura L.2 Precipitación mensual en las subcuencas del río San Juan (milímetros), enero de 1970.....	230
Figura M.1 Intensidad mensual de sequía en las subcuencas del río San Juan SPI-6 enero de 1971.....	231
Figura M.2 Intensidad mensual de sequía en las subcuencas del río San Juan SPI-12 enero de 1971.....	231



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Clasificación de la Sequía de acuerdo al Índice de Precipitación Estandarizado.....	20
Tabla 2.2 Clasificación de la Sequía de acuerdo con Deciles de la Precipitación.....	21
Tabla 2.3 Clasificación de la Sequía de acuerdo con el Índice de Recuperación de Sequía.....	22
Tabla 2.4 Registro histórico de Sequías a nivel Mundial.....	23
Tabla 2.5 Ríos y presas de almacenamiento analizados.....	29
Tabla 3.1 Estaciones Climatológicas de la Cuenca del Río San Juan.....	36
Tabla 3.2 Estaciones hidrométricas de la cuenca del Río San Juan.....	38
Tabla 3.3 Características de las presas en la cuenca del Río San Juan.....	41
Tabla 3.4 Características de los distritos de riego en la cuenca del Río San Juan.....	41
Tabla 3.5 Características de los acueductos en la cuenca del Río San Juan.....	41
Tabla 3.6 Acuíferos que se encuentra en la cuenca del río San Juan y su condición geohidrológica resultante.....	42
Tabla 3.7 Cobertura en de agua potable y alcantarillado en la cuenca del río San Juan.....	42
Tabla 3.8 Plantas de tratamiento en la cuenca del río San Juan.....	42
Tabla 3.9 Volúmenes (hm ³) de usos consuntivos en la cuenca del río San Juan.....	42
Tabla 3.10 Población, disponibilidad de agua (hm ³ /año) y disponibilidad per cápita, comparando la cuenca del río San Juan, región VI río Bravo y la Nacional.....	43
Tabla 3.11 Municipio de la cuenca del Río San Juan.....	43
Tabla 3.12 Población por entidad federativa de la Cuenca del Río San Juan.....	44
Tabla 4.1 Estaciones climatológicas en la cuenca del río San Juan.....	49
Tabla 4.2 Estaciones climatológicas seleccionadas en la cuenca del río San Juan.....	52
Tabla 4.3 Estaciones climatológicas y áreas de influencia en las Subcuencas del San Juan.....	54
Tabla 4.4 Índice de Precipitación Estandarizado y probabilidades acumuladas.....	62
Tabla 4.5 Resumen de parámetros por subcuenca.....	62
Tabla 4.6 Resumen de las pruebas de ajuste de Chi Cuadrada aceptación o rechazo para los distintos niveles de significancia.....	64
Tabla 4.7 Duración de las sequías mediante cuartiles.....	66
Tabla 4.8 Intensidades de las sequías para SPI-6 y SPI-12.....	66
Tabla 4.9 Intensidades de las sequías en los distintos períodos de sequías, a nivel subcuenca para SPI-6.....	67
Tabla 4.10 Intensidades de las sequías en los distintos períodos de sequías, a nivel subcuenca para SPI-12.....	67
Tabla 4.11 Frecuencias de las intensidades en la cuenca del río San Juan por cada período de sequía para un SPI-6.....	68
Tabla 4.12 Frecuencias de las intensidades en la cuenca del río San Juan por cada período de sequía para un SPI-12.....	68
Tabla 5.1 Cuartiles de las precipitaciones mensuales por subcuenca.....	69
Tabla 5.2 Cuartiles de las precipitaciones acumuladas de 6 meses por subcuenca.....	70
Tabla 5.3 Cuartiles de las precipitaciones acumuladas de 12 meses por subcuenca.....	71



Tabla 5.4 Umbrales de los Cuartiles.....	72
Tabla 5.5 Intensidades de las sequías para un SPI-6.....	73
Tabla 5.6 Intensidades de las sequías para un SPI-12.....	73
Tabla 5.7 Probabilidades de las duraciones de sequías (12, 24, 36, 48, 60 y 72 meses) para SPI-6.....	73
Tabla 5.8 Probabilidades de las duraciones de sequías (12, 24, 36, 48, 60 y 72 meses), para SPI-12.....	73
Tabla 5.9 Probabilidades condicionales de las intensidades en un período de sequía para SPI-6.....	74
Tabla 5.10 Probabilidades condicionales de las intensidades en un período de sequía para SPI-12.....	74
Tabla 5.11 Probabilidad de cambios de estado para SPI-6.....	75
Tabla 5.12 Probabilidad de cambios de estado para SPI-12.....	75
Tabla 5.13 Correlación lineal de SPI-6 con los promedios Móviles 3,5,7,9,11 y 13.....	77
Tabla 5.14 Correlación lineal de SPI-12 con los promedios Móviles 3,5,7,9,11 y 13.....	78
Tabla 5.15 Período (Enero del 2010 a Diciembre del 2010) de la subcuenca P. Marte R. Gómez, para la serie SPI-6 y el suavizamiento M-7.....	81
Tabla 5.16 Frecuencias y duraciones de los períodos de sequías cortas y largas suavizadas para SPI-6.....	82
Tabla 5.17 Frecuencias y duraciones de los períodos de sequías cortas y largas suavizadas SPI-12.....	83
Tabla 5.18 Probabilidades de las sequías cortas y largas suavizadas, por subcuenca para SPI-6.....	84
Tabla 5.19 Probabilidades de las sequías cortas y largas suavizadas, por subcuenca para SPI-12....	85
Tabla 5.20 Frecuencia y duración de los períodos de sequías cortas y largas suavizadas en la cuenca del río San Juan SPI-6.....	86
Tabla 5.21 Frecuencia y duración de los períodos de sequías cortas y largas suavizadas en la cuenca del río San Juan SPI-12.....	86
Tabla 5.22 Probabilidades de los períodos de sequías cortas y largas suavizadas para la cuenca del río San Juan SPI-6.....	86
Tabla 5.23 Probabilidades de los períodos de sequías cortas y largas suavizadas para la cuenca del río San Juan SPI-12.....	86
Tabla 5.24 Frecuencia y duración de los períodos húmedos cortos y largos suavizados para SPI-6.....	87
Tabla 5.25 Frecuencia y duración de los períodos húmedos cortos y largos suavizados SPI-12.....	88
Tabla 5.26 Probabilidades de los períodos húmedos cortos y largos suavizados, por subcuenca para SPI-6.....	89
Tabla 5.27 Probabilidades de los períodos húmedos cortos y largos suavizados, por subcuenca para SPI-12.....	90
Tabla 5.28 Frecuencia y de los períodos húmedos cortos y largos suavizados en la cuenca del río San Juan SPI-6.....	91
Tabla 5.29 Frecuencia y duración de los períodos húmedos cortos y largos suavizados en la cuenca del río San Juan SPI-12.....	91



Tabla 5.30 Probabilidades de los períodos húmedos cortos y largos suavizados para la cuenca del río San Juan SPI-6.....	91
Tabla 5.31 Probabilidades de los períodos húmedos cortos y largos suavizados para la cuenca del río San Juan SPI-12.....	91
Tabla 6.1 Porcentaje de intensidades por subcuenca de todos los períodos de sequías para SPI-6.....	92
Tabla 6.2 Porcentaje de Intensidades por subcuenca de todos los períodos de sequías para SPI-12.....	93
Tabla 6.3 Períodos de humedad con los datos suavizados en la cuenca del río San Juan.....	93
Tabla 6.4 Períodos de sequías con los datos suavizados en la cuenca del río San Juan.....	94
Tabla A.1 Estación climatológica 5003 precipitación total mensual (milímetros).....	101
Tabla A.2 Estación climatológica 5011 precipitación total mensual (milímetros).....	102
Tabla B.1 Subcuenca Presa Marte R. Gómez.....	103
Tabla C.1 Precipitaciones (milímetros) mensuales, acumuladas para 6 y 12 meses, por subcuencas.....	110
Tabla D.1 Datos de intervalos.....	118
Tabla D.2 Frecuencias.....	118
Tabla D.3 X Calculada.....	118
Tabla D.4 Comparativa de aceptación o rechazo de la prueba de Chi Cuadrada.....	119
Tabla E.1 Resultados del Índice de Precipitación Estandarizado para SPI-6 y SPI-12.....	120
Tabla F.1 Duración, Intensidad y períodos de sequía (inicio-término) para SPI-6, por subcuenca.....	128
Tabla F.2 Duración, Intensidad y períodos de sequía (inicio-término) para SPI-12, por subcuenca.....	136
Tabla G.1 Histograma de la duración de las sequías para SPI-6.....	142
Tabla G.2 Frecuencia acumulada de las sequías para SPI-6.....	142
Tabla G.3 Histograma de la duración de las Sequías para SPI-12.....	143
Tabla G.4 Frecuencia acumulada de las sequías para SPI-12.....	144
Tabla G.5 Intensidad de las sequías para SPI-6.....	143
Tabla G.6 Frecuencia acumulada de la intensidad de las sequías para SPI-6.....	143
Tabla G.7 Intensidades de la Sequías para SPI-12.....	146
Tabla G.8 Frecuencia acumulada de las intensidades de las Sequías para SPI-12.....	146
Tabla G.9 Resumen de las Intensidades de las sequías por subcuenca para SPI-6.....	147
Tabla G.10 Resumen de las Intensidades de las sequías por subcuenca para SPI-12.....	147
Tabla G.11 Frecuencia de Intensidades por subcuenca para SPI-6.....	148
Tabla G.12 Frecuencia de Intensidades por subcuenca para SPI-12.....	148
Tabla H.1 Cuartiles de precipitaciones mensuales para la subcuenca Río San Miguel.....	149
Tabla H.2 Cuartiles de precipitaciones acumuladas de 6 meses para la subcuenca Río San Miguel.....	151
Tabla H.3 Cuartiles de precipitaciones acumuladas de 12 meses para la subcuenca Río San Miguel.....	156



Tabla I.1 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-6.....	160
Tabla I.2 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-12.....	166
Tabla J.1 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-6, períodos de sequías.....	173
Tabla J.2 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-12, períodos de sequías.....	185
Tabla J.3 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-6, períodos de humedad.....	198
Tabla J.4 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-12, períodos de humedad.....	210



AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar quiero agradecer a una gran persona a mi madre que siempre ha estado conmigo desde que me tuvo en sus brazos y quien me ha apoyado, sin ella no hubiera logrado muchas de mis metas, a mi hermana con quien compartí muchas veladas haciendo tarea o viendo documentales, a mi padre que siempre estará conmigo y algún día nos volveremos a encontrar los cuatro.

También quiero agradecer a mi familia la cual me han soportado todos estos años, en especial a mi mamá Eva con quien compartía todas las mañanas, en especial viendo sus programas de cocina.

A mis abuelitos que son todos unos robles ya que no se doblan ante nada y me han compartido sus sabios consejos.

A Sandy Elizabeth por haber llegado mi vida y quien le dio un nuevo giro, qué mejor el habernos encontrado.

A mi amiga, que siempre ha estado conmigo y con entusiasmo me motivó a lograr cosas nuevas.

Al Doctor Navarro por haber sido mi director de tesis y me compartió sus conocimientos.

Al Doctor Samuel por ser mi director de tesis también, quien me dirigió desde lejos y que muchas veces atendió mis dudas.

Al Doctor Ulloa quien no fue mi director de tesis pero siempre estuvo en la mejor disposición para ayudarme, al Maestro Lucio por ser muy paciente en las revisiones, a lo largo de mi estancia encontré a grandes maestros como el Doctor Antelmo, Maestro Zurvia, Doctor Sergio, Doctor Oscar, Maestro Villegas, Maestro Gallegos y el Maestro Pino.

A mis compañeros quienes compartí mi estancia en la maestría no digo los nombres pero saben bien quienes son.

A los maestros Rosario Mendoza y Jorge Zavala, quienes siempre estuvieron en la mejor disposición de ayudarnos y quienes nos motivaron a continuar en la maestría.

A mi querida alma mater, el INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL por haberme abierto las puertas del saber y permitido conocer a grandes seres humanos a lo largo de mi camino, MUCHISIMAS GRACIAS!.



RESUMEN.

Constantemente las sequías son frecuentes en México, principalmente en la región norte. La Cuenca del Río San Juan se encuentra en una región árida con un alto nivel de vulnerabilidad a causa de la desertificación. Esta cuenca fue elegido porque genera el 53% del producto interno bruto de la Región Hidrológico-Administrativa VI, esta región se producen el 16% del PIB nacional de México. En 2010, la población de la cuenca se estimó alrededor de 5, 285, 234 de habitantes. Las actividades económicas en esta cuenca se ven afectadas debido a la escasez de agua. El objetivo de este estudio es caracterizar y tener una alertar temprana en la cuenca del río San Juan. El Índice de Precipitación Estandarizada (SPI) fue utilizado, ya que cumple para analizar con los objetivos propuestos.

El período de datos de análisis lluvias fue desde 1970 hasta 2010 debido a la disponibilidad de datos. Las precipitaciones fueron analizadas por el Índice de Precipitación Estandarizado (IPE), usando las escalas de precipitación acumulada para seis (SPI-6) y doce (SPI-12) meses. El SPI se considera que los datos se ajustan a una distribución gamma, con valores -4 a +4. Una prueba de Chi-cuadrado se realizó para evaluar la bondad de ajuste de la precipitación media de los 8 subcuencas de la función de distribución gamma, los resultados mostraron un buen nivel de significación para las series de precipitaciones a la distribución gamma. El análisis del SPI estima intensidad de la precipitación (positivos = humedad y negativos = sequía), y las características de las sequía como la duración, la intensidad y la frecuencia de 8 subcuencas de la cuenca de San Juan (San Miguel, Marte R. Gómez, Salinas, San Juan, Pesquería, Monterrey, Ramos y Pilón). Los períodos de sequía se clasificaron para 12, 12-24, 24-36, 36-48, 48-60 y más de 60 meses para SPI-6 y SPI-12. Se determinó la frecuencia de cada uno de los períodos de sequía y se determinaron las probabilidades. Las Probabilidades condicionales se determinaron para cada una de las intensidades de sequía. Los umbrales para la alerta temprana de sequías se determinaron por las intensidades de -1, -2, -3 y -4, y también la probabilidad de empeoramiento o de mejora en ambas escalas (SPI-6 y SPI-12).

Para la alerta temprana de sequías, una serie de promedio móvil (M-7) fue desarrollado para las series SPI-6 y SPI-12, con un rango de 7 meses (MA-7), buscando eliminar la variación en los datos en bruto de SP-6 y SP-12. Una correlación lineal entre los datos SPI y la serie M-7 mostró una alta correlación entre SPI-6 y SPI-12, de 0.91-0.93 y 0.96-0.97 respectivamente. Las condiciones húmedas y secas se determinaron utilizando la serie M-7. Para cada condición se determinaron dos cortos y períodos largos. A través de este método para SPI-6, es posible proporcionar una alerta temprana, para el caso de un período corto húmedo hay 68.4% de posibilidad de que suceda una sequía en un futuro, otra posibilidad es de que pase al segundo período corto es de 17.3% y finalmente la posibilidad de que pase a un período largo plazo es de 14.3%, este último período es el más crítico, ya que tiene una gran variabilidad en la intensidad. Además para el SPI-12, es posible proporcionar una alerta temprana, para el caso de un período corto húmedo hay 59.3% de posibilidad de que suceda una sequía en un futuro, otra posibilidad es



de que pase al segundo período corto es de 24.2% y finalmente la posibilidad de que pase a un período largo plazo es de 16.5%, este último período es el más crítico, ya que tiene una gran variabilidad en la intensidad.



ABSTRACT.

Recurrent droughts are frequent in Mexico, mainly in the northern region. The San Juan River Basin is located in an arid region with high level of vulnerability due to desertification. This basin was chosen because it generates 53% gross domestic product of Hydrologic-Administrative Region VI, this region produce 16% of Mexico's national GDP. In 2010, the population in the basin is estimated around 5,285,234 inhabitants. The economic activities in this basin are affected by the lack of water. The objective of this study is to characterize and early warning in the San Juan River Basin. The Standardized Precipitation Index (SPI) was used because it meets the proposed objectives.

The period of rainfall data analysis was from 1970 to 2010 because of the availability of data. Rainfall was analyzed with the Standardized Precipitation Index (SPI) scales using cumulative data for six (SPI-6) and twelve (SPI-12) months. The SPI is considers that data fits a gamma distribution, with values from -4 to +4. A Chi-square test was performed to evaluate the goodness of fit of the average rainfall of the 8 sub-basins to the gamma function, results showed a good level of significance for the rainfall time series to gamma distribution. The SPI analysis estimated precipitation intensities (positive = moisture and negative = drought), and drought characteristics such as duration, intensity and frequency for 8 sub-basins in the San Juan Basin (San Miguel, Marte R. Gomez, Salinas, San Juan, Pesqueria, Monterrey, Ramos and Pilon). Drought periods were classified for 12, 12-24, 24-36, 36-48, 48-60 and over 60 months for SPI-6 and SPI-12. The frequency of each of these drought periods and probability was determined. Conditional probabilities were determined for each of the drought intensities. Thresholds for early drought warnings were determined by the intensities of -1, -2, -3 and -4, and also the probability of worsening or improving in both scales (SPI-6 and SPI-12).

For the early drought warnings, a moving average (MA) series was developed for SPI-6 and SPI-12, with a range of 7 months (MA-7), seeking to eliminate the variation on the raw data from SP-6 and SP-12. A linear correlation between the raw SPI data and the MA series showed a high correlation among SPI-6 and SPI-12, 0.91-0.93 and 0.96-0.97 respectively. Wet and dry conditions were determined using the MA series. For each condition two shorts and a long periods were determined. Through this method to SPI-6, it is possible to provide an early warning, for instance, there is 68.4% chance that a drought period will happen in the future given that the current conditions are short wet period, another chance possible to pass the second short period is 17.3% and finally chance possible to pass long period is 14.3%, this last period is the most critical because it is great variability in the intensities. Addition to the SPI-12, it is possible to provide an early warning, for instance, there is 59.3% chance that a drought period will happen in the future given that the current conditions are short wet period, another chance possible to pass the second short period is 24.2% and finally chance possible to pass long period is 16.5%, this last period is the most critical because it is great variability in the intensities.



1 INTRODUCCIÓN.

1.1. Antecedentes.

El Índice de Precipitación Estandarizado (IPE), o SPI por sus siglas en inglés (Standardized Precipitation Index), fue desarrollado en la Universidad Estatal de Colorado por T.B. McKee, N.J. Doesken, and J. Kleist, en 1993 (Hayes, 1999). El IPE está basado en la probabilidad de precipitaciones para cualquier escala de tiempo, además puede proporcionar una alerta temprana de la sequía, evaluar la gravedad de la sequía y es menos complejo que el método de Índice de Severidad de Sequía de Palmer (Hayes, 1999).

McKee (Hayes, 1999) menciona que el IPE se ha utilizado operacionalmente para supervisar las condiciones de sequías en Colorado desde 1994. Mediante el uso del IPE se generan mapas mensuales los cuales muestran la severidad de la sequía en los Estados Unidos; estos mapas se pueden encontrar en la página web del Centro de Datos Climatológicos Nacionales (NCDC, 2013). Así mismo, el IPE se está siendo usado para monitorear a nivel de división de climas para los estados contiguos de Estados Unidos por el Centro Nacional de Mitigación de la Sequía y el Centro Climático Regional Oeste (WRCC), (Hayes, 1999). En México, existe el Centro de Investigaciones sobre la Sequía del Instituto de Ecología (CEISS), (CONAGUA, 2013), el cual utiliza el IPE para monitorear las sequías en la cuenca del Río Conchos y definir planes de contingencia en caso de presentarse una sequía. Actualmente el IPE es utilizado en Estados Unidos, como un índice para iniciar planes de contingencia en caso de sequías para las poblaciones de la región. Tal fue el caso del 2011 en el estado de Texas, en el cual en los últimos 8 meses han monitoreado las variaciones de la precipitación; mediante el uso de diferentes índices (Stoll, 2011), se determina si se está presentando una sequía y así empiezan a alertar a la población en cuanto a las mejores políticas para el uso y conservación del agua, con el fin de mitigar los efectos de esta en la región.

El 1 noviembre de 2006 se crea el Sistema de Alerta Temprana para Centroamérica (SATCA) por parte del Programa Mundial de Alimentos (PMA) de Naciones Unidas (ACAN, 2006). Este sistema tiene como propósito fundamental fortalecer la capacidad de anticipar posibles amenazas naturales en Centroamérica para mejorar la preparación, mitigación y respuesta humanitaria. Con este propósito, SATCA fortalece los sistemas de alerta temprana en la región centroamericana a través de una plataforma web regional dedicada al monitoreo de posibles amenazas naturales. Busca integrar toda la información en alerta temprana disponible, con el fin de ponerla a la disposición de quienes más lo necesitan. Los países que integran este programa son: El Salvador, Honduras, Guatemala, Nicaragua, Panamá y Cuba, junto con las instituciones gubernamentales de los mismos países, incluyendo Protección Civil, el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) y el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC), (SATCA, 2011).

Por otro lado, existe el Monitor de Sequías de América del Norte (MSAN), el cual es un esfuerzo cooperativo entre los expertos de sequía de Canadá, México y los Estados Unidos para monitorear la sequía en todo el continente. El programa se inició en un taller de tres días a finales de abril de 2002 el cual formaría parte de un esfuerzo para mejorar el seguimiento de las condiciones climáticas extremas en el continente. El MSAN menciona que el monitoreo de la



sequía se ha convertido en una parte integral, para la planificación, preparación y mitigación, en la creación de planes locales, regionales y nacional. La sequía se puede desarrollar en todas las regiones del continente, y sus efectos pueden ser devastadores. Participan diferentes organismos de cada país, los principales participantes de Estados Unidos son: el Centro de Datos Climáticos Nacionales de (NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration), Centro de Predicción del Clima del NOAA, el departamento de Agricultura de Estados Unidos y el Centro Nacional de Mitigación de Sequías. Los principales organismos participantes de Canadá son: la Agroalimentación de Canadá y el Servicio Meteorológico de Canadá, por parte de México es el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), (NADM, 2011).

1.2. Planteamiento del Problema.

Las sequías en el Río San Juan, tienen un impacto severo en los usos del agua y medio ambiente. De acuerdo a los acuerdos binacionales entre México y EU firmados en el Tratado entre Estados Unidos y México de 1994 (CILA, 1944), el total de los escurrimientos de dicha cuenca pertenecen a México. La cuenca del Río San Juan produce el 24% del escurrimiento natural de agua en la porción mexicana de la cuenca transfronteriza del Río Bravo/Río Grande y el 17% del escurrimiento natural producido en toda la cuenca del Río Bravo/Río Grande (Sandoval y McKinney, 2011). Debido a lo anterior, es importante caracterizar la sequía en la cuenca del Río San Juan y tener un método para identificar una alerta temprana de sequía.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivos Generales.

Caracterizar la sequía meteorológica (Duración, Intensidad y Frecuencia) en la cuenca del Río San Juan y utilizar el Índice de Precipitación Estandarizado (IPE) para la alerta temprana de sequías en dicha cuenca.

1.3.2. Objetivos Particulares.

- Realizar un análisis geográfico para obtener la precipitación media mensual por subcuenca mediante el uso de polígonos de Thiessen.
- Realizar un análisis estadístico del régimen pluviométrico en la cuenca.
- Caracterizar la Duración, Intensidad y Frecuencia de las sequías meteorológicas en la cuenca del Río San Juan.
- Utilizar el método del Índice de Precipitación Estandarizado (IPE) para obtener sus valores.
- Desplegar los valores de manera geográfica de la sequía en la cuenca del Río San Juan.
- Evaluar si es posible utilizar el IPE para la alerta temprana de sequías.



1.4. Hipótesis.

Realizando un análisis de las precipitaciones mediante el uso del Índice de Precipitación Estandarizado (IPE), se determinaran las características de las sequías meteorológicas y a su vez se utilizara para dar una alerta temprana de sequías en la cuenca del río San Juan.

1.5. Justificación.

Actualmente vivimos una época en donde los eventos climatológicos extremos (sequías e inundaciones) se presentan con más frecuencia y con más fuerza (Martínez, 2011). Por lo tanto es necesario tener una alerta temprana de estos eventos naturales mediante el uso de índices, así como estimar la duración, severidad y la frecuencia con que se sucitaran estos eventos. Debido a que en la cuenca del río San Juan no cuenta con las características de las sequías antes mencionadas, en esta investigación se calculan dichas características y se utiliza el Índice de Precipitación Estándar (IPE) para evaluar la severidad de la sequía y para utilizarlo en la alerta temprana de sequías. Es necesario hacer este análisis, ya que se han presentado sequías muy severas en los últimos años que afectan a la población de la región (Estrada, 2011), principalmente a la Zona Metropolitana de Monterrey, así como al abastecimiento de agua al sector agrícola de esta cuenca (DR-031 Las Lajas y DR-026 Bajo San Juan).



2 SEQUÍAS.

2.1 Definición de sequía

Existen múltiples definiciones de sequía, no obstante tomaremos las de los organismos internacionales. En 1992 la Organización Meteorológica Mundial (OMM), en su vocabulario meteorológico internacional, define a la sequía como *“un periodo de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico”*. En 1994 la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en su documento de la Convención de Lucha Contra la Desertificación, define la sequía como un *“fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción de recursos de tierras”*.

Por otro lado, Wilhite y Glantz (1985) mencionan una definición más acertada para englobar el significado, la cual dice *“la sequía es un proceso natural errático, que se origina como resultado de una deficiencia de precipitación durante un período de tiempo extenso, generalmente de una estación o más, provocando en consecuencia un desbalance hídrico, afectando con ello las actividades humanas y ambientales; se trata de un situación deficiente de precipitación en relación a un comportamiento promedio considerado como normal”*. Para comprender bien el concepto de sequía es necesario tener en cuenta las definiciones de desertificación y aridez.

¿Qué es la desertificación?

Es la degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas, provocadas por las variaciones climáticas y las actividades humanas; es decir, el incremento de superficie desértica debido a la degradación del suelo. El concepto de degradación del suelo contempla la erosión hídrica, eólica y la salinización. La vulnerabilidad de un suelo a la desertificación depende de factores como el clima, la topografía, condiciones de los suelos (textura, estructura e índice de fertilidad) y de la cobertura vegetal (inducida o natural). Otros factores son el cultivo en suelos frágiles, la reducción del tiempo de descanso de la tierra, el sobre pastoreo, y la presión social la cual demanda mayores tierras de cultivo (Escalante y Reyes, 2005).

¿Qué es la Aridez?

La aridez es un estado climático permanente. El termino de aridez parte de las características de la superficie terrestres tales como geomorfología y vegetación, las cuales afectan el clima hasta presentar las condiciones comunes de desertificación (Escalante y Reyes, 2005).

Las definiciones anteriores están relacionadas en base al déficit de agua, el cual es determinado por el tiempo y lugar, teniendo un gran impacto tanto en la sociedad como en el medio ambiente.



2.1.1 Características de la Sequías (Duración, Intensidad y Frecuencia).

Burton en 1978 (Hernández, 2008) define 7 parámetros para caracterizar la sequía: uno independiente que es la magnitud, cuatro componentes temporales (duración, intensidad, velocidad de Implantación y espaciamento temporal) y dos componentes espaciales (extensión y dispersión espacial). Posteriormente Dracup et al. (1980), se definieron estos conceptos individualmente, en referencia a la sequía meteorológica e hidrológica:

1. *Magnitud*: es el déficit medio de precipitación durante el período de duración del evento seco.
2. *Duración*: es el tiempo (número total de días, meses o años consecutivos) durante el cual las precipitaciones son inferiores a la precipitación media de ese mismo período.
3. *Frecuencia*: es el número de casos que se producen durante un período determinado.
4. *Velocidad de Implantación*: es el tiempo transcurrido entre el momento de inicio del déficit de lluvia y el momento en que se alcanza su valor máximo.
5. *Espaciamento Temporal*: es el tiempo transcurrido entre diversos períodos secos.
6. *Extensión*: es la superficie total en la que se registra déficit hídrico.
7. *Dispersión Espacial*: es la medida del grado de difusión o concentración de la anomalía de precipitaciones.

Wilhite y Svoboda (2000), determinaron que las sequías meteorológicas se diferencian, unas de otras en cuanto a la intensidad, duración y cobertura espacial, los cuales definiremos a continuación:

- *Intensidad*: está referida al grado de déficit de la precipitación y/o a la severidad.
- *Duración*: estará en función del tiempo que se encuentre el índice por debajo de los normales.
- *Cobertura espacial*: es la superficie afectada.

Para el caso de estudio se analizaran de las sequías sus características de intensidad, duración y frecuencia.

2.2 Tipos de sequías.

Usualmente, las sequías se dividen en cuatro tipos (Escalante y Reyes, 2005):

- *Sequía Meteorológica*, la cual se presenta cuando la precipitación durante un cierto período de tiempo es significativamente menor que el promedio a largo plazo o que un valor crítico.
- *Sequía Hidrológica* la cual ocurre cuando existe un déficit de agua, tanto de precipitación como de escurrimiento superficial y subterráneo.
- *Sequía Agrícola* la cual ocurre cuando no existe en cierto tiempo la suficiente humedad en el suelo que satisfaga las necesidades para el desarrollo óptimo de un cultivo.
- *Sequía económico y social* la cual se considera no solo el suministro de agua, sino también la demanda del mismo, esto significa que depende del tipo de uso del agua y de la densidad y distribución de los usuarios.

Para tener un mejor concepto de lo antes mencionado, el Centro Nacional de Mitigación de Sequías de los Estados Unidos (NDMC, 2013) creó un mapa conceptual para el entendimiento de estos términos, ver la figura 2.1.

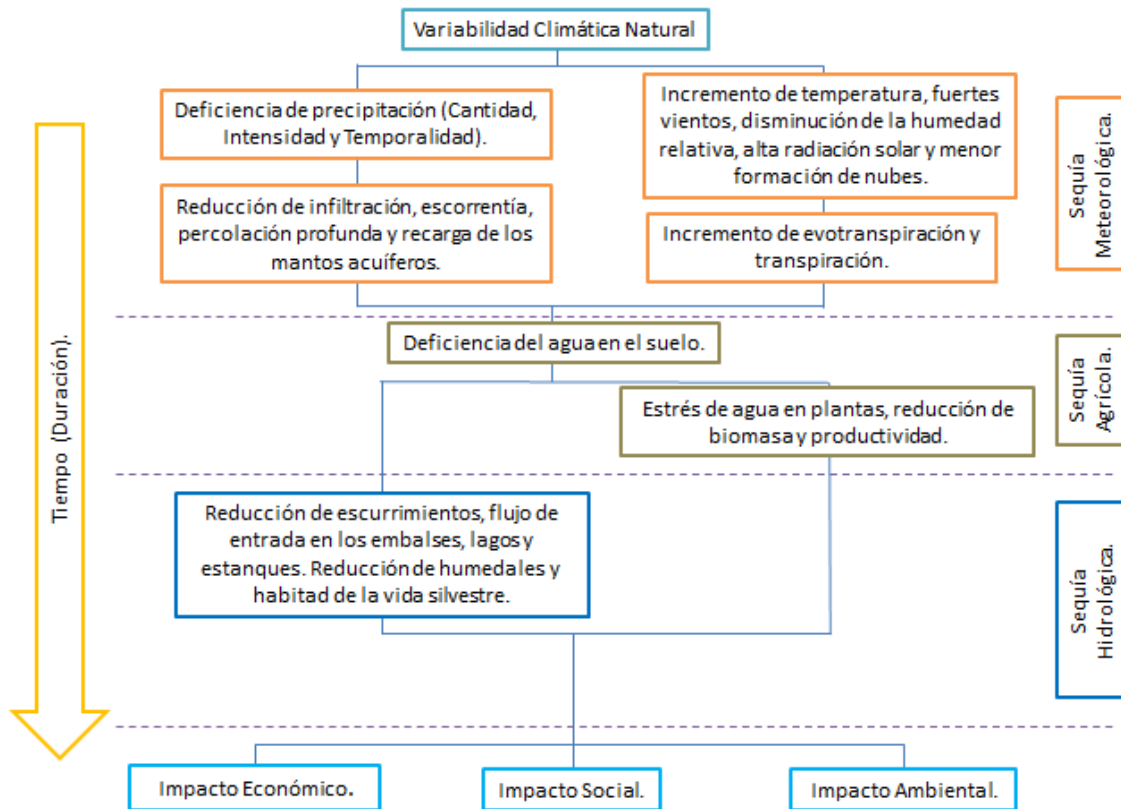


Figura 2.1 Impacto con que evoluciona la sequía a lo largo del tiempo (NDMC, 2013).

2.3 Índices de Sequías.

Actualmente es muy importante tener conocimiento de las sequías y sus impactos, ya que nos permiten definir planes de contingencia para mitigar sus efectos. Debido a lo anterior diversos índices han sido creados y utilizados con el fin de definir y caracterizar una sequía. En los siguientes apartados se describen los índices de sequía más importantes utilizados por la comunidad científica.

2.3.1 Índice de sequía de Palmer.

Se utiliza en el campo de la meteorología como un indicador que señala el déficit de humedad. El Índice de Sequía de Palmer (ISP) mensual es un índice meteorológico que refleja la estimación de la humedad normal, cuyas condiciones se derivan a partir de períodos conocidos que incluyen promedios mensuales de evapotranspiración, recarga subterránea, escurrimiento y pérdidas de agua en el suelo. El índice es estandarizado así que tiene un significado consistente en diferentes áreas climáticas. Un sistema de clasificación traslada el valor numérico del índice a una medida descriptiva de la sequía. Palmer (1965) utilizó información de sequías del centro de Iowa y



el este de Kansas para clasificar el índice de humedad anormal (z) contra la longitud del período seco. Los períodos secos se definieron como: sequía extrema (ISP=-4.0), sequía severa (ISP=-3.0), sequía moderada (ISP=-2.0), y sequía suave o ligera (ISP=-1.0) (Hayes, 1999).

2.3.2 Índice de Precipitación Estandarizado (IPE)

Fue diseñado por McKee et al. (1993), para cuantificar el déficit de precipitación para múltiples escalas de tiempo. Estas escalas reflejan el impacto de la sequía sobre la disponibilidad de los diferentes aprovechamientos hidráulicos. Las condiciones de humedad del suelo responden a las anomalías de la lluvia a corto plazo. El agua subterránea, el escurrimiento y el almacenamiento en presas reflejan las anomalías de la precipitación a largo plazo. Por estas razones, McKee et al. (1993) calculó originalmente el índice de precipitación estandarizado para períodos de 3, 6, 12, 24 y 48 meses (Hayes, 1999).

El cálculo de este índice se basa en el registro a largo plazo de la precipitación para un periodo de tiempo específico. Este registro de largo plazo se ajusta a una distribución de probabilidad, la cual es inmediatamente transformada a una distribución normal, tal que el valor medio del IPE para un sitio y período deseado es cero. Los valores positivos de dicho índice indican precipitaciones más grandes que la mediana. Debido a que el IPE está normalizado, los climas más secos y más húmedos se pueden representar de la misma forma, y los periodos húmedos se pueden monitorear a través de este índice (Hayes, 1999).

También definió el criterio para la ocurrencia de una sequía para cualquier escala de tiempo. Esto quiere decir que una sequía tiene lugar si en cualquier tiempo de IPE tiene un valor igual o menor a -1.0, no obstante el evento concluye cuando el valor de IPE es positivo. Por lo tanto cada período de sequía se puede caracterizar mediante su inicio, término y la intensidad para cada mes que el evento continua. La suma de los valores negativos de dicho índice para todos los meses se considera como la magnitud de la sequía (Hayes, 1999).

McKee et al. 1993 (Hayes, 1999) utilizó el siguiente sistema de clasificación en la tabla 2.1 para definir la intensidad de la sequía.

Tabla 2.1 Clasificación de la Sequía de acuerdo al Índice de Precipitación Estandarizado (IPE) (Hayes, 1999).

Valores del Índice	Clasificación
2.00 a más	Extremadamente húmedo
1.50 a 1.99	Muy húmedo
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo
-0.99 a 0.99	Humedad cercana a lo normal
-1.00 a -1.49	Moderadamente seco
-1.50 a -1.99	Severamente seco
-2.00 a menos	Extremadamente seco



2.3.3 Otros índices

Deciles de Precipitaciones

Otro índice que permite encontrar las características de una sequía lo constituye el k-ésimo decil de la precipitación anual o mensual. Gibbs y Maher en 1967 emplearon esta técnica para obtener la distribución espacial de las sequías en Australia, estableciendo áreas donde la lluvia está comprendida dentro del rango del primer decil, el cual es la cantidad de lluvia que no es excedida por el 10% más bajo de la precipitación que ocurre en un sitio particular. El segundo decil es la cantidad de precipitación que no es excedida por el 20% más bajo de las ocurrencias. Estos deciles continúan hasta que la cantidad de lluvia identificada por el décimo decil es la precipitación más grande registrada. Por definición, el quinto decil es la mediana, y es la cantidad de precipitación que no es excedida por el 50% de las ocurrencias en el periodo de registro (Hayes 1999). La tabla 2.2 muestra la clasificación de la sequía de acuerdo con Deciles de la Precipitación.

Tabla 2.2 Clasificación de la Sequía de acuerdo con Deciles de la Precipitación (Hayes, 1999).

Clasificación	Límites de frecuencia (%)	Decil
Mucho muy arriba del promedio	90 - 100	10
Muy arriba del promedio	80 - 90	9
Arriba del promedio	70 - 80	8
Ligeramente arriba del promedio	60 - 70	7
Normal	50 - 60	6
Normal	40 - 50	5
Ligeramente abajo del promedio	30 - 40	4
Abajo del promedio	20 - 30	3
Muy abajo del promedio	20 - 30	2
Mucho muy abajo del promedio	0-10	1

Índice de Humedad en Cultivos.

Este índice utiliza un enfoque meteorológico para vigilar por semana a las condiciones de los cultivos. Fue desarrollado por Palmer en 1968 fungiendo como parte integral de los cálculos de los procedimientos para el Índice de Sequía de Palmer. El Índice de Humedad en Cultivos fue diseñado para evaluar las condiciones de humedad a corto plazo en las principales regiones productoras de cultivo en los Estados Unidos. Este índice se basa en las temperaturas y precipitación total por cada semana dentro de una división del clima. Dicho índice responde rápidamente a las condiciones cambiantes, y se pondera según la ubicación y la hora; en los Estados Unidos se forman mapas semanales mediante el uso de este índice, debido a que este índice está diseñado para monitorear las condiciones de la humedad a corto plazo que afectan a los cultivos, no es una herramienta para dar seguimiento a largo plazo (Hayes, 1999).



Índice de Abastecimiento de Agua Superficial.

Fue diseñado para complementar el Índice de Sequía de Palmer en el estado de Colorado, donde la capa de nieve de montaña es un elemento clave del suministro de agua, calculado por cuencas, sobre la base de la capa de hielo, caudales, precipitaciones y de almacenamiento de los embalses. Este índice representa las condiciones de suministro de agua único para cada cuenca. Uno de sus puntos débiles de este índice, es que la base de datos de cada estación al ser cambiada, genera que cambie el algoritmo con que se calibró el índice, esto provoca que cada cuenca tenga un único índice de abastecimiento de agua superficial, esto lo limita a compararlo con otras regiones. Fue desarrollado por Shafer y Dezman en 1982, su clasificación sobre la sequía (Hayes, 1999). Es similar al índice de sequía de Palmer, se centra en cero y tiene un rango entre -4.2 y 4.2.

Índice de Recuperación de Sequía.

Este índice fue producto de Ley de Asistencia en 1988, en los Estados Unidos con el fin de mitigar los efectos de la sequía que afectaban a ese país. Se calcula a nivel de cuenca hidrográfica, con la incorporación de los parámetros de la temperatura, precipitación, nieve, caudales y nieves en los embalses. Debido a que el índice es único para cada cuenca hidrográfica, las comparaciones entre cuencas son limitadas. Este índice le sirve al Buro de Reclamaciones (U.S. Bureau of Reclamation) para liberar los recursos financieros. Este índice se ha desarrollado recientemente como una herramienta para evaluar la gravedad y la duración de las sequías, además de predecir el comienzo y el final de los períodos de éstas (Hayes, 1999). La tabla 2.3 muestra la clasificación de las sequías respecto al Índice de Sequía de Recuperación.

Tabla 2.3 Clasificación de la Sequía de acuerdo con el Índice de Recuperación de Sequía (Hayes, 1999).

Valores del Índice	Clasificación
4.0 a más	Extremadamente húmedo
1.5 a 4.0	Moderadamente húmedo
1 a 1.5	Normal a la humedad leve
0 a 1.5	Normal a la sequía leve
-1.5 a -4.0	Sequía moderada
-4.0 a menos	Extrema Sequía

2.4 Sequías en México y el Mundo.

2.4.1 Mundo.

Sabemos que las sequías afectan tanto a una región como a un conjunto de regiones, lo cual hace que resulte un grave problema tanto a nivel local como global. Antiguamente no se usaba ningún método para medir la severidad de la sequía; la tabla 2.4 nos da un panorama amplio a nivel mundial de cómo se han venido presentando las sequías.

Tabla 2.4 Registro histórico de Sequías a nivel Mundial (SARH, 1980).

Año	Lugar
1917	América
1919	América
1920	África
1922	América
1923	Europa
1924	Asia, América
1926	África
1928	América
1930	América
1932	América
1934	Europa y Asia
1935	Europa
1937	América
1938	Europa
1941	Europa
1949	América, Europa
1950	Asia, América
1951	Oceanía, Europa, Asia
1953	Europa
1956	Europa, Asia, América
1957	América
1958	Asia
1960	América
1962	Asia
1969	América, Europa
1972	Oceanía, Asia, América
1974	América
1975	América

A nivel mundial, diferentes sequías han afectado severamente diferentes países; a continuación citaremos a algunos ejemplos:

España es un país especialmente afectado por el fenómeno de la sequía, durante el período 1880-2009 más de la mitad de los años se han calificado como de secos o muy secos. En la década de los ochentas se han considerado secos o muy secos, y en la de los noventas han merecido el mismo calificativo. Las sequías afectan a todas las regiones de España, aunque son aquellos territorios en los que las precipitaciones anuales no superan los 600 mm los que sufren en mayor medida sus consecuencias. El año climatológico más seco en toda la historia de España se dio a partir del 1 de septiembre del 2004 al 31 de agosto de 2005 (Espín, 2010).

Según la Agencia Europea del Medio Ambiente en el 2003 clasificó a nueve países en los cuales se consideran con un estrés hídrico moderado (un 32% de la población europea), entre los



que se encontraban, Rumania, Bélgica, Dinamarca y los países como Grecia, Turquía y Portugal. Por último, cuatro países, todos en la zona mediterránea como son Chipre, Malta, Italia y España padecen estrés hídrico, afectando a un 18% de la población Europea (Espín, 2010).

Si profundizamos con más detalle, Portugal está sufriendo la peor sequía desde hace décadas. El 97% del territorio portugués padece una terrible escasez de agua, han sufrido pérdidas ganaderas y agrícolas. En enero de 2005 fue el enero más seco desde hace más de 100 años, ese mismo año, el 64% del territorio portugués estaba en condiciones de extrema sequía y el 33% en sequía severa. El informe de la comisión para la sequía en el 2005 señala que ésta es una de las situaciones más graves de los últimos 60 años (Espín, 2010).

La sequía también amenaza al continente africano, en esta crisis se ven afectados los tres extremos africanos: el oriental (con Etiopía y Eritrea), el occidental (Mauritania), y el sur del continente (Malawi, Zimbawe, Zambia y Mozambique), donde la sequía ha perjudicado seriamente las cosechas y el ganado. La ONU denuncia que la sequía es una de las principales causas de pobreza en el mundo especialmente en el continente Africano y que está empujando a 135 millones de personas a emigrar de sus países. Desde el 2009 las naciones africanas que siguen sufriendo la sequía son: Malawi, Zambia, Suazilandia, Somalia, Zimbabue, Mozambique, Túnez, Angola, y Etiopía (Espín, 2010).

El continente asiático ha tenido recientes condiciones extremas meteorológicas (sequías) que le han costado la vida a cientos de personas, obligado a miles de familias a dejar sus hogares y dañado gravemente la agricultura, lo que incrementa el peligro de escasez de alimentos. La parte oriente del continente sufre la peor sequía de toda su historia reciente, y la producción de cereales alimenticios han disminuido a los niveles más bajos en décadas. Se estima actualmente que la producción total de trigo en la región general afectada por la sequía, ha bajado hasta un 22% en 2009. Debido a la severidad de la sequía y a su alcance a toda la región, los suministros de irrigación de embalses, ríos, y aguas subterráneas han sido críticamente reducidos. Los principales embalses en Turquía, Irán, Iraq, y Siria están todos a niveles bajos, lo que impone restricciones en el uso del agua (Espín, 2010).

Siria está padeciendo sus peores sequías en los últimos 18 años, y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos estima que la producción total de trigo en 2009 fue de 2 millones de toneladas, un 50% menos que en el 2008. En el verano de 2009, no hubo agua en numerosos vecindarios de Damasco y los residentes de la capital se vieron forzados a comprar agua en el mercado negro. La severa falta de lluvia durante el invierno incrementa el problema (Espín, 2010).

La falta de lluvia ha llevado a Afganistán a las peores condiciones de sequía de los últimos 10 años (Espín, 2010). El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos estima que la producción de trigo de 2008-2009 en Afganistán es de 1,5 millones de toneladas, un 60% menos que en el 2007. Otros países del medio oriente y de Asia central que sufren de sequía desde el 2009 son: los territorios palestinos, el Líbano, Israel, Bangladesh, India, Tayikistán, Turkmenistán, Tailandia, Nepal, Pakistán, Turquía, Kirguistán, Uzbekistán, Chipre e Irán (Espín, 2010). Actualmente la intensa sequía que afecta a China está afectando a unas 35 millones de personas, habitantes de cinco provincias, a las cuales el río Yangtsé surte del vital líquido (Orinoco, 2011).



En el continente de Oceanía, principalmente en Australia, se ha estado sufriendo una sequía duradera y grave desde 2004, y el 41% de la agricultura australiana sigue padeciendo la peor sequía en 117 años de mediciones meteorológicas. La sequía ha sido tan fuerte que los ríos dejaron de fluir, los lagos se volvieron tóxicos, y los agricultores abandonaron sus tierras (Espín, 2010).

También en América se ha padecido las consecuencias de la falta de agua. En el caso de Argentina, la peor sequía que se presentó en los últimos 70 años en sus datos históricos fue la del año 2008, provocada por el fenómeno de la Niña, lo cual llevó al país a un estado de emergencia ya que produjo la muerte de animales, así como su producción alimentaria bajo por lo menos en un 50% (Primicias Rurales, 2009). Por ejemplo, la producción de trigo del país para 2009 fue de 8.7 millones de toneladas, en comparación con 16.3 millones en 2008 (Espín, 2010). Por otro lado en Paraguay en el 2009, su economía se contrajo un 3.8% debido a los efectos de la crisis mundial y a una fuerte sequía que causó una caída de alrededor del 40% en la producción de soja, el principal producto de exportación del país. Se estima que la sequía que se presentó en invierno del 2011, sumándole la disminución de precipitaciones hasta el verano del 2012, todo esto propiciado por el fenómeno de la Niña. La región que más problemas presenta es la del norte del Chaco Paraguayo, la cual debido a las sequías que ha venido presentando desde el 2008, las aguas subterráneas están contaminadas con agua salada, es por ellos que están en proceso la construcción de plantas desalinizadoras y se está implementando la captación de agua fluvial (Arce, 2010).

Las sequías también ocurren a lo largo de América del Norte y cada año se experimenta condiciones de sequía por lo menos en alguna región. La mayor sequía del siglo XX, en términos de duración y de extensión espacial se considera que fue la llamada Dust Bowl de los años 30, que duró hasta 7 años en algunas áreas de las Grandes Planicies (Espín, 2010). La sequía de tres años de finales de los años 80 (1987-1989), cubrió el 36% de los Estados Unidos en su momento de auge, en comparación con la sequía de Dust Bowl, que cubrió 70% durante su peor año. Sin embargo la sequía de los 80 fue no sólo la más costosa en la historia de los Estados Unidos, sino también el desastre natural de cualquier tipo más costoso que afectara al país. Si antes de 1970 un 15% de la superficie terrestre sufría sequía en algún momento, hoy la proporción alcanza ya un 30% y seguirá aumentando si no se toman medidas. En Junio de 2008, se produjeron periodos de sequía extrema en zonas de Estados Unidos, afectando también a México, las condiciones secas y las altas temperaturas ocasionaron la expansión de las condiciones de sequía en toda la región del sur de Estados Unidos, siendo las regiones más afectadas, el sur de Texas y el área central alrededor del oeste de Oklahoma. Los impactos que produjeron fueron: incendios forestales y un riesgo cada vez mayor de tormentas de arena. En el condado Cimarrón, (Oklahoma), la cosecha de trigo simplemente no existió ese año, los pastizales estaban prácticamente muertos y se percibió erosión del terreno, según los lugareños, de la misma forma en que ocurría en los días del “tazón del polvo”. Así mismo, las condiciones secas aumentan el potencial de incendios forestales en el oeste de los EE.UU. El período Julio 2007-junio 2008 se clasificó como el tercero más seco registrado en Carolina del norte. El sur de Texas experimentó el período Octubre-Junio de 2008 más seco en 114 años de registros (Espín, 2010).



2.4.2 México

“Las antiguas civilizaciones prehispánicas realizaban estudios de astronomía y astrología para predecir el clima y sus efectos en la producción agrícola. Con la celebración de ciertas fiestas y ceremonias religiosas buscaban atraer buenos temporales. Para prevenir los efectos de la sequía, en algunos lugares hacían terrazas o chinampas, con las que conservaban una mayor humedad en el suelo. En 1521, Hernán Cortés tomó Tenochtitlán; sin embargo, el mundo prehispánico permaneció vivo, aun a pesar de las sequías. Se estima que entre 1725 y 1727 perecieron de hambre más de 17 mil personas en Yucatán a causa de las malas cosechas por la falta de lluvias” (IMTA, 2009).

“Durante la época colonial se registraron un total de 75 períodos de sequía entre 1521 y 1821. Se sabe de prolongadas sequías en el Bajío y en Coahuila que llegaban a durar hasta cinco o siete años, los alimentos escaseaban y, por lo tanto, su precio aumentaba. La falta de alimentos era la causa de epidemias entre la población, la presencia de mendigos y desempleados se multiplicaba en las principales ciudades de la Nueva España. Una sequía en particular se ha caracterizado como la más grave del período colonial: la ocurrida entre 1785 y 1786, que abarcó casi todo el territorio novohispano. Esta sequía fue la más grave crisis agrícola experimentada por los pobladores de la Nueva España, a partir de ella se desató una espiral inflacionaria que duraría 20 años. Estos sucesos, aunados a los descontentos sociales y a los problemas políticos que existían en la Nueva España y en la metrópoli, fueron factores detonantes en el estallido de la guerra de independencia en los primeros años del siglo XIX. Anteriormente, en los siglos XVII y XVIII se incrementó el poder de los hacendados, quienes guardaban los granos para venderlos más caros en las épocas de escasez; esto generó problemas de todo tipo que llegaron a involucrar al poder político, a la iglesia y a la sociedad entera” (IMTA, 2009).

“Por ejemplo, entre 1822 y 1910 hubo un total de 39 períodos secos, aunque se desconoce su duración exacta, en esta época ya se mencionan otros estados del país azotados por las sequías, como Yucatán, Veracruz, Jalisco y Durango, además del Valle de México, Coahuila y el Bajío. Del total de las sequías registradas durante este período, las más graves ocurrieron a lo largo de 1849 a 1852 y en 1891 y 1892, las cuales afectaron particularmente la zona norte del país, provocando una carestía de los alimentos básicos y el aumento en los precios del maíz, frijol y trigo.”(IMTA, 2009).

En el siglo XX, en la periferia de la ciudad ocurrió un gran número de incendios forestales, entre ellos se encuentra el ocurrido en el Desierto de los Leones el mes de abril de 1998; este incendio provocó una contingencia ambiental que ocasionó crisis entre los habitantes de la ciudad debido a la escasez de agua y a los altos índices de contaminación. Una situación similar prevaleció en gran parte del país (Espín 2010). En el período de 1996 hasta 2003 han sido años deficitarios en lluvias en México, por lo que desde el año 1993 y hasta la fecha ha sido uno de los periodos más drásticos y prolongados de deficiencia de agua (IMTA, 2013).

En el siglo XXI, durante la segunda y tercera semana del mes de junio del 2008, se presentaron altas temperaturas de hasta 40°C, las cuales se presentaron sobre el occidente de México, aunado a esto la escasez de precipitaciones, lo cual favoreció el incremento de la sequía extrema a sequía excepcional, sobre el centro y sur de Durango. La mayor parte de la península de



Baja California se encontró afectada por una sequía moderada a excepción de dos territorios con sequía severa ubicada sobre el norte y centro de Baja California Sur; esto propició que el terreno estuviera muy seco, así como la propia masa forestal, lo que le inducía con un mayor riesgo a los incendios. Por lo cual la agencia oficial CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), reportó que durante el periodo del 30 de mayo al 26 de junio de 2008 se presentaron 627 incendios forestales, afectando un total de 29,235 hectáreas, el área afectada correspondió a pastos, arbustos, matorrales y áreas arboladas (Espín, 2010).

Por otra parte en 2009, se presentó en México la segunda peor sequía en 60 años y el 2010 fue el año más lluvioso que se tenga registro, hasta junio del 2011 el 40% del territorio mexicano ha tenido el peor año de sequía en las últimas siete décadas (Vanguardia, 2011).

2.5 Sequías en el Río Bravo/Río Grande.

La cuenca del Río Bravo/Río Grande es una cuenca transfronteriza debido a que fluye a través de tres estados en los Estados Unidos; Colorado, Nuevo México y Texas, y cinco en México; Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Durango, ver figura 2.2 (Nelson et al, 2001). La cuenca del Río Bravo tiene un área de 557,722 km², pero las áreas que contribuyen al escurrimiento del Río Bravo son; 225,380 km² pertenecen a México y 242,994 km² a Estados Unidos (Patiño, 2005). De acuerdo al Tratado de Aguas Internacionales firmado en 1944 donde México (CILA, 1944) tiene que aportar un total de 431,721 km³ anuales durante ciclo de 5 años, y una vez cumpliendo con este compromiso se renueva el ciclo. A lo largo del Río Bravo se tienen 10 distritos de riego que son; el 009 Valle de Juárez, Chihuahua, que solamente utiliza una pequeña parte del agua superficial del río Bravo; el 005 Delicias, 090 Bajo Río Conchos y 103 Río Florido, ubicados en el estado de Chihuahua; el 006 Palestina, Coahuila; el 004 Don Martín, Coahuila y Nuevo León; el 031 Las Lajas, Nuevo León; y finalmente el 025 Bajo Río Bravo, 026 Bajo Río San Juan y 050 Acuña-Falcón, en Tamaulipas. Estos distritos dominan un área aproximada de 450, 661 hectáreas (Ortega et al, 2011).



Figura 2.2 Cuenca del Río Bravo/ Río Grande (Nelson et al, 2001).



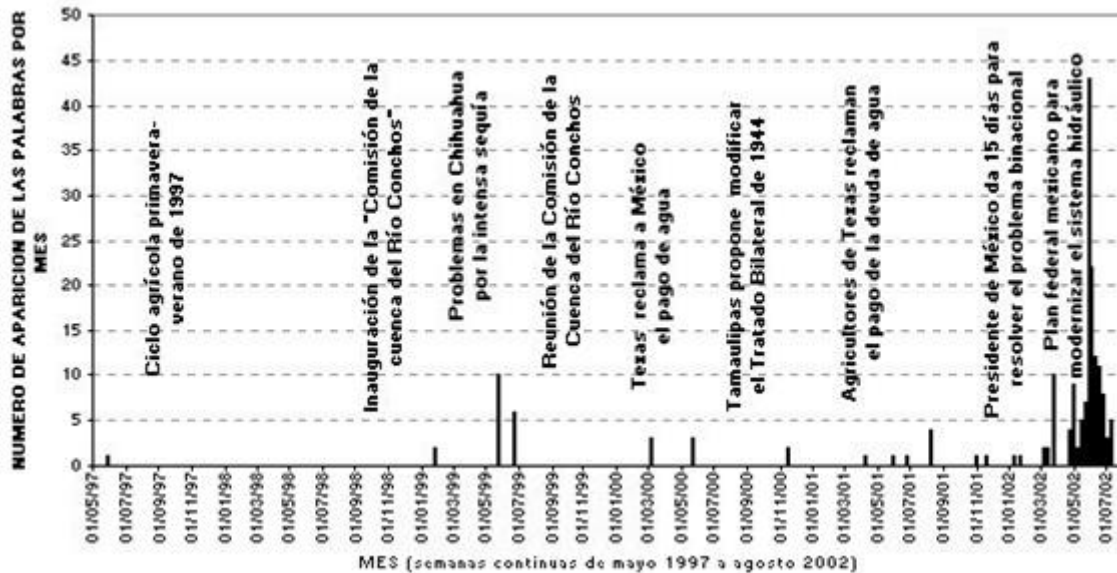
La cuenca del Río San Juan se caracteriza por ser una cuenca hidrológica con un alto grado de variación en la disponibilidad del recurso hídrico. Las condiciones climáticas definen a esta región transfronteriza como una zona árida y semiárida donde la escasez del vital líquido se convierte en un problema ambiental público dado el crecimiento económico de la región y la competencia por el agua entre los usuarios principalmente agrícolas, tanto de la parte alta y baja de la cuenca, como de ambos lados de la línea fronteriza que divide a México de los Estados Unidos de América (Linares, 2013). Linares (2013), afirma que la sequía en la cuenca del Río Bravo no sería una cuestión de contaminación, tampoco es un tema de extinción de los recursos naturales, es más bien un asunto de escasez del recurso hídrico.

Algunos miembros del Colegio de Postgraduados y de la Comisión Nacional del Agua (Ortega et al, 2011) realizaron un análisis de sequía hidrológica basándose en la captación de aguas en las presas de almacenamiento, que presenta la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Ríos y presas de almacenamiento analizados (Ortega et al, 2011).

Río	Presa de almacenamiento	Capacidad (hm ³)	Período de Registro	Período de sequía más largo	
				Período	Duración (años)
Florido	San Gabriel	255.4	1943-2006	1997-2005	9
Conchos	La Boquilla	2,903.30	1935-2006	1997-2005	9
San Pedro	Francisco I. Madero	348	1949-2006	1997-2005	9
Conchos	Luis L. León	356	1949-2006	1994-2006	13
Bravo	La Amistad	1,702.50	1969-2006	1994-2006	13
San Diego	Centenario	24.7	1985-2006	1999-2006	8
San Diego	San Miguel	20.2	1985-2006	1992-1995	4
San Rodrigo	La Fragua	45	1932-2006	1950-1957	8
Salado	Venustiano Carranza	1,312.90	1930-2006	1947-1957	11
Bravo	Falcón	1,355.20	1969-2006	1993-2002	10

La tabla 2.5 muestra que en la cuenca del Río Bravo han tenido problemas de sequías de tipo hidrológicas; en el período de 1994-2005, es el lapso en el cual se ha presentado una sequía severa la cual se ha extendido prácticamente 13 años, siendo una de las más severas y prolongado en la que se tiene registro que han afectado a las cuenca del Río Bravo (Ortega et al, 2011). Debido a esta sequía se derivaron conflictos entre ambas naciones (Linares, 2013), tal como el adeudo de los compromisos de entrega de agua en 1997 y 2002, en los ciclos 25 y 26 respectivamente (CILA, 2001, 2002 y 2003). La figura 2.3 muestra un histograma de frecuencia en cuanto a la mención de sequía/escasez en la cuenca del Río Bravo en el período de 1997-2002 (Linares, 2013).



3 CUENCA DEL RÍO SAN JUAN.

3.1 Ubicación, vegetación y uso de suelo.

La cuenca del Río San Juan se encuentra en la Región Hidrológica-Administrativa número VI (Río Bravo), la cual tiene una extensión de 379.6 mil km² (19.2% de la República Mexicana) y comprende a cuatro regiones hidrológicas, la 24 y la 34 completas, una parte considerable de la Región Hidrológica 35 Mapimí, dos pequeñas porciones de las Regiones Hidrológicas 25, San Fernando-Soto La Marina, así como a 5 estados en forma parcial; 50.8% de la superficie total regional pertenece a Chihuahua, 30.7% a Coahuila, 1.0% a Durango, 13.1% a Nuevo León y 4.4% a Tamaulipas. Como parte de la organización interna de la cuenca, se han definido seis subregiones para efectos de planeación las cuales son: Cuencas Cerradas del Norte, Alto Bravo, Medio Bravo, San Juan y Bajo Bravo. De éstas, la primera se encuentra fuera de la cuenca del Río Bravo y no descarga al Golfo de México, pero de cualquier forma se encuentra incluida dentro de esta región administrativa (CONAGUA-SEMARNAT, 2006). La figura 3.1 demarca los límites de las subregiones y los estados involucrados en dicha Región Hidrológica-Administrativa.



Figura 3.1 Subregionalización Hidrológica-Administrativa VI (CONAGUA-SEMARNAT, 2006).

La CONAGUA divide a las subregiones hidrológicas, a la cuenca del río San Juan le corresponde la nomenclatura 24F (CONAGUA, 2011); sin embargo, el INEGI tiene una clasificación la cual es 24B río Bravo-San Juan. El Río San Juan es el segundo afluente de importancia sobre el río Bravo, nace en la Sierra de la Cebolla, a 3,033 msnm, en la Sierra Madre Oriental, su confluencia con el Río Bravo ocurre a 58 km aguas abajo de la cortina de la presa Internacional Falcón y 383 km aguas arriba de la desembocadura en el Golfo de México. La cuenca del río San Juan se encuentra localizada entre los paralelos 24°50' y 26°25' de latitud Norte y los meridianos 98°45' y 101°59' de longitud Oeste (Flores y Scott, 1999), abarca un área de 31,722.17 Km². Dicha cuenca abarca tres entidades federativas que son; Coahuila (39.80%), Nuevo León (57.20%) y Tamaulipas (3.00%), (Sandoval, 2005), ver figura 3.2.

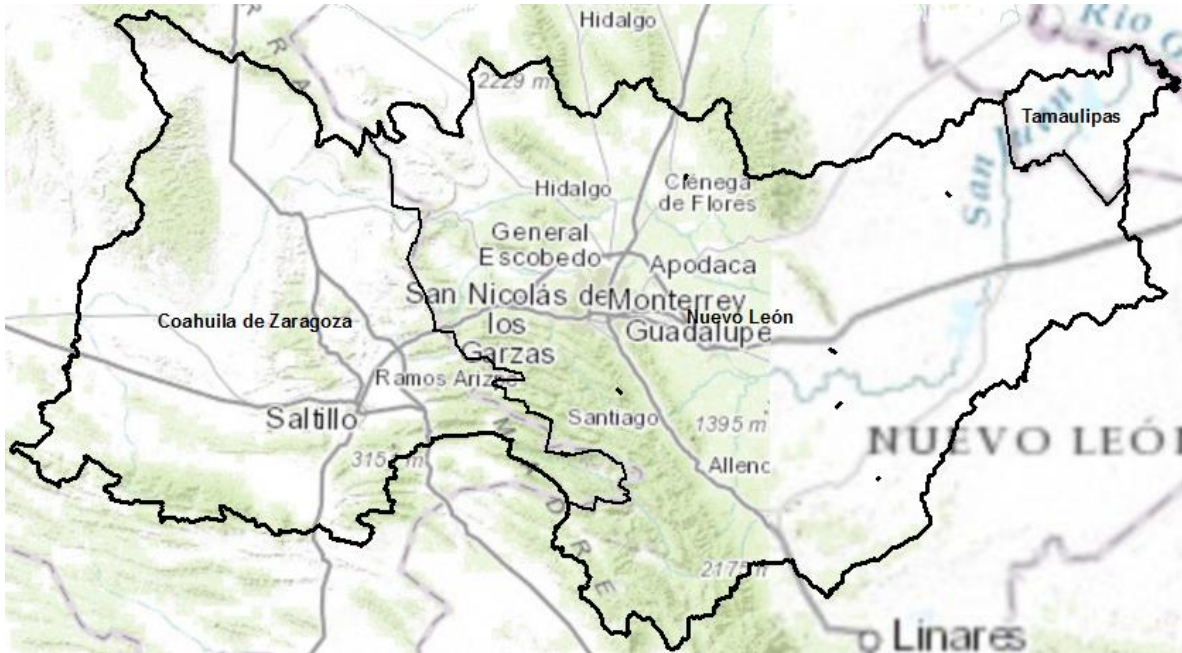


Figura 3.2 Cuenca del Río San Juan y entidades federativas (CONAGUA, 2012).

En la figura 3.3 se presenta una Regionalización ecológica a nivel zona del Manual del Ordenamiento Ecológico de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE, 1988), la cuenca del río San Juan se encuentra en una zona árida, que coinciden en latitud con las regiones de los grandes desiertos africanos, asiáticos y australianos (Ortega, 2012). La figura 3.4 muestra la circulación general de la atmosfera y la relación de la República Mexicana.

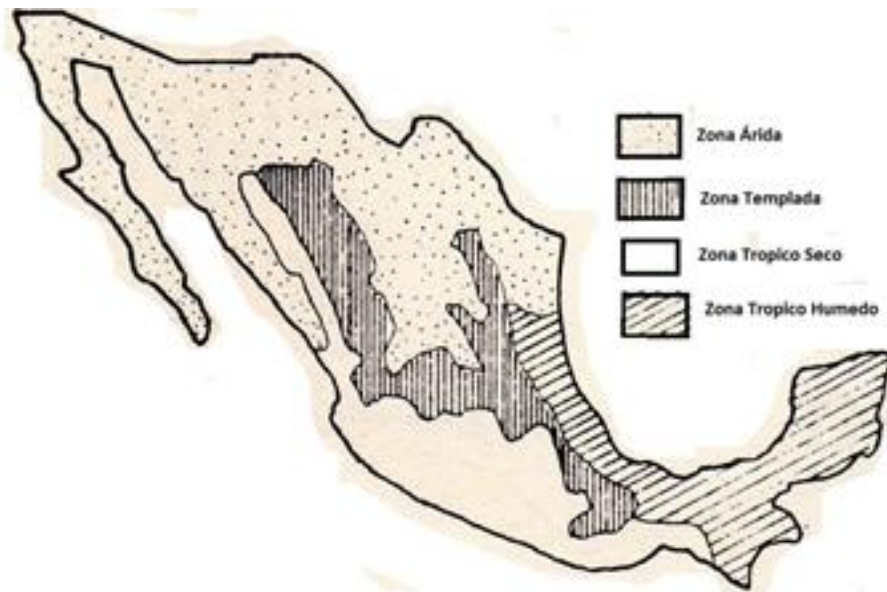


Figura 3.3 Regionalización ecológica a nivel zona (SEDUE, 1988).

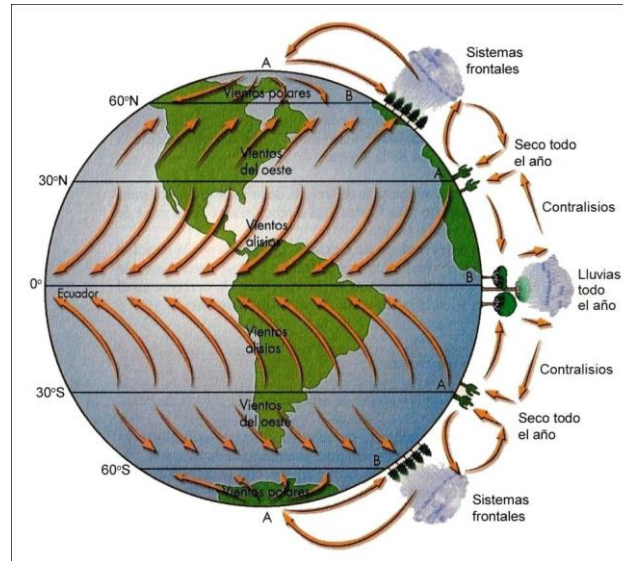


Figura 3.4 Esquema idealizado de la circulación general de la atmósfera (Ortega, 2012).

La figura 3.5 muestra el grado de vulnerabilidad a la desertificación de la república mexicana, en el cual la cuenca del río San Juan se encuentra en un grado moderado y alto.



Figura 3.5 Grado de vulnerabilidad a la desertificación de la república mexicana (INE – SEMARNAT, 2004)

Vegetación y Uso de Suelo.

Debido a que la cuenca del Río San Juan abarca los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas posee una variedad de vegetación y usos de suelo las cuales son; Bosque de Ayarín, Bosque de Encino, Bosque de Encino-Pino, Bosque de Oyamel, Bosque de Pino, Bosque de Pino-Encino, Bosque de Tascate, Chaparral, Matorral Crasicaule, Matorral Desértico Microfilo, Matorral Desértico Rosetofilo, Matorral Espinoso Tamaulipeco, Matorral Submontano, Mezquital Desértico, Pastizal Inducido, Pastizal Natural, Sin Vegetación Aparente, Tular y Vegetación Halofila Xerofila, ver figuras 3.6.

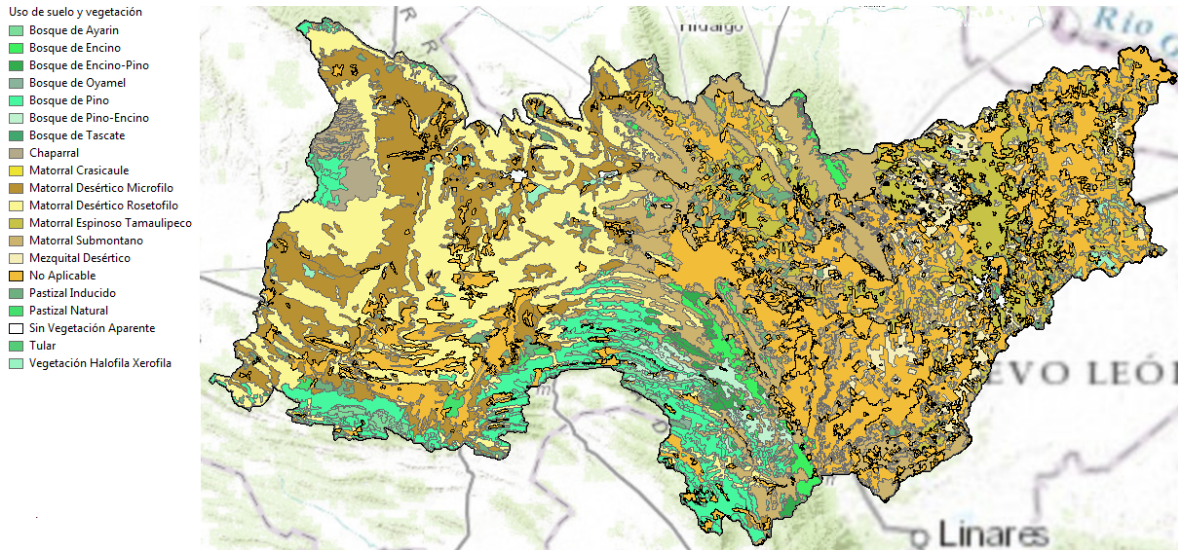


Figura 3.6 Uso de Suelo y Vegetación en la cuenca del río San Juan (CONAGUA, 2012).

En cuanto al tipo de Edafología que se encuentra en la Cuenca del Río San Juan son; Acrisol, Cambisol, Castañozem, Chernozem, Feozem, Fluvisol, Litosol, Luvisol, Regosol, Rendzina, Solonchak, Vertisol, Xerosol y Yermosol, ver figura 3.7.

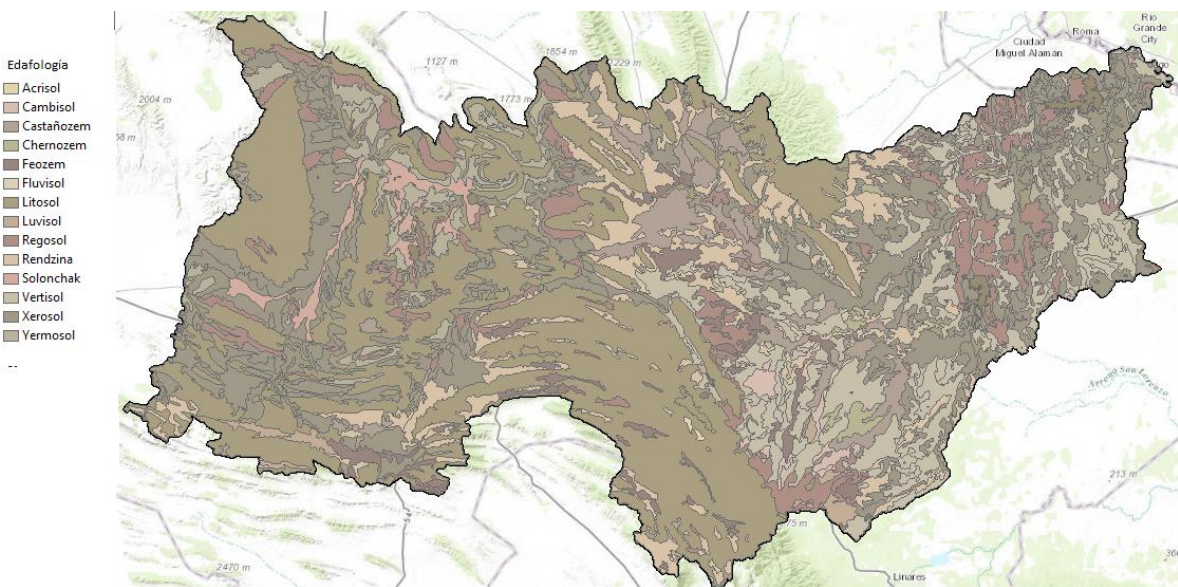


Figura 3.7 Edafología en la Cuenca del Río San Juan (CONAGUA, 2012).

3.2 Temperatura y evotranspiración.

Las figuras 3.8 muestran la variedad de climas en la cuenca del río San Juan que son; Cálida, Semicálida y Templada, finalmente la temperatura media anual en la cuenca del Río San Juan es 20.8°C (CONAGUA-SEMARNAT, 2006).

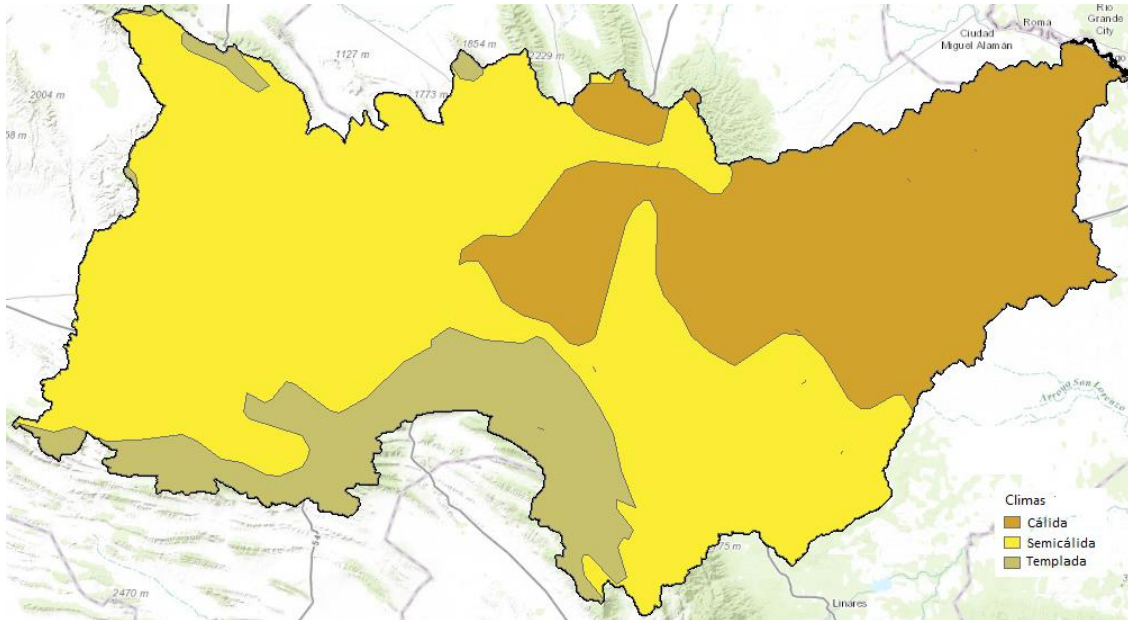


Figura 3.8 Mapa de Climas de la cuenca del Río San Juan (CONABIO, 2011).

La figura 3.9 muestra la evotranspiración (milímetros) en la cuenca del Río San Juan la cual varía de 100-800 milímetros.

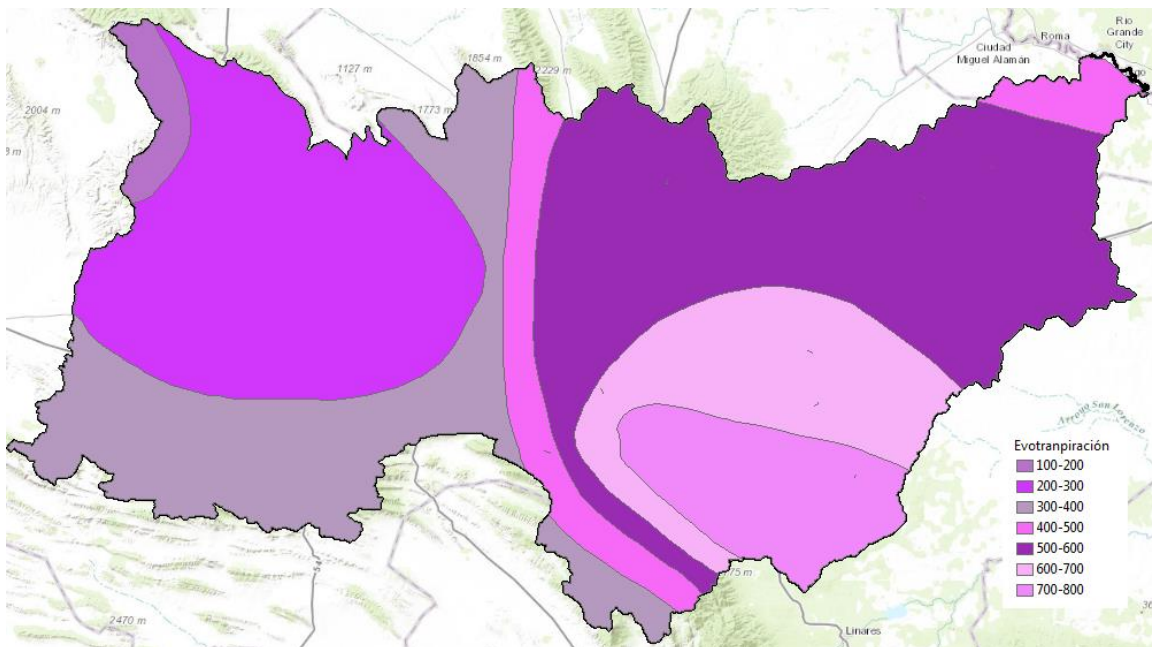


Figura 3.9 Evotranspiración (milímetros) en la Cuenca del Río San Juan (CONABIO, 2011).



3.2.1 Estaciones Climatológicas.

La cuenca del Río San Juan abarca las entidades federativas de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, por lo tanto existen 111 estaciones climatológicas que se ubican dentro y fuera de la cuenca las cuales tiene área de influencia en el San Juan, ver figura 3.10 y tabla 3.1.

Tabla 3.1 Estaciones Climatológicas de la Cuenca del Río San Juan.

Nº	Clave	Nombre	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos
1	5003	Arteaga, Arteaga (SMN)	25	26	0	100	51	0
2	5011	Ejido Reata, Ramos Arizpe	26	8	0	101	5	0
3	5016	Gral. Cepeda, Gral. Cepeda	25	22	0	101	28	0
4	5032	Ramos Arizpe (SMN)	25	32	0	100	59	0
5	5048	Saltillo, Saltillo (DGE)	25	25	0	101	0	0
6	5060	Derramadero E.T.A. 10	25	16	0	101	15	0
7	5130	C.F.Z.A. La Saucedá	25	51	0	101	19	0
8	5140	Ramos Arizpe (DGE)	25	32	0	100	57	0
9	5142	Hipólito, Ramos Arizpe	25	40	0	101	28	0
10	5144	Santa Teresa de Sofía	25	25	0	101	0	0
11	5145	San Juan de la V	25	15	0	101	13	0
12	5146	Huachichil, Arteaga	25	14	0	100	50	0
13	5148	Potrero de Abrego	25	22	0	100	44	0
14	5149	Ciénega la Purísima	26	23	0	101	28	0
15	5151	Alto de Norias	25	59	0	101	14	0
16	5154	Huizachal, Monclova	25	42	0	100	57	0
17	5160	Arteaga, Arteaga	25	27	0	100	50	0
18	5162	Dos de Abril	25	21	0	101	34	0
19	5170	La Rosa, Gral. Cepeda	25	31	0	101	23	0
20	5173	Santo Domingo	25	37	0	101	4	0
21	5174	El tunal, Arteaga	25	25	0	100	38	0
22	5176	Jame, Arteaga	25	22	0	100	37	0
23	8265	Atascadero, Gpe. Y Calvo	25	55	0	100	55	0
24	19001	Adjuntas V, de Santiago	25	21	0	100	12	0
25	19002	Agua Blanca, Sta. Catarina	25	30	0	100	26	0
26	19003	Allende, Allende	25	17	0	100	2	0
27	19004	Apodaca, Apodaca	25	47	0	100	11	0
28	19007	Cabezones, Montemorelos	24	59	0	99	45	0
29	19008	Cadereyta Jiménez	25	36	0	100	0	0
30	19009	Casilla, Rayones	25	13	0	100	13	0
31	19010	Cerralvo, Cerralvo	26	6	0	99	37	0
32	19012	Ciénega de Flores	25	57	0	100	10	0
33	19013	Ciénega del Toro, Galeana	25	5	0	100	20	0
34	19015	El Cerrito V de Santiago	25	31	0	100	11	0
35	19016	El Cuchillo, China	25	44	0	99	15	0
36	19017	El Marrubial	25	30	0	100	22	0
37	19018	El Pajonal, Sta. Catarina	25	30	0	100	22	0
38	19019	El Realito, Gral. Terán	25	19	0	99	21	0
39	19022	General Bravo, (DGE)	25	48	0	99	11	0
40	19023	Campo Exp. Gral. Terán	25	15	0	99	41	0
41	19025	Higueras, Higueras (SMN)	25	58	0	100	1	0
42	19026	Icamole, García	25	55	0	100	44	0
43	19029	La Arena, Pesquería	25	44	0	99	56	0
44	19030	Cienega de G., Santiago	25	21	0	100	17	0
45	19031	La Cruz, Sta. Catarina	25	28	0	100	27	0
46	19033	Laguna de Sánchez, Stgo.	25	21	0	100	17	0
47	19036	La popa, Mina	26	11	0	100	50	0
48	19038	Las Gomititas, Sta. Catarina	25	32	0	100	20	0
49	19039	Las Enramadas	25	31	0	99	31	0
50	19040	Los Aldamas, Los Aldamas	26	4	0	99	12	0
51	19041	Los Herreras, Los Herreras	25	54	0	99	25	0
52	19042	Los Ramones, Los Ramones	25	42	0	99	38	0
53	19043	Madero, Dr. Coss	25	53	0	98	59	0
54	19044	Mamilique, Sals. Victoria	26	7	0	100	15	0
55	19045	Mina, Mina	26	2	0	100	33	0
56	19047	Mimbres, Galeana	24	58	0	100	15	0
57	19048	Montemorelos	25	12	0	99	50	0
58	19049	Monterrey, Monterrey (DGE)	25	41	0	100	19	0



Tabla 3.1 Estaciones Climatológicas de la Cuenca del Río San Juan (Continuación).

N°	Clave	Nombre	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos
59	19051	Potrero Redondo, Santiago	25	20	0	100	10	0
60	19052	Monterrey, Monterrey (SMN)	25	40	0	100	18	0
61	19053	Rayones, Rayones	25	1	0	100	5	0
62	19054	Rinconada, García	25	42	0	100	43	0
63	19056	San Juan, Cadereyta	25	33	0	99	51	0
64	19058	Santa Catarina	25	41	0	100	28	0
65	19060	Sombrerete, Sabinas H.	26	18	0	100	0	0
66	19061	Topo Chico, Monterrey	25	48	0	100	25	0
67	19062	Tunel, San Francisco	25	25	0	100	11	0
68	19065	Santiago, Santiago	25	56	0	100	10	0
69	19069	La Boca, Santiago	25	25	0	100	9	0
70	19074	General Bravo (SMN)	25	47	0	99	11	0
71	19088	Doctor Arroyo 2, (DGE)	25	40	0	100	12	0
72	19091	Pabillo, Galeana	24	55	0	100	24	0
73	19096	La Huasteca, Sta. Catarina	25	32	0	100	28	0
74	19098	General Treviño, Gral.T.	26	13	0	99	28	0
75	19102	Cola de Caballo	25	41	0	100	25	0
76	19105	Doctor Gonzales	25	45	0	99	58	0
77	19109	Uya de Gato, Cerralvo	25	58	0	99	41	0
78	19113	El Brasil, Doctor Coss	25	53	0	99	59	0
79	19114	El Cuervito, Gral. Bravo	25	54	0	98	49	0
80	19116	Ejido las Flores, China	25	44	0	99	42	0
81	19117	Ejido Marín, Marín	25	50	0	101	0	0
82	19119	Espinazo, Mina	26	2	0	100	33	0
83	19122	General Terán, Gral. Terán	25	17	0	99	41	0
84	19123	Grutas de García	25	6	0	99	21	0
85	19124	Higueras, Higueras (DGE)	25	55	0	101	0	0
86	19131	Pto. El Ebano, Sabinas H.	25	30	0	100	5	0
87	19134	Salinas, Victoria	25	55	0	100	18	0
88	19136	San isidro, Linares	24	57	0	99	37	0
89	19140	Tepehuaje, Cadereyta	25	32	0	100	15	0
90	19146	Congregación Calles	25	10	0	99	55	0
91	19148	Dieciocho de Marzo	25	53	0	100	11	0
92	19150	Los Lermas, Guadalupe	25	21	0	100	17	0
93	19158	Rancho de Gomas	26	7	0	100	15	0
94	19161	La Unión, General Bravo	25	46	0	98	47	0
95	19164	Buenavista, Montemorelos	24	59	0	99	45	0
96	19165	Cupaderos del Indio	25	49	0	100	48	0
97	19168	Las Estacas, Minas	26	11	0	100	50	0
98	19169	Garza Gonzales, Herreras	25	54	0	99	25	0
99	19170	El Hojase, Salinas V	26	7	0	100	15	0
100	19171	Lampacitos, Montemorelos	25	12	0	99	50	0
101	19172	Las monitas, Cerralvo	26	6	0	99	34	0
102	19173	Los Palmitos, Cadereyta	25	36	0	100	0	0
103	19174	San Bartolo, C. Jiménez	25	32	0	100	15	0
104	19175	Santa Cruz, Sta. Catarina	25	30	0	100	26	0
105	19177	Pozos Mina, Mina	26	10	0	100	25	0
106	19178	Sierra Morena, Bustamante	26	23	0	100	31	0
107	28014	S.J.2-11 Camargo, Camacho	26	18	0	98	50	0
108	28095	S. J. 1-2 San Pedro, Dge.	26	22	0	99	2	0
109	28099	S.J.2-9 Comales, Camargo	26	11	0	98	56	0
110	28166	Comales, Cd. Camargo	26	12	0	98	56	0
111	28173	Comales E.T.A. 327 (SMN)	26	14	0	98	56	0

La figura 3.10 muestra las 111 estaciones climatológicas con área de influencia en la cuenca del Río San Juan.

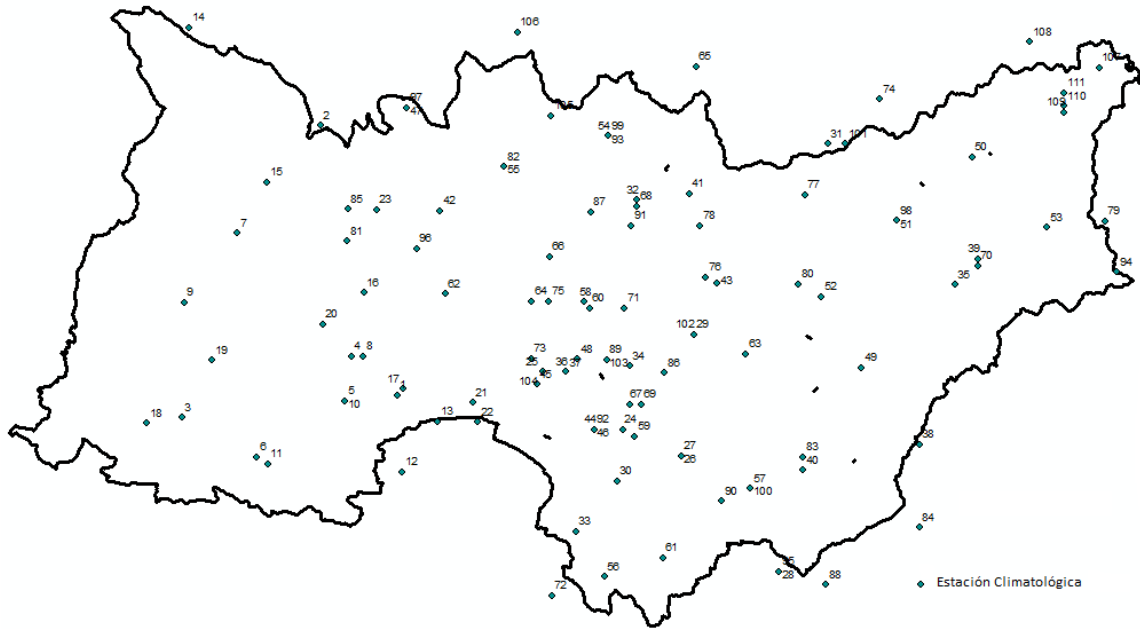


Figura 3.10 Estaciones climatológicas de la Cuenca del Río San Juan (CONABIO, 2011).

3.3.1 Estaciones Hidrométricas

La tabla 3.2 y figura 3.11 muestran las 21 estaciones hidrométricas correspondientes a la cuenca del Río San Juan.

Tabla 3.2 Estaciones hidrométricas de la cuenca del Río San Juan.

Nº	Estación	Corriente del Río	Localización	Entidad Federativa
1	Montemorelos	Río Pilón	Río San Juan	Nuevo León
2	Calles (Congregación)	Río Blanquillo	Río Ramos	Nuevo León
3	Paraiso	Río Ramos	Río San Juan	Nuevo León
4	La Boca	Río San Juan	Río Bravo	Nuevo León
5	Tepehuaje	Río San Juan	Río Bravo	Nuevo León
6	Cadereyta II	Río Santa Catarina	Río San Juan	Nuevo León
7	Monterrey	Río Santa Catarina	Río San Juan	Nuevo León
8	Parshall Huasteca	Río Santa Catarina	Tanque Obispado	Nuevo León
9	Monterrey II	Acueducto Huasteca-Monterrey	Río San Juan	Nuevo León
10	Los Lermas	Río Santa Catarina	Río Santa Catarina	Nuevo León
11	El Cuchillo	Río de la Silla	Río Bravo	Nuevo León
12	Tunel Topo Chico	Río San Juan	Río San Juan	Nuevo León
13	La Arena	Acueducto Mina Monterrey	Río San Juan	Nuevo León
14	Canada	Río Pesquería	Río San Juan	Nuevo León
15	Los Herreras III	Río Pesquería	Río San Juan	Nuevo León
16	Los Herreras	Río Pesquería	Río San Juan	Nuevo León
17	Icamole	Río Pesquería	Río Pesquería	Nuevo León
18	Cienega de Flores	Río Salinas	Río Pesquería	Nuevo León
19	Los Aldamas	Río San Juan	Río Bravo	Nuevo León
20	Km. 0+700	Canal Principal Rode	Río San Juan	Tamaulipas
21	Filtraciones Presa Marte R. Gómez	Río San Juan	Río Bravo	Tamaulipas

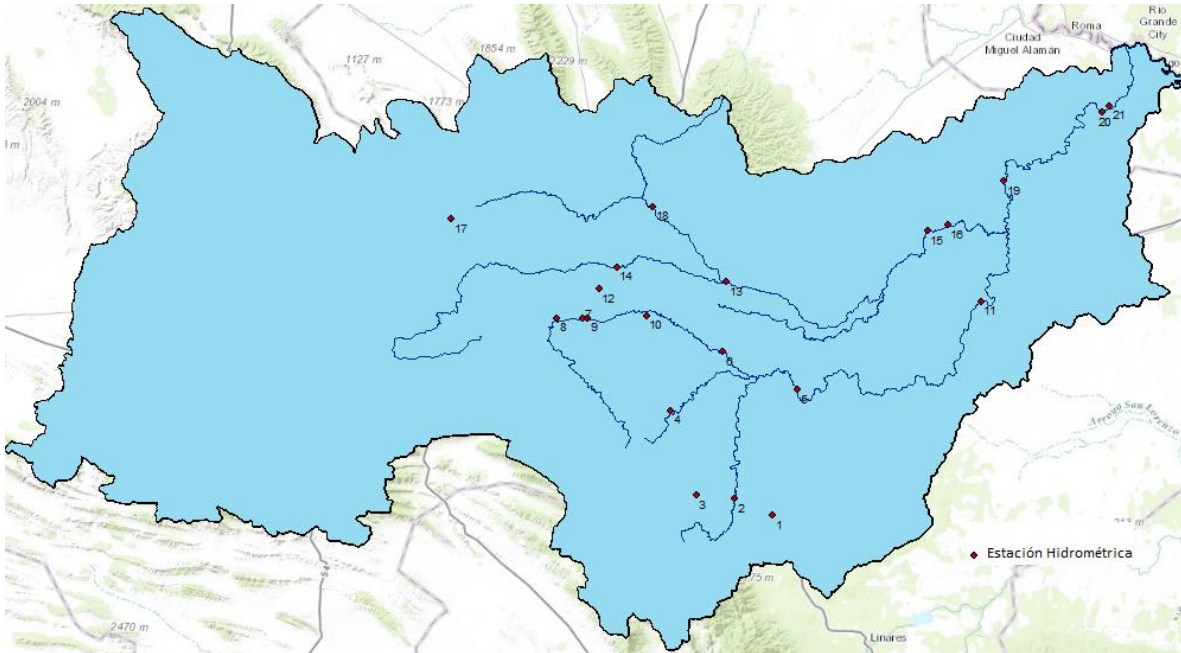


Figura 3.11 Estaciones hidrométricas de la cuenca del Río San Juan (CONAGUA, 2012).

3.3 Precipitación.

La figura 3.12 muestra la variación de la precipitación media anual en la cuenca del Río San Juan, finalmente la precipitación media anual es de 659 milímetros (CONAGUA-SEMARNAT, 2006).

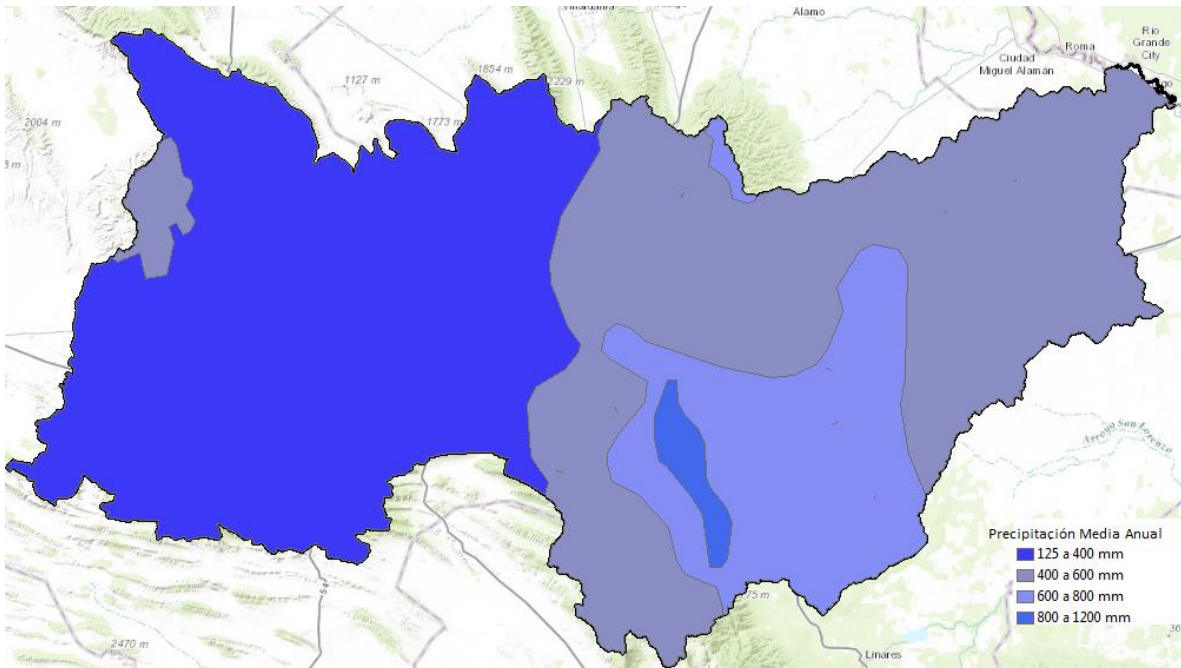


Figura 3.12 Precipitación media anual (milímetros) de la Cuenca del Río San Juan (CONABIO, 2011).

3.4 Hidrografía.

La cuenca del Río San Juan es de tipo exorreica debido a que drena sus aguas al Río Bravo, dicha cuenca tiene como ríos: Río Ayancul, Río el Blanquillo, Río Pesquería, Río Salinas, Río San Juan, Río Santa Catarina y Río Picachos, ver figura 3.13 (CONAGUA, 2012). La cuenca del Río San Juan tiene una disponibilidad hídrica de 140.58 Millones de metros cúbicos (Mm³) (UAT DGIP, 2008).

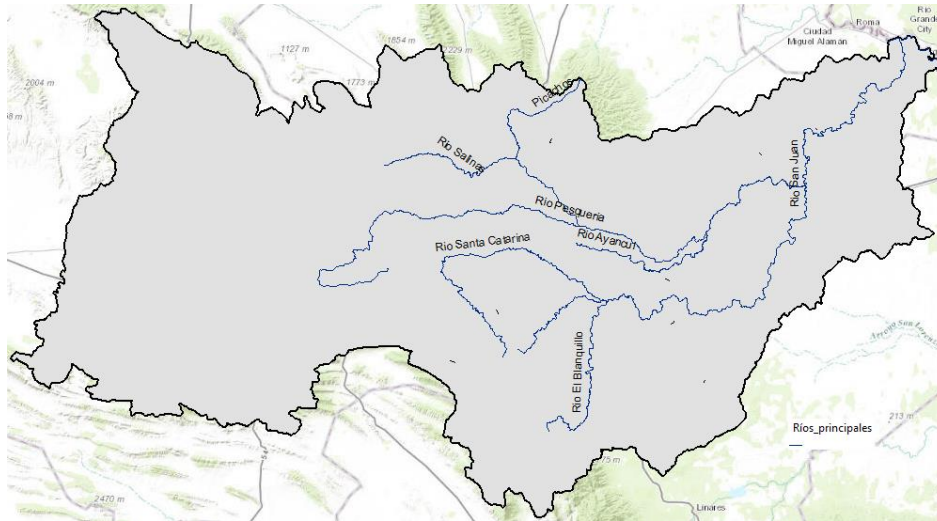


Figura 3.13 Hidrografía de la cuenca del Río San Juan (CONAGUA, 2012).

3.5 Infraestructura Hidráulica.

A lo largo del cauce del río San Juan se han construido tres cuerpos de almacenamiento: la presa Marte Rodrigo Gómez "El azúcar", para uso de irrigación, la presa "El Cuchillo-Solidaridad", con uso de irrigación y la presa Rodrigo Gómez "La Boca" para uso de abastecimiento público e control de avenidas, las cuales están integradas al sistema hidráulico por medio de acueductos que transportan el líquido potabilizado a la Zona Metropolitana de Monterrey (Torres y Barajas, 2011), ver figura 3.14. La tabla 3.3 muestra las características de las presas existentes en la cuenca del Río San Juan.



Figura 3.14 Principales afluentes y embalses en la cuenca del Río San Juan en el Estado de Nuevo León (Torres y Barajas, 2011).

Tabla 3.3 Características de las presas en la cuenca del Río San Juan (CONAGUA-SEMARNAT, 2011).

N°	Clave	Nombre Oficial	Nombre común	Latitud	Longitud	Capacidad al NAMO (hm3)	Entidades Federativas	Quien Opera	Año de terminación	Usos
24	2689	Cuchillo-Solidaridad	El Cuchillo	25° 42' 36"	99° 16' 12"	1,025	Nuevo León	CNA	1994	A,I
25	3490	Marte R. Gómez	El Azúcar	26° 11' 59"	98° 55' 12"	995	Tamaulipas	CNA	1946	I
		Rodrigo Gómez	La Boca	25°27'	100°10'	40	Nuevo León	S.R.H.	1963	A,C

Nota: A: *Uso abastecimiento público*; I: *Irrigación*; C: *Control de Avenidas*.

Dentro de la misma cuenca hay dos distritos de riego el 026 Bajo Río San Juan y 031 Las Lajas, la tabla 3.4 muestra las características de cada uno de ellos. La figura 3.15 muestra la ubicación los distritos de riego en la cuenca del Río San Juan, La tabla 3.5 muestra las características de los acueductos en la cuenca de Río San Juan los cuales son; Linares Monterrey y El Cuchillo-Monterrey.

Tabla 3.4 Características de los distritos de riego en la cuenca del Río San Juan (CONAGUA-SEMARNAT, 2011).

N°	Clave	Nombre	Región Hidrológico Administrativa	Entidad Federativa	Superficie total (hectáreas)
26	026	Bajo Río San Juan	VI Río Bravo	Tamaulipas	86,102
31	031	Las Lajas	VI Río Bravo	Nuevo León	3,693

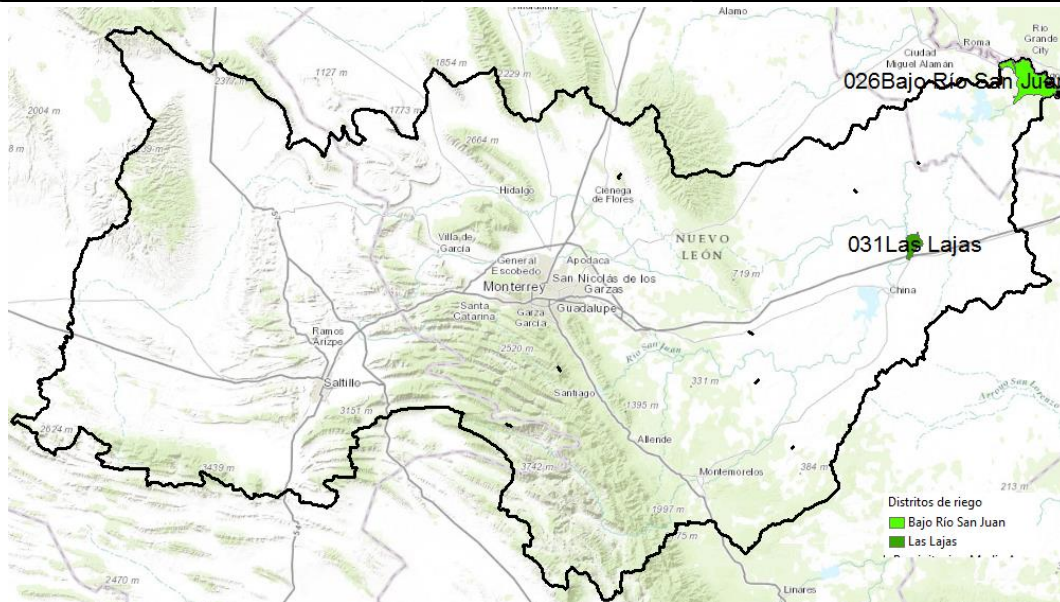


Figura 3.15 Distritos de riego en la cuenca del Río San Juan (CONAGUA, 2012).

Tabla 3.5 Características de los acueductos en la cuenca del Río San Juan (CONAGUA-SEMARNAT, 2011).

N°	Acueducto	Longitud (km)	Caudal de diseño (L/s)	Año de Terminación	Abastece a	Responsable de la operación
4	Linares Monterrey	133	5,000	1984	Al área Metropolitana de la ciudad de Monterrey, N.L., con agua de la presa Cerro Prieto.	Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, I.P. D.
5	El Cuchillo-Monterrey	91	5,000	1994	Al área metropolitana de la ciudad de Monterrey con agua proveniente de la presa el Cuchillo.	Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, I.P.D.

A continuación la tabla 3.6 resume los acuíferos que se encuentra en la cuenca del río San Juan y su condición geohidrológica resultante.

Tabla 3.6 Acuíferos que se encuentra en la cuenca del río San Juan y su condición geohidrológica resultante (CONAGUA-SEMARNAT, 2006).

Nº de Acuíferos	Recarga (hm ³ /año)	Extracciones (hm ³ /año)			Condición Geohidrológica
		Bombeo	Otras *	Total	
5	49	15	0	15	Subexplotado
8	453	288	164	452	Equilibrio
5	139	173	11	184	Sobreexplotado
Total	18				

Nota: * Otras salidas del acuífero, como: manantiales, evapotranspiración y salidas subterráneas.

La tabla 3.7 resume en porcentaje la cobertura de agua potable y de alcantarillado (Urbana y Rural), en la cuenca del río San Juan.

Tabla 3.7 Cobertura en de agua potable y alcantarillado en la cuenca del río San Juan (CONAGUA-SEMARNAT, 2006).

Cobertura de Agua Potable (%)		Cobertura de Drenaje (%)	
Urbana	Rural	Urbana	Rural
96.40%	75.00%	93.20%	20.80%

La tabla 3.8 resume las plantas de tratamiento por estado que se encuentran en la cuenca del río San Juan, así como su capacidad y gasto de operación.

Tabla 3.8 Plantas de tratamiento en la cuenca del río San Juan (CONAGUA-SEMARNAT, 2006).

Estado	Plantas		Capacidad Instalada (l.p.s.)	Gasto de Operación (l.p.s.)
	Instaladas	En Operación		
Coahuila	8	5	1,755.00	175
Nuevo León	50	46	12,793.00	11,011.40
Tamaulipas	2	2	20	23
Total	60	53	14,568.00	11,209.40

Nota; l.p.s. = Litros por segundo.

La tabla 3.9 resume los volúmenes en hectómetros cúbicos de los usos consuntivos de agua subterránea y superficial, así como el total de ambas en la cuenca del río San Juan.

Tabla 3.9 Volúmenes (hm³) de usos consuntivos en la cuenca del río San Juan (CONAGUA-SEMARNAT, 2006).

	Agrícola			Público Urbano (hm3)	Industrial (hm3)	Pecuario (hm3)	Total (hm3)
	D.R. (hm3)	U.R. (hm3)	Suma (hm3)				
Usos Consuntivos del Agua Subterránea	-	515	515	172	89	13	789
Usos Consuntivos del Agua Superficial	488	409	897	357	-	1	1,255
Usos Consuntivos Totales	488	924	1,412	529	89	14	2,044

Nota; D.R.=Distritos de Riego y U.R.=Unidades de Riego.

La tabla 3.10 muestra en resumen la población del 2005 y la proyección del 2030, además de la disponibilidad del agua y la disponibilidad per cápita, comparando la cuenca del río San Juan, la región VI Río Bravo y la Nacional.



Tabla 3.10 Población, disponibilidad de agua (hm³/año) y disponibilidad per cápita, comparando la cuenca del río San Juan, región VI río Bravo y la Nacional (CONAGUA-SEMARNAT, 2006).

Subregión	Pob. (miles hab)		Disponibilidad Agua (hm ³ /año)			Disponibilidad Per Cápita			
	2005	2030	Superficial	Subterránea	Total	Año 2005 (m ³ /hab/año)	Año 2030 (m ³ /hab/año)	% /Región 2005	% / Nacional 2005
Cuenca del Río San Juan	4,798.70	6,421.60	1,236.00	466	1,702.00	354.7	265	31%	8%
Región VI Río Bravo	10,295.90	14,371.10	6,973.00	4,662.00	11,635.00	1,130.10	809.6	100%	25%
Nacional	103,263.40	124,090.90	396,823.00	77,814.00	474,637.00	4,596.40	3,824.90		

Nota; hm³= Hectómetros cúbicos.

3.6 Marco social.

3.6.1 Población.

La tabla 3.11 enlista los 47 municipios correspondientes de la Cuenca del Río San Juan de acuerdo a la Información del INEGI y al Portal de Geoinformación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (CONABIO, 2011).

Tabla 3.11 Municipio de la cuenca del Río San Juan.

Clave	Municipio	Población (Hab.)	Entidad Federativa
5004	Arteaga	22,544	Coahuila
5006	Castaños	25,892	Coahuila
5007	Cuatro Ciénegas	13,013	Coahuila
5011	General Cepeda	11,682	Coahuila
5024	Parras	45,401	Coahuila
5027	Ramos Arizpe	75,461	Coahuila
5030	Saltillo	725,123	Coahuila
19001	Abasolo	2,791	Nuevo León
19003	Los Aldamas	1,374	Nuevo León
19004	Allende	32,593	Nuevo León
19006	Apodaca	523,370	Nuevo León
19009	Cadereyta Jiménez	86,445	Nuevo León
19010	Carmen	16,092	Nuevo León
19011	Cerralvo	7,855	Nuevo León
19012	Ciénega de Flores	24,526	Nuevo León
19013	China	10,864	Nuevo León
19015	Dr. Coss	1,716	Nuevo León
19016	Dr. González	3,345	Nuevo León
19017	Galeana	39,991	Nuevo León
19018	García	143,668	Nuevo León
19019	San Pedro Garza García	122,659	Nuevo León
19020	Gral. Bravo	5,527	Nuevo León
19021	Gral. Escobedo	357,937	Nuevo León
19022	Gral. Terán	14,437	Nuevo León
19023	Gral. Treviño	1,277	Nuevo León
19025	Gral. Zuazua	55,213	Nuevo León
19026	Guadalupe	678,006	Nuevo León
19027	Los Herreras	2,030	Nuevo León
19028	Higueras	1,594	Nuevo León
19031	Juárez	256,970	Nuevo León
19034	Marín	5,488	Nuevo León
19035	Melchor Ocampo	832	Nuevo León
19037	Mina	5,447	Nuevo León
19038	Montemorelos	59,113	Nuevo León
19039	Monterrey	1,135,550	Nuevo León
19041	Pesquería	20,843	Nuevo León
19042	Los Ramones	5,359	Nuevo León
19043	Rayones	2,628	Nuevo León
19045	Salinas Victoria	32,660	Nuevo León
19046	San Nicolás de los Garza	443,273	Nuevo León
19047	Hidalgo	4,398	Nuevo León
19048	Santa Catarina	268,955	Nuevo León
19049	Santiago	40,469	Nuevo León
19051	Villaldama	4,113	Nuevo León
28007	Camargo	14,933	Tamaulipas
28024	Mier	4,762	Tamaulipas
28025	Miguel Alemán	27,015	Tamaulipas

La figura 3.16 muestra las principales cabeceras municipales que se encuentran comprendidas en la cuenca del Río San Juan. La tabla 3.12 muestra las poblaciones correspondientes por entidad federativa, los cuales dan un total de 5,285,234 habitantes en la cuenca del Río San Juan. Las tasa de crecimiento media anual de Coahuila de Zaragoza es de 2.0%, Nuevo León es de 2.1% y Tamaulipas de 1.6% (INEGI, 2011).

Tabla 3.12 Población por entidad federativa de la Cuenca del Río San Juan

Entidad Federativa	Población (Hab.)
Coahuila	919,116
Nuevo León	4,419,408
Tamaulipas	46,710



Figura 3.16 Municipios de la cuenca del Río San Juan (INEGI a, 2013).

3.6.2 Principales Actividades Económicas.

El Producto Interno Bruto (PIB) de la región hidrológica-administrativa VI representa el 16% del PIB nacional, siendo que la población es del 10% del nacional. El PIB para el 2004 en la región hidrológica-administrativa VI de \$25,660/habitante siendo que el nacional fue de \$ 14,900/habitante. El 53% del PIB se generó en la cuenca del río San Juan donde queda inmersa la ciudad de Monterrey y su área metropolitana (CONAGUA-SEMARNAT, 2006). La figura 3.17 muestra la composición relativa del PIB y de los usos del agua (Agricultura, Servicios e Industrial) en la cuenca del río San Juan.

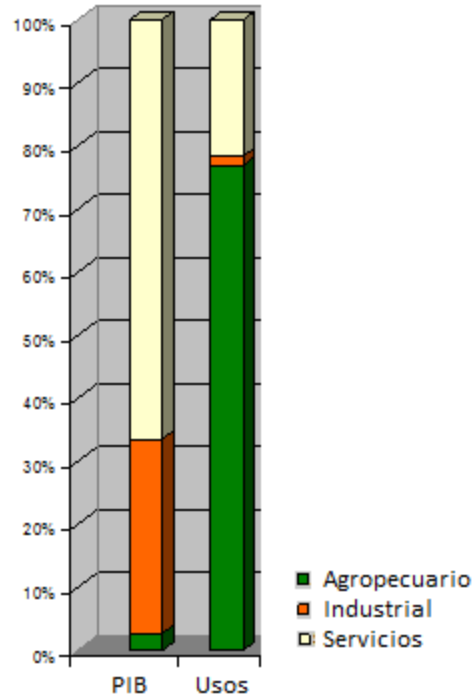


Figura 3.17 Composición relativa del PIB y de los usos del agua (Agricultura, Servicios e Industrial), en la cuenca del río San Juan (CONAGUA-SEMARNAT, 2006).

A continuación se mencionan algunas de las actividades económicas, de los principales municipios dentro de la cuenca del río San Juan, los cuales fueron clasificados por Entidad Federativa (Coahuila de Zaragoza, Nuevo León y Tamaulipas):

Estado de Coahuila de Zaragoza.

Municipio de Saltillo

- *Agricultura: los cultivos que destacan son; trigo, maíz, papa, forrajes, verduras, hortalizas, nuez, manzana y vid.*
- *Ganadería: se cría ganado bovino de carne y leche, caprino, porcino, ovino y aves.*
- *Industria: Destaca el Grupo Industrial Saltillo, con la elaboración de productos de fundición, para el transporte y artículos para el hogar. Existen otras empresas dedicadas a la rama textil, maquinaria, agrícola, materiales para construcción, alimenticia, vitivinícola, embotelladora de refrescos, partes automotrices, prendas de vestir, productos de madera, químicos, productos de hule y plástico; fabricación, ensamble y reparación de maquinaria y artículos eléctricos y electrónicos.*
- *Explotación Forestal: existen pequeñas explotaciones de bosques de pino y cedro blanco, además de candelilla y fibra de lechuguilla y palma.*
- *Minería: existen yacimientos de barita, zinc, plata, plomo y oro.*
- *Piscicultura: se concreta a pequeñas explotaciones susceptibles de incrementarse, pues cuenta con cuerpos de agua.*



- *Turismo: no representa una importante actividad económica para el municipio, sin embargo, durante las meses de marzo a julio la cabecera es visitada por turistas, generalmente extranjeros.*
- *Comercio: esta actividad ha sido objeto de un decidido impulso y modernización. Destacan los establecimientos dedicados a la compraventa de alimentos, bebidas y productos del tabaco; prendas de vestir y artículos de uso personal; compraventa en tiendas de autoservicio y de departamentos especializados por línea de mercancía; equipo de transporte, refacciones y accesorios, gases, combustibles y lubricantes; materias primas, materiales y auxiliares; de maquinaria, equipo, instrumentos, aparatos, herramientas, sus refacciones y accesorios; de equipo de transporte, refacciones y accesorios; de bienes inmuebles y artículos diversos.*
- *Servicios: se dispone de una gran gama de servicios profesionales y técnicos; de alojamiento temporal; preparación y venta de alimentos y bebidas; recreativos y de esparcimiento; personales, para el hogar y diversos; de enseñanza, investigación científica y difusión cultural; médicos, de asistencia social y veterinaria; de agrupaciones mercantiles, profesionales, cívicas, políticas, laborales y religiosas.*

Municipio de Arteaga

- *Agricultura: destaca la producción de trigo, maíz, frijol, alpiste y forrajes.*
- *Ganadería: se cría ganado bovino de carne, porcino y aves.*
- *Industria: se dedica a la elaboración de productos alimenticios y químicos.*
- *Explotación Forestal: principalmente candelilla y pastos.*
- *Minería: existen yacimientos de fierros en la localidad de Hércules. Asimismo, yacimientos de plata, plomo y cobre.*
- *Piscicultura: se concreta a pequeñas explotaciones en estanques y represas.*
- *Comercio: se orienta principalmente a la compraventa de alimentos, bebidas y productos del tabaco; prendas de vestir y artículos de uso personal; gases, combustibles y lubricantes.*
- *Servicios: se cuenta con servicios profesionales y técnicos, alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas*

Municipio de Ramos Arizpe

- *Agricultura: los cultivos que destacan son; maíz, forrajes, verduras, hortalizas y nuez.*
- *Ganadería: se cría ganado bovino de carne y leche, aves, caprino y porcino.*
- *Industria: están establecidos diferentes tipos o clasificaciones de actividad industrial, tales como: industria automotriz, industria cementera, industria metalmecánica; la manufactura de diversos productos para la construcción como sanitarios, azulejos, ladrillos y losetas; la producción de aparatos y enseres para el hogar; el ensamblaje y maquila de artículos para la industria automotriz, electrónica y del vestido, entre otras; la fabricación de piezas y partes para el mantenimiento de la maquinaria y equipo de la misma industria. También se trabaja la industria casera para elaboración de dulces, conservas, mole, pan de pulque y tamales.*



- *Explotación Forestal: Existen pequeñas explotaciones de bosques de cedro blanco, además de candelilla, lechuguilla y palma.*
- *Minería: existen yacimientos de cobre, plata, plomo, barita, fluorita y oro.*
- *Comercio: esta actividad se orienta principalmente a la compraventa de alimentos y bebidas; prendas de vestir y artículos de uso personal; compraventa en tiendas de autoservicio y de departamentos especializados por línea de mercancía; equipo de transporte, refacciones y accesorios; gases, combustibles y lubricantes; materias primas, materiales y auxiliares.*
- *Servicios: cuenta con los servicios de: alojamiento temporal; personales, para el hogar y diversos; médicos, de asistencia social y veterinarios; recreativos y de esparcimiento.*

Municipio General Cepeda

- *Agricultura: los cultivos que destacan son; el maíz, frijol, sorgo, alfalfa, avena, trigo, forrajes y hortalizas (tomate y chile), sandía, melón, durazno y nuez.*
- *Ganadería: existe gran cantidad de ganado caprino, así como ganado bovino de leche y carne, equino, porcino y aves.*
- *Explotación Forestal: se explotan principalmente los bosques de coníferas, lechuguilla y candelilla.*
- *Minería: en poca escala se explota cal, fluorita y estroncio.*
- *Piscicultura: se encuentra el centro piscícola La Rosa, en el cual se cultivan especies para los diferentes centros piscícolas rurales del municipio.*
- *Comercio: se localizan pequeños establecimientos comerciales que expenden artículos de primera y segunda necesidad, tales como alimentos, calzado, vestido, muebles para el hogar, materiales de ferretería para la construcción, bebidas, etcétera.*
- *Servicios: carece de la infraestructura turística en los servicios de hospedaje y preparación de alimentos adecuados (INAFED, 2010).*

Estado de Nuevo León.

- *Agricultura: están destinadas 211,224 hectáreas a la siembra de maíz, sorgo, sorgo escobero, trigo, frijol, avena y otros, obteniendo 426,034 toneladas de producción. Mientras que 169,371 hectáreas se dedican a los productos perennes como praderas, naranja, nogal, mandarina y otros.*
- *Ganadería: las regiones ganaderas con mayor influencia están ubicadas en la parte norte y centro del estado. La población ganadera corresponde a un total de 13, 376, 724 criando principalmente cabezas de bovino, porcino, ovino, caprino, aves y abejas.*
- *Industria: actualmente el sector industrial está compuesto por 230 grupos industriales aproximadamente, de los que algunos tienen su sede en la capital Nuevoleonesa como Alfa, Axa, Cydsa, Gamesa, Protexa, Cementos Mexicanos, Imsa, Vitro, Visa, Cervecería Cuauhtemoc y otras, las cuales tienen plantas en diversas zonas del país.*
- *Comercio: a finales del siglo XVII en Monterrey se empezó a convertirse en el cuarto distribuidor de mercancías extranjeras y que en la Guerra de Recesión norteamericana tuvo su mayor auge, sufrió un estancamiento en la década de los ochenta al grado que los*



capitales formados en esa actividad se orientaron a la industria. No obstante el comercio siguió su crecimiento y modernización. Sus principales ramas son artículos y servicios de uso personal, artículos para el hogar y uso comercial, bienes raíces, alimentos y bebidas, productos y equipos para la salud, construcción y transporte (INAFED a, 2005).

Estado de Tamaulipas.

Municipio Camargo.

- *Agricultura: es la principal actividad económica, resaltando el cultivo del maíz, sorgo y hortalizas.*
- *Ganadería: se cría ganado bovino, porcino, ovino, caprino, equino y aves.*
- *Pesca: La presa Marte R. Gómez, constituye el recurso pesquero más importante del municipio. Entre las especies capturadas destaca: róbalo, mojarra, carpa, bagre, catán y langostino.*
- *Industria: está enfocada básicamente en la fabricación de productos alimenticios, bebidas y tabacos, textiles y de cuero; productos minerales no metálicos (excepto petróleo y carbón). Además las maquiladoras ocupan un lugar relevante, su operación está enfocada a la elaboración de vestuario, fundamentalmente.*
- *Turismo: se ha instituido el día del turista, el 25 de marzo anualmente. Ese día, el comercio exhibe sus productos al aire libre; asimismo se realizan diversos eventos folklóricos. Además ofrece al visitante atractivos naturales, para practicar deportes como son la práctica de la caza y la pesca. Se puede cazar paloma, ganso y pato, practicar la pesca deportiva, además de otros eventos acuáticos, en la presa Marte R. Gómez.*
- *Comercio: la estructura comercial comprende establecimientos que distribuyen alimentos, bebidas, artículos para el hogar y de uso personal, maquinaria e implementos, equipo de transporte, combustibles y lubricantes y artículos diversos. El abasto de productos básicos y diversos se realiza principalmente de los mayoristas de Reynosa y Monterrey, y el de legumbres y frutas directamente en el mercado de abastos. La Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO), contribuye al abasto mediante tiendas distribuidas en diferentes comunidades.*
- *Servicios: La infraestructura de servicios mantiene ciertas limitaciones, sin embargo el municipio cuenta con hoteles, restaurantes, hospitales, instituciones de crédito y banca, gasolineras, talleres de reparación de aparatos eléctricos y mecánicos, entre otros (INAFED b, 2005).*

4 METODOLOGÍA.

4.1 Análisis de datos (Recopilación y Análisis de Información).

4.2.1 Estaciones pluviométricas.

Para la selección de estaciones climatológicas en la cuenca del río San Juan se seleccionaron 111 estaciones climatológicas que tiene área de influencia en la cuenca del río San Juan, ver figura 3.10 en el capítulo 3 y tabla 4.1, en la cual se registró; clave, estación, situación en la que se encuentra, período de registro, años totales y los años efectivos (años completos de precipitaciones).

Tabla 4.1 Estaciones climatológicas en la cuenca del río San Juan.

N°	Clave	Estación	Situación	Período de Registro	Años Totales	Años Efectivos
1	5003	Arteaga, Arteaga (SMN)	Operando	1941 - 2007	67	62
2	5011	Ejido Reata, Ramos Arizpe	Operando	1944-2007	64	58
3	5016	Gral. Cepeda, Gral. Cepeda	Operando	1945 - 2007	63	61
4	5032	Ramos Arizpe (SMN)	Suspendida	1907 - 1995	89	77
5	5048	Saltillo, Saltillo (DGE)	Operando	1944 - 2008	65	64
6	5060	Derramadero E.T.A. 10	Suspendida	1973 - 1990	18	15
7	5130	C.F.Z.A. La Saucedá	Suspendida	1976 - 1997	22	15
8	5140	Ramos Arizpe (DGE)	Operando	1980 - 2007	28	27
9	5142	Hipólito, Ramos Arizpe	Operando	1979 - 2007	29	29
10	5144	Santa Teresa de Sofía	Operando	1979 - 2007	29	25
11	5145	San Juan de la V	Operando	1980 - 2007	28	28
12	5146	Huachichil, Arteaga	Operando	1980-2007	28	28
13	5148	Potrero De Abrego	Operando	1979-2008	30	30
14	5149	Ciénega La Purísima	Operando	1980-2007	28	27
15	5151	Alto de Norias	Operando	1953 - 2007	55	29
16	5154	Huizachal, Monclova	Suspendida	1980 - 1986	7	7
17	5160	Arteaga, Arteaga	Suspendida	1988 - 2001	14	12
18	5162	Dos de Abril	Operando	1981 - 2007	27	27
19	5170	La Rosa, Gral. Cepeda	Operando	1982 - 2007	26	26
20	5173	Santo Domingo	Suspendida	1981 - 1985	5	3
21	5174	El Tunal, Arteaga	Operando	1981-2007	27	26
22	5176	Jame, Arteaga	Operando	1909-2007	99	26
23	8265	Atascadero, Gpe. Y Calvo	Suspendida	N/A	---	---
24	19001	Adjuntas V, de Santiago	Suspendida	1957 - 1985	29	28
25	19002	Agua Blanca, Sta. Catarina	Operando	1957 - 2010	54	44
26	19003	Allende, Allende	Operando	1961 - 2010	50	49
27	19004	Apodaca, Apodaca	Operando	1964 - 2010	47	36
28	19007	Cabezones, Montemorelos	Operando	1961-2010	50	49
29	19008	Cadereyta Jiménez	Operando	1947 - 2010	64	49
30	19009	Casilla, Rayones	Operando	1956 - 2010	55	53
31	19010	Cerralvo, Cerralvo	Operando	1961-2010	50	48
32	19012	Ciénega de Flores	Operando	1941 - 2010	70	69
33	19013	Ciénega del Toro, Galeana	Operando	1956 - 2011	56	56
34	19015	El Cerrito V de Santiago	Operando	1957 - 2010	54	49
35	19016	El Cuchillo, China	Operando	1938 - 2010	73	71
36	19017	El Marrubial	Suspendida	1971 - 1973	3	3
37	19018	El Pajonal, Sta. Catarina	Operando	1954 - 2010	57	56
38	19019	El Realito, Gral. Terán	Operando	1961-2010	50	48
39	19022	General Bravo, (DGE)	Operando	1986 - 2010	25	24

Tabla 4.1 Estaciones climatológicas en la cuenca del río San Juan (Continuación).

N°	Clave	Estación	Situación	Período de Registro	Años Totales	Años Efectivos
40	19023	Campo Exp. Gral. Terán	Suspendida	1969 - 1977	9	9
41	19025	Higueras, Higueras (SMN)	Suspendida	1944 - 1979	36	36
42	19026	Icamole, García	Operando	1953 - 2010	58	53
43	19029	La Arena, Pesquería	Suspendida	1967 - 1996	30	30
44	19030	Ciénega de G., Santiago	Suspendida	1970 - 1973	4	4
45	19031	La Cruz, Sta. Catarina	Operando	1954 - 2010	57	55
46	19033	Laguna de Sánchez, Stgo.	Operando	1947 - 2010	64	62
47	19036	La Popa, Mina	Operando	1955-2010	56	52
48	19038	Las Comitas, Sta. Catarina	Suspendida	1945 - 1995	51	51
49	19039	Las Enramadas	Operando	1946 - 2010	65	54
50	19040	Los Aldamas, Los Aldamas	Suspendida	1941 - 1989	49	46
51	19041	Los Herreras, Los Herreras	Operando	1943 - 2010	68	49
52	19042	Los Ramones, Los Ramones	Operando	1944 - 2010	67	65
53	19043	Madero, Dr. Coss	Operando	1970 - 2010	41	29
54	19044	Mamilique, Sals. Victoria	Operando	1968 - 2010	43	40
55	19045	Mina, Mina	Operando	1955 - 2010	56	55
56	19047	Mimbres, Galeana	Operando	1963-2010	48	48
57	19048	Montemorelos	Operando	1927-2010	84	74
58	19049	Monterrey, Monterrey (DGE)	Suspendida	1929-2001	73	64
59	19051	Potrero Redondo, Santiago	Suspendida	1956-1988	33	25
60	19052	Monterrey, Monterrey (SMN)	Operando	1997-2010	14	13
61	19053	Rayones, Rayones	Operando	1945-2010	66	63
62	19054	Rinconada, García	Operando	1944-2010	67	65
63	19056	San Juan, Cadereyta	Operando	1947-2010	64	63
64	19058	Santa Catarina	Operando	1944-2009	66	62
65	19060	Sombreretillo, Sabinas H.	Operando	1967-2010	44	40
66	19061	Topo Chico, Monterrey	Operando	1947-2005	59	56
67	19062	Túnel, San Francisco	Suspendida	1962-1989	28	27
68	19065	Santiago, Santiago	Suspendida	1923-1972	50	38
69	19069	La Boca, Santiago	Operando	1972-2010	39	38
70	19074	General Bravo (SMN)	Suspendida	1944-1987	44	43
71	19088	Doctor Arroyo 2, (DGE)	Suspendida	1972-1982	11	11
72	19091	Pablillo, Galeana	Operando	1975-2010	36	36
73	19096	La Huasteca, Sta. Catarina	Operando	1975-2010	36	35
74	19098	General Treviño, Gral. T.	Operando	1976-2010	35	24
75	19102	Cola de Caballo	Suspendida	1978-1989	12	11
76	19105	Doctor Gonzales	Operando	1978-2010	33	31
77	19109	Uya de Gato, Cerralvo	Operando	1978-2009	32	25
78	19113	El Brasil, Doctor Coss	Operando	1979-2010	32	30



Tabla 4.1 Estaciones climatológicas en la cuenca del río San Juan (Continuación).

N°	Clave	Estación	Situación	Período de Registro	Años Totales	Años Efectivos
79	19114	El Cuervito, Gral. Bravo	Operando	1980-2010	31	20
80	19116	Ejido las Flores, China	Suspendida	N/A	---	---
81	19117	Ejido Marín, Marín	Operando	1979-2010	32	31
82	19119	Espinazo, Mina	Operando	1980-2010	31	30
83	19122	General Terán, Gral. Terán	Suspendida	1980-1983	4	4
84	19123	Grutas De García	Operando	1980-2010	31	17
85	19124	Higueras, Higueras (DGE)	Operando	1979-2010	32	31
86	19131	Pto. El Ebano, Sabinas H.	Operando	1981-2010	30	28
87	19134	Salinas, Victoria	Operando	1979-2010	32	30
88	19136	San Isidro, Linares	Operando	1980-2010	31	20
89	19140	Tepehuaje, Dedereyta	Operando	1980-2010	31	30
90	19146	Congregación Calles	Operando	1980-2010	31	30
91	19148	Dieciocho de Marzo	Operando	1980-2010	31	31
92	19150	Los Lermas, Guadalupe	Suspendida	1981-1986	6	6
93	19158	Rancho de Gomas	Operando	1981-2010	30	29
94	19161	La Unión, General Bravo	Suspendida	N/A	---	---
95	19164	Buenavista, Montemorelos	Suspendida	1997-1999	3	3
96	19165	Cupaderos Del Indio	Operando	1982-2010	29	27
97	19168	Las Estacas, Minas	Suspendida	1981-1983	3	3
98	19169	Garza Gonzales, Herreras	Operando	1983-2010	28	17
99	19170	El Hojase, Salinas Victo	Operando	1982-2010	29	28
100	19171	Lampacitos, Montemorelos	Operando	1982-2010	29	28
101	19172	Las Monitas, Cerralvo	Operando	1982-2010	29	19
102	19173	Los Palmitos, Cadereyta	Operando	1982-2010	29	28
103	19174	San Bartolo, C. Jiménez	Operando	1982-2010	29	28
104	19175	Santa Cruz, Sta. Catarina	Operando	1998-2000	3	3
105	19177	Pozos Mina, Mina	Suspendida	1982-1991	10	9
106	19178	Sierra Morena, Bustamante	Operando	1983-2010	28	27
107	28014	S.J.2-11 Camargo, Camacho	Suspendida	1952-1987	36	36
108	28095	S. J. 1-2, San Pedro, Dge	Suspendida	1961-1987	27	27
109	28099	S.J.2-9 Comales, Camargo	Suspendida	1961-1987	27	26
110	28166	Comales, Cd. Camargo	Suspendida	N/A	---	---
111	28173	Comales E.T.A. 327 (SMN)	Suspendida	N/A	---	---



4.2.2 Selección de estaciones climatológicas para el análisis de sequías.

Una vez ubicadas las estaciones climatológicas, se realizó una selección de estas, tomando como criterio; que tengan 40 años mínimos de registro, estén en operación y por consecuente tengan un período de registro de 1970-2010, lo cual redujo de las 111 estaciones a tan solo 33 estaciones, la tabla 4.2 resume las estaciones climatológicas seleccionadas, la figura 4.2 muestra las estaciones seleccionadas para el análisis en la cuenca del río San Juan.

Tabla 4.2 Estaciones climatológicas seleccionadas en la cuenca del río San Juan.

N°	Clave	Estación	Situación	Período de Registro	Años Totales	Años Efectivos
1	5003	Arteaga, Arteaga (SMN)	Operando	1941 - 2007	67	62
2	5011	Ejido Reata, Ramos Arizpe	Operando	1944-2007	64	58
3	5016	Gral. Cepeda, Gral. Cepeda	Operando	1945 - 2007	63	61
4	5048	Saltillo, Saltillo (DGE)	Operando	1944 - 2008	65	64
5	19002	Agua Blanca, Sta. Catarina	Operando	1957 - 2010	54	44
6	19003	Allende, Allende	Operando	1961 - 2010	50	49
7	19007	Cabezones, Montemorelos	Operando	1961-2010	50	49
8	19008	Cadereyta Jiménez	Operando	1947 - 2010	64	49
9	19009	Casilla, Rayones	Operando	1956 - 2010	55	53
10	19010	Cerralvo, Cerralvo	Operando	1961-2010	50	48
11	19012	Ciénega de Flores	Operando	1941 - 2010	70	69
12	19013	Ciénega del Toro, Galeana	Operando	1956 - 2011	56	56
13	19015	El Cerrito V de Santiago	Operando	1957 - 2010	54	49
14	19016	El Cuchillo, China	Operando	1938 - 2010	73	71
15	19018	El Pajonal, Sta. Catarina	Operando	1954 - 2010	57	56
16	19019	El Realito, Gral. Terán	Operando	1961-2010	50	48
17	19026	Icamole, García	Operando	1953 - 2010	58	53
18	19031	La Cruz, Sta. Catarina	Operando	1954 - 2010	57	55
19	19033	Laguna de Sánchez, Stgo.	Operando	1947 - 2010	64	62
20	19036	La Popa, Mina	Operando	1955-2010	56	52
21	19039	Las Enramadas	Operando	1946 - 2010	65	54
22	19041	Los Herreras, Los Herreras	Operando	1943 - 2010	68	49
23	19042	Los Ramones, Los Ramones	Operando	1944 - 2010	67	65
24	19044	Mamilique, Sals. Victoria	Operando	1968 - 2010	43	40
25	19045	Mina, Mina	Operando	1955 - 2010	56	55
26	19047	Mimbres, Galeana	Operando	1963-2010	48	48
27	19048	Montemorelos	Operando	1927-2010	84	74
28	19053	Rayones, Rayones	Operando	1945-2010	66	63
29	19054	Rinconada, García	Operando	1944-2010	67	65
30	19056	San Juan, Cadereyta	Operando	1947-2010	64	63
31	19058	Santa Catarina	Operando	1944-2009	66	62
32	19060	Sombreretillo, Sabinas H.	Operando	1967-2010	44	40
33	19061	Topo Chico, Monterrey	Operando	1947-2005	59	56

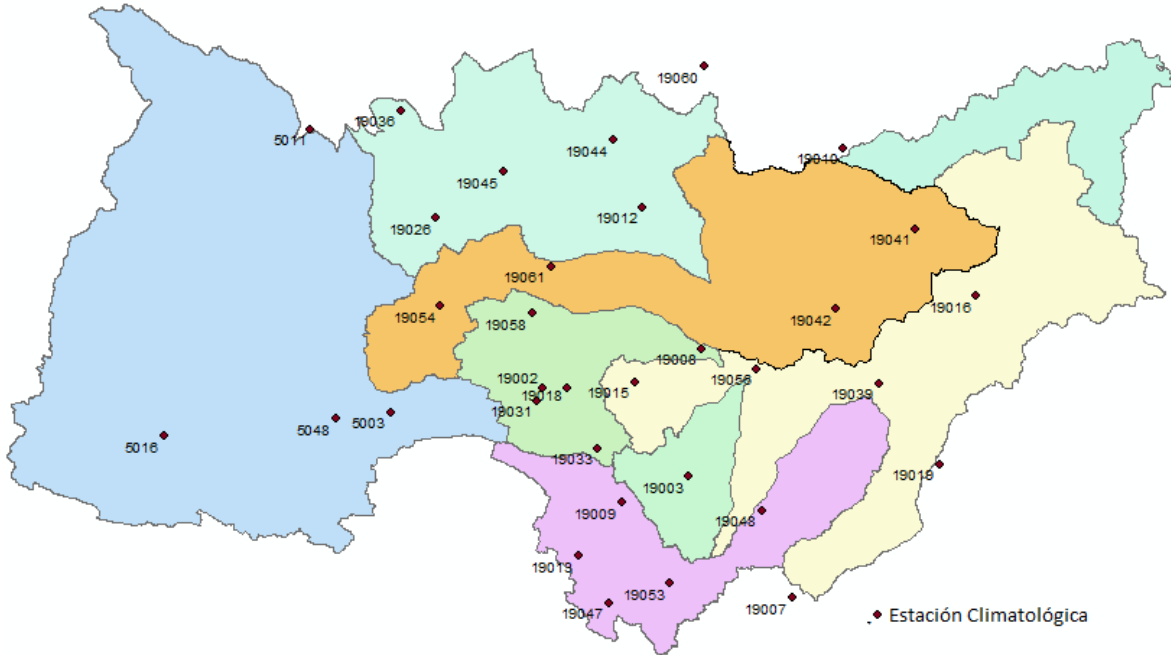


Figura 4.2 Las 33 estaciones climatológicas seleccionadas para el análisis en la cuenca del río San Juan.

Debido a que los años de las estaciones están incompletas, se procedió a completar los datos faltantes mediante un método, el cual menciona que si la H_p media anual $> 10\%$, se utiliza la ecuación 1 (Aparicio, 2009), ver Anexo A, el cual contiene las tablas completas de las precipitaciones por estación climatológica en el período de 1970-2010:

$$hp_x = \frac{1}{N} \left[\frac{p_x}{p_1} hp_1 + \frac{p_x}{p_2} hp_2 + \dots + \frac{p_x}{p_n} hp_n \right] \dots\dots\dots(1)$$

Dónde:

hp_i = Altura de precipitación registrada el día en cuestión en la estación auxiliar i .

hp_x = Altura de precipitación faltante en la estación en estudio.

p_i = Precipitación media anual en la estación auxiliar i .

p_x = Precipitación media anual en la estación en estudio.

N = Número de estaciones auxiliares.

4.2.3 Precipitación mensual en la cuenca del río San Juan (Polígonos de Thiessen).

Una vez definidas las estaciones en estudio y completadas en el período de 1970-2010, se procedió a subdividir la cuenca del río San Juan, en 8 subcuencas las cuales son; Río San Miguel, Presa Marte R. Gómez, Río Salinas, Río San Juan, Río Pesquería, Río Monterrey, Río Ramos y Río Pílon, ver figura 4.3.

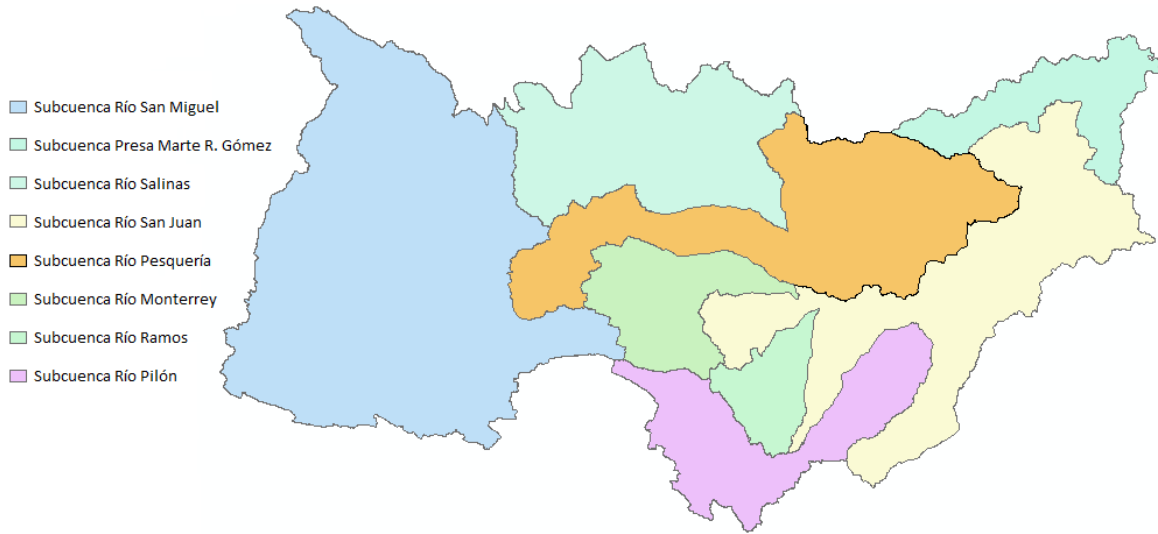


Figura 4.3 Subcuencas en la cuenca del río San Juan (INEGI b, 2013).

Se trazaron los polígonos de Thiessen para cada subcuenca del San Juan, para determinar el área de influencia de cada estación climatológica, ver tablas 4.3 y las figuras de 4.4 a 4.11.

Tabla 4.3 Estaciones climatológicas y áreas de influencia en las Subcuencas del San Juan.

1 R. San Miguel		2 P. Marte R. Gómez		3 R. Salinas		4 R. San Juan		5 R. Pesquería		6 R. Monterrey		7 R. Ramos		8 R. Pilón	
Estación	Área (km ²)	Estación	Área (km ²)	Estación	Área (km ²)	Estación	Área (km ²)	Estación	Área (km ²)	Estación	Área (km ²)	Estación	Área (km ²)	Estación	Área (km ²)
5003	523.25	19010	216.51	5011	7.37	19003	61.71	5003	176.02	19002	172.54	19003	573.95	19007	29.69
5011	3,380.34	19016	449.00	19008	14.77	19007	297.81	19008	522.73	19008	132.04	19008	11.24	19009	284.08
5016	4,247.31	19041	976.67	19012	701.33	19008	156.82	19010	532.83	19015	224.69	19009	117.52	19013	337.21
5048	2,094.83			19026	689.38	19015	358.63	19012	563.49	19018	265.60	19033	39.47	19019	80.12
19026	238.04			19036	493.29	19016	1,987.42	19015	11.18	19031	307.66	19048	41.83	19031	68.15
19031	142.72			19044	792.48	19018	0.63	19016	138.30	19033	208.51	19053	84.59	19033	179.72
19036	18.01			19045	998.45	19019	584.98	19026	68.36	19054	106.35	19056	74.40	19039	280.55
19054	341.62			19054	15.25	19033	43.19	19039	38.11	19058	391.81			19047	274.60
				19060	126.67	19039	661.79	19041	715.90	19061	3.77			19048	646.98
				19061	256.36	19041	550.60	19042	1,039.75					19053	492.00
						19042	31.56	19045	4.20					19056	3.01
						19048	317.29	19054	634.18						
						19053	5.26	19056	233.80						
						19056	472.63	19058	92.84						
								19060	37.35						
								19061	446.51						

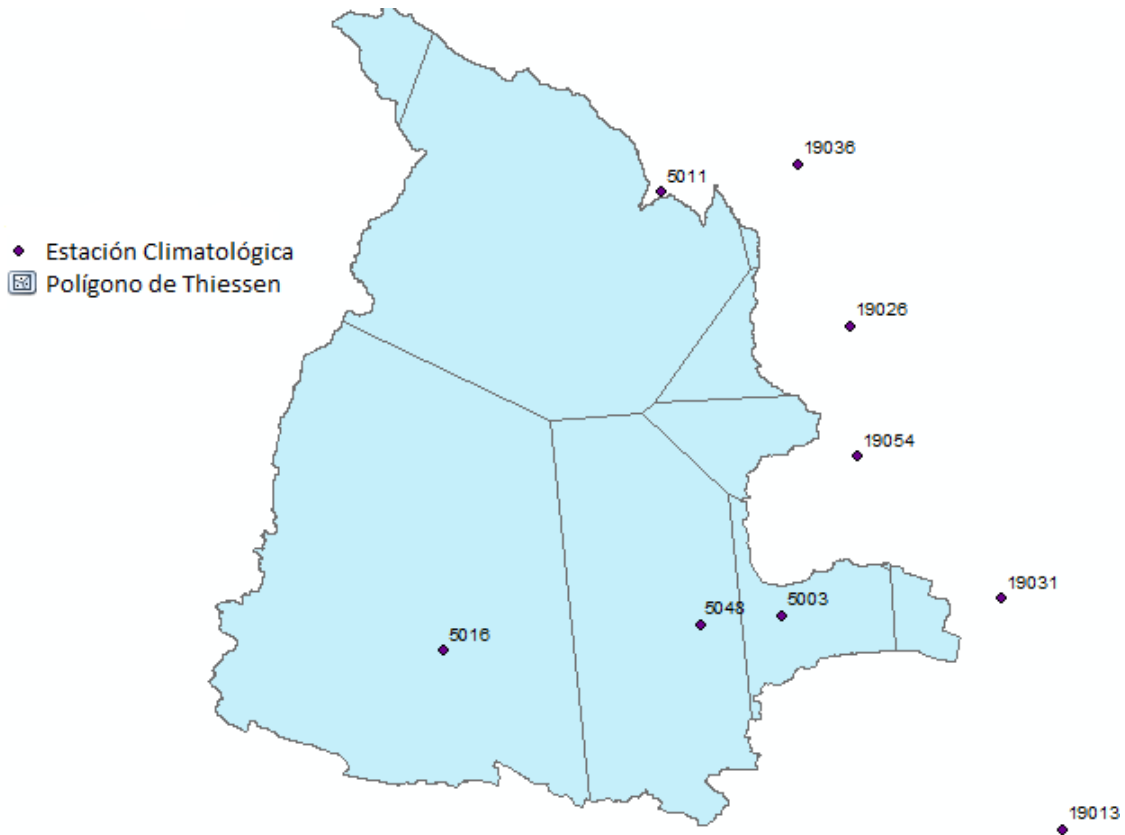


Figura 4.4 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río San Miguel.

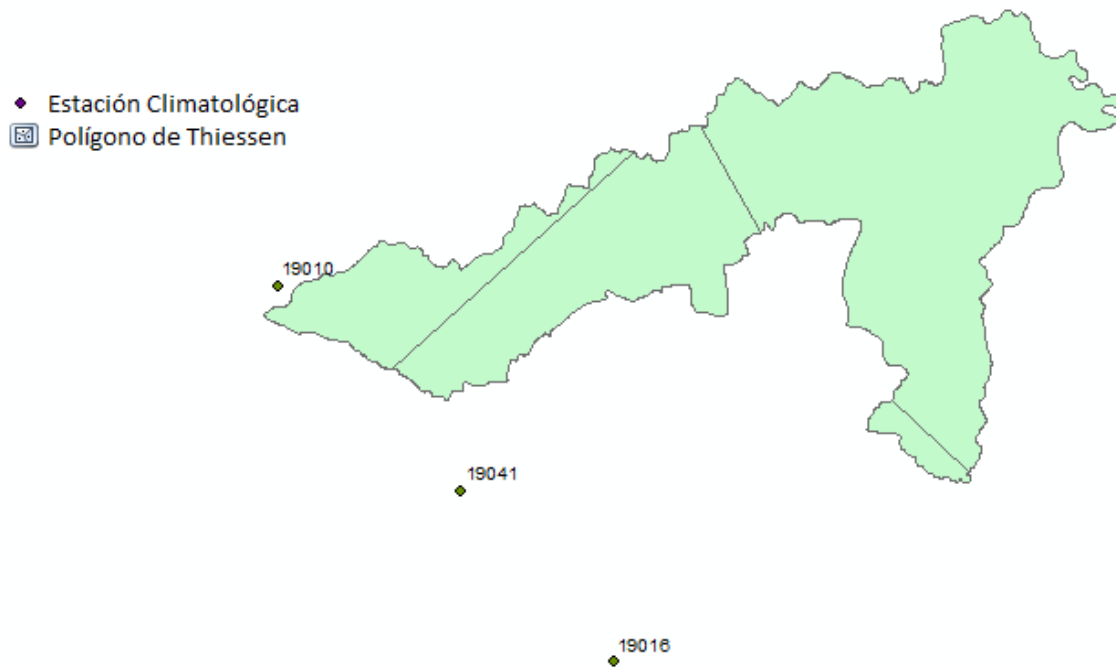


Figura 4.5 Polígonos de Thiessen en la subcuenca Presa Marte R. Gómez.

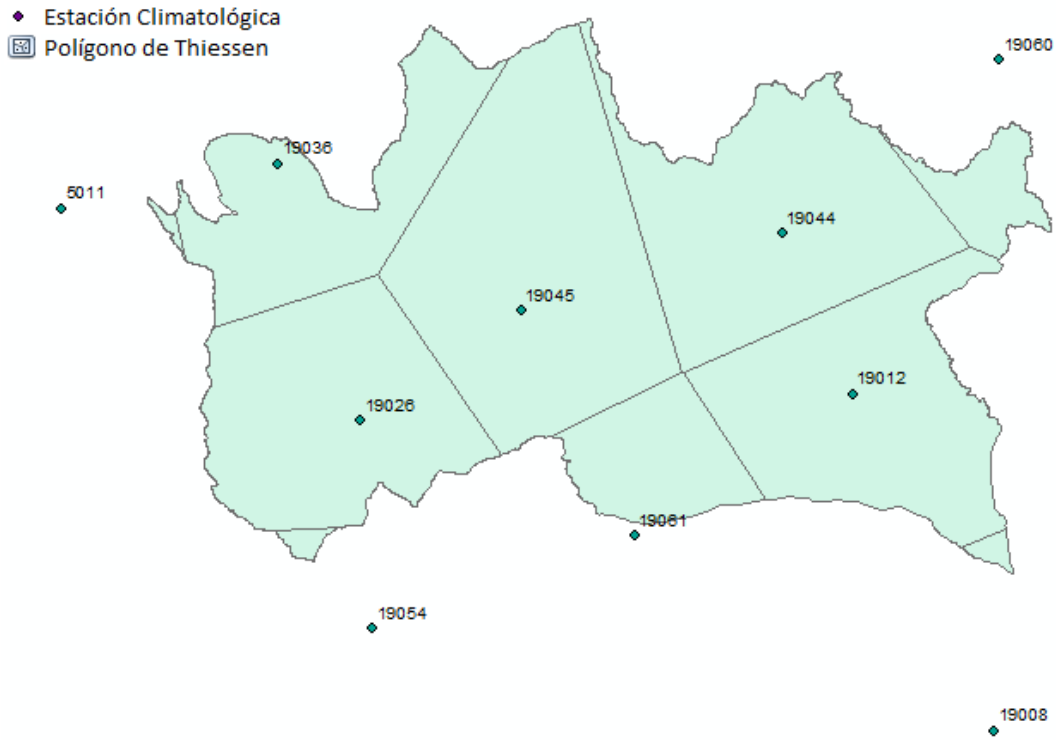


Figura 4.6 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río Salinas.

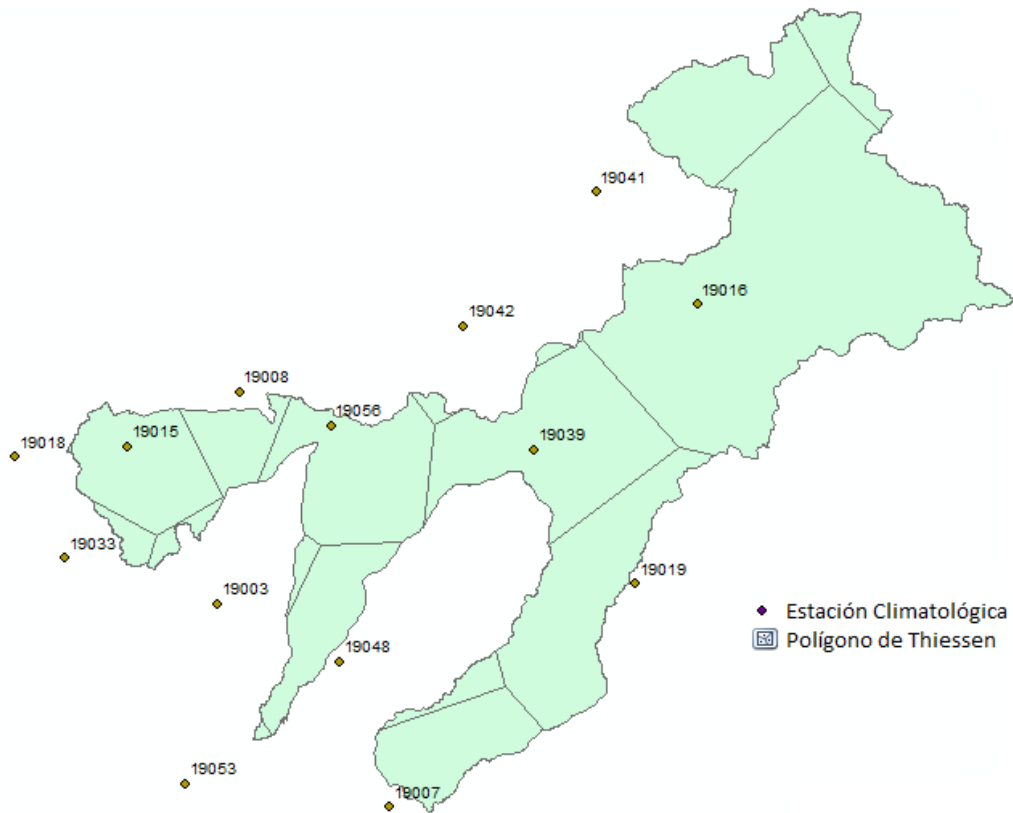


Figura 4.7 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río San Juan.

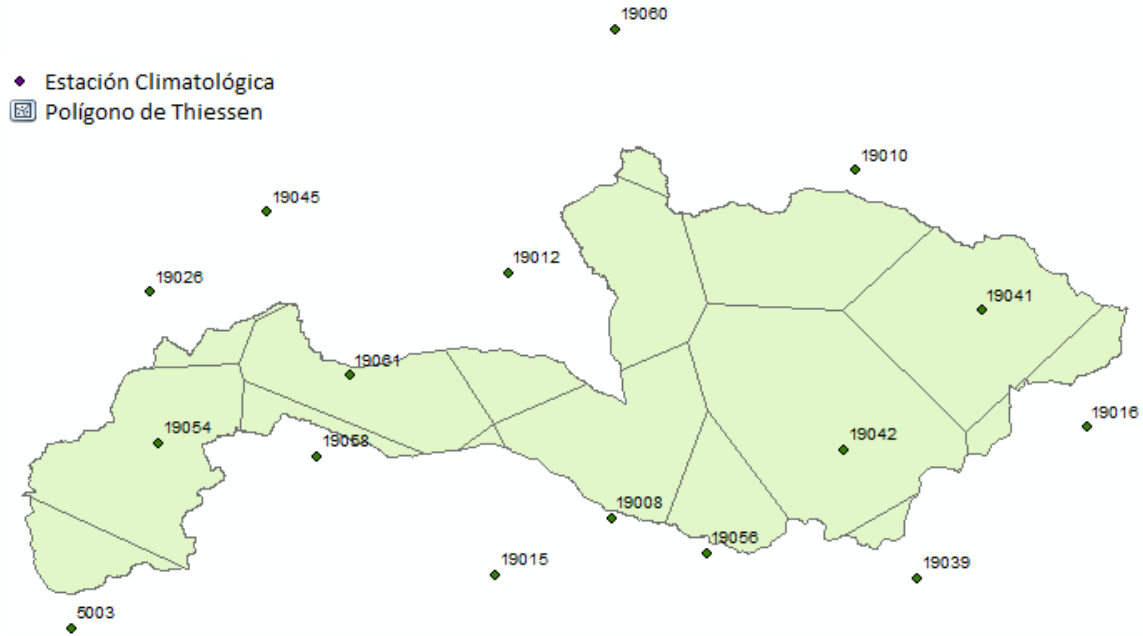


Figura 4.8 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río Pesquería.

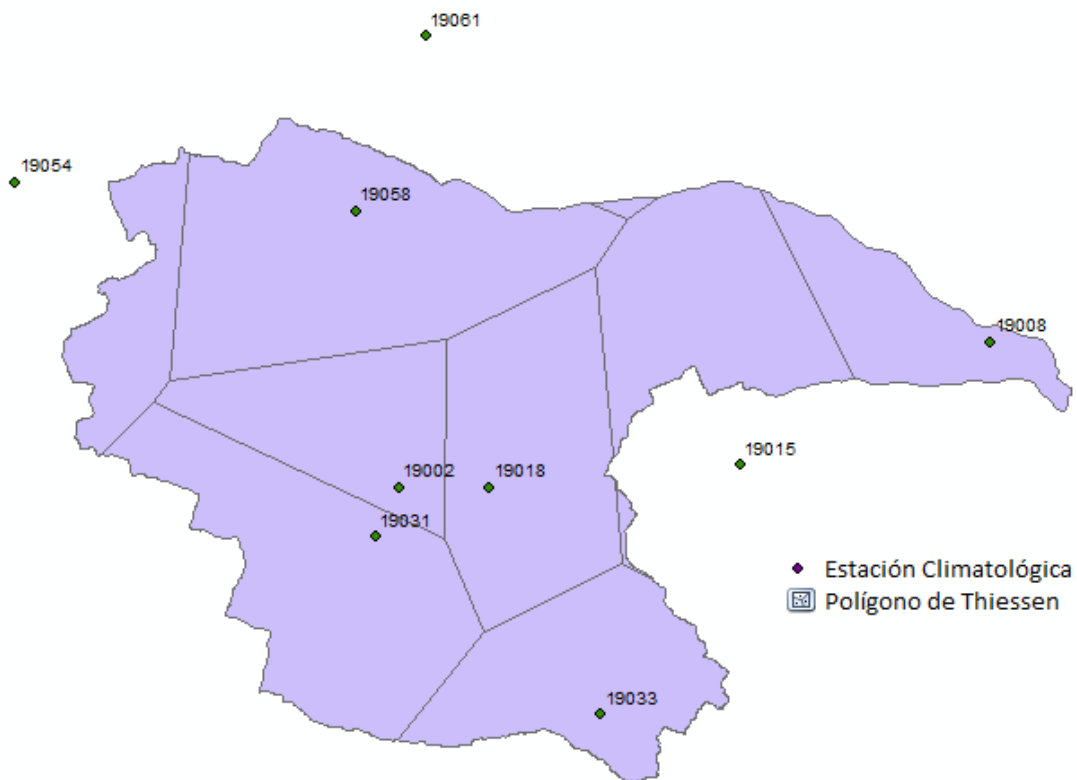


Figura 4.9 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río Monterrey.

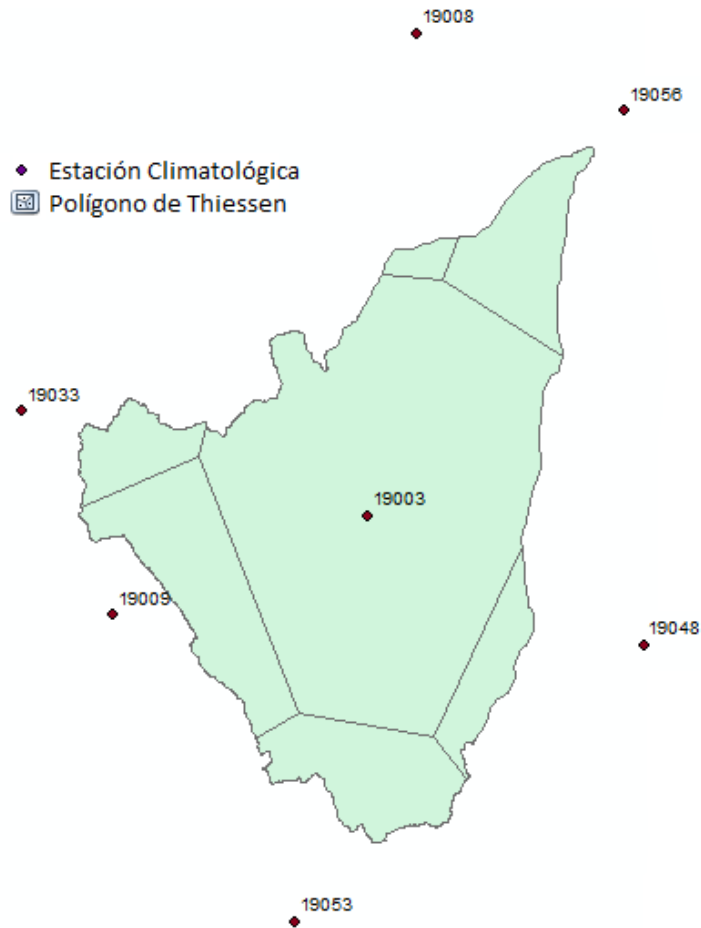


Figura 4.10 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río Ramos.

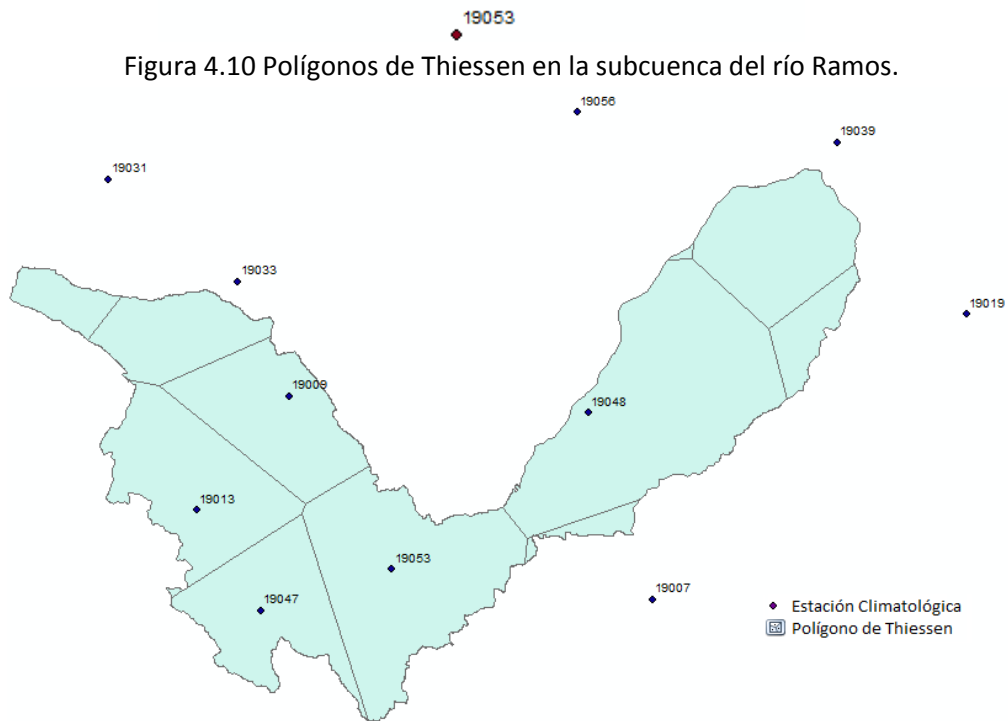


Figura 4.11 Polígonos de Thiessen en la subcuenca del río Pilón.



Al tener las 8 subcuencas con sus respectivas estaciones y sus áreas de influencia (polígonos de Thiessen) se calculó la precipitación media pesada por estación, usando como peso el área de influencia correspondiente, utilizando la ecuación 2 (Aparicio, 2009), ver en el Anexo B los cálculos y en el Anexo M se presentan los valores gráficamente por subcuenca.

$$\bar{h}_p = \frac{1}{A_T} \sum_{i=1}^n A_i h_{pi} \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

h_p ; Precipitación media.

A_i ; Área de influencia de la estación i .

A_T ; Área total de la cuenca.

4.2 Índice de Precipitación Estandarizado (IPE).

4.3.1 Descripción.

El Índice de Precipitación Estandarizado (IPE) es una herramienta que fue desarrollada para la definición y seguimiento de la sequía en diferentes escalas de tiempo. Estas escalas reflejan el impacto de la sequía sobre la disponibilidad de los recursos hídricos. Las condiciones de humedad del suelo responden a las anomalías de la lluvia a corto plazo. El agua subterránea, escurrimientos y el almacenamiento en presas, reflejan las anomalías de la precipitación a largo plazo. Por lo cual McKee et al. (1993), calcularon originalmente el IPE para periodos de 3, 6, 12, 24 y 48 meses (Escalante y Reyes, 2005). El IPE no es una herramienta de predicción de la sequía.

El cálculo del IPE se basa en el registro a largo plazo de la precipitación para un determinado período de tiempo. Este registro de largo tiempo se ajusta a una distribución de probabilidad, la cual es inmediatamente transformada a una distribución Normal. Los valores positivos del IPE indican precipitaciones más grandes que la median. Debido a que el IPE está normalizado, los climas más secos y más húmedos se pueden representar de la misma forma y los periodos húmedos se pueden monitorear a través del IPE (Escalante y Reyes, 2005). Para la clasificación de la sequía de acuerdo al Índice de Precipitación Estandarizado (IPE), ver tabla 2.1 en el capítulo 2.

4.3.2 Función de distribución Gamma.

La distribución Gamma es de suma importancia en la teoría de distribución de eventos extremos y en problemas de confiabilidad, debido a esto es utilizada en muchas áreas de ingeniería (Walpole et al, 2007). La función de densidad de probabilidad Gamma de dos parámetros es la que representa un buen ajuste a las series de precipitación mensuales (Escalante y Reyes, 2005), la cual es la siguiente:



$$f(x) = \frac{x^{\beta-1}e^{-x/\alpha}}{\alpha^{\beta}\Gamma(\beta)} \dots\dots\dots(3)$$

Para;

$$0 \leq x \leq \infty$$

$$\text{Si } \alpha > 0 \rightarrow \gamma > 0$$

$$\gamma > 0$$

Dónde:

$\alpha > 0$ α ; parámetro de escala.

$\beta > 0$ β ; parámetro de forma.

$x > 0$ x ; cantidad de precipitación.

$$\Gamma(\beta) = \int_0^{\infty} y^{\beta-1}e^{-y}dy \text{ función Gamma completa} \dots\dots\dots(4)$$

Los parámetros α y β se estiman con los datos de cada estación, para cada escala temporal de interés (Escalante y Reyes, 2005).

Estimación de parámetros por momentos:

$$\alpha = \frac{S^2}{\bar{x}} \dots\dots\dots(5)$$

$$\beta = \left(\frac{\bar{x}}{S}\right)^2 \dots\dots\dots(6)$$

Dónde:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i ; \text{ Media} \dots\dots\dots(7)$$

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2} ; \text{ Desviación Estándar} \dots\dots\dots(8)$$

Con los parámetros estimados, se procede a obtener la distribución acumulada de un evento observado de precipitación para un mes de dato y para una escala de tiempo en cada estación climatológica (Escalante y Reyes, 2005). La distribución de probabilidad acumulada es:

$$F(x) = \int_0^x \frac{x^{\beta-1}e^{-x/\alpha}}{\alpha^{\beta}\Gamma(\beta)} dx \dots\dots\dots(9)$$

Con el cambio de variable $t=x/\alpha$, la ecuación 9 se transforma en la función Gamma Incompleta (Escalante y Reyes, 2005):

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} \int_0^x t^{\beta-1}e^{-t} dt \dots\dots\dots(10)$$



La ecuación 10 no está definida para $x=0$, debido a que un registro real de precipitaciones si cuenta con ceros, entonces se debe determinar la probabilidad acumulada de la forma (Escalante y Reyes, 2005):

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \dots \dots \dots (11)$$

Dónde, q es la probabilidad de ceros $q=m/n$, m ; es el número de ceros en la serie, n ; es el total de valores del registro. La ecuación 11 se puede resolver mediante el uso de tablas de la función Gamma incompleta o mediante el empleo de un sistema numérico (Escalante y Reyes, 2005).

Ya que tenemos la probabilidad acumulada de la ecuación 11, se deberán transformar usando la ecuación 12 o 13 que corresponda, mediante aproximaciones a variables normales estandarizadas, las cuales son los indicadores del IPE (Escalante y Reyes, 2005).

Para la probabilidad acumulada de $0 \leq H(x) \leq 0.5$ es:

$$IPE = - \left(v - \frac{b_0 + b_1 v + b_2 v^2}{1 + b_3 v + b_4 v^2 + b_5 v^3} \right) \dots \dots \dots (12)$$

Para la probabilidad acumulada de $0.5 \leq H(x) \leq 1.0$ es:

$$IPE = + \left(v - \frac{b_0 + b_1 v + b_2 v^2}{1 + b_3 v + b_4 v^2 + b_5 v^3} \right) \dots \dots \dots (13)$$

Para; $0 \leq H(x) \leq 0.5$

$$v = \sqrt{\ln \left\{ \frac{1}{[H(x)]^2} \right\}} \dots \dots \dots (14)$$

Para; $0.5 \leq H(x) \leq 1.0$

$$v = \sqrt{\ln \left\{ \frac{1}{[1 - H(x)]^2} \right\}} \dots \dots \dots (15)$$

Dónde:

- $b_0=2.2515517$
- $b_1=0.802853$
- $b_2=0.010328$
- $b_3=1.432788$
- $b_4=0.189269$
- $b_5=0.001308$

La tabla 4.4 muestra las distintas probabilidades acumulativas para el IPE:

Tabla 4.4 Índice de Precipitación Estandarizado y probabilidades acumuladas (NADM a, 2013).

IPE	Probabilidad acumulada
-3	0.0014
-2.5	0.0062
-2	0.0228
-1.5	0.0668
-1	0.1587
-0.5	0.3085
0	0.5
0.5	0.6915
1	0.8413
1.5	0.9332
2	0.9772
2.5	0.9938
3	0.9986

4.3.3 Ajuste de las precipitaciones a la función de distribución Gamma.

En el Anexo C vienen las tablas de las precipitaciones mensuales, así como las acumuladas de 6 y 12 meses, para subcuenca, las cuales están dadas en milímetros. Para determinar si la serie de precipitación mensual se ajusta a la función Gamma, tomando las precipitaciones mensuales del período de 1970-2010. El procedimiento es el siguiente:

Una vez obtenidas las precipitaciones mensuales por subcuenca, se cuentan con 492 datos de precipitaciones mensuales en el período de 1970-2010, determinamos la media y desviación estándar, para posteriormente determinar los parámetros alfa y beta por subcuenca, dichas ecuaciones fueron citadas en el apartado 4.3.2 Función de distribución Gamma, las cuales fueron; 5, 6, 7 y 8. La tabla 4.5 muestra el resumen de dichos parámetros por subcuenca.

Tabla 4.5 Resumen de parámetros por subcuenca.

Subcuenca	Alfa	Beta	Media	Desviación Estándar
1 R. San Miguel	39.79	0.74	29.54	34.29
2 P. Marte R. Gómez	74.51	0.66	49.27	60.59
3 R. Salinas	44.41	0.77	34.09	38.91
4 R. San Juan	72.86	0.76	55.24	63.44
5 R. Pesquería	59.01	0.79	46.85	52.58
6 R. Monterrey	59.08	0.75	44.09	51.04
7 R. Ramos	102.70	0.72	73.87	87.10
8 R. Pilón	62.02	0.86	53.38	57.54



Posteriormente sabemos que para calcular un evento se usa la ecuación 16 (Gómez et al, 2010):

$$x = \alpha\beta \left\{ 1 - \frac{1}{9\beta} + U_T \sqrt{\frac{1}{9\beta}} \right\}^3 \dots\dots\dots(16)$$

Si se despeja el valor de U_T se tiene que por momentos:

$$U_T = \frac{\left(\frac{x}{\alpha\beta}\right)^{1/3} - 1 + \frac{1}{9\beta}}{\sqrt{\frac{1}{9\beta}}} \dots\dots\dots(17)$$

Después se calcula el valor V mediante la ecuación 15 citada anteriormente.

$$U_T \approx \left(V - \frac{b_0 + b_1V + b_2V^2}{1 + b_3V + b_4V^2 + b_5V^3} \right)$$

Se tiene que proponer valores de V hasta que se cumpla la igualdad, por lo que la probabilidad de excedencia se obtiene despejando H(x) de la ecuación 15 citada anteriormente (Gómez et al, 2010):

$$H(x) = 1 - \sqrt{\frac{1}{e^{V^2}}} \dots\dots\dots(18)$$

Se determina el valor mínimo y máximo de la serie de datos, después el rango el cual es:

$$R = \text{Máximo} - \text{Mínimo} \dots\dots\dots(19)$$

N es el total de datos de la serie de precipitaciones, para posteriormente calcular Número de Intervalo mediante la fórmula de Sturges (Cruz, 2013) la cual es:

$$k = 1 + 3.3 \log(N) \dots\dots\dots(20)$$

El ancho de clase lo determinamos:

$$\text{Ancho de clase} = R / k \dots\dots\dots(21)$$

Una vez hecho lo anterior determinamos seguimos los siguientes pasos los cuales son (Aparicio, 2009):

- 1.-Dividir los datos en un número k de intervalos de clase.
- 2.-Calculo del parámetro estadístico:

$$D = \sum_{i=1}^k \frac{(\theta_i - \epsilon_i)^2}{\epsilon_i} \dots\dots\dots(22)$$

Dónde:

θ_i = Es el número de eventos observados en cada clase.

- 3.- ϵ_i se calcula con la ecuación 23.

$$\epsilon_i = n[F(S_i) - F(I_i)] \dots\dots\dots(23)$$

- 4.-Determinamos los grados de libertad con la ecuación 24.

$$V = k - 1 - m \dots\dots\dots(24)$$

Dónde:

K; Número de intervalos.

m; Número de Parámetros.

- 5.-Para aceptar una función dada se debe cumplir:

$$D \leq \chi_{\alpha-1, k-1-m}^2 \dots\dots\dots(25)$$

Dónde:

α ; es el nivel de significancia a la que se quiera ajustar 10%, 5% y 1%.

En el Anexo D vienen los cálculos correspondientes para el ajuste de las precipitaciones a la función gamma para cada una de las subcuencas, ver la tabla 4.6 la cual resume la concordancia o el rechazo a los distintos niveles de significancia 10%, 5% y 1%:

Tabla 4.6 Resumen de las pruebas de ajuste de Chi Cuadrada aceptación o rechazo para los distintos niveles de significancia.

Subcuenca	X Calculada	Nivel de Significancia		
		10%	5%	1%
1 R. San Miguel	13.64	Rechaza	Acepta	Acepta
2 P. Marte R. Gómez	8.02	Acepta	Acepta	Acepta
3 R. Salinas	8.01	Acepta	Acepta	Acepta
4 R. San Juan	8.97	Acepta	Acepta	Acepta
5 R. Pesquería	15.55	Rechaza	Rechaza	Acepta
6 R. Monterrey	14.92	Rechaza	Rechaza	Acepta
7 R. Ramos	16.96	Rechaza	Rechaza	Acepta
8 R. Pilón	13.84	Rechaza	Acepta	Acepta

En conclusión los datos, con al nivel de significancia alfa de 1% no se rechaza, de modo que el modelo proporciona un buen ajuste debido a que se cumplen los siguientes puntos (Devore, 2005):

H_0 : Hipótesis nula: $p_1=p_{10}$, $p_2=p_{20}$,..., $p_k=p_{k0}$

H_a : Hipótesis alternativa: al menos una p_1 no es igual a p_{10}

Región de rechazo: $x^2_{Calculada} \geq x^2_{\alpha, k-m-1}$

4.3.4 Programa Utilizado.

El Programa "SPI_SL_6.exe" se usó para calcular el Índice de Precipitación Estandarizado (IPE), el cual se puede descargar gratuitamente en la página de National Drought Mitigation Center (NADM b, 2013), el procedimiento para usarlo es el siguiente:

- 1.-Ejecutar el archivo SPI_SL_6.exe
- 2.-Introducir el número de las escalas de tiempo (es decir, 1, 3, 4, 6 y 12 meses de SPI), puede ser hasta seis al mismo tiempo.
- 3.-Introduzca el nombre de entrada y salida de archivos. Puede incluir una línea de encabezado (como el nombre de la estación) en el archivo de entrada de datos.

Los archivos de entrada deben seguir el siguiente formato de 3 columnas: año, mes y valor de precipitación mensual. El total de precipitación no debe incluir decimales y puede ser en pulgadas o en milímetros, por lo tanto tenemos que multiplicarlo por 100. Los datos de entrada deberán de estar en Bloc de Notas y al ingresarlos al programa deberás de poner la dirección en la que se encuentran y la extensión del archivo la cual será ejemplo.txt (NADM b, 2013).

Se nombró a la del archivo de salida que desea con un dat. (O. Txt o SPI. Etc) de extensión. Los archivos de MS-DOS se guardaron como archivos de texto ASCII, y los resultados se pueden ver utilizando Microsoft Bloc de Notas. Estos datos son leídos en la primer columna es el



mes en las siguientes columnas son los valores del IPE dependiendo las escalas que pusimos de entrada, dichos datos de salida puede ser graficados, utilizados en cualquier hoja de cálculo o software de Sistema de Información Geográfica. Para ejecutar el programa, se deben de tener por lo menos 30 años consecutivos sin datos faltantes mensuales y más de 60 años es recomendable (NADM b, 2013).

El programa ha sido compilado y todas las bibliotecas están incluidas (el cual fue compilado en C++ para PC) así que lo que se tiene que hacer, es ejecutar el archivo SPI_SL_6.exe y seguir las instrucciones en la pantalla (NADM b, 2013).

4.3 Sequías en el Río San Juan.

4.3.1 Definición.

La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un periodo de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas (Wilhite y Glantz, 1985).

4.3.2 Características.

Una vez determinadas las precipitaciones por subcuenca y siguiendo el proceso del apartado 4.3.4, el programa SPI_SL_6.exe. genero los resultados para las escalas de tiempo SPI 6 y SPI 12, que se muestran en el Anexo E. En el Anexo F se agruparon las 8 subcuencas, se aplicó el siguiente procedimiento:

1.-Se determinó la duración de las sequías por mes (celdas color rojo) las cuales son tomadas con las intensidades negativas generadas por el programa SPI_SL_6.exe. Ejemplo: en el mes enero-1971 a mayo-1971, presentó valores negativos por lo cual ese período se encuentra en sequía y su duración fue de 5 meses.

2.-En el Anexo E se desplazan las intensidades mensuales de las series SPI-6 y SPI-12 generadas por el programa, las intensidades negativas representan las sequías y intensidades positivas representan la humedad.

3.-La intensidad de la sequía (color morado) fueron tomadas las que género el programa SPI_SL_6.exe. redondeadas al inmediato superior con el fin de uniformizar en números enteros de -1,-2,-3 y -4, debido a que contenían decimales y para facilidades de cálculos. Ejemplo: en el mes enero-1971, se presentó una intensidad negativas de -1.44 y se tomó como -2 debido al redondeo al inmediato superior.

4.-Una vez determinadas las intensidades se caracterizó cada duración con las intensidades más crítica (color naranja). Ejemplo: en el mes enero-1971 a mayo-1971, se presentan distintas intensidades tres de -2 y dos de -3, y se optó por -3 tomando la más crítica para este período de sequía, ver Anexo F, los valores gráficos a nivel subcuenca ver Anexo M.

5.- Se clasificaron las intensidades en:

- -1; Sequía menos (Sm)
- -2; Sequía Moderada (SM)
- -3; Sequía Severa (SS)
- -4; Sequía Extrema (SE)

6.- Ya determinada las duraciones y las intensidades, se determinaron los períodos de inicio y término de las sequías (enmarcadas de color rojo) tomando en cuenta que se presentaran en las 8 cuencas. Ejemplo: en el período de enero-1971 a septiembre-1971, se observa que en las 8 cuencas se presentan sequías tomando como inicio y termino, los períodos más largos los cuales se encuentran en la subcuenca del río Ramos y Pílon.

En base a los resultados obtenidos por el IPE se desarrollaron histogramas para determinar la duración de las sequías para un SPI-6 y SPI-12, ver las tablas G.1 y G.2 en el Anexo G. La tabla 4.7 resume las distintas duraciones de las sequías las cuales fueron determinadas por los cuartiles 0.25, 0.50 ,0.75:

Tabla 4.7 Duración de las sequías mediante cuartiles.

Duración de las Sequías para un SPI-6			
Duración pequeña	Q1 25%	2	El 25% de los Datos son iguales o menores a 2 meses
Duración moderada	Q2 50%	6	EL 50% de los Datos son iguales o menores a 6 meses
Duración moderada	Q3 75%	9	El 75% de los Datos son iguales o menores a 9 meses
Duración Extremadamente Larga	Q4 100%	35	El 100% de los Datos son iguales o menores a 35 meses
Duración de las Sequías para un SPI-12			
Duración pequeña	Q1 25%	2	El 25% de los Datos son iguales o menores a 2 meses
Duración moderada	Q2 50%	9	EL 50% de los Datos son iguales o menores a 9 meses
Duración moderada	Q3 75%	15	El 75% de los Datos son iguales o menores a 15 meses
Duración Extremadamente Larga	Q4 100%	87	El 100% de los Datos son iguales o menores a 87 meses

Como podemos observar, las duraciones pequeñas de las sequías (Q1), coinciden para ambas series (SPI-6 y SPI-12), no obstante conforme más grande es la serie (SPI-12), las duraciones de las sequías (Q2, Q3 y Q4) llegan a ser hasta 87 meses, caso contrario a una serie menor (SPI-6).

En el mismo Anexo G, se determinaron las frecuencias de las intensidades ver tablas G.5 y G.7, para las escalas de SPI-6 y SPI-12. La tabla 4.8 muestra el resumen de las intensidades de las sequías para las escalas de SPI-6 y SPI-12:

Tabla 4.8 Intensidades de las sequías para SPI-6 y SPI-12.

Intensidades de las sequías para SPI-6		
Datos	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Acumulada
-1	160	54.6%
-2	106	36.2%
-3	26	8.9%
-4	1	0.3%
Suma	293	
Intensidades de las sequías para SPI-12		
Datos	h Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
-1	90	55.6%
-2	62	38.3%
-3	10	6.2%
Suma	162	



Podemos observar que las series SPI-6 y SPI-12, tiene una gran frecuencia de intensidades de -1 con 54.6% y 55.6% respectivamente, después le sigue la intensidad de -2 con 36.2% y 38.3%, posteriormente se presenta con menos frecuencias las intensidades de -3 con 8.9% y 6.2%, finalmente con respecto a la intensidad de -4 solo se llegó a presentar en la escala de SPI-6 con una frecuencia de 0.3%, esto es debido a que no es lo mismo de usar series de precipitaciones acumuladas de 6 meses que las de 12 meses, por lo que entre más pequeña sea la serie SPI-6 las intensidades de -3 y -4 se presentarán con mayor frecuencia, que si fuera una serie mayor SPI-12, ya que se presentaron 293 intensidades totales en el SPI-6 en comparación con 162 intensidades para SPI-12.

Debido a que existen distintas intensidades en cada período y por subcuenca se realizaron las tablas G.9 y G.10, que se encuentran en el Anexo G. En resumen, se tomó la intensidad más crítica para clasificar la sequía en cada período a nivel subcuenca, ver tabla 4.9 y 4.10.

Tabla 4.9 Intensidades de las sequías en los distintos períodos de sequías, a nivel subcuenca para SPI-6.

Sequía	Períodos de Sequías	Duración (Meses)	R. San Miguel	P. Marte R. Gómez	R. Salinas	R. San Juan	R. Pesquería	R. Monterrey	R. Ramos
1	1971 Ene.- 1971 Sep.	9	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-3
2	1972 Sep.- 1973 May.	9	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2
3	1973 Dic.- 1976 Mar.	28	-2	-2	-2	-2	-1	-3	-2
4	1977 May.- 1978 Ago.	16	-2	-1	-2	-1	-1	-2	-1
5	1979 Mar.- 1981 Ene.	23	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1
6	1981 Oct.- 1983 Fe.	17	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-2
7	1984 Jul.- 1985 Mar.	9	-1	-2	-1	-2	-2	-2	-1
8	1985 Ago.- 1987 Ene.	18	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2
9	1987 Oct.- 1992 Ene.	52	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-2
10	1992 Jul.- 1997 Feb.	56	-2	-3	-2	-3	-3	-3	-3
11	1997 Jul.- 2002 Ago.	62	-3	-2	-2	-3	-2	-2	-3
12	2003 Abr.- 2003 Oct.	7	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1
13	2005 Ago.- 2008 Ago.	37	-2	-2	-3	-2	-3	-4	-3
14	2009 Feb.- 2010 Ene.	12	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2

Tabla 4.10 Intensidades de las sequías en los distintos períodos de sequías, a nivel subcuenca para SPI-12.

Sequía	Períodos de Sequías	Duración (Meses)	R. San Miguel	P. Marte R. Gómez	R. Salinas	R. San Juan	R. Pesquería	R. Monterrey	R. Ramos	R. Pílon
1	1971 Ene.- 1972 Mar.	16	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-2
2	1974 Jun.- 1976 Mar.	22	-2	-3	-1	-3	-2	-3	-1	-2
3	1977 Oct.- 1978 Ago.	11	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1
4	1979 Sep.- 1981 Mar.	19	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2
5	1982 Mar.- 1983 Ago.	18	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
6	1984 Ago.- 1987 Ene.	30	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1
7	1987 Dic.- 1991 Dic.	49	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
8	1992 Sep.- 2002 Sep.	121	-3	-3	-2	-3	-3	-2	-3	-3
9	2005 Sep.- 2008 Ago.	36	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2
10	2009 Jul.- 2010 May.	11	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-2

En las tablas 4.9 y 4.10, vemos cuales son las intensidades de las sequía, en los distintos períodos así como sus duraciones (meses). Analizando los datos en la serie de SPI-6, se presentan 14 períodos de sequías, con intensidades más severas, abarcando un -4 que se presenta en el período de Agosto del 2005 a Agosto del 2008, con una duración de 37 meses. Con respecto a la serie de SPI-12, se presentan 10 períodos de sequías con intensidades de -1 y -2 en su mayoría.



Las tablas 4.11 y 4.12 muestran las frecuencias de las intensidades que se presentan en la cuenca del río San Juan para cada período de sequía, ver Anexo G las tablas G.11 y G.12 están basados en las 4.9 y 4.10.

Tabla 4.11 Frecuencias de las intensidades en la cuenca del río San Juan por cada período de sequía para un SPI-6.

Períodos de Sequías	Intensidad Crítica	-1	-2	-3	-4	Descripción
1971 Ene. - 1971 Sep.	-3	---	12.5%	87.5%	---	87.5% Sequía Severa y 12.5% Sequía Moderada
1972 Sep. - 1973 May.	-2	75%	25%	---	---	75% Sequía menor y 25% Sequía Moderada
1973 Dic. - 1976 Mar.	-3	12.5%	75%	12.5%	---	75% Sequía Moderada, 12.5% Sequía Severa y 12.5% Sequía menor
1977 May. - 1978 Ago.	-2	62.5%	37.5%	---	---	62.5% Sequía menor y 37.5% Sequía Moderada
1979 Mar. - 1981 Ene.	-2	25%	75%	---	---	75% Sequía Moderada y 25% Sequía menor
1981 Oct. - 1983 Fe.	-3	---	87.5%	12.5%	---	87.5% Sequía Moderada y 12.5% Sequía Severa
1984 Jul. - 1985 Mar.	-2	50%	50%	---	---	50% Sequía Moderada y 50% Sequía menor
1985 Ago. - 1985 Ene.	-2	12.5%	87.5%	---	---	87.5% Sequía Moderada y 12.5% Sequía menor
1987 Oct. - 1992 Ene.	-3	---	87.5%	12.5%	---	87.5% Sequía Moderada y 12.5% Sequía Severa
1992 Jul. - 1997 Feb.	-3	---	37.5%	62.5%	---	62.5% Sequía Severa y 37.5% Sequía Moderada
1997 Jul. - 2002 Ago.	-3	---	50%	50%	---	50% Sequía Severa y 50% Sequía Moderada
2003 Abr. - 2003 Oct.	-2	87.5%	12.5%	---	---	87.5% Sequía menor y 12.5% Sequía Moderada
2005 Ago. - 2008 Ago.	-4	---	37.5%	50%	12.5%	50% Sequía Severa, 37.5% Sequía Moderada y 12.5% Sequía Extrema
2009 Feb. - 2010 Ene.	-3	12.5%	75%	12.5%	---	75% Sequía Moderada, 12.5% Sequía Severa y 12.5% Sequía menor

Tabla 4.12 Frecuencias de las intensidades en la cuenca del río San Juan por cada período de sequía para un SPI-12.

Períodos de Sequías	Intensidad Crítica	-1	-2	-3	-4	Descripción
1971 Ene. - 1972 Mar.	-2	62.5%	37.5%	---	---	62.5% Sequía menor y 37.5% Sequía Moderada
1974 Jun. - 1976 Mar.	-3	25%	37.5%	37.5%	---	37.5% Sequía Severa, 37.5% Sequía Moderada y 25% Sequía menor
1977 Oct. - 1978 Ago.	-2	87.5%	12.5%	---	---	87.5% Sequía menor y 12.5% Sequía Moderada
1979 Sep. - 1981 Mar.	-2	12.5%	87.5%	---	---	87.5% Sequía Moderada y 12.5% Sequía menor
1982 Mar. - 1983 Ago.	-2	12.5%	87.5%	---	---	87.5% Sequía Moderada y 12.5% Sequía menor
1984 Ago. - 1987 Ene.	-2	50%	50%	---	---	50% Sequía Moderada y 50% Sequía menor
1987 Dic. - 1991 Dic.	-2	---	100%	---	---	100 Sequía Moderada
1992 Sep. - 2002 Sep.	-3	---	25%	75%	---	75% Sequía Severa y 25% Sequía Moderada
2005 Sep. - 2008 Ago.	-3	---	87.5%	12.5%	---	87.5% Sequía Moderada y 12.5% Sequía Severa
2009 Jul. - 2010 May.	-2	37.5%	62.5%	---	---	62.5% Sequía Moderada y 37.5% Sequía menor

5 ALERTA TEMPRANA DE SEQUÍAS.

5.1 Umbrales de las Precipitaciones.

En el Anexo C vienen las precipitaciones mensuales, acumuladas de 6 meses y acumuladas de 12 meses por subcuencas. Se calcularon los cuartiles de Q1 25%, Q2 50% y Q3 75% para las series de precipitaciones mensuales, acumuladas de 6 meses y acumuladas de 12 meses, por subcuenca, ver Anexo H. Las tablas 5.1, 5.2 y 5.3 resumen las clasificaciones de los cuartiles para las distintas series:

Tabla 5.1 Cuartiles de las precipitaciones mensuales por subcuenca.

1 R. San Miguel		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	5	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 5 milímetros
Q2 50%	19	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 19 milímetros
Q3 75%	42	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 42 milímetros
Q4 100%	279	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 279 milímetros
2 P. Marte R. Gómez		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	9	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 9 milímetros
Q2 50%	27	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 26.5 milímetros
Q3 75%	65	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 65 milímetros
Q4 100%	413	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 413 milímetros
3 R. Salinas		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	8	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 8 milímetros
Q2 50%	20	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 20 milímetros
Q3 75%	48	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 47 milímetros
Q4 100%	244	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 244 milímetros
4 R. San Juan		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	11	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 11 milímetros
Q2 50%	31	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 31 milímetros
Q3 75%	75	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 75 milímetros
Q4 100%	435	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 435 milímetros
5 R. Pesquería		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	11	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 11 milímetros
Q2 50%	28	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 27.5 milímetros
Q3 75%	63	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 63 milímetros
Q4 100%	334	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 334 milímetros
6 R. Monterrey		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	10	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 10 milímetros
Q2 50%	29	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 28.5 milímetros
Q3 75%	64	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 62 milímetros
Q4 100%	403	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 403 milímetros
7 R. Ramos		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	19	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 19 milímetros
Q2 50%	44	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 44 milímetros
Q3 75%	99	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 99 milímetros
Q4 100%	645	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 645 milímetros
8 R. Pilón		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	13	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 13 milímetros
Q2 50%	37	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 37 milímetros
Q3 75%	75	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 75 milímetros
Q4 100%	461	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 461 milímetros

Tabla 5.2 Cuartiles de las precipitaciones acumuladas de 6 meses por subcuenca.

1 R. San Miguel		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	92	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 92 milímetros
Q2 50%	163.5	EL 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 163.5 milímetros
Q3 75%	230	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 230 milímetros
Q4 100%	759	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 759 milímetros
2 P. Marte R. Gómez		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	165.25	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 165.25 milímetros
Q2 50%	253	EL 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 253 milímetros
Q3 75%	399.5	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 399.5 milímetros
Q4 100%	894	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 894 milímetros
3 R. Salinas		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	120	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 120 milímetros
Q2 50%	189.5	EL 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 189.5 milímetros
Q3 75%	264	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 264 milímetros
Q4 100%	689	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 689 milímetros
4 R. San Juan		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	195	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 195 milímetros
Q2 50%	303	EL 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 303 milímetros
Q3 75%	426	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 426 milímetros
Q4 100%	1037	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 1037 milímetros
5 R. Pesquería		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	172	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 172 milímetros
Q2 50%	251	EL 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 251 milímetros
Q3 75%	365.25	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 365.25 milímetros
Q4 100%	862	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 862 milímetros
6 R. Monterrey		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	153.25	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 153.25 milímetros
Q2 50%	246.5	EL 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 246.5 milímetros
Q3 75%	352.75	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 352.75 milímetros
Q4 100%	961	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 961 milímetros
7 R. Ramos		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	262.25	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 262.25 milímetros
Q2 50%	409.5	EL 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 409.5 milímetros
Q3 75%	589.25	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 589.25 milímetros
Q4 100%	1344	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 1344 milímetros
8 R. Pilon		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	201	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 201 milímetros
Q2 50%	303	EL 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 303 milímetros
Q3 75%	409.75	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 409.75 milímetros
Q4 100%	1078	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 1078 milímetros

Tabla 5.3 Cuartiles de las precipitaciones acumuladas de 12 meses por subcuenca.

1 R. San Miguel		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	279.25	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 279.25 milímetros
Q2 50%	333	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 333 milímetros
Q3 75%	408.75	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 408.75 milímetros
Q4 100%	890	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 890 milímetros
2 P. Marte R. Gómez		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	409	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 409 milímetros
Q2 50%	572.5	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 572.5 milímetros
Q3 75%	761.5	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 761.5 milímetros
Q4 100%	1193	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 1193 milímetros
3 R. Salinas		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	309	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 309 milímetros
Q2 50%	377.5	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 377.5 milímetros
Q3 75%	473.75	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 473.75 milímetros
Q4 100%	817	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 817 milímetros
4 R. San Juan		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	506	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 506 milímetros
Q2 50%	637	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 637 milímetros
Q3 75%	805	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 805 milímetros
Q4 100%	1283	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 1283 milímetros
5 R. Pesquería		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	400.25	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 400.25 milímetros
Q2 50%	540	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 540 milímetros
Q3 75%	688	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 688 milímetros
Q4 100%	1043	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 1043 milímetros
6 R. Monterrey		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	439	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 439 milímetros
Q2 50%	505	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 505 milímetros
Q3 75%	597.75	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 587.75 milímetros
Q4 100%	1131	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 1131 milímetros
7 R. Ramos		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	689.25	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 689.25 milímetros
Q2 50%	883	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 883 milímetros
Q3 75%	1080.75	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 1080.75 milímetros
Q4 100%	1606	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 1606 milímetros
8 R. Pilón		
Cuartil	Precipitación	Descripción
Q1 25%	505	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 505 milímetros
Q2 50%	610	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 610 milímetros
Q3 75%	748.75	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 748.75 milímetros
Q4 100%	1309	El 100% de las precipitaciones son iguales o menores a 1309 milímetros



Al calcular los cuartiles se agruparon las precipitaciones en cada serie a nivel subcuenca, y generalizando se consideraron a los cuartiles como umbrales para determinar el estado en el que se encuentran las precipitaciones en cada subcuenca, ver tabla 5.4:

Tabla 5.4 Umbrales de los Cuartiles.

Umbral	Descripción
0 - 25%	Escases crítica de precipitación en la subcuenca
25% - 50%	Escases de precipitación en la subcuenca
50%	Normalidad de precipitación en la subcuenca
50% - 75%	Suficiencia de precipitación en la subcuenca
75% - 100%	Demasiado de precipitación en la subcuenca

5.2 Análisis probabilístico del Índice de Precipitación Estandarizado.

Partiendo de los conceptos básicos de probabilidad y sus axiomas, los cuales son (Devore, 2005):

S; Espacio muestral es el conjunto de todos los resultados posibles de un experimento.

Axioma 1. Si A es un evento de S entonces la probabilidad del evento A es:

$$0 \leq P(A) \leq 1 \quad P(A) \in [0,1] \dots\dots\dots(26)$$

Axioma 2. Si el espacio muestral S se obtuvo de un experimento aleatorio, entonces:

$$P(S)=1 \dots\dots\dots(27)$$

Teorema 1. Probabilidad de un evento es:

$$P(A^c)=1-P(A) \dots\dots\dots(28)$$

La probabilidad de cualquier evento de A que contiene "N(A)" del total de "N" que es el espacio muestral:

$$P(A) = \frac{N(A)}{N} \dots\dots\dots(29)$$

La probabilidad condicional para dos eventos cualesquiera A y B con P(B)>0, la probabilidad condicional de A dado que ya ocurrió B se define como:

$$P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \dots\dots\dots(30)$$

Las tablas 5.5 y 5.6 resumen las intensidades de las sequías para las series SPI-6 y SPI-12 por subcuenca, así como la duración y la periodicidad (separación de una sequía y otra).

Tabla 5.5 Intensidades de las sequías para un SPI-6.

Sequía	Períodos de Sequías	Duración (Meses)	Periodicidad (Meses de una Sequía a otra)	R. San Miguel	P. Marte R. Gómez	R. Salinas	R. San Juan	R. Pesquería	R. Monterrey	R. Ramos	R. Pilón
1	1971 Ene. - 1971 Sep.	9	0	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-3	-3
2	1972 Sep. - 1973 May.	9	11	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-1
3	1973 Dic. - 1976 Mar.	28	6	-2	-2	-2	-2	-1	-3	-2	-2
4	1977 May. - 1978 Ago.	16	13	-2	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-1
5	1979 Mar. - 1981 Ene.	23	6	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-2
6	1981 Oct. - 1983 Fe.	17	8	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-2	-2
7	1984 Jul. - 1985 Mar.	9	16	-1	-2	-1	-2	-2	-2	-1	-1
8	1985 Ago. - 1987 Ene.	18	4	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2	-2
9	1987 Oct. - 1992 Ene.	52	8	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2
10	1992 Jul. - 1997 Feb.	56	5	-2	-3	-2	-3	-3	-3	-3	-2
11	1997 Jul. - 2002 Ago.	62	4	-3	-2	-2	-3	-2	-2	-3	-3
12	2003 Abr. - 2003 Oct.	7	7	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1
13	2005 Ago. - 2008 Ago.	37	21	-2	-2	-3	-2	-3	-4	-3	-3
14	2009 Feb. - 2010 Ene.	12	5	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-3
	Promedio	25.4	8.1								

Tabla 5.6 Intensidades de las sequías para un SPI-12.

Sequía	Períodos de Sequías	Duración (Meses)	Periodicidad (Meses de una Sequía a otra)	R. San Miguel	P. Marte R. Gómez	R. Salinas	R. San Juan	R. Pesquería	R. Monterrey	R. Ramos	R. Pilón
1	1971 Ene. - 1972 Mar.	16	0	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-2
2	1974 Jun. - 1976 Mar.	22	26	-2	-3	-1	-3	-2	-3	-1	-2
3	1977 Oct. - 1978 Ago.	11	18	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1
4	1979 Sep. - 1981 Mar.	19	12	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2
5	1982 Mar. - 1983 Ago.	18	11	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
6	1984 Ago. - 1987 Ene.	30	11	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1
7	1987 Dic. - 1991 Dic.	49	12	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
8	1992 Sep. - 2002 Sep.	121	8	-3	-3	-2	-3	-3	-2	-3	-3
9	2005 Sep. - 2008 Ago.	36	35	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2
10	2009 Jul. - 2010 May.	11	10	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-2
	Promedio	33.3	14.3								

Se determinó la duración promedio de las sequías, para la serie SPI-6 es 25.4 meses y para SPI-12 es 33.3 meses, con respecto a la periodicidad promedio de las sequías es de 8.1 meses para la serie SPI-6 y 14.3 meses para el SPI-12.

En las tablas 5.7 y 5.8 se determinaron las probabilidades de las sequías para las distintas duraciones de las sequías (12, 24, 36, 48, 60 y 72 meses), para las series SPI-6 y SPI-12.

Tabla 5.7 Probabilidades de las duraciones de sequías (12, 24, 36, 48, 60 y 72 meses) para SPI-6.

Meses Sequías (Y = Duración)	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	P(X<=Y)	P(X>Y)
Y<=12	5	5	36%	36%	64%
Y<=24	4	9	29%	64%	36%
Y<=36	1	10	7%	71%	29%
Y<=48	1	11	7%	79%	21%
Y<=60	2	13	14%	93%	7%
Y<=72	1	14	7%	100%	100%
Total	14	Total	100%		

Tabla 5.8 Probabilidades de las duraciones de sequías (12, 24, 36, 48, 60 y 72 meses), para SPI-12.

Meses Sequías (Y = Duración)	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	P(X<=Y)	P(X>Y)
Y<=12	2	2	20%	20%	80%
Y<=24	4	6	40%	60%	40%
Y<=36	2	8	20%	80%	20%
Y<=60	1	9	10%	90%	10%
Y<=72	1	10	10%	100%	100%
Total	10	Total	100%		

Se puede observar que para ambas series SPI-6 y SPI-12 las duraciones de las sequías de iguales o menores a 12 y 24 meses, son más recurrentes que los períodos con duraciones mayores a 24 meses, con lo cual representan 64% y 60% de las duraciones totales para las series SPI-6 y SPI-12 respectivamente. No obstante en el caso de la serie SPI-12, las duraciones menores o iguales a 36 meses representa un 20% del total.

Posteriormente se determinó la probabilidad condicional. Dado que ya ocurrió un determinado período de duración (12, 24, 36, 48, 60 y 72 meses), cual es la probabilidad de que dicha sequía sea de las intensidades de -1 a -4, ver tabla 5.9 y 5.10:

Tabla 5.9 Probabilidades condicionales de las intensidades en un período de sequía para SPI-6.

Condición	Descripción	Probabilidad	Intensidad	N° Datos	
P(Duración <= 12 Meses) = 36%	P(Sequía menor / Duración <=12 Meses)	45%	-1	18	
	P(Sequía Moderada / Duración <=12 Meses)	35%	-2	14	
	P(Sequía Severa / Duración <=12 Meses)	20%	-3	8	
	P(Sequía Extrema / Duración <=12 Meses)	0%	-4	0	
	Total	100%		40	
P(12 Meses < Duración <= 24 Meses) = 29%	P(Sequía menor / 12 Meses < Duración <= 24 Meses)	25%	-1	8	
	P(Sequía Moderada / 12 Meses < Duración <= 24 Meses)	72%	-2	23	
	P(Sequía Severa / 12 Meses < Duración <= 24 Meses)	3%	-3	1	
	P(Sequía Extrema / 12 Meses < Duración <= 24 Meses)	0%	-4	0	
	Total	100%		32	
P(24 Meses < Duración <= 36 Meses) = 7%	P(Sequía menor / 24 Meses < Duración <= 36 Meses)	13%	-1	1	
	P(Sequía Moderada / 24 Meses < Duración <= 36 Meses)	75%	-2	6	
	P(Sequía Severa / 24 Meses < Duración <= 36 Meses)	13%	-3	1	
	P(Sequía Extrema / 24 Meses < Duración <= 36 Meses)	0%	-4	0	
	Total	100%		8	
P(36 Meses < Duración <= 48 Meses) = 7%	P(Sequía menor / 36 Meses < Duración <= 48 Meses)	0%	-1	0	
	P(Sequía Moderada / 36 Meses < Duración <= 48 Meses)	38%	-2	3	
	P(Sequía Severa / 36 Meses < Duración <= 48 Meses)	50%	-3	4	
	P(Sequía Extrema / 36 Meses < Duración <= 48 Meses)	13%	-4	1	
	Total	100%		8	
P(48 Meses < Duración <= 60 Meses) = 14%	P(Sequía menor / 48 Meses < Duración <= 60 Meses)	0%	-1	0	
	P(Sequía Moderada / 48 Meses < Duración <= 60 Meses)	63%	-2	10	
	P(Sequía Severa / 48 Meses < Duración <= 60 Meses)	38%	-3	6	
	P(Sequía Extrema / 48 Meses < Duración <= 60 Meses)	0%	-4	0	
	Total	100%		16	
P(Duración > 60 Meses) = 7%	P(Sequía menor / Duración > 60 Meses)	0%	-1	0	
	P(Sequía Moderada / Duración > 60 Meses)	50%	-2	4	
	P(Sequía Severa / Duración > 60 Meses)	50%	-3	4	
	P(Sequía Extrema / Duración > 60 Meses)	0%	-4	0	
	Total	100%		8	
				Total	224

Tabla 5.10 Probabilidades condicionales de las intensidades en un período de sequía para SPI-12.

Condición	Descripción	Probabilidad	Intensidad	N° Datos	
P(Duración <= 12 Meses) = 20%	P(Sequía menor / Duración <=12 Meses)	63%	-1	10	
	P(Sequía Moderada / Duración <=12 Meses)	38%	-2	6	
	P(Sequía Severa / Duración <=12 Meses)	0%	-3	0	
	P(Sequía Extrema / Duración <=12 Meses)	0%	-4	0	
	Total	100%		16	
P(12 Meses < Duración <= 24 Meses) = 40%	P(Sequía menor / 12 Meses < Duración <= 24 Meses)	28%	-1	9	
	P(Sequía Moderada / 12 Meses < Duración <= 24 Meses)	63%	-2	20	
	P(Sequía Severa / 12 Meses < Duración <= 24 Meses)	9%	-3	3	
	P(Sequía Extrema / 12 Meses < Duración <= 24 Meses)	0%	-4	0	
	Total	100%		32	
P(24 Meses < Duración <= 36 Meses) = 20%	P(Sequía menor / 24 Meses < Duración <= 36 Meses)	25%	-1	4	
	P(Sequía Moderada / 24 Meses < Duración <= 36 Meses)	69%	-2	11	
	P(Sequía Severa / 24 Meses < Duración <= 36 Meses)	6%	-3	1	
	P(Sequía Extrema / 24 Meses < Duración <= 36 Meses)	0%	-4	0	
	Total	100%		16	
P(36 Meses < Duración <= 60 Meses) = 10%	P(Sequía menor / 36 Meses < Duración <= 60 Meses)	0%	-1	0	
	P(Sequía Moderada / 36 Meses < Duración <= 60 Meses)	100%	-2	8	
	P(Sequía Severa / 36 Meses < Duración <= 60 Meses)	0%	-3	0	
	P(Sequía Extrema / 36 Meses < Duración <= 60 Meses)	0%	-4	0	
	Total	100%		8	
P(Duración > 60 Meses) = 10%	P(Sequía menor / Duración > 60 Meses)	0%	-1	0	
	P(Sequía Moderada / Duración > 60 Meses)	25%	-2	2	
	P(Sequía Severa / Duración > 60 Meses)	75%	-3	6	
	P(Sequía Extrema / Duración > 60 Meses)	0%	-4	0	
	Total	100%		8	
				Total	160

Una vez realizado el análisis de probabilidades condicionales, para la serie SPI-6 se puede observar que por lo general, para las duraciones de 12, 24, y 36 meses se presentan con más frecuencia intensidades de -1, -2 y -3, sin embargo para las duraciones de 48, 60 y más de 60 meses, las intensidades son de -2, -3, hasta -4. Para la serie SPI-12 por lo general, para las



duraciones de 12, 24 y 36 meses, se presentan con más frecuencia las intensidades de -1, -2, hasta -3, no obstante para las duraciones de 60 y más de 60 meses, las intensidades son de -2 y -3.

5.3 Análisis de riesgo temprano de sequías.

5.3.1 Umbrales de cambio de intensidades para la alerta de sequías.

Se determinó las probabilidades en base a los cambios de estado referenciándonos en la tabla para 5.5 y 5.6 para las series SPI-6 y SPI-12, en el cual se contabiliza la frecuencia de dichos cambios, ver tabla 5.11 y 5.12:

Tabla 5.11 Probabilidad de cambios de estado para SPI-6.

Cambios	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
- 1 a - 2	19	19	58%	58%
- 1 a - 3	4	23	12%	70%
- 1 a - 4	0	23	0%	70%
- 2 a - 3	9	32	27%	97%
- 2 a - 4	1	33	3%	100%
- 3 a - 4	0	33	0%	100%
Total	33		100%	

Tabla 5.12 Probabilidad de cambios de estado para SPI-12.

Cambios	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
- 1 a - 2	13	13	57%	57%
- 1 a - 3	2	15	9%	65%
- 1 a - 4	0	15	0%	65%
- 2 a - 3	8	23	35%	100%
- 2 a - 4	0	23	0%	100%
- 3 a - 4	0	23	0%	100%
Total	23		100%	

Los umbrales para la alerta temprana de sequías son las intensidades de -1,-2,-3 y -4, con lo cual se determinaron las probabilidades de cambio en las intensidades de -1 a -2, las cuales son casi similares para el SPI-6 y SPI-12 con 58% y 57% respectivamente, para las intensidades de cambio de -1 a -3 existen una probabilidad de 12% y 9 % para el SPI-6 y SPI-12, para las intensidades de cambio de -2 a -3 existe 27% y 35% para SPI-6 y SPI-12, finalmente existen una probabilidad de cambio de -2 a -4 de 3% solamente para el SPI-6.



5.3.2 Semáforo de alerta temprana de sequía.

Al tener las series de las intensidades, generadas por el IPE, (ver Anexo E), se procedió a realizar el suavizamiento de dichas series usando la teoría de los promedios móviles el cual permite suavizar algunas de las variaciones aleatorias de una serie de tiempo. Si la serie de tiempo tiene la secuencia $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ el promedio móvil será (Escalante y Reyes, 2005):

$$\frac{X_1+X_2+\dots+X_n}{N}, \frac{X_2+X_3+\dots+X_n}{N}, \frac{X_3+X_4+\dots+X_n}{N} \dots\dots\dots(31)$$

Las sumas de los numeradores, se llaman sumas móviles de orden N y el resultado de cada cociente es el promedio de orden N. El orden N varía dependiendo el Móvil que se desea calcular, no obstante si llega a ser muy pequeño puede volverse poco efectiva para reducir la variabilidad de la serie de tiempo, al contrario si es muy grande puede ocultar componentes cíclicas en la serie de tiempo (Escalante y Reyes, 2005). Una desventaja del promedio móvil es que si es de orden 3 se pierde el primero y el último dato. Pero si se sigue observando la tendencia de la serie suavizada se puede ver la tendencia de su comportamiento.

Para la cuenca del Río San Juan, primero se procedió a realizar los promedios móviles de orden M-3, M-5, M-7, M-9, M-11 y M-13 con el fin de suavizar las líneas de tiempo generadas por el SPI-6 y SPI-12 (ver apéndice J). Ya que se tiene los promedios móviles, para ver la relación que existe de los datos originales con el suavizamiento, se realizó la correlación lineal de cada una de nuestras series (SPI-6 y SPI-12) con los distintos promedios móviles, ver tabla 5.13 y 5.14.

Es sabido que una buena correlación debe estar entre 0.8 y 1.0, por lo cual se determinó que se usaría el promedio móvil de orden 7 (M-7) para ambas series de SPI-6 y SPI-12, con el fin de que tuvieran el mismo suavizamiento, ambas series en los 16 casos, se encuentran arriba de 0.90, con lo que se determinó que existe una buena correlación, ver figuras en el Anexo K, para observar el comportamiento de las series SPI-6 y SPI-12 con respecto al orden de suavizamiento M-7.



Tabla 5.13 Correlación lineal de SPI-6 con los promedios Móviles 3,5,7,9,11 y 13.

Correlación Lineal 1 R. San Miguel								Correlación Lineal 2 P. Marte R. Gómez							
	SPI-6	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13		SPI-6	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13
SPI-6	1.00							SPI-6	1.00						
M-3	0.98	1.00						M-3	0.97	1.00					
M-5	0.95	0.99	1.00					M-5	0.94	0.99	1.00				
M-7	0.93	0.97	0.99	1.00				M-7	0.92	0.96	0.99	1.00			
M-9	0.90	0.94	0.97	0.99	1.00			M-9	0.88	0.93	0.96	0.99	1.00		
M-11	0.84	0.88	0.92	0.96	0.99	1.00		M-11	0.83	0.88	0.92	0.96	0.99	1.00	
M-13	0.77	0.82	0.86	0.91	0.96	0.99	1.00	M-13	0.76	0.82	0.86	0.91	0.96	0.99	1.00
Correlación Lineal 3 R. Salinas								Correlación Lineal 4 R. San Juan							
	SPI-6	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13		SPI-6	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13
SPI-6	1.00							SPI-6	1.00						
M-3	0.97	1.00						M-3	0.97	1.00					
M-5	0.94	0.99	1.00					M-5	0.94	0.98	1.00				
M-7	0.92	0.97	0.99	1.00				M-7	0.91	0.96	0.99	1.00			
M-9	0.89	0.94	0.97	0.99	1.00			M-9	0.87	0.93	0.96	0.99	1.00		
M-11	0.85	0.90	0.93	0.97	0.99	1.00		M-11	0.82	0.87	0.92	0.96	0.99	1.00	
M-13	0.79	0.85	0.89	0.93	0.97	0.99	1.00	M-13	0.75	0.81	0.86	0.91	0.96	0.99	1.00
Correlación Lineal 5 R. Pesquería								Correlación Lineal 6 R. Monterrey							
	SPI-6	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13		SPI-6	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13
SPI-6	1.00							SPI-6	1.00						
M-3	0.97	1.00						M-3	0.97	1.00					
M-5	0.94	0.99	1.00					M-5	0.94	0.99	1.00				
M-7	0.92	0.97	0.99	1.00				M-7	0.91	0.96	0.99	1.00			
M-9	0.89	0.94	0.97	0.99	1.00			M-9	0.88	0.93	0.96	0.99	1.00		
M-11	0.84	0.89	0.93	0.96	0.99	1.00		M-11	0.82	0.87	0.91	0.95	0.99	1.00	
M-13	0.78	0.83	0.88	0.92	0.96	0.99	1.00	M-13	0.74	0.80	0.85	0.90	0.95	0.99	1.00
Correlación Lineal 7 R. Ramos								Correlación Lineal 8 R. Pilon							
	SPI-6	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13		SPI-6	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13
SPI-6	1.00							SPI-6	1.00						
M-3	0.97	1.00						M-3	0.97	1.00					
M-5	0.95	0.99	1.00					M-5	0.94	0.99	1.00				
M-7	0.92	0.97	0.99	1.00				M-7	0.92	0.97	0.99	1.00			
M-9	0.89	0.94	0.97	0.99	1.00			M-9	0.89	0.94	0.97	0.99	1.00		
M-11	0.85	0.89	0.93	0.96	0.99	1.00		M-11	0.84	0.89	0.93	0.96	0.99	1.00	
M-13	0.79	0.84	0.88	0.93	0.97	0.99	1.00	M-13	0.77	0.83	0.88	0.92	0.96	0.99	1.00



Tabla 5.14 Correlación lineal de SPI-12 con los promedios Móviles 3,5,7,9,11 y 13.

Correlación Lineal 1 R. San Miguel								Correlación Lineal 2 P. Marte R. Gómez							
	SPI-12	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13		SPI-12	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13
SPI-12	1.00							SPI-12	1.00						
M-3	0.99	1.00						M-3	0.99	1.00					
M-5	0.98	1.00	1.00					M-5	0.98	0.99	1.00				
M-7	0.97	0.99	1.00	1.00				M-7	0.97	0.99	1.00	1.00			
M-9	0.96	0.97	0.99	1.00	1.00			M-9	0.95	0.98	0.99	1.00	1.00		
M-11	0.94	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00		M-11	0.94	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00	
M-13	0.92	0.94	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00	M-13	0.93	0.95	0.97	0.98	0.99	1.00	1.00
Correlación Lineal 3 R. Salinas								Correlación Lineal 4 R. San Juan							
	SPI-12	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13		SPI-12	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13
SPI-12	1.00							SPI-12	1.00						
M-3	0.99	1.00						M-3	0.99	1.00					
M-5	0.97	0.99	1.00					M-5	0.97	0.99	1.00				
M-7	0.96	0.98	1.00	1.00				M-7	0.96	0.98	1.00	1.00			
M-9	0.95	0.97	0.99	1.00	1.00			M-9	0.95	0.97	0.99	1.00	1.00		
M-11	0.93	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00		M-11	0.93	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00	
M-13	0.92	0.94	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00	M-13	0.92	0.94	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00
Correlación Lineal 5 R. Pesquería								Correlación Lineal 6 R. Monterrey							
	SPI-12	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13		SPI-12	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13
SPI-12	1.00							SPI-12	1.00						
M-3	0.99	1.00						M-3	0.99	1.00					
M-5	0.98	0.99	1.00					M-5	0.97	0.99	1.00				
M-7	0.97	0.99	1.00	1.00				M-7	0.96	0.98	1.00	1.00			
M-9	0.95	0.97	0.99	1.00	1.00			M-9	0.94	0.97	0.98	1.00	1.00		
M-11	0.94	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00		M-11	0.92	0.95	0.97	0.99	1.00	1.00	
M-13	0.93	0.95	0.97	0.98	0.99	1.00	1.00	M-13	0.90	0.93	0.95	0.97	0.99	1.00	1.00
Correlación Lineal 7 R. Ramos								Correlación Lineal 8 R. Pílon							
	SPI-12	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13		SPI-12	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13
SPI-12	1.00							SPI-12	1.00						
M-3	0.99	1.00						M-3	0.99	1.00					
M-5	0.98	0.99	1.00					M-5	0.98	0.99	1.00				
M-7	0.97	0.99	1.00	1.00				M-7	0.96	0.98	1.00	1.00			
M-9	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00			M-9	0.95	0.97	0.99	1.00	1.00		
M-11	0.94	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00		M-11	0.93	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00	
M-13	0.93	0.95	0.97	0.98	0.99	1.00	1.00	M-13	0.92	0.94	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00



5.3.3 Alerta de sequía en la cuenca del Río San Juan

Teniendo el orden del promedio móvil definido, el cual fue de 7 (M-7) para ambas series SPI-6 y SPI-12, se analizaron las intensidades suavizadas por este procedimiento. Con lo que se observó, que en su gran mayoría de los períodos secos y húmedos, llegan a un punto crítico (negativo o positivo) y de ahí salen de la sequía o entran respectivamente. Con lo que se determinaron las siguientes clasificaciones de nuestras series suavizadas (SPI-6 y SPI-12):

Para el caso de períodos secos:

- ES-0; Indica el período cuando sale de sequía, es decir; la intensidad esta normal (intensidad positiva) baja de 0.5 a 0 y entra en sequía (intensidad negativa), después sube de -0.5 a 0 y pasa a normal (intensidad positiva).
- PS-1; Indica el período corto de sequía que alcanza un pico crítico (intensidad negativa) y sale de la sequía (intensidad positiva).
- PS-2; Indica el período corto de sequía que alcanza dos picos críticos negativos (intensidad Negativa) y sale de la sequía (intensidad positiva).
- PS-3; Indica el período largo que alcanza más de tres picos críticos negativos (intensidad Negativa) y sale de la sequía (intensidad positiva).

Para el caso de períodos húmedos:

- ES-0; Indica el período cuando entra en sequía, es decir; la intensidad esta normal (intensidad positiva) baja de 0.5 a 0 y entra en sequía (intensidad negativa), después sube de -0.5 a 0 y pasa a normal (intensidad positiva).
- PS-1; Indica el período corto de humedad que alcanza un pico crítico (intensidad positiva) y baja hasta entrar en sequía (intensidad negativa).
- PS-2; Indica el período corto de humedad que alcanza dos picos críticos (intensidad positiva) y baja hasta entrar en sequía (intensidad negativa).
- PS-3; Indica el período largo de humedad que alcanza dos o más picos críticos (intensidad positiva) y baja hasta entrar en sequía (intensidad negativa).

En el Anexo J, vienen los períodos de sequía y de humedad, para ambas series (SPI-6 y SPI-12), la columna M-7 indica el suavizamiento de la serie (SPI-6 o SPI-12), de color azul indica el período de cada sequía (inicio-terminó), para el caso de humedad es de color verde. La columna PS indica la clasificación de los 3 períodos (PS-1, PS-2 y PS-3) y ES-0 indica el indicio de cada período ya sea de húmedas o seco. Se resaltó de color amarillo las intensidades más críticas (negativas o positivas), para cada período de clasificación (PS-1, PS-2 y PS-3) ya sea de sequía o humedad. No se tomaron en cuenta para este análisis las primeras sequías (Enero de 1971 a Enero de 1972) debido a que no se cuenta con información anterior a 1971, por lo cual no sabemos cuándo empiezan las sequías, solo cuando terminan. Para el caso de los períodos de humedad no se tomaron en cuenta los últimos valores de Junio del 2009 a Diciembre del 2010, debido a que no se cuenta con

información del año 2011, ver tablas J.1 y J.2 para períodos secos de SPI-6 y SPI-12 respectivamente, y J.3 y J.4 para períodos de humedad de SPI-6 y SPI-12 respectivamente.

En base al suavizamiento de las intensidades podemos apreciar que entre más sea la intensidad negativa en un período de sequía, tardará más en salir de ella, lo mismo para los períodos de humedad, ver figura K.2 subcuenca P. Marte R. Gómez, la serie de color azul son las intensidades del SPI-6 y la serie de color rojo es el suavizamiento de orden 7 (M-7), las demás figuras están en el Anexo K, de la figura K.1 a K.16.

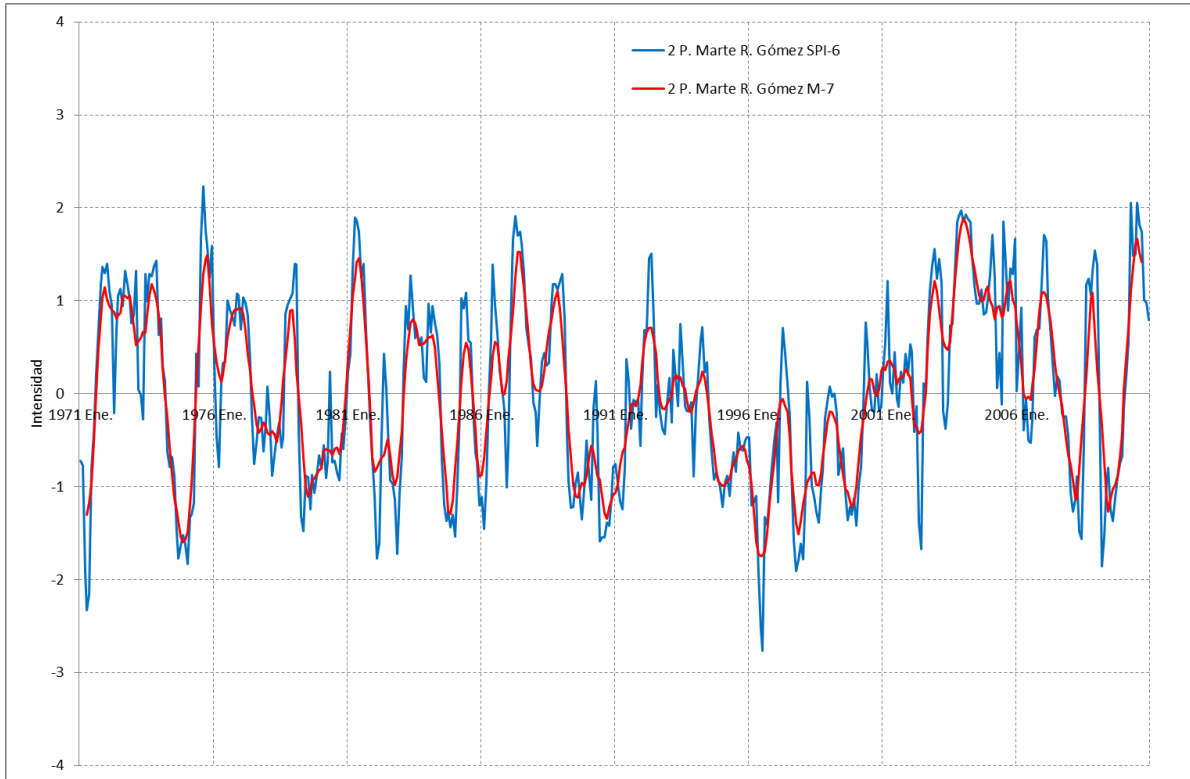


Figura K.2 Subcuenca P. Marte R. Gómez, la serie de color azul son las intensidades del SPI-6 y la serie de color rojo es el suavizamiento de orden 7 (M-7).

Por otro lado nuestras series SPI-6 y SPI-12 llegan hasta Diciembre del 2010, no cuentan con datos de Enero del 2011, por lo cual no podemos saber cuánto lloverá ese mes, ni cuál será la intensidad. Sin embargo, analizando la subcuenca P. Marte R. Gómez para la serie SPI-6, e ir viendo el suavizamiento empieza a decrecer a partir de julio del 2010, una vez que alcanzo una intensidad crítica positiva de 1.66, dicho suavizamiento llega hasta Septiembre del 2010 el cual es de 1.41, lo que va indicando la tendencia a decrecer, por otro lado en la serie SPI-6 en el mes de Diciembre del 2010 no llovió y la intensidad generada por el Índice de Precipitación Estandarizado es de 0.79, de seguir sin llover el mes de Enero y que la intensidad llegara a 0.5, conjuntamente viendo la tendencia de los datos suavizados, nos daría la pauta de alertarnos, que para los meses posteriores del 2011 entre en sequía nuestra subcuenca, ver tabla 5.15.



Tabla 5.15 Período (Enero del 2010 a Diciembre del 2010) de la subcuenca P. Marte R. Gómez, para la serie SPI-6 y el suavizamiento M-7.

Año-Mes	SPI-6	M-7
2010 Ene.	-0.16	0.04
Feb.	0.18	0.38
Mar.	0.55	0.70
Abr.	2.05	1.09
May.	1.48	1.38
Jun.	1.5	1.60
Jul.	2.05	1.66
Ago.	1.82	1.51
Sep.	1.74	1.41
Oct.	1.01	
Nov.	0.98	
Dic.	0.79	



Se procedió a determinar las frecuencias de ES-0, PS-1, PS-2 y PS-3 y las duraciones de PS-1, PS-2 y PS-3, para cada subcuenca y las series SPI-6 y SPI-12, ver tablas 5.16 y 5.17.

Tabla 5.16 Frecuencias y duraciones de los períodos de sequías cortas y largas suavizadas para SPI-6.

Subcuenca	Frecuencia	Clasificación	Duración Promedio (Meses)	Mín. (Meses)	Máx. (Meses)
1	19	ES-0			
	14	PS-1	8.4	3.00	17.00
	3	PS-2	19.3	15.00	23.00
	2	PS-3	38.5	38.00	39.00
2	16	ES-0			
	11	PS-1	7.0	1.00	14.00
	1	PS-2	16.0	16.00	16.00
	4	PS-3	34.8	13.00	71.00
3	15	ES-0			
	8	PS-1	11.9	6.00	16.00
	3	PS-2	14.0	13.00	15.00
	4	PS-3	32.3	18.00	40.00
4	16	ES-0			
	11	PS-1	8.6	2.00	15.00
	1	PS-2	34.0	34.00	34.00
	4	PS-3	27.3	12.00	43.00
5	14	ES-0			
	7	PS-1	9.3	5.00	14.00
	3	PS-2	16.3	6.00	32.00
	4	PS-3	32.5	15.00	61.00
6	22	ES-0			
	15	PS-1	7.4	3.00	15.00
	4	PS-2	15.5	13.00	22.00
	3	PS-3	26.0	16.00	40.00
7	16	ES-0			
	10	PS-1	5.6	2.00	12.00
	4	PS-2	23.8	11.00	38.00
	2	PS-3	28.5	15.00	42.00
8	15	ES-0			
	10	PS-1	8.6	3.00	13.00
	1	PS-2	15.0	15.00	15.00
	4	PS-3	32.5	17.00	43.00

Nota:

ES-0; Indica el período cuando sale de sequía, es decir; la intensidad esta normal (intensidad positiva) baja de 0.5 a 0 y entra en sequía (intensidad negativa), después sube de -0.5 a 0 y pasa a normal (intensidad positiva).

PS-1; Indica el período corto de sequía que alcanza un pico crítico (intensidad negativa) y sale de la sequía (intensidad positiva).

PS-2; Indica el período corto de sequía que alcanza dos picos críticos negativos (intensidad Negativa) y sale de la sequía (intensidad positiva).

PS-3; Indica el período largo que alcanza más de tres picos críticos negativos (intensidad Negativa) y sale de la sequía (intensidad positiva).



Tabla 5.17 Frecuencias y duraciones de los períodos de sequías cortas y largas suavizadas SPI-12.

Subcuenca	Frecuencia	Clasificación	Duración Promedio (Meses)	Mín. (Meses)	Máx. (Meses)
1	12	ES-0			
	6	PS-1	10.2	2.00	17.00
	4	PS-2	23.8	19.00	35.00
	2	PS-3	41.5	31.00	52.00
2	10	ES-0			
	6	PS-1	10.3	3.00	15.00
	1	PS-2	20.0	20.00	20.00
	3	PS-3	50.7	27.00	94.00
3	13	ES-0			
	6	PS-1	11.5	1.00	17.00
	4	PS-2	12.0	7.00	17.00
	3	PS-3	47.3	30.00	56.00
4	11	ES-0			
	7	PS-1	10.6	2.00	15.00
	0	PS-2	---	---	---
	4	PS-3	38.0	17.00	79.00
5	12	ES-0			
	8	PS-1	10.4	1.00	15.00
	2	PS-2	33.5	32.00	35.00
	2	PS-3	39.0	17.00	61.00
6	14	ES-0			
	9	PS-1	9.6	1.00	19.00
	1	PS-2	26.0	26.00	26.00
	4	PS-3	34.5	23.00	50.00
7	9	ES-0			
	5	PS-1	10.2	6.00	14.00
	1	PS-2	27.0	27.00	27.00
	3	PS-3	42.3	17.00	87.00
8	10	ES-0			
	5	PS-1	8.8	1.00	14.00
	2	PS-2	23.0	15.00	31.00
	3	PS-3	50.0	22.00	101.00

Nota:

ES-0; Indica el período cuando sale de sequía, es decir; la intensidad esta normal (intensidad positiva) baja de 0.5 a 0 y entra en sequía (intensidad negativa), después sube de -0.5 a 0 y pasa a normal (intensidad positiva).

PS-1; Indica el período corto de sequía que alcanza un pico crítico (intensidad negativa) y sale de la sequía (intensidad positiva);

PS-2; Indica el período corto de sequía que alcanza dos picos críticos negativos (intensidad Negativa) y sale de la sequía (intensidad positiva);

PS-3; Indica el período largo que alcanza más de tres picos críticos negativos (intensidad Negativa) y sale de la sequía (intensidad positiva).

Se procedió a determinar las probabilidades de PS-1, PS-2 y PS-3 por cada subcuenca para las series de SPI-6 y SPI-12, con lo que se determinó; para el SPI-6 la primera clasificación (PS-1) se encuentra entre 50% y 74%, pero si juntamos la clasificación (PS-1 y PS-2) oscilan entre 71%



al 88%. Para el SPI-12 anda la primera clasificación (PS-1) entre 46% y 67%, peso si juntamos la clasificación (PS-1 y PS-2) oscila entre 64% y 83%, ver tablas 5.18 y 5.19.

Tabla 5.18 Probabilidades de las sequías cortas y largas suavizadas, por subcuenca para SPI-6.

1 R. San Miguel				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	14	14	74%	74%
PS-2	3	17	16%	89%
PS-3	2	19	11%	100%
Total	19		100%	
2 P. Marte R. Gómez				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	11	11	69%	69%
PS-2	1	12	6%	75%
PS-3	4	16	25%	100%
Total	16		100%	
3 R. Salinas				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	8	8	53%	53%
PS-2	3	11	20%	73%
PS-3	4	15	27%	100%
Total	15		100%	
4 R. San Juan				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	11	11	69%	69%
PS-2	1	12	6%	75%
PS-3	4	16	25%	100%
Total	16		100%	
5 R. Pesquería				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	7	7	50%	50%
PS-2	3	10	21%	71%
PS-3	4	14	29%	100%
Total	14		100%	
6 R. Monterrey				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	15	15	68%	68%
PS-2	4	19	18%	86%
PS-3	3	22	14%	100%
Total	22		100%	
7 R. Ramos				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	10	10	63%	63%
PS-2	4	14	25%	88%
PS-3	2	16	13%	100%
Total	16		100%	
8 R. Pílon				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	10	10	67%	67%
PS-2	1	11	7%	73%
PS-3	4	15	27%	100%
Total	15		100%	



Tabla 5.19 Probabilidades de las sequías cortas y largas suavizadas, por subcuenca para SPI-12.

1 R. San Miguel				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	6	6	50%	50%
PS-2	4	10	33%	83%
PS-3	2	12	17%	100%
Total	12		100%	
2 P. Marte R. Gómez				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	6	6	60%	60%
PS-2	1	7	10%	70%
PS-3	3	10	30%	100%
Total	10		100%	
3 R. Salinas				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	6	6	46%	46%
PS-2	4	10	31%	77%
PS-3	3	13	23%	100%
Total	13		100%	
4 R. San Juan				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	7	7	64%	64%
PS-2	0	---	---	---
PS-3	4	11	36%	100%
Total	11		100%	
5 R. Pesquería				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	8	8	67%	67%
PS-2	2	10	17%	83%
PS-3	2	12	17%	100%
Total	12		100%	
6 R. Monterrey				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	9	9	64%	64%
PS-2	1	10	7%	71%
PS-3	4	14	29%	100%
Total	14		100%	
7 R. Ramos				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	5	5	56%	56%
PS-2	1	6	11%	67%
PS-3	3	9	33%	100%
Total	9		100%	
8 R. Pilón				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	5	5	50%	50%
PS-2	2	7	20%	70%
PS-3	3	10	30%	100%
Total	10		100%	

Al manejar los datos anteriores a nivel cuenca ver tabla 5.20 y 5.21, se determinan las frecuencias de PS-1, PS-2 y PS-3 y las duraciones de PS-1, PS-2 y PS-3, para las series SPI-6 y SPI-12.

Tabla 5.20 Frecuencia y duración de los períodos de sequías cortas y largas suavizadas en la cuenca del río San Juan SPI-6.

Clasificación	Frecuencia	Duración Promedio (Meses)	Mín. (Meses)	Máx. (Meses)
PS-1	86	8.3	1.00	17.00
PS-2	20	19.2	6.00	38.00
PS-3	27	31.5	12.00	71.00

Tabla 5.21 Frecuencia y duración de los períodos de sequías cortas y largas suavizadas en la cuenca del río San Juan SPI-12.

Clasificación	Frecuencia	Duración Promedio (Meses)	Mín. (Meses)	Máx. (Meses)
PS-1	52	10.2	1.00	19.00
PS-2	15	23.6	7.00	35.00
PS-3	24	42.9	17.00	101.00

Se determinaron las probabilidades de PS-1, PS-2 y PS-3 para la cuenca del río San Juan, para las series de SPI-6 y SPI-12, ver tabla 5.22 y 5.23.

Tabla 5.22 Probabilidades de los períodos de sequías cortas y largas suavizadas para la cuenca del río San Juan SPI-6.

Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	86	86	64.7%	64.7%
PS-2	20	106	15.0%	79.7%
PS-3	27	133	20.3%	100%
Total	133		100%	

Tabla 5.23 Probabilidades de los períodos de sequías cortas y largas suavizadas para la cuenca del río San Juan SPI-12.

Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	52	52	57.1%	57.1%
PS-2	15	67	16.5%	73.6%
PS-3	24	91	26.4%	100%
Total	91		100%	

En las tablas 5.22 y 5.23 podemos determinar que la clasificación PS-1 para la serie SPI-6 tiene una buena probabilidad para darle seguimiento a la sequía y así podernos dar cuenta de que tenemos un 64.7% de que salga de ese período corto, y una 15% adicional de que pase a la otra clasificación PS-2 y un 20.3% de que pase a un período largo PS-3 el cual no sabremos cuanto durara pero en la tabla 5.20 se registró un máximo de 71 meses. Para la serie SPI-12 la clasificación PS-1 tiene una buena probabilidad para darle seguimiento a la sequía y así podernos dar cuenta de que tenemos un 57.1% de que salga de ese período corto, y una 16.5% adicional de que pase a la otra clasificación PS-2 y un 26.4 % de que pase a un período largo PS-3 el cual no sabremos cuanto durara pero en la tabla 5.21 se registró un máximo de 101 meses.



Se realizó el mismo procedimiento de los períodos de sequía, pero ahora para períodos de humedad. Se determinaron las frecuencias de ES-0, PS-1, PS-2 y PS-3 y las duraciones de PS-1, PS-2 y PS-3, para cada subcuenca y las series SPI-6 y SPI-12, ver tablas 5.24 y 5.25.

, Tabla 5.24 Frecuencia y duración de los períodos húmedos cortos y largos suavizados para SPI-6.

Subcuenca	Frecuencia	Clasificación	Duración Promedio (Meses)	Mín. (Meses)	Máx. (Meses)
1	19	ES-0			
	15	PS-1	8.9	2.00	19.00
	4	PS-2	18.5	13.00	23.00
	0	PS-3	---	---	---
2	16	ES-0			
	9	PS-1	7.2	4.00	12.00
	4	PS-2	18.5	6.00	27.00
	3	PS-3	30.0	15.00	44.00
3	15	ES-0			
	11	PS-1	7.6	4.00	13.00
	2	PS-2	26.0	19.00	33.00
	2	PS-3	31.0	24.00	38.00
4	16	ES-0			
	10	PS-1	7.3	1.00	12.00
	3	PS-2	20.0	16.00	25.00
	3	PS-3	29.7	15.00	44.00
5	14	ES-0			
	8	PS-1	8.0	6.00	10.00
	4	PS-2	19.5	13.00	27.00
	2	PS-3	38.0	33.00	43.00
6	22	ES-0			
	20	PS-1	8.4	1.00	18.00
	2	PS-2	20.5	12.00	29.00
	0	PS-3	---	---	---
7	16	ES-0			
	10	PS-1	8.8	2.00	15.00
	1	PS-2	19.0	19.00	19.00
	5	PS-3	28.2	15.00	43.00
8	15	ES-0			
	8	PS-1	7.4	4.00	12.00
	3	PS-2	18.7	12.00	28.00
	4	PS-3	27.8	14.00	44.00

Nota:

ES-0; Indica el período cuando entra en sequía, es decir; la intensidad esta normal (intensidad positiva) baja de 0.5 a 0 y entra en sequía (intensidad negativa), después sube de -0.5 a 0 y pasa a normal (intensidad positiva).

PS-1; Indica el período corto de humedad que alcanza un pico crítico (intensidad positiva) y baja hasta entrar en sequía (intensidad negativa).

PS-2; Indica el período corto de humedad que alcanza dos picos críticos (intensidad positiva) y baja hasta entrar en sequía (intensidad negativa).

PS-3; Indica el período largo de humedad que alcanza dos o más picos críticos (intensidad positiva) y baja hasta entrar en sequía (intensidad negativa).



Tabla 5.25 Frecuencia y duración de los períodos húmedos cortos y largos suavizados SPI-12.

Subcuenca	Frecuencia	Clasificación	Duración Promedio (Meses)	Mín. (Meses)	Máx. (Meses)
1	12	ES-0			
	7	PS-1	10.7	3.00	21.00
	3	PS-2	25.0	11.00	33.00
	2	PS-3	35.5	34.00	37.00
2	10	ES-0			
	4	PS-1	11.8	10.00	13.00
	3	PS-2	23.0	10.00	33.00
	3	PS-3	37.7	15.00	65.00
3	13	ES-0			
	10	PS-1	11.7	2.00	27.00
	2	PS-2	25.0	11.00	39.00
	1	PS-3	41.0	41.00	41.00
4	11	ES-0			
	6	PS-1	10.0	1.00	14.00
	4	PS-2	24.5	9.00	32.00
	1	PS-3	77.0	77.00	77.00
5	12	ES-0			
	7	PS-1	11.7	4.00	28.00
	3	PS-2	20.0	10.00	35.00
	2	PS-3	47.0	46.00	48.00
6	14	ES-0			
	9	PS-1	13.0	7.00	18.00
	4	PS-2	14.3	7.00	33.00
	1	PS-3	31.0	31.00	31.00
7	9	ES-0			
	3	PS-1	14.3	13.00	15.00
	3	PS-2	25.7	11.00	33.00
	3	PS-3	44.7	30.00	58.00
8	10	ES-0			
	8	PS-1	15.4	9.00	28.00
	0	PS-2	---	---	---
	2	PS-3	46.5	34.00	59.00

Nota:

ES-0; Indica el período cuando entra en sequía, es decir; la intensidad esta normal (intensidad positiva) baja de 0.5 a 0 y entra en sequía (intensidad negativa), después sube de -0.5 a 0 y pasa a normal (intensidad positiva).

PS-1; Indica el período corto de humedad que alcanza un pico crítico (intensidad positiva) y baja hasta entrar en sequía (intensidad negativa).

PS-2; Indica el período corto de humedad que alcanza dos picos críticos (intensidad positiva) y baja hasta entrar en sequía (intensidad negativa).

PS-3; Indica el período largo de humedad que alcanza dos o más picos críticos (intensidad positiva) y baja hasta entrar en sequía (intensidad negativa).



Se procedió a determinar las probabilidades de PS-1, PS-2 y PS-3 por cada subcuenca para las series de SPI-6 y SPI-12, con lo que se determinó; para el SPI-6 la primera clasificación (PS-1) se encuentra entre 53% y 91%, pero si juntamos la clasificación (PS-1 y PS-2) oscilan entre 69% al 100%. Para el SPI-12 anda la primera clasificación (PS-1) entre 33% y 80%, peso si juntamos la clasificación (PS-1 y PS-2) oscila entre 67% y 92%, ver tablas 5.26 y 5.27.

Tabla 5.26 Probabilidades de los períodos húmedos cortos y largos suavizados, por subcuenca para SPI-6.

1 R. San Miguel				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	15	15	79%	79%
PS-2	4	19	21%	100%
PS-3	---	---	---	---
Total	19		100%	
2 P. Marte R. Gómez				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	9	9	56%	56%
PS-2	4	13	25%	81%
PS-3	3	16	19%	100%
Total	16		100%	
3 R. Salinas				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	11	11	73%	73%
PS-2	2	13	13%	87%
PS-3	2	15	13%	100%
Total	15		100%	
4 R. San Juan				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	10	10	63%	63%
PS-2	3	13	19%	81%
PS-3	3	16	19%	100%
Total	16		100%	
5 R. Pesquería				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	8	8	57%	57%
PS-2	4	12	29%	86%
PS-3	2	14	14%	100%
Total	14		100%	
6 R. Monterrey				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	20	20	91%	91%
PS-2	2	22	9%	100%
PS-3	---	---	---	---
Total	22		100%	
7 R. Ramos				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	10	10	63%	63%
PS-2	1	11	6%	69%
PS-3	5	16	31%	100%
Total	16		100%	
8 R. Pilón				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	8	8	53%	53%
PS-2	3	11	20%	73%
PS-3	4	15	27%	100%
Total	15		100%	



Tabla 5.27 Probabilidades de los períodos húmedos cortos y largos suavizados, por subcuenca para SPI-12.

1 R. San Miguel				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	7	7	58%	58%
PS-2	3	10	25%	83%
PS-3	2	12	17%	100%
Total	12		100%	
2 P. Marte R. Gómez				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	4	4	40%	40%
PS-2	3	7	30%	70%
PS-3	3	10	30%	100%
Total	10		100%	
3 R. Salinas				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	10	10	77%	77%
PS-2	2	12	15%	92%
PS-3	1	13	8%	100%
Total	13		100%	
4 R. San Juan				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	6	6	55%	55%
PS-2	4	10	36%	91%
PS-3	1	11	9%	100%
Total	11		100%	
5 R. Pesquería				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	7	7	58%	58%
PS-2	3	10	25%	83%
PS-3	2	12	17%	100%
Total	12		100%	
6 R. Monterrey				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	9	9	64%	64%
PS-2	4	13	29%	93%
PS-3	1	14	7%	100%
Total	14		100%	
7 R. Ramos				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	3	3	33%	33%
PS-2	3	6	33%	67%
PS-3	3	9	33%	100%
Total	9		100%	
8 R. Pilon				
Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	8	8	80%	80%
PS-2	0	---	---	---
PS-3	2	10	20%	100%
Total	10		100%	

Al manejar los datos anteriores a nivel cuenca ver tabla 5.28 y 5.29, se determinan las frecuencias de ES-0, PS-1, PS-2 y PS-3 y las duraciones de PS-1, PS-2 y PS-3, para las series SPI-6 y SPI-12.



Tabla 5.28 Frecuencia y de los períodos húmedos cortos y largos suavizados en la cuenca del río San Juan SPI-6.

Clasificación	Frecuencia	Duración Promedio (Meses)	Mín. (Meses)	Máx. (Meses)
PS-1	91	8.0	1.00	19.00
PS-2	23	20.1	6.00	33.00
PS-3	19	30.8	14.00	44.00

Tabla 5.29 Frecuencia y duración de los períodos húmedos cortos y largos suavizados en la cuenca del río San Juan SPI-12.

Clasificación	Frecuencia	Duración Promedio (Meses)	Mín. (Meses)	Máx. (Meses)
PS-1	54	12.3	1.00	28.00
PS-2	22	22.5	7.00	39.00
PS-3	15	45.0	15.00	77.00

Se determinaron las probabilidades de PS-1, PS-2 y PS-3 para la cuenca del río San Juan, para las series de SPI-6 y SPI-12, ver tabla 5.30 y 5.31.

Tabla 5.30 Probabilidades de los períodos húmedos cortos y largos suavizados para la cuenca del río San Juan SPI-6.

Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	91	91	68.4%	68.4%
PS-2	23	114	17.3%	85.7%
PS-3	19	133	14.3%	100%
Total	133		100%	

Tabla 5.31 Probabilidades de los períodos húmedos cortos y largos suavizados para la cuenca del río San Juan SPI-12.

Clasificación	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
PS-1	54	54	59.3%	59.3%
PS-2	22	76	24.2%	83.5%
PS-3	15	91	16.5%	100%
Total	91		100%	

En las tablas 5.30 y 5.31 podemos determinar que la clasificación PS-1 para la serie SPI-6 tiene una buena probabilidad para darle seguimiento a los períodos de humedad y así podemos dar cuenta de cuando entra en sequía con un 68.4% en un período corto, un 17.3% adicional de que pase a la otra clasificación PS-2 y un 14.3% de que pase a un período largo de humedad (PS-3). Para la serie SPI-12 la clasificación PS-1 tiene casi una buena probabilidad para darle seguimiento a los períodos de humedad y así podemos dar cuenta cuando entra en sequía con 59.3% de que salga de ese período corto, un 24.2% de que pase a la otra clasificación PS-2 y un 16.5 % de que pase a un período largo de humedad (PS-3).



6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones.

Al caracterizar para cada mes las intensidades mediante el uso del IPE y tomando el valor más crítico para clasificarla, se determinaron las duraciones en cuartiles para ambas series (SPI-6 y SPI-12), para el cuartil Q1 a 25% la duración de la sequía pequeña fue de 2 meses para ambas series, sin embargo en los cuartiles Q2, Q3 y Q4, la serie SPI-6 tiene menores duraciones que la serie SPI-12, esto es debido a que una usa un acumulado de 6 meses y la otra de 12, por lo tanto la serie SPI-12 presenta duraciones más largas de las sequías que el SPI-6, ver tabla 4.7.

Con respecto a las frecuencias de los anteriores períodos presentan un gran número de ellas para la intensidad de -1 con 54.6% para SPI-6 y 55.6% para SPI-12, después le sigue la intensidad de -2 con 36.2% y 38.3%, posteriormente se presentan menos frecuencias de las intensidades de -3 con 8.9% y 6.2%, finalmente para la intensidad de -4 solo se llegó a presentar en la escala de SPI-6 con una frecuencia de 0.3%, por lo tanto entre más pequeña sea la escala SPI-6, las intensidades de -3 y -4 se presentaran con mayor frecuencia que si fuera una escala mayor como SPI-12, esto es debido a que se presentaron 293 intensidades totales para la escala de SPI-6 en comparación con 162 intensidades para la escala de SPI-12, con lo cual existen mayor variabilidad de intensidades de SPI-6 que la de SPI-12, ver tabla 4.8.

Se clasificaron los períodos de las sequías en 12,12-24,24-36,36-48,48-60 y más de 60 meses para los SPI-6 y SPI-12, en base a esos períodos se determinó la probabilidad condicional de las intensidades, que se presentan en cada uno de los períodos, llegando a la conclusión de que las sequías menores o iguales a 12 y 24 meses son más recurrentes, y por lo general las sequías tienen intensidades de -1 y -2, pero cuando los períodos son mayores a 24 meses, abarcan intensidades más extremas como -3 y -4, ver tabla 5.7 y 5.8.

Los umbrales para la alerta son las intensidades de -1,-2,-3 y -4, con lo cual se determinó las probabilidades de cambio en las intensidades de -1 a -2, las cuales son casi similares para el SPI-6 es 58% y de SPI-12 es 57%, para las intensidades de cambio de -1 a -3 existen una probabilidad de 12% para SPI-6 y 9 % para SPI-12, para las intensidades de cambio de -2 a -3 existe 27% para SPI-6 y 35% para SPI-12, finalmente existen una probabilidad de cambio de -2 a -4 de 3% solamente para el SPI-6. Concluyendo que a menor escala (SPI-6) existen mayores variaciones en las intensidades de las sequías, por lo cual resulta mejor para caracterización de ellas que el SPI-12, ver tabla 5.11 y 5.12.

Se determinaron los porcentajes de las intensidades de todos los períodos de sequías para las series SPI-6 y SPI-12, los cuales fueron 14 y 10 respectivamente, ver tabla 6.1 y 6.2

Tabla 6.1 Porcentaje de intensidades por subcuenca de todos los períodos de sequías para SPI-6.

Intensidades	R. San Miguel	P. Marte R. Gómez	R. Salinas	R. San Juan	R. Pesquería	R. Monterrey	R. Ramos	R. Pilón
-1	21%	21%	21%	21%	36%	14%	29%	29%
-2	64%	64%	64%	50%	43%	57%	43%	43%
-3	14%	14%	14%	29%	21%	21%	29%	29%
-4	---	---	---	---	---	7%	---	---



Para el SPI-6, curiosamente las tres primeras subcuencas tienen el mismo porcentaje de las intensidades, la subcuenca más crítica es la del río Monterrey ya que presenta una intensidad de -4, la cual fue de Agosto del 2005-Agosto del 2008. Seguidas en grado de severidad las subcuenca San Juan, R. Ramos y R. Pílon, ya que cuentan en su mayoría con mayores porcentajes de intensidades de -3.

Tabla 6.2 Porcentaje de Intensidades por subcuenca de todos los periodos de sequías para SPI-12.

Intensidades	R. San Miguel	P. Marte R. Gómez	R. Salinas	R. San Juan	R. Pesquería	R. Monterrey	R. Ramos	R. Pílon
-1	40%	10%	20%	20%	20%	50%	50%	20%
-2	50%	70%	80%	60%	70%	30%	40%	70%
-3	10%	20%	---	20%	10%	20%	10%	10%
-4	---	---	---	---	---	---	---	---

Para el SPI-12, la subcuenca más crítica es la P. Marte R. Gómez, ya que tiene el 20% de intensidades con -3 y el 70% de -2, seguido por las subcuencas R. San Juan y R. Pesquería ya que tiene mayores porcentajes de intensidades de -2 y -3 que -1, sin dejar la subcuenca del R. Monterrey que tiene un 20% de sus sequías con -3.

Se observa que la cuenca del río San Juan constantemente presenta sequías, en los 40 años analizados (1971-2010), por lo cual es necesario contar con un indicador de riesgo temprano de sequía.

El suavizamiento genera una mejor apreciación de nuestras intensidades generadas mensualmente, con lo cual observamos cuando entra y sale de sequía, por lo que se generaron las siguientes tablas; tabla 6.3 para los periodos húmedos en la cuenca del río San Juan y la tabla 6.4 para los periodos de sequía en dicha cuenca.

Tabla 6.3 Periodos de humedad con los datos suavizados en la cuenca del río San Juan.

IPE	Clasificación	Mín. (Meses)	Máx. (Meses)	Duración Promedio (Meses)	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
SPI-6	PS-1	1	19	8.0	68.4%	68.4%
	PS-2	6	33	20.1	17.3%	85.7%
	PS-3	14	44	30.8	14.3%	100.0%
SPI-12	PS-1	1	28	12.3	59.3%	59.3%
	PS-2	7	39	22.5	24.2%	83.5%
	PS-3	15	77	45.0	16.5%	100.0%

Nota:

PS-1; Indica el período corto de humedad que alcanza un pico crítico (intensidad positiva) y baja hasta entrar en sequía (intensidad negativa).

PS-2; Indica el período corto de humedad que alcanza dos picos críticos (intensidad positiva) y baja hasta entrar en sequía (intensidad negativa).

PS-3; Indica el período largo de humedad que alcanza dos o más picos críticos (intensidad positiva) y baja hasta entrar en sequía (intensidad negativa).

Para la tabla 6.3, se determinó que la serie de SPI-6 tiene una probabilidad de alerta temprana de 68.4%, para que un período de humedad corto (PS-1) entre en sequía, una probabilidad de 17.3% para que se presente el otro período corto (PS-2), pero al juntar ambos período nos genera una probabilidad acumulada de 85.7%, con lo cual tenemos una buena alerta para determinar cuándo nuestra cuenca entrara en sequía. Sin embargo para el período largo (PS-3), tenemos una probabilidad de 14.3% de que ocurra, este período, resulta muy variante y crítico



el cual podemos saber que puede llegar a durar hasta 44 meses. Resulta mejor la serie de SPI-6 para alertarnos de cuando la cuenca puede entrar en sequía que la de SPI-12, debido a que tiene mejores probabilidades.

Tabla 6.4 Períodos de sequías con los datos suavizados en la cuenca del río San Juan.

IPE	Clasificación	Mín. (Meses)	Máx. (Meses)	Duración Promedio (Meses)	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
SPI-6	PS-1	1	17	8.3	64.7%	64.7%
	PS-2	6	38	19.2	15.0%	79.7%
	PS-3	12	71	31.5	20.3%	100.0%
SPI-12	PS-1	1	19	10.2	57.1%	57.1%
	PS-2	7	35	23.6	16.5%	73.6%
	PS-3	17	101	42.9	26.4%	100.0%

Nota:

PS-1; Indica el período corto de sequía que alcanza un pico crítico (intensidad negativa) y sale de la sequía (intensidad positiva);

PS-2; Indica el período corto de sequía que alcanza dos picos críticos negativos (intensidad Negativa) y sale de la sequía (intensidad positiva);

PS-3; Indica el período largo que alcanza más de tres picos críticos negativos (intensidad Negativa) y sale de la sequía (intensidad positiva).

Para la tabla 6.4, se determinó que la serie SPI-6 tiene una probabilidad de alerta temprana, que nuestra cuenca salga de la sequía para un período corto (PS-1) de 64.7%, una probabilidad de 15% de que pase al otro período corto (PS-2), con lo cual al juntar dichos período tenemos una probabilidad acumulada de 79.7% con lo cual tenemos una mejor alerta de que nuestra cuenca salga de la sequía. No obstante para el período largo (PS-3), tenemos una probabilidad de 20.3% que nuestra sequía entre en un período de gran variabilidad, de lo cual podemos saber que presenta un mínimo de 12 meses y un máximo de 71 meses.

Resulta mejor la serie de SPI-6 como indicador de riesgo temprano de sequías que el SPI-12, debido a que tiene mejores probabilidades.



6.2 Recomendaciones.

Es necesario realizar análisis de caracterización a nivel subcuenca mediante el uso del Índice de Precipitación Estandarizado para las escalas de tiempo de SPI-6 y SPI-12, determinando así la intensidad con la que se presentan las sequías en un período de tiempo. Además utilizar como herramienta el IPE como indicador de riesgo temprano de sequías, el cual nos permitirá tener una mejor reacción hacia un posible evento de sequía.

Al manejarlo a nivel subcuenca se obtiene un mejor panorama del comportamiento de las sequías en toda la cuenca, ya que en una determinada área no llueve lo mismo que en la otra. Los períodos de sequías afectan tanto las actividades socio-económico como el medio ambiente, generando así un estrés hídrico, debido a la constante demanda de agua de los distintos sectores, tales como; servicios, agricultura, industria y el consumo doméstico, con lo que día a día la República Mexicana se ve afectada por dicho déficit.

El uso del IPE, ayudará a tener una mejor toma de decisiones para dicha región afectada por la sequía, como la creaciones de planes emergentes contra la sequía, como actualmente están en desarrollo el Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE) y la construcción de infraestructura hidráulica como la rehabilitación de pozos o un uso sustentable del agua en los distritos de riego, etcétera, lo cual no ayudara a mitigar los efectos de las sequías.

Se recomienda continuar haciendo con este tipo de análisis y obtener mejores técnicas, que nos permitan obtener mayores probabilidades de confiabilidad de las que se generaron en este trabajo, logrando así un menor margen de error.



BIBLIOGRAFÍA.

- Abramowitz, M. y A. Stegun (1965), Handbook of mathematical functions, New York: Dover Publications.
- ACAN – Agencia Centroamericana de Noticias (2006). “Anuncian creación de Sistema de Alerta Temprana para Centro América” <<http://www.radiolaprimerisima.com/noticias/5751>> Visitado 07-Octubre-2011.
- Aparicio M. F.J. (2009) “Fundamentos de Hidrología de Superficie”, Editorial LIMUSA, México. Págs. 151-152, 275-279, 288.
- Arce E. (2010) “Paraguay se enfrenta a "larga y costosa" sequía”, BBC Mundo <http://www.bbc.co.uk/mundo/america_latina/2010/09/100916_paraguay_sequia_indigenas_crecimiento_fp.shtml > Visitado 16-Septiembre-2011.
- CILA – Comisión Internacional de Límites y Aguas (1944). “Tratado entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de América de la distribución de las aguas internacionales de los Ríos Colorado, Tijuana y Bravo, desde Fort Quitman, Texas, hasta el Golfo de México” 3 de Febrero. Washington D.C.
- CILA – Comisión Internacional de Límites y Aguas (2001). “Acta 307: Cobertura parcial del déficit en la aportación de los tributarios Mexicanos del Río Bravo entre Fort Quitman y la Presa Falcón” 16 de Marzo, Washington D.C.
- CILA – Comisión Internacional de Límites y Aguas (2002). “Acta 308: Asignación de a Estados Unidos de aguas del Río Bravo durante el último año del ciclo actual” 28 de Junio. Ciudad Juárez, Chihuahua, México.
- CILA – Comisión Internacional de Límites y Aguas (2003). “Acta 309: Volúmenes de agua ahorrados con los proyectos de modernización y tecnificación de los distritos de riego en la cuenca del Río Conchos y medidas para su conducción hacia el Río Bravo” 3 de Julio, El Paso, Texas.
- CONABIO – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2011) “Portal de Geoinformación” <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/hidro/chidro/rh250kgw> Visitado 03-Noviembre-2011
- CONAGUA – Comisión Nacional del Agua (2011) “Subregiones Hidrológicas” <http://siga.cna.gob.mx/Vector/Sub_reghidro/DataBaseSubRegHidro.htm> visitado 01-Noviembre-2011.
- CONAGUA – Comisión Nacional del Agua (2012) “Metadatos de la cuenca del río San Juan” Subgerencia de Información Geográfica del Agua (SIGA), México D.F.
- CONAGUA – Comisión Nacional del Agua (2013) “Centro de Investigación sobre la Sequía” <http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=article&id=1149:-centro-de-investigacion-sobre-la-sequia&catid=1311:sequias&Itemid=100155 > Visitado 01-Junio-2013.
- CONAGUA – SEMARNAT Comisión Nacional del Agua y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2006). “Programa Hídrico Visión 2030 del Organismo de Cuenca” Diciembre 2006, México.
- CONAGUA – SEMARNAT Comisión Nacional del Agua y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2011) “Libro de estadísticas del agua en México, edición 2011” marzo 2011, México D.F.
- Cruz S. (2013) “Medición de Intervalos y Regla de Sturges.” <<http://prezi.com/olc4mvyamvfv/medicion-de-intervalos-y-regla-de-sturges/>> Visitado 19-Junio-2013.
- Devore J. L. (2005) “Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias” Editorial THOMSON, Sexta Edición, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, Págs. 634-652, 58-82.



- Dracup J.A., Lee K.S. y Paulson, Jr., E.G. (1980) "On the statistical characteristics of drought events" *Water Resources Research*, U.S.A. 16 (2). Págs. 289-296.
- Escalante S. C.A. y Reyes C. L. (2005). "Análisis de Sequías Volumen I" Universidad Nacional Autónoma de México, Págs. 49-53.
- Espín S. D. (2010) "La escasez del agua en el mundo: problemas presentes y futuros" <<http://lasequiaenelmundo.blogspot.com/2010/02/la-escasez-de-agua-en-el-mundo.html>> Visitado 07-Octubre-2011.
- Estrada J. (2011) "Intensa sequía en Nuevo León provoca pérdidas millonarias" CNN México <<http://mexico.cnn.com/nacional/2011/06/29/intensa-sequia-en-nuevo-leon-provoca-perdidas-millonarias>> Visitado 07-Octubre-2011.
- Flores L. F.J. y Scott C.A. (1999) "Simulación de alternativas del manejo del Agua en la cuenca del Río San Juan, México" Serie Latinoamericana: No. 9, Instituto Internacional del Manejo del Agua, México D.F.
- Gibbs W. J. y Maher J. V. (1967) "Rainfall deciles as drought indicators" *Bureau of Meteorology Bulletin*, No. 48, Commonwealth of Australia, Melbourne.
- Gómez J.F, Aparicio M. J. y Patiño C. (2010) "Manual de análisis de frecuencia en hidrología" Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México. Págs. 61-67.
- Hayes M. J. (1999) "Drought Indices" Climate Impacts Specialist. National Drought Mitigation Center <<http://www.civil.utah.edu/~cv5450/swsi/indices.htm>> Visitado 07-Octubre-2011.
- Hernández R. A. (2008) "Tesis de caracterización de la sequía meteorológica en los climas áridos, semiáridos y subhúmedos seco en los llanos centro orientales de Venezuela, para el manejo de los recursos hídricos, 2008", Tesis de maestría, Universidad Experimental Politécnica de la fuerza armada centro de investigaciones y postgrado UNEFA-CIP, Págs.40-47.
- INAFED a - Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (2005)" Enciclopedia de los Municipios de México Estado de Nuevo León"< <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/nuevoleon/>> Visitado 23-Noviembre-2011.
- INAFED b - Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (2005)" Enciclopedia de los Municipios de México Estado de Tamaulipas"< <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/tamaulipas/municipios/municipios.htm>> Visitado 23-Noviembre-2011.
- INAFED - Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2010)" Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México Estado de Coahuila."< <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM05coahuila/index.html>> Visitado 23-Noviembre-2011.
- INE - SEMARNAT Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2004)"Cambio climático: una visión desde México" Primera Edición. México D.F. Pág. 309.
- INEGI - Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011) "Volumen de crecimiento; Tasa de crecimiento media anual de la población por entidad federativa, 1990 a 2010"< <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo09&s=est&c=17511>> Visitado 23-Noviembre-2011.



- INEGI a - Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2013) "Marco Geoestadístico Nacional" <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/M_Geoestadistico.aspx> Visitado 14-Mayo-2013.
- INEGI b - Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2012) "Metadatos de la Red Hidrográfica de la cuenca del río San Juan escala 1:50,000, edición 2.0" <<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/Topografia/Descarga.aspx>> Visitado 19-Junio-2013.
- IMTA - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2009) "Las sequías en México" <http://www.imta.gob.mx/index.php?Itemid=80&catid=52:enciclopedia-del-agua&id=177:las-sequias-en-mexico&option=com_content&view=article> Visitado 07-Octubre-2011.
- IMTA - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2013) "Las sequías en México" <http://www.imta.gob.mx/index.php?Itemid=80&catid=52:enciclopedia-del-agua&id=177:las-sequias-en-mexico&option=com_content&view=article> Visitado 18-Junio-2013.
- Linares M. (2013) "La Sequía en la Cuenca del Río Bravo: principios de política" <<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/432/sequia.html>> Visitado 18-Junio-2013.
- NADM - North American Drought Monitor (2011) "North American Drought Monitor Overview" <<http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/nadm/#links>> Visitado 15-Julio-2011.
- NADM a - North American Drought Monitor (2013) "The Standardized Precipitation Index" <<http://drought.unl.edu/portals/0/docs/spi-program-alternative-method.pdf>> Visitado 17-Mayo-2013.
- NADM b - North American Drought Monitor (2013) "Program to Calculate Standardized Precipitation Index" <<http://drought.unl.edu/MonitoringTools/DownloadableSPIProgram.aspx>> Visitado 17-Mayo-2013.
- NDMC - National Drought Mitigation Center (2013) "Types of Drought" <<http://drought.unl.edu/DroughtBasics/TypesofDrought.aspx>> Visitado 18-Junio-2013
- NCDC - National Climatic Data Center (2013) "North American Drought Monitor Indices" <<http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/nadm/indices.php>> Visitado 18-Junio-2013.
- Martínez P. F. (2011). "Efectos del Cambio Climático en los Recursos Hidráulicos de México" Conferencia 1º Encuentro el Posgrado en la Ingeniería Civil, México D.F.
- McKee T.B., N. Doesken y J. Kleist. (1993) "The relationship of drought frequency and duration to time scale". Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, USA.
- Nelson D.L., Vázquez del Mercado A. R., Howie L. y Howie J. (2001) "Descubre una Cuenca: Río Grande/Río Bravo", The Watercourse, Montana State University. Págs. 30-70.
- ONU - Organización de las Naciones Unidas (1994) "Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación en los Países afectados por Sequía Grave o desertificación, en Particular en África" Doc. A/AC.241/15/Rev 17. Paris.
- OMM - Organización Meteorológica Mundial (1992) "Vocabulario Meteorológico Internacional". Publicación No. 182. Ginebra, Suiza.



- Orinoco (2011) "Intensa sequía en China afecta a 35 millones de personas" <<http://www.correodelorinoco.gob.ve/multipolaridad/intensa-sequia-china-afecta-a-35-millones-personas/>> Visitado 07-October-2011.
- Ortega G. D., Rendón P. L., Morales B. I. y Olivares A. R. (2011) "Análisis de las Sequías Hidrológicas en la Cuenca del Río Bravo (Sección Mexicana)" Instituto del Agua del Estado de Nuevo León y Comisión Nacional del Agua. Págs. 41-48.
- Ortega G. D. (2012) "Sequía en Nuevo León: vulnerabilidad, impactos y estrategias de mitigación" Instituto del Agua del Estado de Nuevo León. Apodaca, N.L. Págs. 28, 66.
- Palmer W. C. (1965) "Meteorological Drought" Research Paper No. 45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington, D.C.
- Palmer W. C. (1968) "Keeping track of crop moisture conditions, nationwide: the new Crop Moisture Index" Weatherwise. Págs. 21, 156-161.
- Patiño G. C. and McKinney D.C. (2005) "GIS for Large-Scale Watershed Observational Data Model", Bureau of Engineering Research The University of Texas at Austin J.J. Pickle Research Campus Austin, TX 78712-4497. Pág. 27.
- Primicias Rurales (2009) "La peor sequía argentina de los últimos tiempos amenaza cultivos, ganado y repercute sobre distintas actividades." <<http://www.ruralprimicias.com.ar/noticia-la-peor-sequia-argentina-de-los-ultimos-tiempos-amenaza-cultivos--ganado-y-repercute-sobre-distintas-actividades-1647.php>> Visitado 11-October-2011.
- Rodríguez T. J.A. (2002) "La cuenca del Río Bravo y el Tratado Internacional de Aguas de 1944" CONAGUA, México, D.F. Págs. 1-12.
- Sandoval S.S. (2005). "Modelo de Disponibilidad de Agua Superficial en la Cuenca del Río San Juan" Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, SEPI ESIA Zacatenco, México D.F.
- Sandoval S.S. (2011). "Water Planning and Management for Large Scale River Basins, Case of Study: the Río Grande/Río Bravo Transboundary Basin", Thesis Ph. D., The University of Texas at Austin, USA.
- Sandoval S.S. y McKinney D.C. (2011) "Risk Analysis of the 1944 Treaty between the United States and Mexico for the Rio Grande/Bravo Basin." Proc. EWRI World Environmental and Water Resources Conference, Palm Springs, C.A.
- SARH - Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1980). "Análisis Histórico de las Sequías en México", Documentación de la Comisión del Pan Nacional Hidráulico, México.
- SATCA - Sistema de Alerta Temprana para Centroamérica (2006). "Proyecto de Gestión de Riesgo y Alerta Temprana" <<http://www.satcaweb.org/alertatemprana/inicio/satcaweb.aspx>> visitado 07-October-2011.
- Shafer B. A. y Dezman L. E. (1982) "Development of a Surface Water Supply Index (SWSI) to assess the severity of drought conditions in snowpack runoff areas" Proceedings of the Western Snow Conference. Págs. 164-175.
- SEDUE – Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología (1988). "Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio", México D.F. Pág. 102.
- Stoll N. (2011). "Drought intensity one of the worst" News KXAN, Mayo 8, Texas, Austin.
- Torres M. M. y Barajas M. L.A (2011) "Descripción de la Cuenca Hidrográfica del Río San Juan, Presa La Boca-Presa El Cuchillo, Nuevo León, México " <<http://es.scribd.com/doc/50492932/Descripcion-de-la-Cuenca-Hidrografica-del-Rio-San-Juan-Presa-La-Boca-Presa-el-Cuchillo> > Visitado 03-Noviembre-2011



- Tae W. K., Valdés J.B. and Aparicio M. F.J. (2002) "Frequency and Spatial Characteristics of Droughts in the Conchos River Basin, México" International Water Resources Association, Volumen 27, Numero 3. Págs. 420–430.
- UAT DGIP- Universidad Autónoma de Tamaulipas Dirección General de Investigación y Posgrado. (2008)"Disponibilidad del recurso hídrico para el estado de Tamaulipas"<<http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%203%20numero%202/agua-resultados.htm>> Visitado 30-Noviembre-2011
- Vanguardia (2011) "La peor sequía en 70 años en México" <<http://www.vanguardia.com.mx/lapeorsequiaen70anosenmexico-740923.html>> Visitado 07-Junio-2011.
- Walpole R.E, Myers R.H., Myers S.L., Ye K. (2007)"Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias "Editorial PEARSON, Octava Edición, México. Págs. 194-201.
- Wilhite D. A. and Glantz M. H. (1985) "Understanding the drought phenomenon: The role of definitions." Water International, Págs. 10, 111-120.
- Wilhite D. A. y Svoboda M.D. (2000) "Drought Early Warning Systems in the context of drought preparedness and mitigation." National Drought Mitigation Center, University of Nebraska, USA. Pág. 21.



ANEXO A. Tablas de precipitaciones mensuales completadas.

Tabla A.1 Estación climatológica 5003 precipitación total mensual (milímetros).

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Acumulado	Media	Meses
1970	28	24	2	0	12	139	100	68	62	3	0	0	438	36.5	12
1971	4	0	1	0	28	138	9.7	121	111	50	0	15	477.7	39.8	12
1972	7	1	0.8	57	68	54	175	73	64	33	4	2	538.8	44.9	12
1973	18	11.6	0	6	22	58	34	100	106	21	0	5	381.6	31.8	12
1974	1	0	20	13	16	4	16	28	38	18	11	17	182	15.2	12
1975	10	69	0	1.5	44	291	70.1	88.5	212	8	0	34	828.1	69.0	12
1976	20	0	10	315	203	120	103.9	187	828	81	120.3	322	2310.2	192.5	12
1977	23	2	1	37.5	143	268	448	552	153	75	9	0	1711.5	142.6	12
1978	5	55	0	159	118	51.7	827	610	1085	27	3.2	5.7	2946.6	245.6	12
1979	4	31	39	3	17.8	96.6	44	58	97	0	10	100	500.4	41.7	12
1980	4	19	0	5	8	2	24	40	30	42	21	3	198	16.5	12
1981	65	18	15	62	73	59	19	28	45	42	0	2	428	35.7	12
1982	30	31	56	23	72	21	136	86	41.1	71.5	78.5	90	736.1	61.3	12
1983	16	15	7	0	67	23.5	30	39	26.5	15	2	1	242	20.2	12
1984	72	1	0	0	20.5	40.5	47.5	51	64	65.5	1.5	20	383.5	32.0	12
1985	23.5	11	2.5	12	30.5	4.3	8	0	11	11	2	0	115.8	9.7	12
1986	1	1	1	28	55	46	24	7	104	60	31	49	407	33.9	12
1987	28	36	5	37	69	57	48	55	123	6.4	7	14	485.4	40.5	12
1988	0.33	12.7	2	29	23.5	36	160.5	104	41	0.6	0.5	0	410.13	34.2	12
1989	0	0	0	6	2	8.8	21	38.3	19	6	14	31	146.1	12.2	12
1990	6	20	9	9	41	17	71	41	64	28	1	0	307	25.6	12
1991	2	0	0	0	0	0	5.5	0	53	3.5	2	34	100	8.3	12
1992	72.3	7	13.5	12	72	2	79	36	47	0	18	20	378.8	31.6	12
1993	5	4	4	0	18	133	27	89	60	10	10	5	365	30.4	12
1994	0	0	7	26	0	14	38	9	10	30	0	15	149	12.4	12
1995	5	3	0	0	3	10	20	95	23	18	0	13	190	15.8	12
1996	0	0	0	2	16	25	57	85	21	0	0	0	206	17.2	12
1997	4	0	59	56.2	17.1	53.8	96.6	15	31.2	85.8	29.5	16.7	464.9	38.7	12
1998	0	0	1.1	0	2	18.5	54.8	55.1	88.1	31.4	0	0	251	20.9	12
1999	0	0	0	6.3	6	39.5	20	26	27	10	0	1	135.8	11.3	12
2000	0	1	8	2	19	52	22	48.5	0	55	55.5	7	270	22.5	12
2001	6	7	14	0	17.5	15	17	25.5	40	12	5	4	163	13.6	12
2002	0	26	8	77	8	14	60	50	110	88	64	2	507	42.3	12
2003	31	5	4	1	1	5	10	16	34	26	1	1	135	11.3	12
2004	19.5	12	8	6	27	105	20	121.1	2	13	92	0	425.6	35.5	12
2005	5	221	13	0	54	14	196.3	216.8	23	0	0	0	743.1	61.9	12
2006	0	2	3	4	7	115	41	30	82.6	10	2	8.4	305	25.4	12
2007	0	0	3	3	25	30	23	20	0	0	0	0	104	8.7	12
2008	14	2	3	24	32	22	102	148	192	45	1	4	589	49.1	12
2009	9.4	8	7	6	30	23	16	48	108	25	23	24	327.4	27.3	12
2010	25	16	10	64	19	181	319	9	221	3	0	0	867	72.3	12

Nota:

Los meses coloreados son los que se completaron (azules y amarillos); los de color azul eran los años faltantes y los de amarillo solo los meses faltantes.



Tabla A.2 Estación climatológica 5011 precipitación total mensual (milímetros).

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Acumulado	Media	Meses
1970	0	14	0	0	24	8.5	23	0	36	0	0	0	105.5	8.8	12
1971	0	0	0	0	20	117	43	12	38	23	0	0	253	21.1	12
1972	0	0	0	5	23	70	40	38	3	6	53	0	238	19.8	12
1973	0	35	0	0	3	22	91	15	60	19	0	4	249	20.8	12
1974	0	0	27	28	0	0	9	36	76	0	5	14	195	16.3	12
1975	0	10	0	0	11	1	83.8	38.5	11.1	15.1	0	15.7	186.2	15.5	12
1976	10.2	0	8	35.4	24.7	25.4	177.5	14	141.5	45	95.9	56.9	634.5	52.9	12
1977	9.7	0	0	13	28.8	27.5	5.3	69.8	17.3	8.8	0	0	180.2	15.0	12
1978	8	3	0	3.5	8.3	12.1	4.2	40.1	84.2	54.9	4.5	0	222.8	18.6	12
1979	4.4	2	1.1	23.1	9.8	22.9	20	33.5	19.5	0	2	33.9	172.2	14.4	12
1980	0	4.1	0	2	30.8	5	24.8	56.5	18.5	45.1	34	10	230.8	19.2	12
1981	65.3	2	21.6	57.9	56.4	14	2.5	18.2	56.7	36	0	1.2	331.8	27.7	12
1982	0	3.3	8	16.3	18.5	27.8	2.1	20.5	11.7	5.5	40.9	26.6	181.2	15.1	12
1983	0	17.8	6.9	0	46.4	28.3	5.3	6.5	39.7	20	0	0	170.9	14.2	12
1984	81.3	6.2	8	0	9.9	32.8	52	14.5	24.5	11	7	23	270.2	22.5	12
1985	17.9	3	0	41.1	73.2	99.7	18	16	50	48	3.6	0	370.5	30.9	12
1986	0	0.5	0	94.1	52.1	76.6	7.3	9.1	33.2	49.5	14.8	24.3	361.5	30.1	12
1987	10.1	36.8	0	27.4	14.9	92	37.2	54	66.8	5.5	4.2	0	348.9	29.1	12
1988	7.2	0	5	24.8	0	13.3	17.3	81.6	126.3	14	1	1	291.5	24.3	12
1989	18	9	0	14	5	0	9.5	41	21.2	0	26.3	58.3	202.3	16.9	12
1990	23	4.5	3.8	8	19.4	0	51.6	63.6	31.3	140.1	2.3	0	347.6	29.0	12
1991	0	29.8	0	0	26.7	17.8	25.2	66	56.2	3.6	0	37.5	262.8	21.9	12
1992	73.4	40.1	0	3.9	38.9	1	3.5	37.9	11.9	23.6	22.5	30	286.7	23.9	12
1993	8.9	0	0	0	20.6	28.9	16	22.4	141.1	0	16.1	2	256	21.3	12
1994	0	0	19.6	0	7	17	37.7	7.4	35.8	48.6	0	20.3	193.4	16.1	12
1995	0	30.3	0	5	90.5	17	53.1	33.7	34	1.5	5.8	8.3	279.2	23.3	12
1996	17	0	0	0	0	1	71.2	36.4	36.7	47.9	18.2	0	228.4	19.0	12
1997	4.7	4	36.4	40.8	25.1	39.3	5.6	22	24.6	13	10	6.6	232.1	19.3	12
1998	2.9	9	0	0	4.2	39.5	0	16.6	2.9	0	0	0	75.1	6.3	12
1999	0	0	0	0	2	17	46	9	21	0	1	3	99	8.3	12
2000	10.9	10.9	12.7	0.4	60.9	17.5	33.4	21	31.5	30.9	23.9	4.9	258.9	21.6	12
2001	4	10.8	23.8	0	9	41	7	0	38	0	34.9	2.3	170.8	14.2	12
2002	0	1	0	0	41.41	15.22	93.25	10.5	29.3	49.37	13.2	0	253.25	21.1	12
2003	11.05	25.58	10	1	0	23.3	10.3	6	120.2	80	40	0	327.43	27.3	12
2004	20.19	11.49	19.77	18.07	4	14	147	48.88	70	12	36	0	401.4	33.5	12
2005	12	23.2	8.5	1.4	5.3	16.9	72.2	13.7	16.9	3.2	0	0	173.3	14.4	12
2006	13	0	0	0	10	18	1	19.4	41	23	1	63.3	189.7	15.8	12
2007	26	0	0	15	26	52.7	118	33	46	1	4	1	322.7	26.9	12
2008	12	2	3	21	34	13	110	220	181	11	2	4	613	51.1	12
2009	10	9	7	15	26	23	18	40	101	31	28	14	322	26.8	12
2010	32	15	8	87	21	173	232	16	170	8	0	0	762	63.5	12

Nota:

Los meses coloreados son los que se completaron (azules y amarillos); los de color azul eran los años faltantes y los de amarillo solo los meses faltantes.

Este procedimiento se realizó para las 33 estaciones climatológicas, solo se incluyeron las dos primeras.



ANEXO B. Serie de precipitaciones medias mensuales por subcuenca (milímetros), en el período de 1970- 2010.

Tabla B.1 Subcuenca Presa Marte R. Gómez.

Año-Mes	2 P. Marte R. Gómez							
	Estación Climatológica		Estación Climatológica		Estación Climatológica		SPI	
	19010	Área (Km2)	19016	Área (Km2)	19041	Área (Km2)	Prom. Precipitación hp (mm)	Precipitación (mm)
	Precipitación (mm)	217	Precipitación (mm)	449	Precipitación (mm)	977	1,642	/100
1970 Ene.	1,100	238,161	1,800	808,198	2,100	2,051,010	1,886	18.86
Feb.	1,200	259,812	2,000	897,997	3,100	3,027,681	2,549	25.49
Mar.	100	21,651	400	179,599	0	0	123	1.23
Abr.	500	108,255	2,410	1,082,087	1,200	1,172,006	1,439	14.39
May.	1,500	324,765	7,330	3,291,161	6,050	5,908,862	5,800	58.00
Jun.	800	173,208	11,430	5,132,055	14,270	13,937,101	11,718	117.18
Jul.	2,000	433,020	7,020	3,151,971	4,200	4,102,020	4,681	46.81
Ago.	2,200	476,322	7,310	3,282,181	4,880	4,766,156	5,191	51.91
Sep.	5,000	1,082,550	14,290	6,416,191	12,420	12,130,259	11,953	119.53
Oct.	4,560	987,285	480	215,519	1,200	1,172,006	1,446	14.46
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Dic.	200	43,302	50	22,450	70	68,367	82	0.82
1971 Ene.	2,360	510,963	3,680	1,652,315	130	126,967	1,395	13.95
Feb.	50	10,825	880	395,119	250	244,168	396	3.96
Mar.	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Abr.	30	6,495	150	67,350	200	195,334	164	1.64
May.	1,610	348,581	1,550	695,948	890	869,238	1,165	11.65
Jun.	9,780	2,117,467	4,300	1,930,694	11,970	11,690,757	9,584	95.84
Jul.	9,200	1,991,891	3,350	1,504,146	12,700	12,403,727	9,682	96.82
Ago.	9,100	1,970,240	17,700	7,947,277	13,800	13,478,065	14,247	142.47
Sep.	17,780	3,849,546	30,430	13,663,031	18,210	17,785,186	21,494	214.94
Oct.	10,140	2,195,410	11,250	5,051,235	16,560	16,173,678	14,262	142.62
Nov.	0	0	70	31,430	150	146,501	108	1.08
Dic.	1,150	248,986	630	282,869	580	566,469	669	6.69
1972 Ene.	0	0	260	116,740	900	879,004	606	6.06
Feb.	1,500	324,765	1,070	480,429	1,800	1,758,009	1,561	15.61
Mar.	1,160	251,151	1,680	754,318	6,160	6,016,296	4,276	42.76
Abr.	1,360	294,453	3,620	1,625,375	3,050	2,978,848	2,983	29.83
May.	12,930	2,799,473	18,800	8,441,176	10,300	10,059,715	12,971	129.71
Jun.	28,740	6,222,495	13,190	5,922,293	10,010	9,776,481	13,349	133.49
Jul.	5,090	1,102,035	12,200	5,477,784	9,370	9,151,411	9,579	95.79
Ago.	2,560	554,265	1,370	615,128	3,600	3,516,017	2,853	28.53
Sep.	16,650	3,604,890	13,160	5,908,823	39,540	38,617,587	29,309	293.09
Oct.	4,170	902,846	1,500	673,498	2,460	2,402,612	2,423	24.23
Nov.	3,020	653,860	2,220	996,777	3,350	3,271,849	2,998	29.98
Dic.	650	140,731	470	211,029	670	654,370	613	6.13
1973 Ene.	2,090	452,506	2,800	1,257,196	3,200	3,125,348	2,944	29.44
Feb.	3,690	798,922	4,040	1,813,955	4,400	4,297,354	4,208	42.08
Mar.	0	0	0	0	50	48,834	30	0.30
Abr.	880	190,529	330	148,170	920	898,538	753	7.53
May.	2,430	526,119	5,460	2,451,533	4,980	4,863,824	4,775	47.75
Jun.	41,130	8,905,052	21,360	9,590,612	26,900	26,272,460	27,261	272.61
Jul.	9,570	2,072,000	1,180	529,818	5,850	5,713,528	5,064	50.64
Ago.	10,070	2,180,255	7,270	3,264,221	18,060	17,638,685	14,056	140.56
Sep.	30,200	6,538,599	19,730	8,858,744	13,670	13,351,098	17,506	175.06
Oct.	11,030	2,388,104	10,360	4,651,627	4,680	4,570,822	7,070	70.70
Nov.	1,290	279,298	130	58,370	450	439,502	473	4.73
Dic.	1,730	374,562	860	386,139	600	586,003	820	8.20
1974 Ene.	2,480	536,945	840	377,159	250	244,168	705	7.05
Feb.	0	0	0	0	500	488,336	297	2.97
Mar.	1,080	233,831	4,030	1,809,465	5,610	5,479,127	4,581	45.81
Abr.	370	80,109	3,360	1,508,636	40	39,067	991	9.91
May.	4,980	1,078,219	560	251,439	2,300	2,246,344	2,178	21.78
Jun.	5,780	1,251,427	4,830	2,168,664	5,000	4,883,357	5,056	50.56
Jul.	140	30,311	1,940	871,057	4,250	4,150,853	3,077	30.77
Ago.	220	47,632	420	188,579	860	839,937	655	6.55
Sep.	10,560	2,286,345	3,860	1,733,135	5,870	5,733,061	5,939	59.39
Oct.	6,770	1,465,772	250	112,250	1,860	1,816,609	2,067	20.67
Nov.	260	56,293	230	103,270	370	361,368	317	3.17
Dic.	640	138,566	130	58,370	830	810,637	614	6.14
1975 Ene.	2,040	441,680	1,020	457,979	940	918,071	1,107	11.07
Feb.	990	214,345	930	417,569	650	634,836	771	7.71
Mar.	540	116,915	510	228,989	600	586,003	567	5.67
Abr.	3,560	770,775	1,620	727,378	1,770	1,728,708	1,965	19.65
May.	19,280	4,174,311	8,280	3,717,709	17,310	16,906,182	15,101	151.01
Jun.	3,290	712,318	4,400	1,975,594	980	957,138	2,220	22.20
Jul.	20,730	4,488,250	32,470	14,578,988	39,610	38,685,954	35,169	351.69
Ago.	9,590	2,076,330	18,430	8,275,046	15,210	14,855,172	15,349	153.49
Sep.	20,370	4,410,307	8,980	4,032,008	12,630	12,335,360	12,652	126.52



Tabla B.1 Subcuenca Presa Marte R. Gómez (Continuación).

2 P. Marte R. Gómez								
Año-Mes	Estación Climatológica		Estación Climatológica		Estación Climatológica		SPI	
	19010	Área (Km2)	19016	Área (Km2)	19041	Área (Km2)	Prom. Precipitación hp (mm)	Precipitación (mm)
	Precipitación (mm)	217	Precipitación (mm)	449	Precipitación (mm)	977	1,642	/100
Oct.	2,940	636,539	990	444,509	820	800,871	1,146	11.46
Nov.	20	4,330	60	26,940	100	97,667	79	0.79
Dic.	2,330	504,468	4,230	1,899,265	3,620	3,535,550	3,617	36.17
1976 Ene.	910	197,024	180	80,820	700	683,670	586	5.86
Feb.	100	21,651	0	0	0	0	13	0.13
Mar.	2,320	502,303	1,320	592,678	2,950	2,881,181	2,421	24.21
Abr.	8,090	1,751,565	4,470	2,007,024	5,830	5,693,994	5,756	57.56
May.	7,330	1,587,018	10,210	4,584,277	4,830	4,717,323	6,631	66.31
Jun.	12,520	2,710,704	10,310	4,629,177	8,700	8,497,041	9,644	96.44
Jul.	26,350	5,705,036	14,900	6,690,081	17,180	16,779,215	17,766	177.66
Ago.	7,220	1,563,201	5,580	2,505,413	1,050	1,025,505	3,102	31.02
Sep.	7,690	1,664,961	16,460	7,390,519	18,370	17,941,453	16,440	164.40
Oct.	8,150	1,764,556	4,710	2,114,784	5,550	5,420,526	5,663	56.63
Nov.	11,440	2,476,873	7,610	3,416,880	10,170	9,932,748	9,637	96.37
Dic.	2,030	439,515	1,510	677,988	2,080	2,031,476	1,918	19.18
1977 Ene.	1,550	335,590	2,610	1,171,887	1,820	1,777,542	2,000	20.00
Feb.	3,110	673,346	1,990	893,507	1,790	1,748,242	2,019	20.19
Mar.	450	97,429	630	282,869	580	566,469	577	5.77
Abr.	1,360	294,453	5,420	2,433,573	550	537,169	1,988	19.88
May.	10,930	2,366,453	6,010	2,698,482	12,800	12,501,394	10,697	106.97
Jun.	2,060	446,010	1,870	839,628	480	468,802	1,068	10.68
Jul.	2,000	433,020	300	134,700	1,140	1,113,405	1,024	10.24
Ago.	10,380	2,247,373	12,710	5,706,774	9,420	9,200,245	10,446	104.46
Sep.	9,890	2,141,283	10,330	4,638,157	14,530	14,191,035	12,770	127.70
Oct.	3,700	801,087	2,290	1,028,207	2,630	2,568,646	2,678	26.78
Nov.	740	160,217	780	350,219	200	195,334	430	4.30
Dic.	1,170	253,317	610	273,889	850	830,171	827	8.27
1978 Ene.	1,290	279,298	3,700	1,661,295	2,280	2,226,811	2,538	25.38
Feb.	1,290	279,298	1,310	588,188	610	595,770	891	8.91
Mar.	0	0	50	22,450	40	39,067	37	0.37
Abr.	2,130	461,166	2,910	1,306,586	3,160	3,086,282	2,956	29.56
May.	5,950	1,288,234	9,370	4,207,118	2,300	2,246,344	4,714	47.14
Jun.	4,450	963,469	3,770	1,692,725	7,820	7,637,570	6,268	62.68
Jul.	2,870	621,383	3,800	1,706,195	4,900	4,785,690	4,332	43.32
Ago.	10,930	2,366,453	8,030	3,605,460	7,280	7,110,168	7,966	79.66
Sep.	24,290	5,259,026	40,090	18,000,358	32,760	31,995,755	33,647	336.47
Oct.	10,420	2,256,033	5,250	2,357,243	8,640	8,438,441	7,948	79.48
Nov.	1,110	240,326	390	175,109	480	468,802	538	5.38
Dic.	690	149,392	910	408,589	600	586,003	697	6.97
1979 Ene.	500	108,255	320	143,680	480	468,802	439	4.39
Feb.	100	21,651	580	260,419	440	429,735	433	4.33
Mar.	290	62,788	110	49,390	110	107,434	134	1.34
Abr.	2,300	497,973	3,410	1,531,086	2,210	2,158,444	2,550	25.50
May.	350	75,778	3,470	1,558,026	780	761,804	1,459	14.59
Jun.	8,270	1,790,537	10,650	4,781,836	5,230	5,107,991	7,113	71.13
Jul.	2,600	562,926	6,290	2,824,202	3,780	3,691,818	4,311	43.11
Ago.	7,590	1,643,310	1,360	610,638	2,800	2,734,680	3,038	30.38
Sep.	7,640	1,654,136	8,900	3,996,088	11,220	10,958,253	10,114	101.14
Oct.	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Nov.	80	17,321	0	0	50	48,834	40	0.40
Dic.	4,510	976,460	6,770	3,039,721	5,490	5,361,926	5,711	57.11
1980 Ene.	480	103,925	670	300,829	180	175,801	354	3.54
Feb.	720	155,887	970	435,529	1,230	1,201,306	1,092	10.92
Mar.	250	54,127	20	8,980	50	48,834	68	0.68
Abr.	0	0	0	0	0	0	0	0.00
May.	10,010	2,167,264	7,470	3,354,020	12,680	12,384,193	10,903	109.03
Jun.	6,550	1,418,140	0	0	0	0	864	8.64
Jul.	6,190	1,340,196	1,170	525,328	6,210	6,065,129	4,829	48.29
Ago.	9,370	2,028,698	5,750	2,581,743	4,800	4,688,023	5,662	56.62
Sep.	6,410	1,387,828	5,400	2,424,593	5,270	5,147,058	5,456	54.56
Oct.	2,440	528,284	14,760	6,627,221	6,100	5,957,695	7,985	79.85
Nov.	4,090	885,526	4,830	2,168,664	3,610	3,525,784	4,007	40.07
Dic.	1,900	411,369	570	255,929	850	830,171	912	9.12
1981 Ene.	6,530	1,413,810	8,030	3,605,460	8,120	7,930,572	7,886	78.86
Feb.	2,550	552,100	1,510	677,988	2,410	2,353,778	2,182	21.82
Mar.	5,780	1,251,427	1,920	862,078	2,630	2,568,646	2,851	28.51
Abr.	9,970	2,158,604	10,170	4,566,317	12,820	12,520,927	11,720	117.20
May.	17,870	3,869,032	10,270	4,611,217	15,820	15,450,941	14,573	145.73
Jun.	10,200	2,208,401	14,110	6,335,372	7,000	6,836,700	9,366	93.66
Jul.	7,650	1,656,301	5,200	2,334,793	6,600	6,446,031	6,356	63.56
Ago.	8,970	1,942,094	13,160	5,908,823	7,250	7,080,868	9,093	90.93
Sep.	5,990	1,296,894	10,620	4,768,366	1,990	1,943,576	4,877	48.77
Oct.	5,900	1,277,408	770	345,729	2,050	2,002,176	2,208	22.08
Nov.	150	32,476	0	0	0	0	20	0.20



Tabla B.1 Subcuenca Presa Marte R. Gómez (Continuación).

2 P. Marte R. Gómez								
Año-Mes	Estación Climatológica 19010		Estación Climatológica 19016		Estación Climatológica 19041		SPI	
	Área (Km2)	19010	Área (Km2)	19016	Área (Km2)	19041	Prom. Precipitación hp (mm)	Precipitación (mm)
		217		449		977		/100
	Precipitación (mm)		Precipitación (mm)		Precipitación (mm)			
Dic.	300	64,953	0	0	160	156,267	135	1.35
1982 Ene.	0	0	50	22,450	0	0	14	0.14
Feb.	1,330	287,958	540	242,459	830	810,637	817	8.17
Mar.	4,220	913,672	700	314,299	610	595,770	1,111	11.11
Abr.	3,260	705,822	6,590	2,958,901	7,550	7,373,869	6,722	67.22
May.	25,010	5,414,913	10,270	4,611,217	8,740	8,536,108	11,303	113.03
Jun.	2,250	487,147	1,280	574,718	1,400	1,367,340	1,479	14.79
Jul.	950	205,684	0	0	0	0	125	1.25
Ago.	1,220	264,142	800	359,199	680	664,137	784	7.84
Sep.	1,560	337,755	5,960	2,676,032	8,350	8,155,206	6,801	68.01
Oct.	2,910	630,044	3,580	1,607,415	5,250	5,127,525	4,485	44.85
Nov.	680	147,227	2,550	1,144,947	1,080	1,054,805	1,429	14.29
Dic.	3,290	712,318	5,630	2,527,863	4,340	4,238,754	4,554	45.54
1983 Ene.	3,610	781,601	1,930	866,567	2,970	2,900,714	2,770	27.70
Feb.	12,030	2,604,614	6,140	2,756,852	4,170	4,072,720	5,745	57.45
Mar.	2,170	469,826	3,620	1,625,375	1,850	1,806,842	2,376	23.76
Abr.	0	0	50	22,450	0	0	14	0.14
May.	7,900	1,710,428	13,250	5,949,233	17,880	17,462,885	15,298	152.98
Jun.	3,650	790,261	6,360	2,855,632	8,730	8,526,341	7,412	74.12
Jul.	5,960	1,290,399	5,200	2,334,793	3,900	3,809,018	4,527	45.27
Ago.	9,180	1,987,561	12,760	5,729,223	12,560	12,266,993	12,169	121.69
Sep.	14,780	3,200,016	16,840	7,561,138	11,470	11,202,421	13,375	133.75
Oct.	2,030	439,515	2,930	1,315,566	4,470	4,365,721	3,727	37.27
Nov.	3,880	840,058	350	157,150	270	263,701	768	7.68
Dic.	560	121,246	920	413,079	800	781,337	801	8.01
1984 Ene.	14,310	3,098,257	12,520	5,621,464	12,270	11,983,758	12,607	126.07
Feb.	100	21,651	990	444,509	380	371,135	510	5.10
Mar.	1,600	346,416	250	112,250	4,380	4,277,821	2,884	28.84
Abr.	100	21,651	100	44,900	100	97,667	100	1.00
May.	5,310	1,149,668	8,010	3,596,480	4,380	4,277,821	5,495	54.95
Jun.	5,930	1,283,904	2,230	1,001,267	2,860	2,793,280	3,093	30.93
Jul.	5,720	1,238,437	2,540	1,140,457	7,190	7,022,267	5,725	57.25
Ago.	2,000	433,020	1,400	628,598	2,000	1,953,343	1,836	18.36
Sep.	4,800	1,039,248	3,900	1,751,095	7,040	6,875,767	5,886	58.86
Oct.	1,400	303,114	900	404,099	1,400	1,367,340	1,263	12.63
Nov.	100	21,651	300	134,700	100	97,667	155	1.55
Dic.	1,000	216,510	600	269,399	1,000	976,671	891	8.91
1985 Ene.	3,710	803,252	1,880	844,118	2,810	2,744,447	2,674	26.74
Feb.	2,270	491,477	750	336,749	4,010	3,916,452	2,889	28.89
Mar.	4,820	1,043,578	4,360	1,957,634	3,220	3,144,882	3,743	37.43
Abr.	12,940	2,801,638	8,010	3,596,480	9,830	9,600,680	9,742	97.42
May.	16,680	3,611,385	7,030	3,156,461	3,100	3,027,681	5,965	59.65
Jun.	11,420	2,472,543	15,580	6,995,400	9,630	9,405,346	11,493	114.93
Jul.	5,470	1,184,309	370	166,130	300	293,001	1,001	10.01
Ago.	2,940	636,539	6,970	3,129,521	9,400	9,180,711	7,884	78.84
Sep.	5,060	1,095,540	1,160	520,838	4,210	4,111,787	3,488	34.88
Oct.	9,790	2,119,632	1,460	655,538	1,400	1,367,340	2,523	25.23
Nov.	1,230	266,307	400	179,599	240	234,401	414	4.14
Dic.	1,620	350,746	2,000	897,997	1,160	1,132,939	1,450	14.50
1986 Ene.	620	134,236	500	224,499	500	488,336	516	5.16
Feb.	530	114,750	1,800	808,198	1,750	1,709,175	1,603	16.03
Mar.	110	23,816	500	224,499	550	537,169	478	4.78
Abr.	11,980	2,593,789	5,700	2,559,293	6,500	6,348,364	7,004	70.04
May.	22,340	4,836,831	11,000	4,938,986	8,440	8,243,107	10,973	109.73
Jun.	22,040	4,771,878	11,060	4,965,926	25,760	25,159,055	21,250	212.50
Jul.	0	0	200	89,800	50	48,834	84	0.84
Ago.	460	99,595	2,360	1,059,637	1,550	1,513,841	1,628	16.28
Sep.	8,850	1,916,113	4,830	2,168,664	5,850	5,713,528	5,967	59.67
Oct.	6,010	1,301,225	10,400	4,669,587	2,170	2,119,377	4,926	49.26
Nov.	2,510	543,440	2,980	1,338,016	1,000	976,671	1,740	17.40
Dic.	3,110	673,346	8,700	3,906,289	2,900	2,832,347	4,514	45.14
1987 Ene.	1,920	415,699	3,160	1,418,836	2,700	2,637,013	2,723	27.23
Feb.	35,000	7,577,847	3,110	1,396,386	13,500	13,185,064	13,494	134.94
Mar.	3,670	794,591	1,200	538,798	2,500	2,441,678	2,299	22.99
Abr.	10,300	2,230,052	3,020	1,355,976	4,900	4,785,690	5,098	50.98
May.	10,720	2,320,986	8,060	3,618,930	9,400	9,180,711	9,208	92.08
Jun.	20,600	4,460,104	10,460	4,696,526	17,200	16,798,748	15,805	158.05
Jul.	8,310	1,799,197	9,900	4,445,087	8,700	8,497,041	8,977	89.77
Ago.	22,260	4,819,510	2,520	1,131,477	11,900	11,622,390	10,701	107.01
Sep.	4,160	900,681	9,880	4,436,107	6,400	6,250,697	7,056	70.56
Oct.	2,940	636,539	3,250	1,459,246	2,200	2,148,677	2,585	25.85
Nov.	1,510	326,930	1,090	489,409	1,100	1,074,339	1,151	11.51
Dic.	600	129,906	1,310	588,188	1,200	1,172,006	1,151	11.51
1988 Ene.	3,770	816,242	3,460	1,553,536	3,200	3,125,348	3,346	33.46



Tabla B.1 Subcuenca Presa Marte R. Gómez (Continuación).

2 P. Marte R. Gómez								
Año-Mes	Estación Climatológica		Estación Climatológica		Estación Climatológica		SPI	
	19010	Área (Km2)	19016	Área (Km2)	19041	Área (Km2)	Prom. Precipitación hp (mm)	Precipitación (mm)
	Precipitación (mm)	217	Precipitación (mm)	449	Precipitación (mm)	977		/100
Feb.	2,660	575,916	1,390	624,108	2,000	1,953,343	1,920	19.20
Mar.	5,090	1,102,035	900	404,099	2,300	2,246,344	2,285	22.85
Abr.	6,070	1,314,215	3,840	1,724,155	4,100	4,004,353	4,289	42.89
May.	6,710	1,452,781	9,000	4,040,988	6,600	6,446,031	7,271	72.71
Jun.	5,940	1,286,069	5,040	2,262,953	5,500	5,371,693	5,432	54.32
Jul.	15,960	3,455,498	5,740	2,577,253	10,300	10,059,715	9,799	97.99
Ago.	22,980	4,975,398	14,040	6,303,942	16,400	16,017,411	16,622	166.22
Sep.	29,780	6,447,665	23,210	10,421,260	23,400	22,854,111	24,189	241.89
Oct.	17,160	3,715,310	3,160	1,418,836	7,000	6,836,700	7,290	72.90
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Dic.	150	32,476	0	0	100	97,667	79	0.79
1989 Ene.	1,270	274,968	580	260,419	1,300	1,269,673	1,099	10.99
Feb.	2,170	469,826	1,130	507,369	1,500	1,465,007	1,487	14.87
Mar.	20	4,330	50	22,450	100	97,667	76	0.76
Abr.	4,840	1,047,908	3,650	1,638,845	3,300	3,223,016	3,599	35.99
May.	320	69,283	30	13,470	900	879,004	586	5.86
Jun.	3,050	660,355	3,000	1,346,996	2,500	2,441,678	2,709	27.09
Jul.	5,200	1,125,851	7,840	3,520,150	6,800	6,641,365	6,873	68.73
Ago.	11,960	2,589,458	7,810	3,506,680	8,100	7,911,038	8,530	85.30
Sep.	3,680	796,756	100	44,900	2,900	2,832,347	2,237	22.37
Oct.	0	0	1,720	772,278	1,700	1,660,341	1,481	14.81
Nov.	1,270	274,968	690	309,809	1,000	976,671	951	9.51
Dic.	4,930	1,067,394	6,420	2,882,572	4,900	4,785,690	5,320	53.20
1990 Ene.	110	23,816	170	76,330	200	195,334	180	1.80
Feb.	1,020	220,840	3,190	1,432,306	1,700	1,660,341	2,018	20.18
Mar.	2,770	599,732	1,340	601,658	1,900	1,855,676	1,862	18.62
Abr.	3,830	829,233	1,290	579,208	2,300	2,246,344	2,226	22.26
May.	830	179,703	740	332,259	800	781,337	788	7.88
Jun.	400	86,604	0	0	200	195,334	172	1.72
Jul.	4,410	954,809	3,710	1,665,785	3,200	3,125,348	3,499	34.99
Ago.	7,920	1,714,758	9,510	4,269,978	6,400	6,250,697	7,451	74.51
Sep.	12,530	2,712,869	6,790	3,048,701	7,300	7,129,701	7,850	78.50
Oct.	3,770	816,242	270	121,230	2,000	1,953,343	1,760	17.60
Nov.	1,570	339,921	700	314,299	800	781,337	874	8.74
Dic.	0	0	0	0	100	97,667	59	0.59
1991 Ene.	1,900	411,369	1,960	880,037	1,400	1,367,340	1,619	16.19
Feb.	1,000	216,510	2,070	929,427	1,100	1,074,339	1,352	13.52
Mar.	1,000	216,510	150	67,350	400	390,669	411	4.11
Abr.	650	140,731	1,230	552,268	600	586,003	779	7.79
May.	5,200	1,125,851	6,170	2,770,322	5,000	4,883,357	5,346	53.46
Jun.	12,500	2,706,374	19,020	8,539,955	15,400	15,040,739	16,007	160.07
Jul.	7,330	1,587,018	2,240	1,005,757	4,500	4,395,021	4,255	42.55
Ago.	800	173,208	180	80,820	800	781,337	630	6.30
Sep.	19,150	4,146,165	9,640	4,328,348	15,100	14,747,738	14,141	141.41
Oct.	330	71,448	2,720	1,221,276	1,100	1,074,339	1,441	14.41
Nov.	710	153,722	1,180	529,818	1,000	976,671	1,011	10.11
Dic.	3,600	779,436	2,960	1,329,036	3,000	2,930,014	3,068	30.68
1992 Ene.	11,560	2,502,854	9,780	4,391,207	9,400	9,180,711	9,789	97.89
Feb.	2,400	519,624	3,340	1,499,656	2,400	2,344,011	2,657	26.57
Mar.	1,000	216,510	370	166,130	900	879,004	768	7.68
Abr.	8,680	1,879,306	7,720	3,466,270	6,600	6,446,031	7,180	71.80
May.	14,790	3,202,181	8,000	3,591,990	11,200	10,938,720	10,798	107.98
Jun.	40	8,660	600	269,399	500	488,336	467	4.67
Jul.	1,800	389,718	0	0	1,600	1,562,674	1,189	11.89
Ago.	11,100	2,403,260	15,750	7,071,730	12,100	11,817,724	12,966	129.66
Sep.	7,100	1,537,220	4,700	2,110,294	6,400	6,250,697	6,027	60.27
Oct.	150	32,476	8,310	3,731,179	4,700	4,590,356	5,087	50.87
Nov.	6,100	1,320,710	6,010	2,698,482	5,100	4,981,024	5,481	54.81
Dic.	1,000	216,510	560	251,439	900	879,004	820	8.20
1993 Ene.	500	108,255	500	224,499	500	488,336	500	5.00
Feb.	2,100	454,671	1,300	583,698	2,000	1,953,343	1,822	18.22
Mar.	4,500	974,295	1,380	619,618	3,600	3,516,017	3,112	31.12
Abr.	1,700	368,067	80	35,920	1,300	1,269,673	1,019	10.19
May.	2,320	502,303	12,210	5,482,274	6,200	6,055,363	7,332	73.32
Jun.	21,440	4,641,972	15,440	6,932,540	17,100	16,701,081	17,218	172.18
Jul.	0	0	270	121,230	500	488,336	371	3.71
Ago.	10	2,165	30	13,470	2,400	2,344,011	1,437	14.37
Sep.	15,600	3,377,554	7,440	3,340,550	12,900	12,599,061	11,763	117.63
Oct.	2,900	627,879	1,010	453,489	2,000	1,953,343	1,848	18.48
Nov.	3,800	822,738	5,360	2,406,633	4,100	4,004,353	4,405	44.05
Dic.	200	43,302	730	327,769	400	390,669	464	4.64
1994 Ene.	4,900	1,060,899	8,270	3,713,219	6,600	6,446,031	6,832	68.32
Feb.	600	129,906	200	89,800	700	683,670	550	5.50
Mar.	4,200	909,342	2,950	1,324,546	3,900	3,809,018	3,680	36.80



Tabla B.1 Subcuenca Presa Marte R. Gómez (Continuación).

2 P. Marte R. Gómez								
Año-Mes	Estación Climatológica 19010		Estación Climatológica 19016		Estación Climatológica 19041		SPI	
	Precipitación (mm)	Área (Km2)	Precipitación (mm)	Área (Km2)	Precipitación (mm)	Área (Km2)	Prom. Precipitación hp (mm)	Precipitación (mm)
		217		449		977	1,642	/100
Abr.	2,100	454,671	830	372,669	1,200	1,172,006	1,217	12.17
May.	2,930	634,374	6,590	2,958,901	5,200	5,078,691	5,281	52.81
Jun.	4,000	866,040	10,810	4,853,676	6,700	6,543,698	7,468	74.68
Jul.	1,010	218,675	7,780	3,493,210	3,800	3,711,351	4,520	45.20
Ago.	1,000	216,510	2,670	1,198,827	2,700	2,637,013	2,468	24.68
Sep.	5,600	1,212,455	6,980	3,134,011	7,100	6,934,367	6,869	68.69
Oct.	3,400	736,134	1,720	772,278	2,600	2,539,346	2,465	24.65
Nov.	900	194,859	0	0	800	781,337	594	5.94
Dic.	2,600	562,926	1,230	552,268	2,000	1,953,343	1,869	18.69
1995 Ene.	1,100	238,161	1,050	471,449	1,100	1,074,339	1,086	10.86
Feb.	840	181,868	250	112,250	900	879,004	714	7.14
Mar.	80	17,321	590	264,909	800	781,337	648	6.48
Abr.	1,100	238,161	380	170,620	800	781,337	725	7.25
May.	8,650	1,872,811	2,200	987,797	4,900	4,785,690	4,656	46.56
Jun.	5,900	1,277,408	8,570	3,847,919	5,500	5,371,693	6,392	63.92
Jul.	6,650	1,439,791	1,750	785,748	3,500	3,418,350	3,437	34.37
Ago.	6,440	1,394,324	14,300	6,420,681	10,800	10,548,051	11,182	111.82
Sep.	7,200	1,558,871	4,780	2,146,214	6,300	6,153,030	6,003	60.03
Oct.	1,100	238,161	1,270	570,228	1,000	976,671	1,087	10.87
Nov.	3,500	757,785	500	224,499	2,700	2,637,013	2,204	22.04
Dic.	2,100	454,671	1,770	794,728	2,000	1,953,343	1,950	19.50
1996 Ene.	200	43,302	680	305,319	300	293,001	391	3.91
Feb.	0	0	70	31,430	100	97,667	79	0.79
Mar.	0	0	450	202,049	300	293,001	301	3.01
Abr.	1,400	303,114	440	197,559	700	683,670	721	7.21
May.	0	0	0	0	800	781,337	476	4.76
Jun.	2,300	497,973	370	166,130	1,400	1,367,340	1,237	12.37
Jul.	1,200	259,812	800	359,199	1,600	1,562,674	1,329	13.29
Ago.	14,800	3,204,347	12,760	5,729,223	14,000	13,673,400	13,766	137.66
Sep.	5,700	1,234,106	1,550	695,948	5,100	4,981,024	4,208	42.08
Oct.	6,800	1,472,267	2,700	1,212,297	4,600	4,492,688	4,371	43.71
Nov.	1,200	259,812	1,100	493,899	1,300	1,269,673	1,232	12.32
Dic.	700	151,557	0	0	300	293,001	271	2.71
1997 Ene.	1,300	281,463	1,020	457,979	500	488,336	748	7.48
Feb.	2,300	497,973	1,800	808,198	600	586,003	1,152	11.52
Mar.	23,900	5,174,587	4,230	1,899,265	2,700	2,637,013	5,913	59.13
Abr.	18,000	3,897,178	13,098	5,880,985	3,100	3,027,681	7,798	77.98
May.	11,100	2,403,260	6,150	2,761,342	1,900	1,855,676	4,275	42.75
Jun.	1,100	238,161	6,500	2,918,492	300	293,001	2,101	21.01
Jul.	900	194,859	5,340	2,397,653	300	293,001	1,757	17.57
Ago.	400	86,604	2,000	897,997	100	97,667	659	6.59
Sep.	0	0	9,580	4,301,408	1,300	1,269,673	3,392	33.92
Oct.	12,300	2,663,072	5,870	2,635,622	1,300	1,269,673	4,000	40.00
Nov.	900	194,859	2,280	1,023,717	3,000	2,930,014	2,526	25.26
Dic.	1,500	324,765	500	224,499	200	195,334	453	4.53
1998 Ene.	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Feb.	0	0	3,000	1,346,996	2,450	2,392,845	2,277	22.77
Mar.	4,100	887,691	6,500	2,918,492	4,000	3,906,686	4,697	46.97
Abr.	0	0	100	44,900	0	0	27	0.27
May.	3,550	768,610	1,300	583,698	0	0	823	8.23
Jun.	2,620	567,256	4,200	1,885,795	1,750	1,709,175	2,535	25.35
Jul.	3,500	757,785	3,900	1,751,095	1,150	1,123,172	2,212	22.12
Ago.	14,200	3,074,441	2,000	897,997	7,800	7,618,037	7,058	70.58
Sep.	16,200	3,507,460	16,900	7,588,078	11,950	11,671,223	13,864	138.64
Oct.	2,000	433,020	3,000	1,346,996	2,800	2,734,680	2,749	27.49
Nov.	7,200	1,558,871	6,900	3,098,091	5,000	4,883,357	5,810	58.10
Dic.	0	0	300	134,700	200	195,334	201	2.01
1999 Ene.	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Feb.	0	0	0	0	300	293,001	178	1.78
Mar.	4,600	995,946	2,500	1,122,497	4,500	4,395,021	3,966	39.66
Abr.	0	0	0	0	0	0	0	0.00
May.	10,300	2,230,052	7,200	3,232,791	2,300	2,246,344	4,694	46.94
Jun.	12,100	2,619,770	3,250	1,459,246	3,300	3,223,016	4,447	44.47
Jul.	8,400	1,818,683	4,680	2,101,314	5,800	5,664,694	5,837	58.37
Ago.	1,200	259,812	400	179,599	1,700	1,660,341	1,279	12.79
Sep.	7,400	1,602,173	4,400	1,975,594	6,550	6,397,198	6,074	60.74
Oct.	1,500	324,765	620	278,379	2,100	2,051,010	1,616	16.16
Nov.	0	0	0	0	350	341,835	208	2.08
Dic.	1,700	368,067	1,600	718,398	3,100	3,027,681	2,505	25.05
2000 Ene.	900	194,859	1,200	538,798	2,550	2,490,512	1,963	19.63
Feb.	300	64,953	500	224,499	1,200	1,172,006	890	8.90
Mar.	1,500	324,765	700	314,299	450	439,502	657	6.57
Abr.	5,700	1,234,106	4,100	1,840,895	4,400	4,297,354	4,489	44.89



Tabla B.1 Subcuenca Presa Marte R. Gómez (Continuación).

2 P. Marte R. Gómez								
Año-Mes	Estación Climatológica		Estación Climatológica		Estación Climatológica		SPI	
	19010	Área (Km2)	19016	Área (Km2)	19041	Área (Km2)	Prom. Precipitación hp (mm)	Precipitación (mm)
	Precipitación (mm)	217	Precipitación (mm)	449	Precipitación (mm)	977	1,642	/100
May.	15,700	3,399,205	14,100	6,330,882	12,800	12,501,394	13,538	135.38
Jun.	4,900	1,060,899	5,800	2,604,192	7,200	7,032,034	6,514	65.14
Jul.	2,300	497,973	1,300	583,698	900	879,004	1,194	11.94
Ago.	2,400	519,624	4,500	2,020,494	3,300	3,223,016	3,509	35.09
Sep.	5,600	1,212,455	8,000	3,591,990	11,400	11,134,054	9,706	97.06
Oct.	11,600	2,511,515	12,500	5,612,484	14,100	13,771,067	13,333	133.33
Nov.	1,000	216,510	900	404,099	1,500	1,465,007	1,270	12.70
Dic.	1,800	389,718	2,000	897,997	2,100	2,051,010	2,033	20.33
2001 Ene.	2,400	519,624	1,150	516,349	1,700	1,660,341	1,642	16.42
Feb.	2,500	541,275	2,790	1,252,706	2,300	2,246,344	2,460	24.60
Mar.	4,700	1,017,597	1,770	794,728	4,200	4,102,020	3,602	36.02
Abr.	1,600	346,416	1,160	520,838	1,500	1,465,007	1,420	14.20
May.	5,700	1,234,106	4,200	1,885,795	4,600	4,492,688	4,636	46.36
Jun.	18,600	4,027,084	9,030	4,054,458	13,400	13,087,397	12,891	128.91
Jul.	0	0	730	327,769	600	586,003	556	5.56
Ago.	2,900	627,879	8,330	3,740,159	7,800	7,618,037	7,299	72.99
Sep.	22,000	4,763,218	23,060	10,353,910	18,400	17,970,754	20,149	201.49
Oct.	0	0	0	0	700	683,670	416	4.16
Nov.	5,500	1,190,804	10,210	4,584,277	4,000	3,906,686	5,896	58.96
Dic.	5,800	1,255,757	660	296,339	2,300	2,246,344	2,313	23.13
2002 Ene.	0	0	0	0	100	97,667	59	0.59
Feb.	0	0	0	0	100	97,667	59	0.59
Mar.	4,000	866,040	0	0	1,400	1,367,340	1,360	13.60
Abr.	1,300	281,463	790	354,709	1,100	1,074,339	1,042	10.42
May.	0	0	1,280	574,718	1,600	1,562,674	1,302	13.02
Jun.	2,500	541,275	1,230	552,268	3,900	3,809,018	2,985	29.85
Jul.	25,200	5,456,050	20,100	9,024,874	20,700	20,217,098	21,129	211.29
Ago.	8,500	1,840,334	1,100	493,899	6,500	6,348,364	5,287	52.87
Sep.	15,100	3,269,300	27,970	12,558,494	21,000	20,510,099	22,128	221.28
Oct.	13,900	3,009,488	16,370	7,350,109	15,500	15,138,407	15,527	155.27
Nov.	5,400	1,169,153	2,090	938,407	2,900	2,832,347	3,008	30.08
Dic.	200	43,302	100	44,900	200	195,334	173	1.73
2003 Ene.	2,500	541,275	1,670	749,828	2,100	2,051,010	2,035	20.35
Feb.	1,900	411,369	1,830	821,668	1,900	1,855,676	1,881	18.81
Mar.	1,000	216,510	1,770	794,728	1,300	1,269,673	1,389	13.89
Abr.	3,900	844,389	1,990	893,507	1,500	1,465,007	1,950	19.50
May.	2,200	476,322	3,000	1,346,996	6,700	6,543,698	5,095	50.95
Jun.	2,300	497,973	3,190	1,432,306	10,400	10,157,382	7,361	73.61
Jul.	40,500	8,768,651	13,960	6,268,022	17,800	17,384,751	19,743	197.43
Ago.	9,800	2,121,797	6,850	3,075,641	7,000	6,836,700	7,328	73.28
Sep.	35,500	7,686,102	26,100	11,718,866	29,000	28,323,470	29,064	290.64
Oct.	33,010	7,146,992	8,400	3,771,589	23,800	23,244,779	20,804	208.04
Nov.	2,200	476,322	600	269,399	1,200	1,172,006	1,168	11.68
Dic.	2,000	433,020	70	31,430	1,000	976,671	878	8.78
2004 Ene.	1,900	411,369	980	440,019	1,200	1,172,006	1,232	12.32
Feb.	1,200	259,812	650	291,849	900	879,004	871	8.71
Mar.	11,300	2,446,562	8,780	3,942,209	6,500	6,348,364	7,756	77.56
Abr.	18,500	4,005,433	19,740	8,863,234	15,400	15,040,739	16,995	169.95
May.	9,800	2,121,797	7,440	3,340,550	4,600	4,492,688	6,062	60.62
Jun.	1,600	346,416	7,970	3,578,520	4,000	3,906,686	4,769	47.69
Jul.	2,000	433,020	11,060	4,965,926	3,500	3,418,350	5,369	53.69
Ago.	5,700	1,234,106	5,100	2,289,893	5,800	5,664,694	5,595	55.95
Sep.	27,900	6,040,626	24,090	10,816,379	28,400	27,737,468	27,156	271.56
Oct.	34,500	7,469,592	550	246,949	14,100	13,771,067	13,085	130.85
Nov.	1,800	389,718	210	94,290	1,900	1,855,676	1,425	14.25
Dic.	1,200	259,812	1,360	610,638	500	488,336	827	8.27
2005 Ene.	1,400	303,114	80	35,920	1,100	1,074,339	861	8.61
Feb.	8,000	1,732,079	4,270	1,917,224	6,900	6,739,033	6,326	63.26
Mar.	1,400	303,114	2,080	933,917	2,500	2,441,678	2,240	22.40
Abr.	400	86,604	0	0	400	390,669	291	2.91
May.	11,200	2,424,911	13,970	6,272,512	7,400	7,227,368	9,697	96.97
Jun.	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Jul.	45,600	9,872,852	31,230	14,022,230	45,000	43,950,213	41,314	413.14
Ago.	200	43,302	0	0	1,000	976,671	621	6.21
Sep.	5,100	1,104,201	18,250	8,194,226	5,000	4,883,357	8,636	86.36
Oct.	21,700	4,698,265	5,800	2,604,192	17,500	17,091,749	14,855	148.55
Nov.	3,100	671,181	1,120	502,879	2,700	2,637,013	2,321	23.21
Dic.	3,500	757,785	2,390	1,073,107	2,200	2,148,677	2,423	24.23
2006 Ene.	0	0	0	0	100	97,667	59	0.59
Feb.	860	186,199	510	228,989	900	879,004	788	7.88
Mar.	120	25,981	1,810	812,688	500	488,336	808	8.08
Abr.	500	108,255	0	0	4,500	4,395,021	2,742	27.42
May.	12,800	2,771,327	9,900	4,445,087	6,600	6,446,031	8,320	83.20
Jun.	3,100	671,181	4,800	2,155,194	1,700	1,660,341	2,732	27.32



Tabla B.1 Subcuenca Presa Marte R. Gómez (Continuación).

2 P. Marte R. Gómez								
Año-Mes	Estación Climatológica		Estación Climatológica		Estación Climatológica		SPI	
	19010	Área (Km2)	19016	Área (Km2)	19041	Área (Km2)	Prom. Precipitación hp (mm)	Precipitación (mm)
	Precipitación (mm)	217	Precipitación (mm)	449	Precipitación (mm)	977	1,642	/100
Jul.	3,400	736,134	3,920	1,760,075	4,800	4,688,023	4,375	43.75
Ago.	19,600	4,243,594	4,480	2,011,514	9,800	9,571,380	9,637	96.37
Sep.	23,800	5,152,936	31,760	14,260,199	24,700	24,123,783	26,512	265.12
Oct.	11,700	2,533,166	4,660	2,092,334	6,500	6,348,364	6,682	66.82
Nov.	6,100	1,320,710	190	85,310	4,100	4,004,353	3,295	32.95
Dic.	6,100	1,320,710	7,920	3,556,070	7,100	6,934,367	7,192	71.92
2007 Ene.	3,600	779,436	4,300	1,930,694	4,300	4,199,687	4,208	42.08
Feb.	300	64,953	500	224,499	500	488,336	474	4.74
Mar.	400	86,604	500	224,499	500	488,336	487	4.87
Abr.	1,300	281,463	1,500	673,498	1,500	1,465,007	1,474	14.74
May.	4,700	1,017,597	5,300	2,379,693	5,300	5,176,358	5,221	52.21
Jun.	7,700	1,667,126	8,900	3,996,088	8,900	8,692,375	8,742	87.42
Jul.	11,200	2,424,911	12,900	5,792,083	12,700	12,403,727	12,557	125.57
Ago.	4,900	1,060,899	5,700	2,559,293	5,700	5,567,027	5,595	55.95
Sep.	4,600	995,946	5,300	2,379,693	5,200	5,078,691	5,148	51.48
Oct.	1,000	216,510	1,400	628,598	1,400	1,367,340	1,347	13.47
Nov.	1,000	216,510	1,200	538,798	1,200	1,172,006	1,174	11.74
Dic.	100	21,651	100	44,900	100	97,667	100	1.00
2008 Ene.	2,000	433,020	5,220	2,343,773	2,600	2,539,346	3,237	32.37
Feb.	800	173,208	400	179,599	0	0	215	2.15
Mar.	500	108,255	0	0	0	0	66	0.66
Abr.	1,100	238,161	1,970	884,527	1,800	1,758,009	1,754	17.54
May.	1,800	389,718	520	233,479	0	0	379	3.79
Jun.	1,500	324,765	910	408,589	2,200	2,148,677	1,755	17.55
Jul.	25,300	5,477,701	14,200	6,375,782	14,300	13,966,401	15,723	157.23
Ago.	49,800	10,782,193	12,590	5,652,894	33,800	33,011,493	30,110	301.10
Sep.	15,900	3,442,507	22,610	10,151,861	18,300	17,873,086	19,162	191.62
Oct.	1,000	216,510	100	44,900	0	0	159	1.59
Nov.	800	173,208	1,930	866,567	1,500	1,465,007	1,525	15.25
Dic.	500	108,255	200	89,800	0	0	121	1.21
2009 Ene.	500	108,255	50	22,450	0	0	80	0.80
Feb.	2,400	519,624	1,050	471,449	0	0	604	6.04
Mar.	600	129,906	90	40,410	1,500	1,465,007	996	9.96
Abr.	5,400	1,169,153	0	0	0	0	712	7.12
May.	6,100	1,320,710	6,060	2,720,932	6,000	5,860,028	6,030	60.30
Jun.	3,400	736,134	400	179,599	6,300	6,153,030	4,304	43.04
Jul.	1,300	281,463	380	170,620	0	0	275	2.75
Ago.	3,000	649,530	6,520	2,927,472	5,000	4,883,357	5,152	51.52
Sep.	14,800	3,204,347	6,510	2,922,982	8,500	8,301,707	8,787	87.87
Oct.	17,400	3,767,272	2,550	1,144,947	1,000	976,671	3,586	35.86
Nov.	3,400	736,134	5,510	2,473,983	4,000	3,906,686	4,334	43.34
Dic.	1,400	303,114	1,660	745,338	500	488,336	936	9.36
2010 Ene.	4,600	995,946	3,810	1,710,685	3,400	3,320,683	3,670	36.70
Feb.	4,360	943,983	3,510	1,575,985	4,200	4,102,020	4,032	40.32
Mar.	2,200	476,322	1,380	619,618	500	488,336	965	9.65
Abr.	34,530	7,476,087	15,350	6,892,130	15,000	14,650,071	17,671	176.71
May.	14,120	3,057,120	3,450	1,549,046	6,200	6,055,363	6,492	64.92
Jun.	15,980	3,459,828	16,730	7,511,748	7,500	7,325,035	11,142	111.42
Jul.	33,560	7,266,072	24,670	11,076,798	22,000	21,486,771	24,254	242.54
Ago.	870	188,364	1,350	606,148	1,600	1,562,674	1,435	14.35
Sep.	30,910	6,692,321	6,460	2,900,532	26,000	25,393,456	21,305	213.05
Oct.	280	60,623	2,100	942,897	1,500	1,465,007	1,503	15.03
Nov.	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Dic.	0	0	0	0	0	0	0	0.00

Nota:

La columna "Estación Climatológica", indica las estaciones que tienen área de influencia en la subcuenca, las precipitaciones mensuales fueron multiplicada por 100, para posteriormente usarlas en el programa SPI.

La columna "Área (Km2)", es la multiplicación de la precipitación por el área de influencia de cada estación climatológica mensualmente.

La columna "Prom. Precipitación hp (mm)", es la precipitación media pesada mensualmente en la subcuenca.

La columna naranja fue dividida entre 100 y es la precipitación media mensual.

Este procedimiento se realizó para las 7 subcuencas faltantes.

Este procedimiento se realizó para las 8 subcuencas, solo se incluyó la primera.



ANEXO C. Series de precipitaciones mensuales, acumuladas 6 y 12 meses.

Tabla C.1 Precipitaciones (milímetros) mensuales, acumuladas para 6 y 12 meses, por subcuencas.

Año-Mes	1 R. San Miguel			2 P. Marte R. Gómez			3 R. Salinas			4 R. San Juan		
	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses
1970 Ene.	13			19			30			15		
Feb.	23			25			37			43		
Mar.	0			1			2			4		
Abr.	0			14			11			21		
May.	15			58			65			57		
Jun.	39	91		117	235		37	182		94	235	
Jul.	43	121		47	263		57	209		110	330	
Ago.	27	126		52	290		41	213		73	359	
Sep.	58	183		120	408		119	330		205	560	
Oct.	2	185		14	408		15	334		19	558	
Nov.	0	170		0	350		0	269		1	502	
Dic.	0	130	221	1	234	469	2	234	416	2	410	645
1971 Ene.	2	89	210	14	201	464	6	183	392	19	319	649
Feb.	0	62	187	4	153	442	4	146	358	6	253	612
Mar.	0	4	187	0	33	441	4	31	360	1	49	609
Abr.	0	2	187	2	20	428	2	18	352	4	34	592
May.	20	23	192	12	32	382	37	55	324	28	61	563
Jun.	121	144	274	96	127	361	143	196	430	84	142	553
Jul.	76	218	307	97	210	411	33	223	406	53	176	496
Ago.	86	304	366	142	348	501	115	335	481	146	317	570
Sep.	62	366	370	215	563	597	178	510	540	229	544	593
Oct.	56	422	424	143	704	725	76	583	601	127	667	701
Nov.	0	402	424	1	694	726	14	560	615	4	643	704
Dic.	4	285	429	7	605	732	15	432	628	8	567	710
1972 Ene.	1	210	428	6	514	724	12	411	634	5	519	696
Feb.	1	125	429	16	387	735	16	311	646	12	385	702
Mar.	6	69	435	43	215	778	39	172	682	36	193	737
Abr.	13	26	448	30	102	806	12	109	692	30	96	763
May.	42	68	469	130	231	924	79	173	734	192	284	927
Jun.	69	132	417	133	357	962	115	273	705	200	476	1043
Jul.	73	204	414	96	447	961	60	321	732	142	612	1132
Ago.	104	306	432	29	460	847	14	319	630	20	620	1005
Sep.	21	321	391	293	710	925	90	370	542	175	759	952
Oct.	9	317	343	24	705	807	38	396	504	45	775	870
Nov.	26	301	369	30	605	836	26	343	517	23	606	890
Dic.	3	236	368	6	478	835	7	235	509	7	413	888
1973 Ene.	7	171	374	29	411	859	28	203	525	40	310	923
Feb.	32	99	405	42	425	885	39	229	548	52	342	962
Mar.	0	78	399	0	132	843	0	139	509	1	167	926
Abr.	2	71	389	8	115	820	10	110	506	9	132	906
May.	19	63	365	48	133	738	16	100	443	67	176	782
Jun.	58	118	354	273	400	877	219	311	547	315	483	896
Jul.	59	170	341	51	421	832	39	322	526	45	489	799
Ago.	97	236	334	141	519	944	80	363	591	131	568	910
Sep.	111	347	424	175	694	826	190	553	692	188	755	923
Oct.	48	392	463	71	757	873	62	605	715	108	854	985
Nov.	1	375	438	5	714	848	8	597	697	8	794	970
Dic.	5	322	440	8	450	850	12	390	701	13	492	975
1974 Ene.	2	264	435	7	406	827	9	360	682	8	455	944
Feb.	0	167	403	3	269	788	0	281	643	1	325	893
Mar.	19	75	421	46	139	834	14	105	658	37	174	929
Abr.	11	38	430	10	79	836	5	48	653	16	82	936
May.	3	39	414	22	96	810	12	52	648	28	102	896
Jun.	6	41	363	51	138	588	64	104	494	51	141	633
Jul.	30	69	333	31	162	568	12	107	467	27	160	615
Ago.	56	125	292	7	165	434	22	129	409	10	169	494
Sep.	75	181	256	59	179	318	133	247	352	138	270	445
Oct.	14	184	222	21	190	268	27	269	317	21	276	358
Nov.	7	188	228	3	171	267	6	264	316	2	251	353
Dic.	11	193	235	6	127	265	13	213	317	5	204	345
1975 Ene.	2	165	234	11	107	269	11	212	319	12	190	349
Feb.	13	122	247	8	108	274	15	205	334	16	195	364
Mar.	0	48	228	6	54	233	3	75	322	5	62	333
Abr.	0	34	217	20	53	243	9	57	326	24	65	341
May.	16	43	231	151	201	372	25	76	340	105	168	419
Jun.	27	58	252	22	217	344	13	76	289	41	204	408



Tabla C.1 Precipitaciones (milímetros) mensuales, acumuladas para 6 y 12 meses, por subcuencas (Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel			2 P. Marte R. Gómez			3 R. Salinas			4 R. San Juan		
	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses
Jul.	95	152	317	352	558	665	102	167	379	254	446	635
Ago.	78	217	339	153	704	812	111	263	468	175	605	800
Sep.	30	247	294	127	825	879	138	398	473	132	732	794
Oct.	15	261	295	11	816	870	18	407	464	21	728	793
Nov.	1	245	288	1	666	867	4	386	462	4	627	795
Dic.	28	247	305	36	680	897	34	407	483	39	626	830
1976 Ene.	7	158	310	6	334	892	10	316	483	6	378	824
Feb.	0	80	297	0	181	885	1	206	469	1	204	809
Mar.	3	54	301	24	79	903	12	80	478	32	104	836
Abr.	47	87	348	58	125	941	70	132	540	67	150	878
May.	52	138	383	66	190	856	46	175	561	87	232	859
Jun.	44	153	400	96	251	931	50	190	597	74	267	893
Jul.	159	305	463	178	422	757	244	424	740	207	467	845
Ago.	55	360	441	31	453	634	14	437	643	74	540	744
Sep.	125	482	536	164	593	672	64	488	569	168	676	780
Oct.	36	471	557	57	592	717	48	466	598	68	678	827
Nov.	89	507	645	96	623	813	157	576	751	98	689	921
Dic.	54	518	671	19	545	796	34	560	750	21	635	902
1977 Ene.	19	378	683	20	388	810	29	346	770	23	452	919
Feb.	1	324	684	20	377	830	18	349	786	25	403	943
Mar.	0	199	681	6	218	812	5	290	779	7	241	917
Abr.	23	187	657	20	181	774	18	261	726	55	229	906
May.	24	122	630	107	192	815	16	120	696	70	201	890
Jun.	47	116	633	11	183	729	33	120	680	24	204	839
Jul.	53	149	527	10	174	561	17	108	453	13	194	646
Ago.	73	221	545	104	258	635	61	152	500	101	270	672
Sep.	47	268	467	128	380	598	63	209	500	148	411	652
Oct.	12	256	443	27	387	568	31	223	483	58	413	642
Nov.	0	232	355	4	284	476	1	208	328	6	349	550
Dic.	0	185	301	8	282	465	9	184	303	6	332	536
1978 Ene.	10	142	291	25	297	471	12	178	286	27	346	539
Feb.	5	74	296	9	201	459	7	124	275	13	258	528
Mar.	1	28	296	0	74	454	1	61	271	6	116	527
Abr.	11	27	283	30	77	464	12	42	265	34	92	506
May.	22	49	281	47	120	404	19	59	267	71	157	506
Jun.	48	97	282	63	174	456	36	86	269	50	201	533
Jul.	81	168	310	43	192	489	26	100	278	43	217	563
Ago.	102	264	339	80	263	464	97	190	314	95	299	557
Sep.	174	438	466	336	599	673	174	363	424	435	729	845
Oct.	41	469	496	79	649	726	49	400	442	114	808	901
Nov.	2	449	497	5	607	727	21	402	461	10	748	905
Dic.	16	417	514	7	551	725	6	372	458	10	708	908
1979 Ene.	6	342	510	4	512	704	5	351	451	6	671	888
Feb.	5	245	509	4	437	700	2	256	446	7	583	882
Mar.	5	75	513	1	102	701	13	95	458	9	156	885
Abr.	16	49	518	25	48	697	10	57	457	45	87	896
May.	13	60	509	15	57	664	13	50	451	27	104	852
Jun.	42	86	503	71	121	673	77	121	493	113	207	915
Jul.	32	112	454	43	160	672	34	150	501	51	252	923
Ago.	44	151	395	30	186	623	33	181	437	55	299	882
Sep.	18	164	239	101	286	388	79	248	343	108	399	555
Oct.	0	148	198	0	260	308	0	237	294	1	354	442
Nov.	4	139	200	0	246	303	12	236	285	6	333	437
Dic.	44	142	227	57	232	353	56	214	335	75	295	502
1980 Ene.	2	112	224	4	193	353	3	184	334	8	252	504
Feb.	14	83	234	11	173	359	13	164	345	9	206	506
Mar.	0	65	229	1	73	358	0	85	332	1	99	498
Abr.	5	70	218	0	73	333	0	85	322	7	105	460
May.	15	81	220	109	181	427	31	105	340	103	203	536
Jun.	5	42	184	9	133	365	3	52	266	5	134	429
Jul.	30	70	182	48	178	370	16	64	248	30	156	408
Ago.	41	96	179	57	223	396	124	175	339	93	240	446
Sep.	34	131	196	55	277	350	52	227	311	83	321	420
Oct.	45	171	241	80	357	430	39	265	350	111	425	531
Nov.	24	180	261	40	288	469	50	284	388	42	364	567
Dic.	5	179	221	9	289	421	18	298	350	9	368	502



Tabla C.1 Precipitaciones (milímetros) mensuales, acumuladas para 6 y 12 meses, por subcuencas (Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel			2 P. Marte R. Gómez			3 R. Salinas			4 R. San Juan		
	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses
1981 Ene.	67	216	286	79	319	497	62	344	409	88	426	582
Feb.	16	191	288	22	284	508	17	238	412	22	355	594
Mar.	16	173	303	29	258	535	24	209	436	21	294	615
Abr.	57	185	355	117	296	653	105	276	540	130	312	737
May.	62	222	402	146	401	689	54	280	563	132	402	766
Jun.	51	268	448	94	486	774	61	323	621	137	530	898
Jul.	21	222	438	64	470	790	34	295	639	58	500	926
Ago.	24	230	421	91	540	824	69	347	585	148	627	982
Sep.	55	269	442	49	560	818	72	395	604	108	714	1007
Oct.	44	256	441	22	465	760	37	327	602	19	603	915
Nov.	0	194	416	0	319	720	0	273	553	7	478	880
Dic.	2	145	414	1	227	713	1	213	536	2	343	873
1982 Ene.	1	126	348	0	163	634	2	181	476	0	285	785
Feb.	10	112	341	8	81	620	5	117	464	13	149	776
Mar.	5	62	331	11	43	603	7	52	447	11	52	766
Abr.	40	58	314	67	88	553	29	45	372	84	118	720
May.	40	98	292	113	201	520	59	104	377	78	188	666
Jun.	11	108	253	15	214	441	19	122	335	9	195	538
Jul.	42	148	274	1	216	379	20	140	321	4	199	484
Ago.	44	183	294	8	215	296	34	169	286	10	197	346
Sep.	19	196	258	68	272	315	44	206	258	83	268	321
Oct.	27	183	242	45	250	338	43	220	265	49	233	351
Nov.	48	191	290	14	151	352	17	177	281	18	173	362
Dic.	23	203	310	46	182	396	28	186	308	56	220	415
1983 Ene.	11	172	320	28	208	424	35	201	341	31	246	445
Feb.	20	148	331	57	258	473	29	196	364	49	285	482
Mar.	7	136	333	24	214	486	14	166	372	31	233	502
Abr.	0	109	292	0	169	419	0	123	342	0	185	418
May.	61	123	314	153	308	459	76	182	359	170	337	510
Jun.	20	119	322	74	336	518	16	170	356	41	322	542
Jul.	35	143	315	45	354	562	62	197	398	85	377	623
Ago.	50	173	320	122	418	676	90	258	454	124	451	736
Sep.	85	250	386	134	528	742	72	316	482	188	607	840
Oct.	15	265	374	37	565	734	42	357	480	42	649	834
Nov.	0	204	326	8	420	727	1	282	464	12	491	827
Dic.	0	184	304	8	354	690	3	269	439	10	460	782
1984 Ene.	66	215	359	126	434	788	108	315	512	148	523	900
Feb.	3	169	342	5	318	736	3	228	486	8	408	859
Mar.	2	87	337	29	213	741	19	175	491	25	245	852
Abr.	0	72	337	1	177	742	1	135	492	1	205	853
May.	29	101	305	55	224	644	53	187	469	83	276	767
Jun.	30	131	316	31	247	601	36	220	489	45	310	770
Jul.	73	139	354	57	178	613	53	165	480	74	236	760
Ago.	23	159	328	18	191	509	27	189	417	41	269	677
Sep.	37	193	280	59	221	434	71	242	416	115	360	605
Oct.	13	206	278	13	233	410	21	262	396	18	376	581
Nov.	3	179	281	2	180	404	3	212	398	2	296	571
Dic.	20	169	300	9	158	404	22	197	417	19	270	580
1985 Ene.	23	119	258	27	127	305	33	177	343	31	226	462
Feb.	9	105	264	29	138	329	9	159	348	14	200	469
Mar.	1	69	262	37	116	337	17	105	347	31	115	475
Abr.	53	109	315	97	201	434	70	154	416	95	192	568
May.	48	154	334	60	259	439	40	192	403	70	259	555
Jun.	60	195	364	115	365	523	50	220	418	120	360	630
Jul.	17	188	307	10	348	475	45	232	409	7	336	562
Ago.	15	194	299	79	398	536	14	237	396	71	393	592
Sep.	36	230	299	35	396	512	46	266	371	29	391	506
Oct.	37	214	323	25	324	524	45	240	394	68	364	556
Nov.	5	171	325	4	268	527	4	203	395	10	304	563
Dic.	1	111	306	15	168	533	5	158	378	17	201	561
1986 Ene.	1	96	284	5	163	511	1	114	346	8	203	539
Feb.	1	81	276	16	100	498	2	102	339	16	147	540
Mar.	0	45	275	5	70	466	1	58	323	11	129	520
Abr.	47	54	269	70	115	438	21	34	273	72	133	497
May.	31	81	252	110	220	488	24	54	257	124	248	552
Jun.	93	172	284	213	418	586	62	110	269	156	387	588



Tabla C.1 Precipitaciones (milímetros) mensuales, acumuladas para 6 y 12 meses, por subcuencas (Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel			2 P. Marte R. Gómez			3 R. Salinas			4 R. San Juan		
	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses
Jul.	35	207	302	1	414	577	11	121	235	11	389	592
Ago.	21	226	307	16	414	514	4	122	225	26	399	547
Sep.	96	321	366	60	469	539	82	204	262	115	504	633
Oct.	59	334	388	49	448	563	111	294	328	81	513	646
Nov.	12	315	396	17	356	576	15	285	339	40	429	677
Dic.	44	266	439	45	189	607	43	266	377	74	347	734
1987 Ene.	26	258	465	27	215	629	12	267	388	41	377	766
Feb.	34	271	497	135	334	748	20	283	405	45	396	795
Mar.	2	178	499	23	297	766	8	208	412	20	301	805
Abr.	30	149	483	51	299	747	67	164	458	37	257	770
May.	41	177	492	92	373	729	50	200	485	92	309	738
Jun.	45	179	445	158	486	675	66	223	489	128	363	710
Jul.	59	212	470	90	549	764	47	258	525	86	408	785
Ago.	50	227	499	107	521	855	57	296	578	91	454	850
Sep.	85	311	489	71	568	865	74	361	570	127	561	862
Oct.	4	284	433	26	543	842	16	311	475	38	561	818
Nov.	7	251	428	12	463	836	14	274	474	10	479	788
Dic.	9	215	393	12	316	802	9	217	440	11	363	725
1988 Ene.	16	172	383	33	260	809	15	186	444	40	316	724
Feb.	2	124	351	19	172	693	10	139	434	15	241	695
Mar.	4	43	353	23	124	693	6	71	432	13	127	688
Abr.	26	65	350	43	141	685	20	75	385	39	129	690
May.	11	70	320	73	203	665	29	90	364	67	186	665
Jun.	48	108	323	54	245	562	48	129	346	83	258	620
Jul.	85	177	349	98	310	570	48	161	347	65	283	600
Ago.	93	268	391	166	457	629	95	246	384	166	434	675
Sep.	131	394	437	242	676	800	193	432	503	230	651	778
Oct.	10	378	443	73	706	847	18	430	505	28	640	768
Nov.	1	367	437	0	633	836	0	402	491	2	574	760
Dic.	1	320	428	1	580	825	1	354	483	1	492	749
1989 Ene.	7	242	419	11	493	803	15	322	483	19	445	728
Feb.	3	153	421	15	341	798	14	240	486	14	293	727
Mar.	0	22	416	1	100	776	1	48	481	2	65	716
Abr.	6	17	395	36	63	769	22	52	483	32	69	708
May.	9	26	393	6	69	703	10	62	464	7	74	648
Jun.	13	39	359	27	96	675	56	117	471	35	109	601
Jul.	31	63	305	69	153	646	31	133	455	84	174	620
Ago.	62	121	274	85	224	565	55	174	415	98	259	552
Sep.	32	154	175	22	245	346	55	229	277	68	325	390
Oct.	10	158	175	15	224	288	10	217	269	29	322	390
Nov.	28	176	202	10	228	297	9	216	278	11	326	400
Dic.	53	217	255	53	254	349	35	195	312	70	361	470
1990 Ene.	11	197	260	2	187	340	6	170	303	6	282	457
Feb.	13	148	269	20	122	346	8	123	298	27	211	470
Mar.	6	122	275	19	118	363	8	77	305	27	170	495
Abr.	12	123	281	22	126	350	32	98	315	32	174	495
May.	29	124	301	8	124	352	14	103	319	28	191	516
Jun.	12	83	300	2	72	326	17	85	280	3	123	484
Jul.	82	153	350	35	106	293	25	103	273	57	175	457
Ago.	60	201	349	75	160	282	41	137	260	91	238	449
Sep.	64	258	380	79	220	338	54	182	259	115	327	497
Oct.	65	312	435	18	215	341	58	209	307	45	340	514
Nov.	2	285	409	9	216	340	3	198	301	9	321	511
Dic.	0	272	356	1	215	287	1	182	267	1	319	442
1991 Ene.	2	193	346	16	196	302	7	165	268	18	280	455
Feb.	20	152	353	14	135	295	5	128	264	30	219	458
Mar.	0	88	347	4	61	281	1	75	257	6	110	437
Abr.	0	23	335	8	51	266	5	22	231	26	91	431
May.	29	51	336	53	96	312	20	39	238	62	144	465
Jun.	30	81	354	160	255	470	90	128	311	163	305	624
Jul.	64	143	336	43	282	478	28	149	313	32	319	599
Ago.	51	175	327	6	274	409	13	157	285	18	306	526
Sep.	72	247	335	141	412	472	115	271	346	125	426	536
Oct.	10	257	280	14	418	469	5	270	292	32	432	523
Nov.	1	228	279	10	375	471	15	265	304	15	385	529
Dic.	42	240	321	31	245	501	29	204	333	45	267	572



Tabla C.1 Precipitaciones (milímetros) mensuales, acumuladas para 6 y 12 meses, por subcuencas (Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel			2 P. Marte R. Gómez			3 R. Salinas			4 R. San Juan		
	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses
1992 Ene.	83	259	403	98	301	582	76	253	402	105	340	659
Feb.	21	229	404	27	321	595	16	256	413	27	349	656
Mar.	2	160	407	8	187	599	5	146	416	12	236	662
Abr.	7	156	413	72	245	663	22	163	433	76	280	712
May.	53	209	437	108	343	717	62	209	474	91	356	741
Jun.	4	171	411	5	317	562	6	186	391	13	325	592
Jul.	39	127	386	12	231	531	8	119	372	4	225	565
Ago.	51	157	386	130	334	655	39	142	398	123	321	670
Sep.	43	198	357	60	386	574	54	192	338	64	372	608
Oct.	11	201	358	51	365	610	30	201	363	83	379	659
Nov.	27	175	384	55	312	655	20	158	368	51	338	695
Dic.	16	187	358	8	316	632	18	171	357	12	336	661
1993 Ene.	8	156	283	5	309	539	7	169	288	9	341	565
Feb.	4	109	266	18	197	531	10	140	282	21	239	560
Mar.	4	69	267	31	168	554	17	102	295	22	198	570
Abr.	0	59	260	10	128	493	11	84	284	20	135	513
May.	20	52	227	73	146	458	56	120	278	102	187	525
Jun.	92	128	315	172	310	626	85	187	357	193	368	704
Jul.	30	150	306	4	309	618	3	183	352	5	364	705
Ago.	51	197	306	14	305	502	24	197	337	15	358	597
Sep.	78	271	341	118	391	560	101	281	383	179	514	711
Oct.	8	279	338	18	400	527	10	279	363	23	517	652
Nov.	13	271	323	44	370	516	15	238	358	38	453	639
Dic.	9	188	316	5	203	513	2	155	342	12	271	639
1994 Ene.	0	158	308	68	267	576	28	180	363	78	344	708
Feb.	1	108	305	6	259	564	5	161	358	8	337	695
Mar.	16	46	317	37	178	569	28	87	368	31	190	704
Abr.	17	55	334	12	171	571	19	97	375	14	180	698
May.	15	58	328	53	180	551	35	117	354	52	195	647
Jun.	32	81	269	75	250	453	28	143	298	80	263	535
Jul.	32	113	271	45	227	495	17	131	311	58	244	588
Ago.	23	135	243	25	246	505	26	153	314	52	288	625
Sep.	25	144	190	69	278	456	77	202	290	91	347	537
Oct.	32	159	214	25	291	462	29	213	309	24	357	538
Nov.	1	145	202	6	244	424	11	189	305	10	315	510
Dic.	22	135	216	19	188	438	36	196	339	20	255	518
1995 Ene.	3	105	218	11	154	381	5	185	316	13	209	453
Feb.	10	92	228	7	136	382	7	166	319	9	166	454
Mar.	1	68	213	6	74	352	8	96	299	16	91	438
Abr.	2	38	198	7	56	347	4	71	284	6	73	431
May.	39	77	222	47	97	341	33	94	282	48	111	427
Jun.	18	73	208	64	142	330	11	68	265	70	162	417
Jul.	56	127	232	34	166	319	29	92	277	38	187	396
Ago.	99	216	308	112	270	406	92	177	343	217	395	561
Sep.	28	243	312	60	324	398	44	214	310	51	430	521
Oct.	13	254	293	11	328	384	14	224	295	24	448	521
Nov.	3	218	295	22	303	400	21	212	306	16	416	527
Dic.	11	211	284	20	259	401	16	218	286	23	368	530
1996 Ene.	12	166	293	4	228	394	10	198	291	7	338	525
Feb.	0	67	283	1	117	388	3	109	286	2	123	518
Mar.	0	39	282	3	60	384	3	68	282	4	76	506
Abr.	1	27	281	7	56	384	4	58	282	7	60	507
May.	41	65	283	5	39	342	18	54	266	9	52	468
Jun.	44	98	309	12	32	291	18	56	273	28	57	426
Jul.	69	155	321	13	41	270	18	64	262	9	60	397
Ago.	64	218	285	138	178	295	116	177	286	178	236	359
Sep.	32	250	289	42	217	277	24	198	266	65	297	372
Oct.	26	275	303	44	254	310	57	250	308	66	355	415
Nov.	9	244	308	12	261	301	14	246	300	10	356	409
Dic.	1	200	298	3	252	284	2	230	286	3	331	389
1997 Ene.	6	138	293	7	246	287	8	220	284	9	331	391
Feb.	12	86	304	12	120	298	18	122	299	14	168	403
Mar.	57	111	361	59	137	354	64	162	359	51	153	450
Abr.	39	124	399	78	171	425	71	176	426	95	182	537
May.	27	142	386	43	202	463	64	226	472	59	231	588



Tabla C.1 Precipitaciones (milímetros) mensuales, acumuladas para 6 y 12 meses, por subcuencas (Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel			2 P. Marte R. Gómez			3 R. Salinas			4 R. San Juan		
	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses
Jun.	48	190	390	21	220	472	26	250	480	34	263	594
Jul.	37	220	358	18	230	476	27	269	489	25	279	610
Ago.	33	241	327	7	225	345	5	256	377	17	281	449
Sep.	43	227	338	34	200	337	85	277	438	61	291	445
Oct.	31	219	343	40	162	333	48	254	430	105	302	484
Nov.	25	217	359	25	144	346	37	227	453	26	268	500
Dic.	15	183	373	5	128	348	11	213	463	6	240	503
1998 Ene.	1	147	368	0	110	340	0	187	455	3	218	497
Feb.	7	122	363	23	126	352	24	205	461	21	222	503
Mar.	2	80	308	47	140	339	21	141	418	43	204	495
Abr.	0	50	269	0	100	262	1	94	348	2	101	402
May.	2	27	243	8	83	227	2	59	286	5	80	348
Jun.	32	44	227	25	104	231	16	63	276	45	119	359
Jul.	24	67	215	22	126	236	14	77	264	35	150	368
Ago.	59	119	241	71	174	300	74	127	333	84	214	436
Sep.	45	162	243	139	265	405	123	229	371	157	328	532
Oct.	40	202	252	27	292	392	36	264	358	56	382	483
Nov.	8	208	235	58	342	425	22	284	343	56	434	513
Dic.	0	177	221	2	319	423	0	269	332	4	392	511
1999 Ene.	0	153	220	0	297	423	0	255	332	0	358	508
Feb.	0	93	212	2	228	402	3	184	311	0	273	487
Mar.	1	49	211	40	129	394	22	83	312	27	143	471
Abr.	3	12	214	0	102	394	4	51	315	8	95	478
May.	2	6	214	47	90	433	10	39	324	45	84	518
Jun.	32	37	213	44	133	452	42	81	350	57	137	530
Jul.	33	70	222	58	191	488	46	127	382	76	214	571
Ago.	12	82	175	13	202	430	52	177	360	23	237	510
Sep.	24	105	154	61	223	352	63	218	301	75	285	427
Oct.	6	109	120	16	239	341	10	224	276	27	303	398
Nov.	0	107	113	2	195	285	2	216	255	3	261	345
Dic.	2	77	114	25	175	308	10	183	265	23	228	365
2000 Ene.	3	48	118	20	136	328	3	140	267	9	160	374
Feb.	4	40	122	9	133	335	8	96	273	9	146	382
Mar.	9	25	131	7	78	302	3	36	254	7	78	363
Abr.	1	20	129	45	107	347	24	49	274	27	78	381
May.	37	57	164	135	240	435	33	81	297	118	193	454
Jun.	75	130	207	65	281	456	45	116	299	74	243	471
Jul.	41	168	216	12	273	409	7	120	260	11	246	406
Ago.	38	201	241	35	299	432	34	146	242	50	287	433
Sep.	39	230	256	97	390	468	75	217	254	124	404	482
Oct.	37	267	287	133	478	585	85	279	328	161	538	616
Nov.	31	261	317	13	355	596	32	278	358	14	434	627
Dic.	14	200	330	20	310	591	13	246	361	22	382	626
2001 Ene.	15	174	341	16	315	588	11	250	370	12	383	629
Feb.	13	149	350	25	304	603	22	237	383	25	358	645
Mar.	29	139	369	36	243	633	18	180	398	32	267	670
Abr.	14	116	383	14	124	602	6	101	380	23	129	666
May.	13	98	358	46	158	513	7	76	354	57	171	605
Jun.	33	116	316	129	267	577	38	101	347	93	242	624
Jul.	32	133	307	6	256	571	13	103	353	27	257	640
Ago.	58	178	327	73	304	608	40	122	359	79	311	669
Sep.	34	184	323	201	470	713	71	175	355	286	564	831
Oct.	11	181	297	4	459	584	9	178	279	26	567	696
Nov.	17	185	282	59	472	630	32	203	279	70	581	752
Dic.	7	159	275	23	366	633	6	171	273	9	497	739
2002 Ene.	0	127	260	1	361	617	0	159	262	1	471	728
Feb.	19	89	267	1	289	593	1	119	240	4	396	707
Mar.	5	59	243	14	101	571	0	48	223	9	119	683
Abr.	24	72	253	10	107	567	4	43	221	15	109	676
May.	23	79	263	13	61	533	27	38	240	13	51	631
Jun.	19	91	250	30	68	434	30	62	233	65	107	604
Jul.	88	179	306	211	279	640	100	162	321	196	302	773
Ago.	27	187	275	53	331	620	29	190	309	32	329	725
Sep.	95	278	337	221	539	640	145	335	383	271	591	711
Oct.	62	315	387	155	684	791	67	398	441	183	760	868



Tabla C.1 Precipitaciones (milímetros) mensuales, acumuladas para 6 y 12 meses, por subcuencas (Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel			2 P. Marte R. Gómez			3 R. Salinas			4 R. San Juan		
	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses
Nov.	15	307	386	30	701	762	9	381	418	28	775	826
Dic.	1	289	381	2	673	741	1	351	413	2	712	819
2003 Ene.	11	212	391	20	482	760	19	269	431	33	549	851
Feb.	17	202	389	19	448	779	29	270	460	19	536	865
Mar.	8	114	392	14	240	779	16	141	476	16	281	873
Abr.	1	53	368	20	104	788	7	80	478	17	115	875
May.	3	40	348	51	125	826	49	120	501	61	148	923
Jun.	28	67	357	74	197	870	55	175	526	93	239	951
Jul.	53	110	322	197	374	856	48	204	473	85	292	841
Ago.	45	138	340	73	429	876	68	243	513	82	355	891
Sep.	130	261	375	291	705	946	156	383	523	301	641	922
Oct.	93	353	406	208	894	998	91	467	548	154	777	892
Nov.	16	367	407	12	855	980	14	432	552	7	723	871
Dic.	3	341	409	9	790	987	4	381	556	9	639	878
2004 Ene.	21	310	419	12	605	979	14	347	551	9	563	855
Feb.	12	276	414	9	540	969	10	289	532	9	489	845
Mar.	17	163	424	78	327	1032	33	167	550	90	278	919
Abr.	16	86	439	170	289	1183	51	127	594	170	294	1071
May.	11	80	447	61	338	1193	12	125	557	50	337	1060
Jun.	70	148	489	48	377	1167	46	167	548	61	389	1028
Jul.	101	227	537	54	418	1023	38	191	539	69	449	1012
Ago.	90	306	582	56	465	1006	59	240	529	80	520	1009
Sep.	92	381	544	272	659	987	120	327	494	268	698	976
Oct.	28	393	478	131	620	909	19	295	422	35	563	857
Nov.	27	409	489	14	574	912	26	309	434	7	520	857
Dic.	1	340	488	8	535	911	4	267	434	7	466	855
2005 Ene.	13	252	479	9	489	908	15	243	434	11	408	857
Feb.	43	205	510	63	497	962	48	232	473	64	393	912
Mar.	8	120	501	22	248	907	10	122	449	42	167	864
Abr.	1	93	486	3	120	740	3	106	401	5	137	700
May.	29	95	504	97	202	776	64	143	452	99	230	750
Jun.	10	104	444	0	194	729	0	140	406	2	225	691
Jul.	111	202	453	413	599	1088	160	285	528	345	559	968
Ago.	36	195	399	6	542	1038	11	248	480	13	508	900
Sep.	27	214	334	86	606	853	32	270	392	112	577	744
Oct.	18	231	324	149	751	871	80	347	453	208	780	917
Nov.	2	205	299	23	677	880	16	299	442	24	704	934
Dic.	0	195	298	24	702	896	5	304	444	18	720	945
2006 Ene.	8	92	294	1	289	888	4	148	433	1	375	934
Feb.	2	58	252	8	291	832	5	142	390	8	370	878
Mar.	4	34	248	8	213	818	7	117	387	15	272	850
Abr.	3	19	250	27	91	843	28	66	413	21	86	866
May.	17	34	239	83	151	829	19	69	368	72	134	839
Jun.	32	65	260	27	154	856	10	75	379	26	142	862
Jul.	34	91	184	44	198	487	45	116	263	65	207	582
Ago.	66	156	214	96	286	577	24	134	276	56	256	626
Sep.	77	229	263	265	543	756	131	258	375	259	500	773
Oct.	13	239	258	67	583	674	21	251	316	51	530	616
Nov.	2	224	258	33	532	684	12	243	312	26	484	618
Dic.	40	232	297	72	577	731	54	286	361	73	531	673
2007 Ene.	18	216	307	42	575	773	21	263	378	43	508	715
Feb.	1	151	307	5	484	770	1	240	374	5	457	712
Mar.	2	76	305	5	223	767	3	112	369	5	203	703
Abr.	14	76	315	15	171	754	9	100	350	15	167	697
May.	27	101	325	52	191	723	36	124	367	53	194	678
Jun.	83	144	376	87	206	783	54	125	411	89	210	741
Jul.	136	262	478	126	290	865	82	186	449	129	297	805
Ago.	32	293	443	56	341	824	32	217	457	57	349	806
Sep.	41	332	408	51	387	611	33	247	359	53	397	599
Oct.	1	319	395	13	386	557	2	240	340	14	396	562
Nov.	3	295	396	12	346	536	5	209	333	12	354	548
Dic.	1	213	357	1	259	465	1	156	281	1	266	476
2008 Ene.	12	89	351	32	166	456	17	91	277	35	172	469
Feb.	2	59	352	2	112	453	2	61	278	5	121	469
Mar.	3	21	353	1	61	449	2	30	277	8	75	472



Tabla C.1 Precipitaciones (milímetros) mensuales, acumuladas para 6 y 12 meses, por subcuencas (Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel			2 P. Marte R. Gómez			3 R. Salinas			4 R. San Juan		
	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses	Precipitación (mm)	Amulado 6 Meses	Amulado 12 Meses
Abr.	22	42	361	18	65	452	7	34	275	38	99	495
May.	33	73	368	4	58	403	27	56	265	22	109	463
Jun.	23	94	307	18	74	333	4	60	215	11	119	385
Jul.	108	190	279	157	199	365	96	138	229	139	223	395
Ago.	194	382	441	301	498	610	91	227	287	165	382	503
Sep.	187	566	587	192	689	750	159	384	414	308	683	758
Oct.	28	573	614	2	673	738	16	393	427	33	679	778
Nov.	2	541	614	15	684	742	3	370	426	12	669	778
Dic.	4	523	617	1	668	742	2	367	427	4	662	781
2009 Ene.	9	424	614	1	512	710	14	285	423	9	532	754
Feb.	8	238	620	6	217	714	5	199	426	9	375	758
Mar.	8	59	625	10	35	724	5	45	429	6	73	756
Abr.	12	43	616	7	40	713	4	33	426	5	45	723
May.	27	68	609	60	85	770	36	66	436	57	89	759
Jun.	23	87	610	43	127	795	8	72	439	30	116	778
Jul.	19	97	521	3	129	641	29	87	372	8	115	647
Ago.	41	130	368	52	175	391	24	106	305	58	164	539
Sep.	102	224	283	88	253	287	64	165	211	145	303	377
Oct.	29	241	284	36	281	322	43	205	238	56	354	399
Nov.	26	241	309	43	264	350	21	190	256	60	357	446
Dic.	20	238	325	9	231	358	11	193	264	30	356	472
2010 Ene.	30	248	345	37	265	394	30	194	281	37	385	500
Feb.	16	224	353	40	253	428	16	185	291	42	370	534
Mar.	9	131	355	10	175	428	7	128	293	22	246	550
Abr.	78	179	421	177	316	597	49	134	339	163	353	707
May.	20	173	414	65	338	602	18	131	320	51	344	701
Jun.	177	331	568	111	440	670	181	301	493	206	521	877
Jul.	279	580	828	243	646	910	201	472	665	300	784	1169
Ago.	14	578	802	14	620	873	15	472	656	20	762	1132
Sep.	190	759	890	213	823	998	224	689	817	297	1037	1283
Oct.	7	688	868	15	661	977	9	649	783	13	887	1241
Nov.	0	668	841	0	596	934	0	631	762	0	836	1181
Dic.	0	491	822	0	485	925	0	450	751	0	630	1151

Nota: Este procedimiento se realizó para las 8 subcuencas, solo se incluyeron las cuatro primeras.

ANEXO D. Ajustes de las series de precipitaciones mensuales a la función Gamma.

1.-El ajuste de la serie de precipitaciones usando la prueba de Chi cuadrada para la subcuenca río San Miguel es:

Tabla D.1 Datos de intervalos.

Mín.=	0.00
Máx.=	279.21
Rango=	279.21
N=	492
k=	9.88
Ancho de Clases=	29

Tabla D.2 Frecuencias.

Intervalo (k)	Límites		Frecuencia	
	Límite Inferior (I)	Límite Superior (S)	Acumulada	Observado (θ_i)
1	0.00	29.00	306	306
2	29.00	58.00	419	113
3	58.00	87.00	460	41
4	87.00	116.00	480	20
5	116.00	145.00	485	5
6	145.00	174.00	486	1
7	174.00	203.00	491	5
8	203.00	232.00	491	0
9	232.00	261.00	491	0
10	261.00	290.00	492	1
			Suma	492

Tabla D.3 X Calculada.

Intervalo (k)	Límite Inferior (I)	Límite Superior (S)	ϵ_i	Observado (θ_i)	$(\theta_i - \epsilon_i)^2/\epsilon_i$	X calculada
1	0.00	0.62	302.52	306.00	0.04	
2	0.62	0.84	108.83	113.00	0.16	
3	0.84	0.93	44.88	41.00	0.34	
4	0.93	0.97	19.38	20.00	0.02	
5	0.97	0.98	8.67	5.00	1.55	
6	0.98	0.99	3.99	1.00	2.24	
7	0.99	1.00	1.88	5.00	5.19	
8	1.00	1.00	0.90	0.00	0.90	
9	1.00	1.00	0.44	0.00	0.44	
10	1.00	1.00	0.22	1.00	2.76	
			Suma	492.00	Suma	13.64

Determinación de:

V; Grados de libertad= $K - 1 - m=7$

K; Numero de Intervalos =10

m; Numero de parametros α y $\beta= 2$



Tabla D.4 Comparativa de aceptación o rechazo de la prueba de Chi Cuadrada.

Nivel de Significancia (Aparicio, 2009)		X calculada	X calculada $\leq X^2$	Prueba Chi Cuadrada		
$\alpha=$	10%	$X^2_{(0.90), (7)} = 12$	13.64	<	12	Rechaza
$\alpha=$	5%	$X^2_{(0.95), (7)} = 14.1$	13.64	<	14.1	Acepta
$\alpha=$	1%	$X^2_{(0.99), (7)} = 18.5$	13.64	<	18.5	Acepta

Nota:

*Se ajusta a un nivel de significancia de 5% mis datos a la función gamma.

*Se ajusta a un nivel de significancia de 1% mis datos a la función gamma.

Nota: Este procedimiento se realizó para las 8 subcuencas, solo se incluyó la primera.



Tabla E.1 Resultados del Índice de Precipitación Estandarizado para SPI-6 y SPI-12 (Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel		2 P. Marte R. Gómez		3 R. Salinas		4 R. San Juan		5 R. Pesquería		6 R. Monterrey		7 R. Ramos		8 R. Pílon	
	SPI-6	SPI-12	SPI-6	SPI-12	SPI-6	SPI-12	SPI-6	SPI-12	SPI-6	SPI-12	SPI-6	SPI-12	SPI-6	SPI-12	SPI-6	SPI-12
Mar.	-0.29	2.21	-1.86	0.73	-1.32	0.35	-1.31	0.65	-1.62	0.58	-0.36	1.02	-0.55	1.12	-1.57	0.79
Abr.	-0.41	2.12	-1.54	0.66	-1.32	0.3	-1.74	0.45	-1.72	0.51	-0.97	0.83	-1.4	0.93	-1.83	0.58
May.	-0.17	2.14	-0.95	0.93	-0.73	0.39	-1.18	0.67	-1.02	0.66	-0.33	0.92	-0.89	0.99	-1.37	0.67
Jun.	-0.41	2.19	-0.8	1.01	-1.1	0.38	-1.23	0.72	-1.1	0.7	-0.54	0.92	-0.89	1.07	-1.47	0.71
Jul.	-0.97	1.43	-1.24	0.34	-1.19	-0.18	-1.62	0.02	-1.46	0.09	-0.66	0.58	-1.25	0.6	-1.9	0.17
Ago.	-1.05	0.22	-1.37	-1.01	-1.63	-0.88	-1.82	-0.59	-1.92	-1.14	-0.78	-0.29	-1.42	0.36	-2.3	-0.57
Sep.	-0.35	-0.54	-1.12	-1.61	-1.46	-1.88	-1.22	-1.53	-1.38	-1.81	-0.26	-0.45	-0.74	-0.83	-1.66	-1.99
Oct.	-0.28	-0.51	-0.91	-1.35	-1.12	-1.62	-0.95	-1.44	-1.05	-1.56	-0.19	-0.58	-0.6	-0.97	-1.22	-1.73
Nov.	-0.14	-0.29	-0.76	-1.17	-1.07	-1.39	-0.64	-1.13	-0.89	-1.35	-0.02	-0.28	-0.49	-0.83	-0.77	-1.36
Dic.	0.12	-0.17	-0.67	-1.14	-0.78	-1.31	-0.28	-1	-0.73	-1.3	0.37	-0.13	-0.18	-0.71	-0.4	-1.27
2010 Ene.	0.84	0.12	-0.16	-0.89	-0.41	-1.15	0.3	-0.82	-0.26	-1.1	0.81	0.19	0.32	-0.6	0.24	-1.07
Feb.	1.22	0.2	0.18	-0.71	0.03	-1.02	0.7	-0.62	0.29	-0.95	1.11	0.38	0.59	-0.48	0.71	-0.92
Mar.	1.01	0.21	0.55	-0.69	0.48	-0.97	1.07	-0.52	0.61	-0.88	0.85	0.26	0.47	-0.47	0.86	-0.9
Abr.	1.72	0.75	2.05	0.17	0.83	-0.47	2.29	0.37	1.71	-0.05	1.61	0.76	1.84	0.39	1.45	-0.12
May.	1.5	0.71	1.48	0.18	0.51	-0.63	1.49	0.35	1.14	-0.11	1.17	0.68	1.37	0.38	1.08	0.08
Jun.	2.74	1.9	1.5	0.49	1.83	0.79	1.89	1.18	1.77	0.8	2.56	2.15	1.31	0.77	1.84	1.12
Jul.	3.71	3.29	2.05	1.44	2.62	1.8	2.59	2.24	2.48	1.81	3.4	3.1	2.11	1.77	2.6	2.08
Ago.	3.26	3.29	1.82	1.32	2.61	1.95	2.47	2.14	2.33	1.91	3.4	3.25	1.94	1.61	2.63	2.17
Sep.	3.23	3.25	1.74	1.64	2.92	2.69	2.51	2.45	2.35	2.21	3.56	3.41	1.89	1.69	3.18	2.8
Oct.	2.87	3.06	1.01	1.57	2.61	2.61	1.81	2.39	1.67	2.05	3.14	3.29	1.21	1.65	2.65	2.67
Nov.	2.84	2.97	0.98	1.42	2.54	2.46	1.87	2.21	1.7	1.94	2.92	3.14	1.27	1.57	2.62	2.56
Dic.	2.21	2.97	0.79	1.41	1.89	2.44	1.37	2.17	1.18	1.92	1.65	3.1	1.04	1.47	1.99	2.61



Tabla F.1 Duración, Intensidad y períodos de sequía (inicio-término) para SPI-6, por subcuenca
(Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel			2 P. Marte R. Gómez			3 R. Salinas			4 R. San Juan			5 R. Pesquería			6 R. Monterrey			7 R. Ramos			8 R. Pilón		
	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I
Jul.	-0.07	2	-1	-0.13			0.22			0.57			0.67			0.12			0.56			0.14		
Ago.	-0.05			-0.13			-0.13			0.08			0.28			-0.35			0.21			-0.45		
Sep.	0.11			-0.18			-0.08			0.19			0.54			-0.13			0.49			-0.18		
Oct.	0.08			-0.19	6	-1	-0.26			0.08			0.47			-0.26			0.47			-0.22	6	-1
Nov.	0.15			-0.09			-0.5	8	-2	-0.01			0.48			-0.21			0.33			-0.19		
Dic.	-0.44			-0.89			-1.35			-0.97	3	-1	-0.49	1	-1	-1.16			-0.34	1	-1	-0.95		
1994 Ene.	-0.26			-0.14			-0.62			-0.04			0.36			-0.77			0.11			-0.43		
Feb.	-0.38			0.22			-0.34			0.45			0.74			-0.35			0.45			0.13		
Mar.	-0.64			0.58			-0.25			0.48			0.24			-0.86			-0.09	1	-1	-0.16		
Abr.	-0.11			0.72			0.24			0.67			0.53			-0.63			0.01			-0.06	3	-1
May.	-0.42			0.23			0.28			0.21			0.2			-0.15			-0.15			-0.02		
Jun.	-0.55			0.34			0.13			0.28			0.03			-0.15			-0.2			0.01		
Jul.	-0.67			-0.28			-0.45			-0.28			-0.71			-0.19			-0.57	24	-2	-0.24		
Ago.	-0.95	17	-2	-0.63			-0.78			-0.5			-1.08			-0.19			-0.79			-0.31		
Sep.	-1.32			-0.92			-0.96			-0.88			-1.32			-0.73			-0.96			-0.6		
Oct.	-1.26			-0.85			-1.02			-0.93			-1.43			-0.78			-1.04			-0.59		
Nov.	-1.29			-0.91			-1.09			-0.94			-1.39			-0.93			-0.96			-0.81		
Dic.	-1.18			-1.02			-0.73			-1.12			-1.32			-0.87			-0.86			-0.86		
1995 Ene.	-1.12			-1.22			-0.54			-1.4	13	-2	-1.35			-0.96			-0.68			-0.95	13	-1
Feb.	-0.68			-0.96			-0.26			-1.23			-1.09			-1.05			-0.51			-0.87		
Mar.	-0.07			-0.88			-0.08			-0.94			-0.83			-0.53			-0.21			-0.55		
Abr.	-0.54			-1.1			-0.25			-0.99			-0.84			-0.69			-0.39			-0.82		
May.	0.02			-0.77			-0.13			-0.82			-0.62			-0.6			-0.7			-0.45		
Jun.	-0.73			-0.63			-1.18			-0.66			-0.93			-0.94			-1.07			-0.72		
Jul.	-0.44	2	-1	-0.84			-1.09			-0.78			-0.99			-0.71			-1.27			-0.6		
Ago.	0.18			-0.42			-0.4			0.36			-0.4			0.18			-0.78			0.29		
Sep.	-0.16			-0.6			-0.82			-0.31			-0.71			-0.81			-1.65			-0.38		
Oct.	-0.16			-0.61	32	-3	-0.88			-0.33	32	-2	-0.78			-0.92			-1.91	34	-3	-0.47		
Nov.	-0.38			-0.5			-0.79			-0.24			-0.7			-0.89			-1.81			-0.55		
Dic.	-0.18			-0.47			-0.44			-0.2			-0.57			-0.5			-1.72			-0.36		
1996 Ene.	-0.15			-0.47			-0.34			-0.1			-0.58			-0.67			-1.58			-0.5		
Feb.	-1.23	10	-2	-1.2			-1.3			-1.84			-1.62			-2.25			-2.75			-1.83		
Mar.	-0.85			-1.17			-0.68			-1.25			-1.37			-1.3			-2.45			-1.29		
Abr.	-0.91			-1.1			-0.57			-1.32			-1.2			-1.07			-2.21			-1.08		
May.	-0.25			-1.94			-1.05			-1.97			-1.7			-1.07			-2.35			-1.52		
Jun.	-0.18			-2.54			-1.5			-2.27	18	-3	-1.91			-1.43			-2.25			-1.75		
Jul.	0			-2.77			-1.7			-2.58			-2.27			-1.57			-2.49			-1.98		
Ago.	0.21			-1.33			-0.4			-1			-0.83			-0.12			-1.57			-0.11		
Sep.	-0.09	1	-1	-1.41			-1.02			-1.28			-0.85			-0.7			-2.21			-0.47		
Oct.	0.05			-1.11			-0.57			-0.95			-0.51			-0.07			-1.75			-0.1		
Nov.	-0.12			-0.78			-0.41			-0.64			-0.29			0.04			-1.58			0.09		
Dic.	-0.3			-0.51			-0.29			-0.47			-0.14			0.27			-1.43			0.18		
1997 Ene.	-0.56	4	-1	-0.31			-0.03			-0.15			0.21			0.6			-1			0.64		
Feb.	-0.8			-1.17			-1.04			-1.21			-0.69	1	-1	-0.44	1	-1	-1.52			-0.85	1	-1
Mar.	0.71			0.1			0.97			0.03			0.84			1.11			0.18			0.29		
Abr.	1.06			0.71			1.38			0.69			1.57			1.48			0.49			0.74		
May.	1.11			0.43			1.74			0.57			1.48			1.47			0.74			0.67		
Jun.	1.25			0.1			1.37			0.27			0.99			1.16			0.42			0.56		
Jul.	0.82			-0.26			1.1			-0.01			0.69			0.84			0.12			0.21		
Ago.	0.48			-1.57			0.61			-0.55			0.2			0.46			-0.05			-0.18		
Sep.	-0.32			-1.57			-0.12			-1.32			-0.96			-0.68			-1.03			-1.09		
Oct.	-0.52			-1.91	8	-2	-0.53			-1.36			-1.41			-1.01			-0.85			-1.01		
Nov.	-0.4	6	-1	-1.79			-0.62	5	-1	-1.33			-1.5			-0.83			-1.02			-0.98	7	-2
Dic.	-0.51			-1.61			-0.5			-1.26			-1.41			-0.89			-0.92			-1.08		
1998 Ene.	-0.41			-1.78			-0.52			-1.29			-1.5			-0.87			-0.74			-0.92		
Feb.	-0.14			-1.08			0.32			-0.59			-0.81			-0.4			-0.52			-0.51		
Mar.	0.18			0.13			0.68			0.63			0.27			0.45			0.46			0.19		



Tabla F.1 Duración, Intensidad y períodos de sequía (inicio-término) para SPI-6, por subcuenca (Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel			2 P. Marte R. Gómez			3 R. Salinas			4 R. San Juan			5 R. Pesquería			6 R. Monterrey			7 R. Ramos			8 R. Pilón			
	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	SPI-6	D	I	
Feb.	1.37			-0.13			-1	0.24			0.73			0.17			0.45			1.6			0.97		
Mar.	-0.29			-1.86			-2	-1.32			-2	-1.31		-2	-1.62		-2	-0.36		-1	-0.55		-1	-1.57	-2
Abr.	-0.41			-1.54			-2	-1.32			-2	-1.74		-2	-1.72		-2	-0.97		-1	-1.4		-2	-1.83	-2
May.	-0.17			-0.95			-1	-0.73			-1	-1.18		-2	-1.02		-2	-0.33		-1	-0.89		-1	-1.37	-2
Jun.	-0.41			-0.8			-1	-1.1			-2	-1.23		-2	-1.1		-2	-0.54		-1	-0.89		-1	-1.47	-2
Jul.	-0.97	9	-2	-1.24			-2	-1.19			-2	-1.62		-2	-1.46		-2	-0.66	9	-1	-1.25		-2	-1.9	-2
Ago.	-1.05			-1.37			-2	-1.63			-2	-1.82		-2	-1.92		-2	-0.78		-1	-1.42		-2	-2.3	-3
Sep.	-0.35			-1.12			-2	-1.46			-2	-1.22		-2	-1.38		-2	-0.26		-1	-0.74		-1	-1.66	-2
Oct.	-0.28			-0.91			-1	-1.12			-2	-0.95		-1	-1.05		-2	-0.19		-1	-0.6		-1	-1.22	-2
Nov.	-0.14			-0.76			-1	-1.07			-2	-0.64		-1	-0.89		-1	-0.02		-1	-0.49		-1	-0.77	-1
Dic.	0.12			-0.67			-1	-0.78			-1	-0.28		-1	-0.73		-1	0.37			-0.18		-1	-0.4	-1
2010 Ene.	0.84			-0.16			-1	-0.41			-1	0.3		-1	-0.26		-1	0.81			0.32			0.24	
Feb.	1.22			0.18				0.03			0.7			0.29			1.11			0.59			0.71		
Mar.	1.01			0.55				0.48			1.07			0.61			0.85			0.47			0.86		
Abr.	1.72			2.05				0.83			2.29			1.71			1.61			1.84			1.45		
May.	1.5			1.48				0.51			1.49			1.14			1.17			1.37			1.08		
Jun.	2.74			1.5				1.83			1.89			1.77			2.56			1.31			1.84		
Jul.	3.71			2.05				2.62			2.59			2.48			3.4			2.11			2.6		
Ago.	3.26			1.82				2.61			2.47			2.33			3.4			1.94			2.63		
Sep.	3.23			1.74				2.92			2.51			2.35			3.56			1.89			3.18		
Oct.	2.87			1.01				2.61			1.81			1.67			3.14			1.21			2.65		
Nov.	2.84			0.98				2.54			1.87			1.7			2.92			1.27			2.62		
Dic.	2.21			0.79				1.89			1.37			1.18			1.65			1.04			1.99		

Nota:

La columna SPI-6, indica los datos generados por el Índice de Precipitación Estandarizado.

La columna D (color rojo), indica la duración de los períodos de sequías.

La columna I (color morado), indica la intensidad de cada mes redondeado al inmediato superior, para manejarlo en entero.

La columna I (color naranja), indica la intensidad del período de sequía, tomando al más crítico para clasificarla.

El cuadro rojo, enmarca los meses de la clasificación del período de sequía (inicio-termino), el cual toma la máxima duración para considerarlo como período de sequía.



Tabla F.2 Duración, Intensidad y períodos de sequía (inicio-término) para SPI-12, por subcuenca (Continuación).

Table with columns for sub-cuencas (1.R. San Miguel, 2.P. Marte R. Gómez, 3.R. Salinas, 4.R. San Juan, 5.R. Pesquería, 6.R. Monterrey, 7.R. Ramos, 8.R. Pilón) and rows for months from Mar. to Nov. Each cell contains SPI-12 values and duration/intensity indicators.

Tabla F.2 Duración, Intensidad y períodos de sequía (inicio-término) para SPI-12, por subcuenca (Continuación).

Table with columns for years (Año-Mes), sub-cuenca (1 R. San Miguel to 8 R. Pilón), SPI-12, D (Duración), and I (Intensidad). The table contains monthly data from 2005 to 2010, with colored cells indicating drought periods and intensities.

Nota:

La columna SPI-6, indica los datos generados por el Índice de Precipitación Estandarizado.

La columna D (color rojo), indica la duración de los períodos de sequías.

La columna I (color morado), indica la intensidad de cada mes redondeado al inmediato superior, para manejarlo en entero.

La columna I (color naranja), indica la intensidad del período de sequía, tomando al más crítico para clasificarla.

El cuadro rojo, enmarca los meses de la clasificación del período de sequía (inicio-termino), el cual toma la máxima duración para considerarlo como período de sequía.



ANEXO G. Histogramas de la duración de la sequía para SPI-6 y SPI-12.

Tabla G.1 Histograma de la duración de las sequías para SPI-6.

Duración pequeña	Q1 25%=	2	El 25% de los Datos son iguales o menores a 2 meses		
Duración moderada	Q2 50%=	6	El 50% de los Datos son iguales o menores a 6 meses		
Duración moderada	Q3 75%=	9	El 75% de los Datos son iguales o menores a 9 meses		
Duración Extremadamente Larga	Q4 100%	35	El 100% de los Datos son iguales o menores a 35 meses		
	Datos	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
	1	61	61	21%	20.8%
Duración pequeña	Q1 2	30	91	10%	31.1%
	3	14	105	5%	35.8%
	4	18	123	6%	42.0%
	5	18	141	6%	48.1%
Duración moderada	Q2 6	18	159	6%	54.3%
	7	25	184	9%	62.8%
	8	21	205	7%	70.0%
Duración moderada	Q3 9	24	229	8%	78.2%
	10	8	237	3%	80.9%
	11	7	244	2%	83.3%
	12	6	250	2%	85.3%
	13	13	263	4%	89.8%
	14	4	267	1%	91.1%
	15	5	272	2%	92.8%
	16	4	276	1%	94.2%
	17	1	277	0%	94.5%
	18	2	279	1%	95.2%
	19	1	280	0%	95.6%
	20	1	281	0%	95.9%
	22	2	283	1%	96.6%
	24	2	285	1%	97.3%
	26	1	286	0%	97.6%
	29	1	287	0%	98.0%
	30	1	288	0%	98.3%
	32	2	290	1%	99.0%
	34	2	292	1%	99.7%
Duración Extremadamente Larga	Q4 35	1	293	0%	100.0%
	Suma	293	6528	100%	

Tabla G.2 Frecuencia acumulada de las sequías para SPI-6.

Duración	Frecuencia	% Acumulado
1	61	20.8%
2	30	31.1%
3	14	35.8%
4	18	42.0%
5	18	48.1%
6	18	54.3%
7	25	62.8%
8	21	70.0%
9	24	78.2%
10	8	80.9%
11	7	83.3%
12	6	85.3%
13	13	89.8%
14	4	91.1%
15	5	92.8%
16	4	94.2%
17	1	94.5%
18	2	95.2%
19	1	95.6%
20	1	95.9%
22	2	96.6%
24	2	97.3%
26	1	97.6%
29	1	98.0%
30	1	98.3%
32	2	99.0%
34	2	99.7%
35	1	100.0%

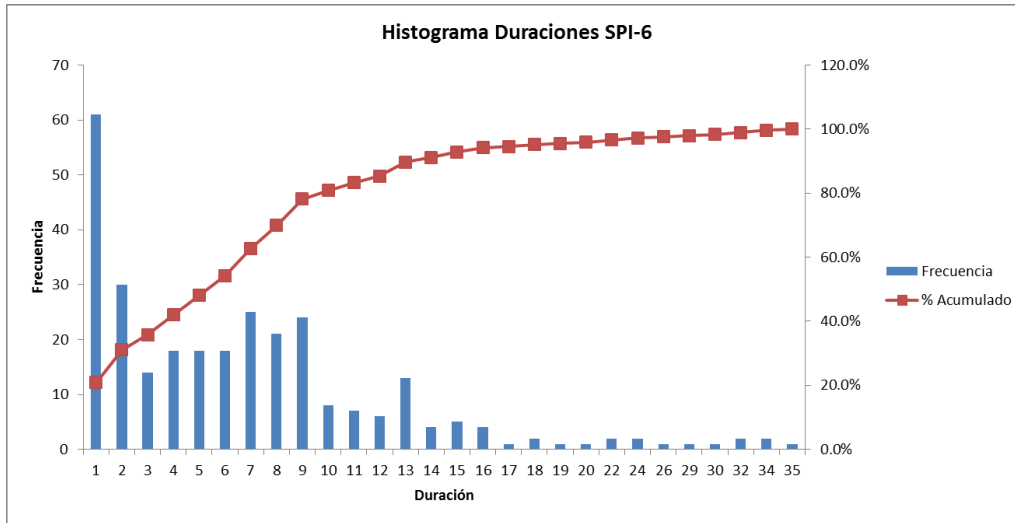


Figura G.1 Frecuencia acumulada para las sequías para SPI-6.

Tabla G.3 Histograma de la duración de las Sequías para SPI-12.

Duración pequeña	Q1 25%=	2	El 25% de los Datos son iguales o menores a 2 meses		
Duración moderada	Q2 50%=	9	El 50% de los Datos son iguales o menores a 9 meses		
Duración moderada	Q3 75%=	15	El 75% de los Datos son iguales o menores a 15 meses		
Duración Extremadamente Larga	Q4 100%	87	El 100% de los Datos son iguales o menores a 87 meses		
	Datos	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
	1	20	20	12%	12.3%
Duración pequeña	Q1 2	23	43	14%	26.5%
	3	9	52	6%	32.1%
	4	5	57	3%	35.2%
	5	7	64	4%	39.5%
	6	5	69	3%	42.6%
	7	4	73	2%	45.1%
	8	6	79	4%	48.8%
Duración moderada	Q2 9	7	86	4%	53.1%
	10	8	94	5%	58.0%
	11	7	101	4%	62.3%
	12	8	109	5%	67.3%
	13	3	112	2%	69.1%
	14	9	121	6%	74.7%
Duración larga	Q3 15	4	125	2%	77.2%
	16	5	130	3%	80.2%
	17	2	132	1%	81.5%
	18	1	133	1%	82.1%
	19	5	138	3%	85.2%
	20	1	139	1%	85.8%
	21	2	141	1%	87.0%
	22	2	143	1%	88.3%
	25	1	144	1%	88.9%
	26	1	145	1%	89.5%
	28	1	146	1%	90.1%
	29	2	148	1%	91.4%
	31	1	149	1%	92.0%
	33	1	150	1%	92.6%
	34	3	153	2%	94.4%
	35	1	154	1%	95.1%
	41	1	155	1%	95.7%
	44	1	156	1%	96.3%
	49	1	157	1%	96.9%
	55	1	158	1%	97.5%
	62	1	159	1%	98.1%
	77	1	160	1%	98.8%
	80	1	161	1%	99.4%
Duración Extremadamente Larga	Q4 87	1	162	1%	100.0%
	Suma	162	4618	100%	



Tabla G.4 Frecuencia acumulada de las sequías para SPI-12.

Duración	Frecuencia	% Acumulado
1	20	12.3%
2	23	26.5%
3	9	32.1%
4	5	35.2%
5	7	39.5%
6	5	42.6%
7	4	45.1%
8	6	48.8%
9	7	53.1%
10	8	58.0%
11	7	62.3%
12	8	67.3%
13	3	69.1%
14	9	74.7%
15	4	77.2%
16	5	80.2%
17	2	81.5%
18	1	82.1%
19	5	85.2%
20	1	85.8%
21	2	87.0%
22	2	88.3%
25	1	88.9%
26	1	89.5%
28	1	90.1%
29	2	91.4%
31	1	92.0%
33	1	92.6%
34	3	94.4%
35	1	95.1%
41	1	95.7%
44	1	96.3%
49	1	96.9%
55	1	97.5%
62	1	98.1%
77	1	98.8%
80	1	99.4%
87	1	100.0%

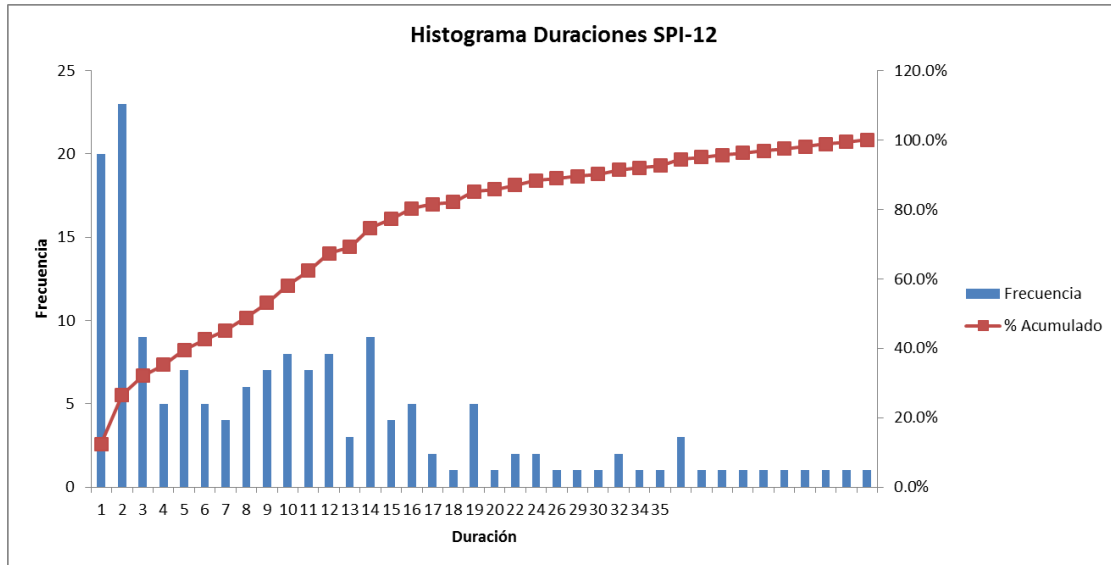


Figura G.2 Frecuencia acumulada para las sequías de 12 meses.

Tabla G.5 Intensidad de las sequías para SPI-6.

Datos	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
-1	160	160	55%	54.6%
-2	106	266	36%	90.8%
-3	26	292	9%	99.7%
-4	1	293	0%	100.0%
Suma	293	1011	100%	

Tabla G.6 Frecuencia acumulada de la intensidad de las sequías para SPI-6.

Intensidad	Frecuencia	% Acumulado
-1	160	54.6%
-2	106	90.8%
-3	26	99.7%
-4	1	100.0%

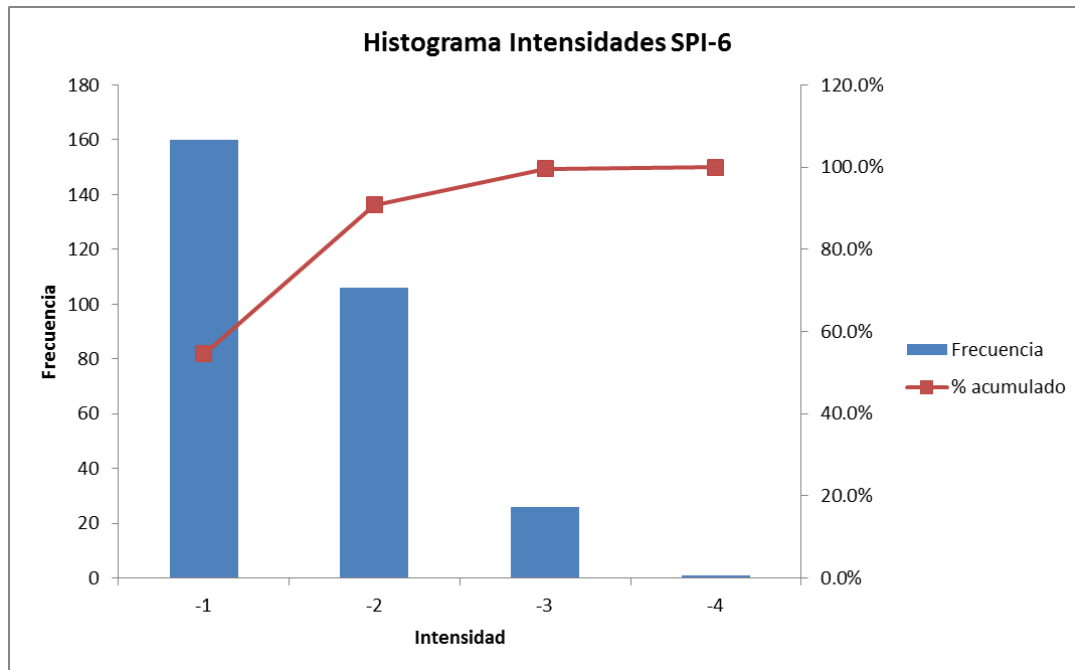


Figura G.3 Frecuencia acumulada de las intensidades de las sequías para SPI-6.

Tabla G.7 Intensidades de la Sequías para SPI-12.

Datos	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
-1	90	90	56%	55.6%
-2	62	62	38%	93.8%
-3	10	10	6%	100.0%
Suma	162	162	100%	

Tabla G.8 Frecuencia acumulada de las intensidades de las Sequías para SPI-12.

Intensidad	Frecuencia	% Acumulado
-1	90	55.6%
-2	62	93.8%
-3	10	100.0%

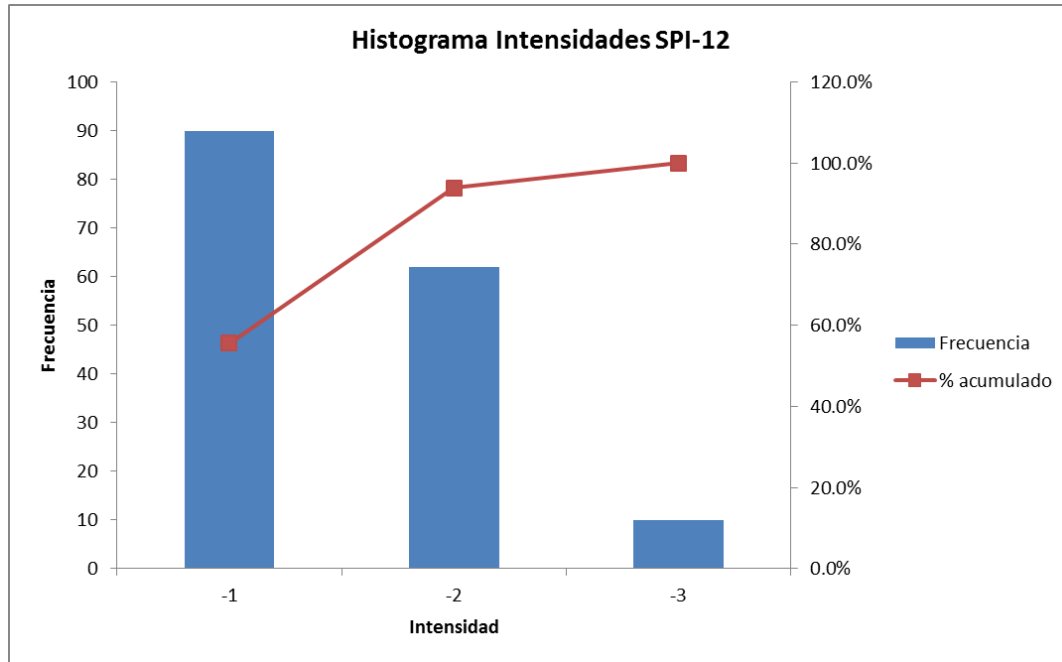


Figura G.4 Frecuencia acumulada de las intensidades de las sequías para SPI-12.

Tabla G.9 Resumen de las Intensidades de las sequías por subcuenca para SPI-6.

Sequía	Períodos de Sequías	Duración (Meses)	R. San Miguel	P. Marte R. Gómez	R. Salinas	R. San Juan	R. Pesquería	R. Monterrey	R. Ramos	R. Pilón
1	1971 Ene. - 1971 Sep.	9	-3	-3	-3	-3	-3	-2,-1	-3	-3
2	1972 Sep. - 1973 Mar.	9	-1,-1	-1	-1,-1	-1	-1	-2	-2	-1
3	1973 Dic. - 1976 Mar.	28	-2,-1,-1	-2,-1	-2,-2,-1	-2,-1	-1	-3,-1,-1	-2,-1,-1,-1	-1,-1,-2
4	1977 May. - 1978 Ago.	16	-2,-1	-1,-1	-2	-1	-1,-1	-2,-1	-1,-1	-1,-1
5	1979 Mar. - 1981 Ene.	23	-2,-2	-2,-1	-2,-2	-2,-1	-2,-2	-1,-1	-1,-1,-1	-2,-1
6	1981 Oct. - 1983 Fe.	17	-2,-1	-2,-2	-2,-2	-3,-2	-2,-2	-2,-2	-2,-2	-2,-2
7	1984 Jul. - 1985 Mar.	9	-1	-2	-1	-2	-2	-2	-1	-1
8	1985 Ago. - 1987 Ene.	18	-2	-2,-2	-2	-2,-1	-1,-1	-2,-1	-2	-2
9	1987 Oct. - 1992 Ene.	52	-1,-1,-2,-1,-2	-1,-2,-2,-1	-1,-2,-2	-1,-2,-2,-2	-1,-2,-2,-1	-1,-3,-1,-1,-2	-1,-2,-1,-1,-1,-1	-2,-2,-1,-1
10	1992 Jul. - 1997 Feb.	56	-1,-1,-2,-1,-2,-2,-1,-1	-1,-1,-1,-1,-1,-3	-2,-2,-2	-1,-1,-2,-3	-2,-1,-3,-1	-2,-1,-2,-3,-1	-1,-1,-1,-1,-3	-1,-1,-1,-1,-1,-1,-2,-1
11	1997 Jul. - 2002 Ago.	62	-1,-3,-1,-1,-1,-1,-1	-2,-2,-1,-2,-1,-1,-1,-2	-1,-2,-2,-2	-2,-2,-3,-1,-1,-1,-3,-1	-2,-2,-2	-2,-2,-2,-2,-1	-2,-3,-3,-1,-1,-1	-2,-3,-1,-1,-1
12	2003 Abr. - 2003 Oct.	7	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1
13	2005 Ago. - 2008 Ago.	37	-2,-2	-1,-1,-2	-1,-2,-2,-1,-3	-1,-2,-2	-1,-1,-1,-3	-1,-4	-1,-3	-1,-2,-1,-3
14	2009 Feb. - 2010 Ene.	12	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-3

Tabla G.10 Resumen de las Intensidades de las sequías por subcuenca para SPI-12.

Sequía	Períodos de Sequías	Duración (Meses)	R. San Miguel	P. Marte R. Gómez	R. Salinas	R. San Juan	R. Pesquería	R. Monterrey	R. Ramos	R. Pilón
1	1971 Ene. - 1972 Mar.	16	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-2
2	1974 Jun. - 1976 Mar.	22	-2	-3	-1	-3	-2	-3	-1	-2
3	1977 Oct. - 1978 Ago.	11	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1
4	1979 Sep. - 1981 Mar.	19	-2	-2	-2	-2	-2	-1,-1,-1	-2	-2
5	1982 Mar. - 1983 Ago.	18	-1,-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
6	1984 Ago. - 1987 Ene.	30	-1,-1	-2,-1	-1,-1,-2	-2	-1,-1,-2	-1,-1	-1,-1	-1,-1
7	1987 Dic. - 1991 Dic.	49	-1,-1,-2	-2,-1	-2,-1	-2,-1	-2,-1	-2,-1,-1,-1	-1,-1,-2	-2,-1,-2
8	1992 Sep. - 2002 Sep.	121	-2,-2,-1,-3,-1	-1,-1,-3,-1,-1	-1,-2,-2,-2	-1,-1,-1,-1,-3,-1,-1	-2,-1,-2,-3	-2,-2,-1,-2,-2,-1,-2	-1,-3	-1,-2,-3
9	2005 Sep. - 2008 Ago.	36	-2,-1	-2,-1	-1,-2,-2,-1	-1,-1,-2	-1,-1,-2	1,3	-2	-2,-2
10	2009 Jul. - 2010 May.	11	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-2

Tabla G.11 Frecuencia de Intensidades por subcuenca para SPI-6.

Períodos de Sequías	Frecuencia de Intensidades				Frecuencia Acumulada				Suma
	-1	-2	-3	-4	-1	-2	-3	-4	
1971 Ene. - 1971 Sep.	0	1	7	0	---	12.5%	87.5%	---	100%
1972 Sep. - 1973 May.	6	2	0	0	75%	25%	---	---	100%
1973 Dic. - 1976 Mar.	1	6	1	0	12.5%	75%	12.5%	---	100%
1977 May. - 1978 Ago.	5	3	0	0	62.5%	37.5%	---	---	100%
1979 Mar. - 1981 Ene.	2	6	0	0	25%	75%	---	---	100%
1981 Oct. - 1983 Fe.	0	7	1	0	---	87.5%	12.5%	---	100%
1984 Jul. - 1985 Mar.	4	4	0	0	50%	50%	---	---	100%
1985 Ago. - 1987 Ene.	1	7	0	0	12.5%	87.5%	---	---	100%
1987 Oct. - 1992 Ene.	0	7	1	0	---	87.5%	12.5%	---	100%
1992 Jul. - 1997 Feb.	0	3	5	0	---	37.5%	62.5%	---	100%
1997 Jul. - 2002 Ago.	0	4	4	0	---	50%	50%	---	100%
2003 Abr. - 2003 Oct.	7	1	0	0	87.5%	12.5%	---	---	100%
2005 Ago. - 2008 Ago.	0	3	4	1	---	37.5%	50%	12.5%	100%
2009 Feb. - 2010 Ene.	1	6	1	0	12.5%	75%	12.5%	---	100%

Tabla G.12 Frecuencia de Intensidades por subcuenca para SPI-12.

Períodos de Sequías	Frecuencia de Intensidades				Frecuencia Acumulada				Suma
	-1	-2	-3	-4	-1	-2	-3	-4	
1971 Ene. - 1972 Mar.	5	3	0	0	62.5%	37.5%	---	---	100%
1974 Jun. - 1976 Mar.	2	3	3	0	25%	37.5%	37.5%	---	100%
1977 Oct. - 1978 Ago.	7	1	0	0	87.5%	12.5%	---	---	100%
1979 Sep. - 1981 Mar.	1	7	0	0	12.5%	87.5%	---	---	100%
1982 Mar. - 1983 Ago.	1	7	0	0	12.5%	87.5%	---	---	100%
1984 Ago. - 1987 Ene.	4	4	0	0	50%	50%	---	---	100%
1987 Dic. - 1991 Dic.	0	8	0	0	---	100%	---	---	100%
1992 Sep. - 2002 Sep.	0	2	6	0	---	25%	75%	---	100%
2005 Sep. - 2008 Ago.	0	7	1	0	---	87.5%	12.5%	---	100%
2009 Jul. - 2010 May.	3	5	0	0	37.5%	62.5%	---	---	100%



ANEXO H. Cuartiles de las series de Precipitaciones mensuales, acumulada 6 y 12 meses en milímetros.

Tabla H.1 Cuartiles de precipitaciones mensuales para la subcuenca Río San Miguel.

1 R. San Miguel				
N=	492			
Q1 25%=	5	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 5 milímetros		
Q2 50%=	19	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 19 milímetros		
Q3 75%=	42	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 42 milímetros		*En esta columna me baso en estos datos para los cuartiles
Datos	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
0	41	41	0.083333333	0.083333333
1	29	70	0.058943089	0.142276423
2	25	95	0.050813008	0.193089431
3	15	110	0.030487805	0.223577236
4	10	120	0.020325203	0.243902439
Q1	5	130	0.020325203	0.264227642
6	7	137	0.014227642	0.278455285
7	10	147	0.020325203	0.298780488
8	8	155	0.016260163	0.31504065
9	9	164	0.018292683	0.333333333
10	7	171	0.014227642	0.347560976
11	12	183	0.024390244	0.37195122
12	10	193	0.020325203	0.392276423
13	13	206	0.026422764	0.418699187
14	6	212	0.012195122	0.430894309
15	9	221	0.018292683	0.449186992
16	11	232	0.022357724	0.471544715
17	6	238	0.012195122	0.483739837
18	4	242	0.008130081	0.491869919
Q2	19	249	0.014227642	0.506097561
20	8	257	0.016260163	0.522357724
21	5	262	0.010162602	0.532520325
22	3	265	0.006097561	0.538617886
23	9	274	0.018292683	0.556910569
24	6	280	0.012195122	0.569105691
25	2	282	0.004065041	0.573170732
26	5	287	0.010162602	0.583333333
27	10	297	0.020325203	0.603658537
28	6	303	0.012195122	0.615853659
29	6	309	0.012195122	0.62804878
30	8	317	0.016260163	0.644308943
31	4	321	0.008130081	0.652439024
32	12	333	0.024390244	0.676829268
33	4	337	0.008130081	0.68495935
34	4	341	0.008130081	0.693089431
35	2	343	0.004065041	0.697154472
36	3	346	0.006097561	0.703252033
37	5	351	0.010162602	0.713414634
38	1	352	0.00203252	0.715447154
39	5	357	0.010162602	0.725609756
40	4	361	0.008130081	0.733739837
41	7	368	0.014227642	0.74796748
Q3	42	372	0.008130081	0.756097561
43	4	376	0.008130081	0.764227642
44	7	383	0.014227642	0.778455285
45	4	387	0.008130081	0.786585366
47	4	391	0.008130081	0.794715447
48	6	397	0.012195122	0.806910569
50	2	399	0.004065041	0.81097561
51	4	403	0.008130081	0.819105691
52	1	404	0.00203252	0.821138211
53	5	409	0.010162602	0.831300813
54	1	410	0.00203252	0.833333333
55	2	412	0.004065041	0.837398374
56	3	415	0.006097561	0.843495935
57	2	417	0.004065041	0.847560976
58	3	420	0.006097561	0.853658537
59	4	424	0.008130081	0.861788618
60	2	426	0.004065041	0.865853659



Tabla H.1 Cuartiles de precipitaciones mensuales para la subcuenca Río San Miguel (Continuación).

Datos	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
61	1	427	0.00203252	0.867886179
62	4	431	0.008130081	0.87601626
64	3	434	0.006097561	0.882113821
65	1	435	0.00203252	0.884146341
66	2	437	0.004065041	0.888211382
67	1	438	0.00203252	0.890243902
69	2	440	0.004065041	0.894308943
70	1	441	0.00203252	0.896341463
72	1	442	0.00203252	0.898373984
73	3	445	0.006097561	0.904471545
75	2	447	0.004065041	0.908536585
76	1	448	0.00203252	0.910569106
77	1	449	0.00203252	0.912601626
78	3	452	0.006097561	0.918699187
81	1	453	0.00203252	0.920731707
82	1	454	0.00203252	0.922764228
83	2	456	0.004065041	0.926829268
85	3	459	0.006097561	0.932926829
86	1	460	0.00203252	0.93495935
88	1	461	0.00203252	0.93699187
89	1	462	0.00203252	0.93902439
90	1	463	0.00203252	0.941056911
92	2	465	0.004065041	0.945121951
93	3	468	0.006097561	0.951219512
95	2	470	0.004065041	0.955284553
96	1	471	0.00203252	0.957317073
97	1	472	0.00203252	0.959349593
99	1	473	0.00203252	0.961382114
101	1	474	0.00203252	0.963414634
102	2	476	0.004065041	0.967479675
104	1	477	0.00203252	0.969512195
108	1	478	0.00203252	0.971544715
111	2	480	0.004065041	0.975609756
121	1	481	0.00203252	0.977642276
125	1	482	0.00203252	0.979674797
130	1	483	0.00203252	0.981707317
131	1	484	0.00203252	0.983739837
136	1	485	0.00203252	0.985772358
159	1	486	0.00203252	0.987804878
174	1	487	0.00203252	0.989837398
177	1	488	0.00203252	0.991869919
187	1	489	0.00203252	0.993902439
190	1	490	0.00203252	0.995934959
194	1	491	0.00203252	0.99796748
Q4	279	492	0.00203252	1
Total	492		1.0	

Nota:

Este procedimiento se realizó para las 8 subcuencas, solo se incluyó la primera. En el capítulo 5, la tabla 5.1 muestra el resumen de los cuartiles de las precipitaciones mensuales por subcuenca.



Tabla H.2 Cuartiles de precipitaciones acumuladas de 6 meses para la subcuenca Río San Miguel.

1 R. San Miguel				
N=	480			
Q1 25%=	92	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 92 milímetros		
Q2 50%=	163.5	EL 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 163.5 milímetros		
Q3 75%=	230	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 230 milímetros		
				*En esta columna me baso en estos datos para los cuartiles
Datos	frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
2	1	1	0.002083333	0.002083333
4	1	2	0.002083333	0.004166667
6	1	3	0.002083333	0.00625
12	1	4	0.002083333	0.008333333
17	1	5	0.002083333	0.010416667
19	1	6	0.002083333	0.0125
20	1	7	0.002083333	0.014583333
21	1	8	0.002083333	0.016666667
22	1	9	0.002083333	0.01875
23	2	11	0.004166667	0.022916667
25	1	12	0.002083333	0.025
26	2	14	0.004166667	0.029166667
27	3	17	0.00625	0.035416667
28	1	18	0.002083333	0.0375
34	3	21	0.00625	0.04375
37	1	22	0.002083333	0.045833333
38	2	24	0.004166667	0.05
39	3	27	0.00625	0.05625
40	2	29	0.004166667	0.060416667
41	1	30	0.002083333	0.0625
42	2	32	0.004166667	0.066666667
43	3	35	0.00625	0.072916667
44	1	36	0.002083333	0.075
45	1	37	0.002083333	0.077083333
46	1	38	0.002083333	0.079166667
48	2	40	0.004166667	0.083333333
49	3	43	0.00625	0.089583333
50	1	44	0.002083333	0.091666667
51	1	45	0.002083333	0.09375
52	1	46	0.002083333	0.095833333
53	1	47	0.002083333	0.097916667
54	2	49	0.004166667	0.102083333
55	1	50	0.002083333	0.104166667
57	1	51	0.002083333	0.10625
58	4	55	0.008333333	0.114583333
59	4	59	0.008333333	0.122916667
60	1	60	0.002083333	0.125
62	2	62	0.004166667	0.129166667
63	2	64	0.004166667	0.133333333
65	4	68	0.008333333	0.141666667
67	3	71	0.00625	0.147916667
68	3	74	0.00625	0.154166667
69	4	78	0.008333333	0.1625
70	4	82	0.008333333	0.170833333
71	1	83	0.002083333	0.172916667
72	2	85	0.004166667	0.177083333
73	2	87	0.004166667	0.18125
74	1	88	0.002083333	0.183333333
75	2	90	0.004166667	0.1875
76	2	92	0.004166667	0.191666667
77	2	94	0.004166667	0.195833333
78	1	95	0.002083333	0.197916667
79	1	96	0.002083333	0.2
80	3	99	0.00625	0.20625
81	5	104	0.010416667	0.216666667
82	1	105	0.002083333	0.21875
83	2	107	0.004166667	0.222916667
86	3	110	0.00625	0.229166667
87	3	113	0.00625	0.235416667
88	1	114	0.002083333	0.2375
89	3	117	0.00625	0.24375



Tabla H.2 Cuartiles de precipitaciones acumuladas de 6 meses para la subcuenca Río San Miguel (Continuación).

	Datos	frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
	91	2	119	0.004166667	0.247916667
	92	2	121	0.004166667	0.252083333
Q1	93	2	123	0.004166667	0.25625
	94	1	124	0.002083333	0.258333333
	95	1	125	0.002083333	0.260416667
	96	2	127	0.004166667	0.264583333
	97	2	129	0.004166667	0.26875
	98	3	132	0.00625	0.275
	99	1	133	0.002083333	0.277083333
	101	2	135	0.004166667	0.28125
	104	1	136	0.002083333	0.283333333
	105	3	139	0.00625	0.289583333
	107	1	140	0.002083333	0.291666667
	108	3	143	0.00625	0.297916667
	109	4	147	0.008333333	0.30625
	110	1	148	0.002083333	0.308333333
	111	2	150	0.004166667	0.3125
	112	3	153	0.00625	0.31875
	113	1	154	0.002083333	0.320833333
	114	1	155	0.002083333	0.322916667
	116	3	158	0.00625	0.329166667
	118	1	159	0.002083333	0.33125
	119	3	162	0.00625	0.3375
	120	1	163	0.002083333	0.339583333
	121	1	164	0.002083333	0.341666667
	122	4	168	0.008333333	0.35
	123	2	170	0.004166667	0.354166667
	124	3	173	0.00625	0.360416667
	125	2	175	0.004166667	0.364583333
	126	1	176	0.002083333	0.366666667
	127	3	179	0.00625	0.372916667
	128	1	180	0.002083333	0.375
	130	2	182	0.004166667	0.379166667
	131	3	185	0.00625	0.385416667
	132	1	186	0.002083333	0.3875
	133	1	187	0.002083333	0.389583333
	135	2	189	0.004166667	0.39375
	136	1	190	0.002083333	0.395833333
	138	3	193	0.00625	0.402083333
	139	3	196	0.00625	0.408333333
	142	3	199	0.00625	0.414583333
	143	2	201	0.004166667	0.41875
	144	3	204	0.00625	0.425
	145	2	206	0.004166667	0.429166667
	147	1	207	0.002083333	0.43125
	148	5	212	0.010416667	0.441666667
	149	3	215	0.00625	0.447916667
	150	1	216	0.002083333	0.45
	151	2	218	0.004166667	0.454166667
	152	2	220	0.004166667	0.458333333
	153	4	224	0.008333333	0.466666667
	154	2	226	0.004166667	0.470833333
	155	1	227	0.002083333	0.472916667
	156	3	230	0.00625	0.479166667
	157	1	231	0.002083333	0.48125
	158	3	234	0.00625	0.4875
	159	3	237	0.00625	0.49375
	160	1	238	0.002083333	0.495833333
	162	1	239	0.002083333	0.497916667
	163	1	240	0.002083333	0.5
Q2	164	1	241	0.002083333	0.502083333
	165	1	242	0.002083333	0.504166667
	166	1	243	0.002083333	0.50625
	167	1	244	0.002083333	0.508333333
	168	2	246	0.004166667	0.5125
	169	2	248	0.004166667	0.516666667
	170	1	249	0.002083333	0.51875



Tabla H.2 Cuartiles de precipitaciones acumuladas de 6 meses para la subcuenca Río San Miguel (Continuación).

Datos	frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
171	4	253	0.008333333	0.527083333
172	3	256	0.00625	0.533333333
173	3	259	0.00625	0.539583333
174	1	260	0.002083333	0.541666667
175	2	262	0.004166667	0.545833333
176	1	263	0.002083333	0.547916667
177	3	266	0.00625	0.554166667
178	2	268	0.004166667	0.558333333
179	5	273	0.010416667	0.56875
180	1	274	0.002083333	0.570833333
181	2	276	0.004166667	0.575
183	3	279	0.00625	0.58125
184	3	282	0.00625	0.5875
185	3	285	0.00625	0.59375
187	3	288	0.00625	0.6
188	3	291	0.00625	0.60625
190	2	293	0.004166667	0.610416667
191	2	295	0.004166667	0.614583333
193	3	298	0.00625	0.620833333
194	2	300	0.004166667	0.625
195	3	303	0.00625	0.63125
196	1	304	0.002083333	0.633333333
197	2	306	0.004166667	0.6375
198	1	307	0.002083333	0.639583333
199	1	308	0.002083333	0.641666667
200	2	310	0.004166667	0.645833333
201	3	313	0.00625	0.652083333
202	3	316	0.00625	0.658333333
203	1	317	0.002083333	0.660416667
204	2	319	0.004166667	0.664583333
205	2	321	0.004166667	0.66875
206	1	322	0.002083333	0.670833333
207	1	323	0.002083333	0.672916667
208	1	324	0.002083333	0.675
209	1	325	0.002083333	0.677083333
210	1	326	0.002083333	0.679166667
211	1	327	0.002083333	0.68125
212	2	329	0.004166667	0.685416667
213	1	330	0.002083333	0.6875
214	2	332	0.004166667	0.691666667
215	2	334	0.004166667	0.695833333
216	3	337	0.00625	0.702083333
217	3	340	0.00625	0.708333333
218	3	343	0.00625	0.714583333
219	1	344	0.002083333	0.716666667
220	1	345	0.002083333	0.71875
221	1	346	0.002083333	0.720833333
222	2	348	0.004166667	0.725
224	3	351	0.00625	0.73125
226	1	352	0.002083333	0.733333333
227	3	355	0.00625	0.739583333
228	1	356	0.002083333	0.741666667
229	2	358	0.004166667	0.745833333
230	3	361	0.00625	0.752083333
Q3	1	362	0.002083333	0.754166667
232	2	364	0.004166667	0.758333333
236	2	366	0.004166667	0.7625
238	2	368	0.004166667	0.766666667
239	1	369	0.002083333	0.76875
240	1	370	0.002083333	0.770833333
241	3	373	0.00625	0.777083333
242	1	374	0.002083333	0.779166667
243	1	375	0.002083333	0.78125
244	1	376	0.002083333	0.783333333
245	2	378	0.004166667	0.7875
247	3	381	0.00625	0.79375
248	1	382	0.002083333	0.795833333



Tabla H.2 Cuartiles de precipitaciones acumuladas de 6 meses para la subcuenca Río San Miguel (Continuación).

Datos	frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
250	2	384	0.004166667	0.8
251	1	385	0.002083333	0.802083333
252	1	386	0.002083333	0.804166667
254	1	387	0.002083333	0.80625
256	2	389	0.004166667	0.810416667
257	1	390	0.002083333	0.8125
258	2	392	0.004166667	0.816666667
259	1	393	0.002083333	0.81875
261	3	396	0.00625	0.825
262	1	397	0.002083333	0.827083333
264	2	399	0.004166667	0.83125
265	1	400	0.002083333	0.833333333
266	1	401	0.002083333	0.835416667
267	1	402	0.002083333	0.8375
268	3	405	0.00625	0.84375
269	1	406	0.002083333	0.845833333
271	3	409	0.00625	0.852083333
272	1	410	0.002083333	0.854166667
275	1	411	0.002083333	0.85625
276	1	412	0.002083333	0.858333333
278	1	413	0.002083333	0.860416667
279	1	414	0.002083333	0.8625
284	1	415	0.002083333	0.864583333
285	2	417	0.004166667	0.86875
289	1	418	0.002083333	0.870833333
293	1	419	0.002083333	0.872916667
295	1	420	0.002083333	0.875
301	1	421	0.002083333	0.877083333
304	1	422	0.002083333	0.879166667
305	1	423	0.002083333	0.88125
306	2	425	0.004166667	0.885416667
307	1	426	0.002083333	0.8875
310	1	427	0.002083333	0.889583333
311	1	428	0.002083333	0.891666667
312	1	429	0.002083333	0.89375
315	2	431	0.004166667	0.897916667
317	1	432	0.002083333	0.9
319	1	433	0.002083333	0.902083333
320	1	434	0.002083333	0.904166667
321	2	436	0.004166667	0.908333333
322	1	437	0.002083333	0.910416667
324	1	438	0.002083333	0.9125
331	1	439	0.002083333	0.914583333
332	1	440	0.002083333	0.916666667
334	1	441	0.002083333	0.91875
340	1	442	0.002083333	0.920833333
341	1	443	0.002083333	0.922916667
342	1	444	0.002083333	0.925
347	1	445	0.002083333	0.927083333
353	1	446	0.002083333	0.929166667
360	1	447	0.002083333	0.93125
366	1	448	0.002083333	0.933333333
367	2	450	0.004166667	0.9375
375	1	451	0.002083333	0.939583333
378	2	453	0.004166667	0.94375
381	1	454	0.002083333	0.945833333
382	1	455	0.002083333	0.947916667
392	1	456	0.002083333	0.95
393	1	457	0.002083333	0.952083333
394	1	458	0.002083333	0.954166667
402	1	459	0.002083333	0.95625
409	1	460	0.002083333	0.958333333
417	1	461	0.002083333	0.960416667
422	1	462	0.002083333	0.9625
424	1	463	0.002083333	0.964583333
438	1	464	0.002083333	0.966666667
449	1	465	0.002083333	0.96875



Tabla H.2 Cuartiles de precipitaciones acumuladas de 6 meses para la subcuenca Río San Miguel (Continuación).

Datos	frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
469	1	466	0.002083333	0.970833333
471	1	467	0.002083333	0.972916667
482	1	468	0.002083333	0.975
491	1	469	0.002083333	0.977083333
507	1	470	0.002083333	0.979166667
518	1	471	0.002083333	0.98125
523	1	472	0.002083333	0.983333333
541	1	473	0.002083333	0.985416667
566	1	474	0.002083333	0.9875
573	1	475	0.002083333	0.989583333
578	1	476	0.002083333	0.991666667
580	1	477	0.002083333	0.99375
668	1	478	0.002083333	0.995833333
688	1	479	0.002083333	0.997916667
759	1	480	0.002083333	1
Q4	Total	480	1	

Nota:

Este procedimiento se realizó para las 8 subcuencas, solo se incluyó la primera subcuenca. En el capítulo 5, la tabla 5.2 muestra el resumen de los cuartiles de las precipitaciones acumuladas de 6 meses por subcuenca.



Tabla H.3 Cuartiles de precipitaciones acumuladas de 12 meses para la subcuenca Río San Miguel.

1 R. San Miguel				
N=	480			
Q1 25%=	279.25	El 25% de las precipitaciones son iguales o menores a 279.25 milímetros		
Q2 50%=	333	El 50% de las precipitaciones son iguales o menores a 333 milímetros		
Q3 75%=	408.75	El 75% de las precipitaciones son iguales o menores a 408.75 milímetros		*En esta columna me baso en estos datos para los cuartiles
Datos	frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
113	1	1	0.002083333	0.002083333
114	1	2	0.002083333	0.004166667
118	1	3	0.002083333	0.00625
120	1	4	0.002083333	0.008333333
122	1	5	0.002083333	0.010416667
129	1	6	0.002083333	0.0125
131	1	7	0.002083333	0.014583333
154	1	8	0.002083333	0.016666667
164	1	9	0.002083333	0.01875
175	3	12	0.00625	0.025
179	1	13	0.002083333	0.027083333
182	1	14	0.002083333	0.029166667
184	2	16	0.004166667	0.033333333
187	3	19	0.00625	0.039583333
190	1	20	0.002083333	0.041666667
192	1	21	0.002083333	0.04375
196	1	22	0.002083333	0.045833333
198	2	24	0.004166667	0.05
200	1	25	0.002083333	0.052083333
202	2	27	0.004166667	0.05625
207	1	28	0.002083333	0.058333333
208	1	29	0.002083333	0.060416667
210	1	30	0.002083333	0.0625
211	1	31	0.002083333	0.064583333
212	1	32	0.002083333	0.066666667
213	2	34	0.004166667	0.070833333
214	4	38	0.008333333	0.079166667
215	1	39	0.002083333	0.08125
216	2	41	0.004166667	0.085416667
217	1	42	0.002083333	0.0875
218	2	44	0.004166667	0.091666667
220	2	46	0.004166667	0.095833333
221	2	48	0.004166667	0.1
222	3	51	0.00625	0.10625
224	1	52	0.002083333	0.108333333
227	3	55	0.00625	0.114583333
228	3	58	0.00625	0.120833333
229	1	59	0.002083333	0.122916667
231	1	60	0.002083333	0.125
232	1	61	0.002083333	0.127083333
234	2	63	0.004166667	0.13125
235	2	65	0.004166667	0.135416667
239	2	67	0.004166667	0.139583333
241	3	70	0.00625	0.145833333
242	1	71	0.002083333	0.147916667
243	4	75	0.008333333	0.15625
247	1	76	0.002083333	0.158333333
248	1	77	0.002083333	0.160416667
250	2	79	0.004166667	0.164583333
252	4	83	0.008333333	0.172916667
253	2	85	0.004166667	0.177083333
255	1	86	0.002083333	0.179166667
256	2	88	0.004166667	0.183333333
258	4	92	0.008333333	0.191666667
260	4	96	0.008333333	0.2
261	1	97	0.002083333	0.202083333
262	1	98	0.002083333	0.204166667
263	2	100	0.004166667	0.208333333
264	1	101	0.002083333	0.210416667
266	1	102	0.002083333	0.2125
267	2	104	0.004166667	0.216666667



Tabla H.3 Cuartiles de precipitaciones acumuladas de 12 meses para la subcuenca Río San Miguel (Continuación).

Datos	frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
269	4	108	0.008333333	0.225
271	1	109	0.002083333	0.227083333
274	3	112	0.00625	0.233333333
275	4	116	0.008333333	0.241666667
276	1	117	0.002083333	0.24375
278	1	118	0.002083333	0.245833333
279	2	120	0.004166667	0.25
Q1	280	122	0.004166667	0.254166667
281	4	126	0.008333333	0.2625
282	3	129	0.00625	0.26875
283	5	134	0.010416667	0.279166667
284	4	138	0.008333333	0.2875
285	1	139	0.002083333	0.289583333
286	1	140	0.002083333	0.291666667
287	1	141	0.002083333	0.29375
288	2	143	0.004166667	0.297916667
289	1	144	0.002083333	0.3
290	1	145	0.002083333	0.302083333
291	1	146	0.002083333	0.304166667
292	3	149	0.00625	0.310416667
293	3	152	0.00625	0.316666667
294	3	155	0.00625	0.322916667
295	2	157	0.004166667	0.327083333
296	2	159	0.004166667	0.33125
297	3	162	0.00625	0.3375
298	2	164	0.004166667	0.341666667
299	3	167	0.00625	0.347916667
300	2	169	0.004166667	0.352083333
301	3	172	0.00625	0.358333333
302	1	173	0.002083333	0.360416667
303	2	175	0.004166667	0.364583333
304	2	177	0.004166667	0.36875
305	5	182	0.010416667	0.379166667
306	4	186	0.008333333	0.3875
307	7	193	0.014583333	0.402083333
308	4	197	0.008333333	0.410416667
309	2	199	0.004166667	0.414583333
310	3	202	0.00625	0.420833333
312	1	203	0.002083333	0.422916667
314	2	205	0.004166667	0.427083333
315	4	209	0.008333333	0.435416667
316	3	212	0.00625	0.441666667
317	3	215	0.00625	0.447916667
320	3	218	0.00625	0.454166667
321	2	220	0.004166667	0.458333333
322	2	222	0.004166667	0.4625
323	4	226	0.008333333	0.470833333
324	1	227	0.002083333	0.472916667
325	3	230	0.00625	0.479166667
326	1	231	0.002083333	0.48125
327	3	234	0.00625	0.4875
328	2	236	0.004166667	0.491666667
330	1	237	0.002083333	0.49375
331	2	239	0.004166667	0.497916667
333	2	241	0.004166667	0.502083333
Q2	334	245	0.008333333	0.510416667
335	2	247	0.004166667	0.514583333
336	2	249	0.004166667	0.51875
337	3	252	0.00625	0.525
338	2	254	0.004166667	0.529166667
339	2	256	0.004166667	0.533333333
340	1	257	0.002083333	0.535416667
341	4	261	0.008333333	0.54375
342	1	262	0.002083333	0.545833333
343	2	264	0.004166667	0.55
345	1	265	0.002083333	0.552083333
346	1	266	0.002083333	0.554166667



Tabla H.3 Cuartiles de precipitaciones acumuladas de 12 meses para la subcuenca Río San Miguel (Continuación).

Datos	frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
347	1	267	0.002083333	0.55625
348	3	270	0.00625	0.5625
349	2	272	0.004166667	0.566666667
350	3	275	0.00625	0.572916667
351	2	277	0.004166667	0.577083333
352	1	278	0.002083333	0.579166667
353	4	282	0.008333333	0.5875
354	3	285	0.00625	0.59375
355	3	288	0.00625	0.6
356	1	289	0.002083333	0.602083333
357	3	292	0.00625	0.608333333
358	4	296	0.008333333	0.616666667
359	3	299	0.00625	0.622916667
361	2	301	0.004166667	0.627083333
363	2	303	0.004166667	0.63125
364	1	304	0.002083333	0.633333333
365	1	305	0.002083333	0.635416667
366	2	307	0.004166667	0.639583333
368	5	312	0.010416667	0.65
369	2	314	0.004166667	0.654166667
370	1	315	0.002083333	0.65625
373	1	316	0.002083333	0.658333333
374	2	318	0.004166667	0.6625
375	1	319	0.002083333	0.664583333
376	1	320	0.002083333	0.666666667
380	1	321	0.002083333	0.66875
381	1	322	0.002083333	0.670833333
383	3	325	0.00625	0.677083333
384	1	326	0.002083333	0.679166667
386	5	331	0.010416667	0.689583333
387	1	332	0.002083333	0.691666667
388	1	333	0.002083333	0.69375
389	2	335	0.004166667	0.697916667
390	1	336	0.002083333	0.7
391	3	339	0.00625	0.70625
392	1	340	0.002083333	0.708333333
393	2	342	0.004166667	0.7125
395	3	345	0.00625	0.71875
396	2	347	0.004166667	0.722916667
399	3	350	0.00625	0.729166667
400	1	351	0.002083333	0.73125
402	1	352	0.002083333	0.733333333
403	2	354	0.004166667	0.7375
404	1	355	0.002083333	0.739583333
405	1	356	0.002083333	0.741666667
406	1	357	0.002083333	0.74375
407	2	359	0.004166667	0.747916667
408	1	360	0.002083333	0.75
Q3	2	362	0.004166667	0.754166667
411	1	363	0.002083333	0.75625
413	1	364	0.002083333	0.758333333
414	5	369	0.010416667	0.76875
416	2	371	0.004166667	0.772916667
417	1	372	0.002083333	0.775
419	2	374	0.004166667	0.779166667
421	4	378	0.008333333	0.7875
424	4	382	0.008333333	0.795833333
428	3	385	0.00625	0.802083333
429	2	387	0.004166667	0.80625
430	1	388	0.002083333	0.808333333
432	1	389	0.002083333	0.810416667
433	1	390	0.002083333	0.8125
435	3	393	0.00625	0.81875
437	3	396	0.00625	0.825
438	2	398	0.004166667	0.829166667
439	2	400	0.004166667	0.833333333
440	1	401	0.002083333	0.835416667



Tabla H.3 Cuartiles de precipitaciones acumuladas de 12 meses para la subcuenca Río San Miguel (Continuación).

Datos	frecuencia	Frecuencia Acumulada	h Frecuencia Relativa	H Frecuencia Relativa Acumulada
441	3	404	0.00625	0.84166667
442	1	405	0.002083333	0.84375
443	3	408	0.00625	0.85
444	1	409	0.002083333	0.852083333
445	1	410	0.002083333	0.854166667
447	1	411	0.002083333	0.85625
448	2	413	0.004166667	0.860416667
453	1	414	0.002083333	0.8625
454	1	415	0.002083333	0.864583333
463	2	417	0.004166667	0.86875
465	1	418	0.002083333	0.870833333
466	1	419	0.002083333	0.872916667
467	1	420	0.002083333	0.875
469	1	421	0.002083333	0.877083333
470	1	422	0.002083333	0.879166667
478	2	424	0.004166667	0.883333333
479	1	425	0.002083333	0.885416667
483	1	426	0.002083333	0.8875
486	1	427	0.002083333	0.889583333
488	1	428	0.002083333	0.891666667
489	3	431	0.00625	0.897916667
492	1	432	0.002083333	0.9
496	1	433	0.002083333	0.902083333
497	2	435	0.004166667	0.90625
499	2	437	0.004166667	0.910416667
501	1	438	0.002083333	0.9125
503	1	439	0.002083333	0.914583333
504	1	440	0.002083333	0.916666667
509	2	442	0.004166667	0.920833333
510	2	444	0.004166667	0.925
513	1	445	0.002083333	0.927083333
514	1	446	0.002083333	0.929166667
518	1	447	0.002083333	0.93125
521	1	448	0.002083333	0.933333333
527	1	449	0.002083333	0.935416667
536	1	450	0.002083333	0.9375
537	1	451	0.002083333	0.939583333
544	1	452	0.002083333	0.941666667
545	1	453	0.002083333	0.94375
557	1	454	0.002083333	0.945833333
568	1	455	0.002083333	0.947916667
582	1	456	0.002083333	0.95
587	1	457	0.002083333	0.952083333
609	1	458	0.002083333	0.954166667
610	1	459	0.002083333	0.95625
614	3	462	0.00625	0.9625
616	1	463	0.002083333	0.964583333
617	1	464	0.002083333	0.966666667
620	1	465	0.002083333	0.96875
625	1	466	0.002083333	0.970833333
630	1	467	0.002083333	0.972916667
633	1	468	0.002083333	0.975
645	1	469	0.002083333	0.977083333
657	1	470	0.002083333	0.979166667
671	1	471	0.002083333	0.98125
681	1	472	0.002083333	0.983333333
683	1	473	0.002083333	0.985416667
684	1	474	0.002083333	0.9875
802	1	475	0.002083333	0.989583333
822	1	476	0.002083333	0.991666667
828	1	477	0.002083333	0.99375
841	1	478	0.002083333	0.995833333
868	1	479	0.002083333	0.997916667
890	1	480	0.002083333	1
Q4	Total	480	1	

Nota:

Este procedimiento se realizó para las 8 subcuencas, solo se incluyó la primera. En el capítulo 5, la tabla 5.3 muestra el resumen de los cuartiles de las precipitaciones acumuladas de 12 meses por subcuenca.



ANEXO I. Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para las series de SPI-6 y SPI-12.

Tabla I.1 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-6.

Table with columns for Year-Month (Año-Mes), SPI-6, and four groups of moving averages (1.R. San Miguel, 2.P. Marte R. Gómez, 3.R. Salinas, 4.R. San Juan) for orders 3, 5, 7, 9, 11, and 13. The table contains data from 1971 to 2013.



Caracterización y alerta temprana de sequías en la cuenca del río San Juan, afluente del río Bravo/río Grande



Tabla I.1 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-6 (Continuación).

Table with columns for 'Año-Mes', '1 R. San Miguel', '2 P. Marte R. Gómez', '3 R. Salinas', and '4 R. San Juan'. Each sub-column contains SPI-6 values for months M-3 to M-13. The table lists data for various years from 1987 to 1994, with some years having multiple rows for different months.



Tabla I.1 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-6 (Continuación).

Table with columns for Year-Month (Año-Mes), Station (1.R. San Miguel, 2.P. Marte R. Gómez, 3.R. Salinas, 4.R. San Juan), and SPI-6 values for months M-3 to M-13.



Caracterización y alerta temprana de sequías en la cuenca del río San Juan, afluente del río Bravo/río Grande



Tabla I.1 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-6 (Continuación).

Table with columns for Year-Month (Año-Mes) and 16 SPI-6 indices grouped by region: 1.R. San Miguel, 2.P. Marte R. Gómez, 3.R. Salinas, and 4.R. San Juan. Each region has 4 sub-columns for different SPI-6 orders (3, 5, 7, 9, 11, 13).



Tabla I.1 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-6 (Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel							2 P. Marte R. Gómez							3 R. Salinas							4 R. San Juan						
	SPI-6	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13	SPI-6	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13	SPI-6	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13	SPI-6	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13
Dic.	0.12	0.27	0.35	0.35	0.34	0.33	0.46	-0.67	-0.53	-0.46	-0.41	-0.25	-0.18	-0.10	-0.78	-0.75	-0.67	-0.62	-0.57	-0.53	-0.39	-0.28	-0.21	-0.17	-0.15	-0.06	-0.06	0.00
2010 Ene.	0.84	0.73	0.61	0.64	0.63	0.67	0.77	-0.16	-0.22	-0.17	0.04	0.07	0.07	0.12	-0.41	-0.39	-0.35	-0.29	-0.33	-0.25	-0.10	0.3	0.24	0.23	0.36	0.31	0.26	0.29
Feb.	1.22	1.02	0.98	0.90	0.97	1.10	1.10	0.18	0.19	0.39	0.38	0.36	0.38	0.36	0.03	0.03	0.03	-0.06	0.03	0.13	0.19	0.7	0.69	0.82	0.70	0.65	0.66	0.61
Mar.	1.01	1.32	1.26	1.31	1.41	1.43	1.43	0.55	0.93	0.82	0.70	0.69	0.65	0.60	0.48	0.45	0.29	0.36	0.45	0.50	0.54	1.07	1.35	1.17	1.07	1.05	0.99	0.94
Abr.	1.72	1.41	1.64	1.82	1.79	1.75	1.68	2.05	1.36	1.15	1.09	0.98	0.89	0.76	0.83	0.61	0.74	0.84	0.86	0.87	0.85	2.29	1.62	1.49	1.48	1.39	1.31	1.17
May.	1.5	1.99	2.14	2.17	2.14	2.02	1.92	1.48	1.68	1.53	1.38	1.25	1.05	0.91	0.51	1.06	1.25	1.27	1.27	1.20	1.13	1.49	1.89	1.87	1.79	1.70	1.53	1.39
Jun.	2.74	2.65	2.59	2.45	2.36	2.27	2.10	1.5	1.68	1.78	1.60	1.38	1.20	1.02	1.83	1.65	1.68	1.69	1.60	1.51	1.36	1.89	1.99	2.15	2.04	1.87	1.73	1.54
Jul.	3.71	3.24	2.89	2.72	2.54	2.39		2.05	1.79	1.72	1.66	1.46	1.29		2.62	2.35	2.10	1.99	1.88	1.72		2.59	2.32	2.19	2.15	2.00	1.82	
Ago.	3.26	3.40	3.16	2.88	2.68			1.82	1.87	1.62	1.51	1.49			2.61	2.72	2.52	2.23	2.04			2.47	2.52	2.25	2.09	2.03		
Sep.	3.23	3.12	3.18	2.98				1.74	1.52	1.52	1.41				2.92	2.71	2.66	2.43				2.51	2.26	2.25	2.07			
Oct.	2.87	2.98	2.88					1.01	1.24	1.27					2.61	2.69	2.51					1.81	2.06	2.01				
Nov.	2.84	2.64						0.98	0.93						2.54	2.35						1.87	1.68					
Dic.	2.21							0.79							1.89							1.37						

Nota:

Este procedimiento se realizó para las 8 subcuencas, solo se incluyeron las 4 primeras.



Tabla I.2 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-12

Table with columns for Año-Mes, 1 R. San Miguel (SPI-12, M-3, M-5, M-7, M-9, M-11, M-13), 2 P. Marte R. Gómez (SPI-12, M-3, M-5, M-7, M-9, M-11, M-13), 3 R. Salinas (SPI-12, M-3, M-5, M-7, M-9, M-11, M-13), and 4 R. San Juan (SPI-12, M-3, M-5, M-7, M-9, M-11, M-13). Rows represent months from 1971 Ene. to 1976 Jun.



Tabla I.2 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-12 (Continuación).

Table with columns for Year-Month (Año-Mes) and 16 moving average periods for four stations: 1 R. San Miguel, 2 P. Marte R. Gómez, 3 R. Salinas, and 4 R. San Juan. Each station has 4 moving average periods (M-3, M-5, M-7, M-9, M-11, M-13).



Tabla I.2 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-12 (Continuación).

Table with columns for months (Año-Mes) and four regions (1 R. San Miguel, 2 P. Marte R. Gómez, 3 R. Salinas, 4 R. San Juan). Each region has 5 sub-columns for different SPI-12 orders (M-3, M-5, M-7, M-9, M-11, M-13). The table contains numerical values for each month from June to October for each year from 1991 to 1996.



Tabla I.2 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-12 (Continuación).

Table with columns for 'Año-Mes' and '1 R. San Miguel', '2 P. Marte R. Gómez', '3 R. Salinas', and '4 R. San Juan'. Each of these four groups contains 13 sub-columns representing different moving averages (M-3, M-5, M-7, M-9, M-11, M-13). The rows list months from November to March for each year from 1997 to 2003.



Tabla I.2 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-12 (Continuación).

Table with columns for Year-Month (Año-Mes) and four groups of moving averages (1 R. San Miguel, 2 P. Marte R. Gómez, 3 R. Salinas, 4 R. San Juan) for orders 3, 5, 7, 9, 11, and 13. The table contains numerical data for each month from April 2003 to August 2009.



Tabla I.2 Promedios móviles de las intensidades de orden 3,5,7,9,11 y 13 para la serie de SPI-12 (Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel							2 P. Marte R. Gómez							3 R. Salinas							4 R. San Juan						
	SPI-12	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13	SPI-12	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13	SPI-12	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13	SPI-12	M-3	M-5	M-7	M-9	M-11	M-13
Sep.	-0.54	-0.28	0.06	0.33	0.51	0.63	0.72	-1.61	-1.32	-0.96	-0.70	-0.54	-0.45	-0.38	-1.88	-1.46	-1.19	-0.98	-0.85	-0.76	-0.69	-1.53	-1.19	-0.93	-0.71	-0.57	-0.48	-0.40
Oct.	-0.51	-0.45	-0.26	0.04	0.29	0.45	0.61	-1.35	-1.38	-1.26	-0.98	-0.73	-0.57	-0.42	-1.62	-1.63	-1.42	-1.20	-1.01	-0.88	-0.75	-1.44	-1.37	-1.14	-0.93	-0.71	-0.57	-0.42
Nov.	-0.29	-0.32	-0.28	-0.14	0.07	0.33	0.50	-1.17	-1.22	-1.23	-1.13	-0.91	-0.64	-0.46	-1.39	-1.44	-1.47	-1.32	-1.16	-0.95	-0.83	-1.13	-1.19	-1.18	-1.02	-0.85	-0.59	-0.42
Dic.	-0.17	-0.11	-0.13	-0.14	0.00	0.19	0.48	-1.14	-1.07	-1.05	-1.08	-0.93	-0.72	-0.49	-1.31	-1.28	-1.30	-1.33	-1.19	-1.05	-0.79	-1	-0.98	-1.00	-1.01	-0.81	-0.63	-0.39
2010 Ene.	0.12	0.05	0.01	0.04	0.05	0.24	0.56	-0.89	-0.91	-0.92	-0.83	-0.80	-0.70	-0.46	-1.15	-1.16	-1.17	-1.13	-1.16	-0.96	-0.69	-0.82	-0.81	-0.82	-0.74	-0.70	-0.52	-0.27
Feb.	0.2	0.18	0.22	0.22	0.32	0.52	0.71	-0.71	-0.76	-0.65	-0.61	-0.57	-0.48	-0.38	-1.02	-1.05	-0.98	-0.99	-0.86	-0.71	-0.52	-0.62	-0.65	-0.52	-0.48	-0.40	-0.27	-0.11
Mar.	0.21	0.39	0.40	0.53	0.75	0.86	0.94	-0.69	-0.41	-0.39	-0.37	-0.26	-0.21	-0.18	-0.97	-0.82	-0.85	-0.68	-0.48	-0.37	-0.25	-0.52	-0.26	-0.25	-0.15	0.01	0.07	0.13
Abr.	0.75	0.56	0.75	1.03	1.14	1.21	1.22	0.17	-0.11	-0.11	0.00	0.02	0.06	0.07	-0.47	-0.69	-0.46	-0.24	-0.11	0.03	0.10	0.37	0.07	0.15	0.31	0.37	0.42	0.43
May.	0.71	1.12	1.37	1.48	1.52	1.51	1.48	0.18	0.28	0.32	0.31	0.33	0.31	0.28	-0.63	-0.10	0.10	0.21	0.33	0.39	0.41	0.35	0.63	0.72	0.73	0.75	0.74	0.71
Jun.	1.9	1.97	1.99	1.91	1.85	1.80	1.73	0.49	0.70	0.72	0.65	0.60	0.54	0.48	0.79	0.65	0.69	0.74	0.75	0.73	0.71	1.18	1.26	1.26	1.17	1.11	1.03	0.96
Jul.	3.29	2.83	2.49	2.32	2.16	2.05		1.44	1.08	1.01	0.97	0.84	0.75		1.8	1.51	1.32	1.25	1.14	1.06		2.24	1.85	1.67	1.59	1.42	1.31	
Ago.	3.29	3.28	2.96	2.64	2.47			1.32	1.47	1.29	1.15	1.07			1.95	2.15	1.97	1.67	1.52			2.14	2.28	2.08	1.85	1.72		
Sep.	3.25	3.20	3.17	2.96				1.64	1.51	1.48	1.33				2.69	2.42	2.30	2.11				2.45	2.33	2.29	2.11			
Oct.	3.06	3.09	3.11					1.57	1.54	1.47					2.61	2.59	2.43					2.39	2.35	2.27				
Nov.	2.97	3.00						1.42	1.47						2.46	2.50						2.21	2.26					
Dic.	2.97							1.41							2.44							2.17						

Nota:

Este procedimiento se realizó para las 8 subcuencas, solo se incluyeron las 4 primeras.



Tabla J.1 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-6, períodos de sequías (Continuación).

Table with columns for 'Año-Mes', '1 R. San Miguel', '2 P. Marte R. Gómez', '3 R. Salinas', and '4 R. San Juan'. Each station column contains SPI-6 and M-7 values and a sub-column with ES-0, PS, D1, D2, D3. The table lists monthly data from July 1998 to February 2004, with some cells containing numerical values for the sub-columns.



Tabla J.1 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-6, períodos de sequías (Continuación).

Table with columns for Year-Month (Año-Mes), four stations (5 R. Pesquería, 6 R. Monterrey, 7 R. Ramos, 8 R. Píllón), and sub-columns for SPI-6 and M-7, plus event counts (ES-0, PS, D1, D2, D3). The table contains data from March 1985 to October 1990.



Tabla J.2 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-12, períodos de sequías (Continuación).

Table with 28 columns (Año-Mes, SPI-12, M-7, ES-0, PS, D1, D2, D3) and 130 rows (1984 Ene. to 1990 Mar.). Columns are grouped into four regions: 1 R. San Miguel, 2 P. Marte R. Gómez, 3 R. Salinas, and 4 R. San Juan.



Tabla J.2 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-12, períodos de sequías (Continuación).

Año-Mes	1 R. San Miguel							2 P. Marte R. Gómez							3 R. Salinas							4 R. San Juan							
	SPI-12	M-7	ES-0	PS	D1	D2	D3	SPI-12	M-7	ES-0	PS	D1	D2	D3	SPI-12	M-7	ES-0	PS	D1	D2	D3	SPI-12	M-7	ES-0	PS	D1	D2	D3	
Jul.	1.43	1.01					0.34	-0.15							-0.18	-0.50						0.02	-0.24						
Ago.	0.22	0.66					-1.01	-0.41							-0.88	-0.74						-0.59	-0.47						
Sep.	-0.54	0.33					-1.61	-0.70							-1.88	-0.98						-1.53	-0.71						
Oct.	-0.51	0.04					-1.35	-0.98							-1.62	-1.20						-1.44	-0.93						
Nov.	-0.29	-0.14					-1.17	-1.13							-1.39	-1.32						-1.13	-1.02						
Dic.	-0.17	-0.14	0	1	2		-1.14	-1.08							-1.31	-1.33						-1	-1.01						
2010 Ene.	0.12	0.04					-0.89	-0.83							-1.15	-1.13						-0.82	-0.74						
Feb.	0.2	0.22					-0.71	-0.61							-1.02	-0.99						-0.62	-0.48						
Mar.	0.21	0.53					-0.69	-0.37							-0.97	-0.68						-0.52	-0.15	0	1	9			
Abr.	0.75	1.03					0.17	0.00	0	1	10				-0.47	-0.24	0	1	11			0.37	0.31						
May.	0.71	1.48					0.18	0.31							-0.63	0.21						0.35	0.73						
Jun.	1.9	1.91					0.49	0.65							0.79	0.74						1.18	1.17						
Jul.	3.29	2.32					1.44	0.97							1.8	1.25						2.24	1.59						
Ago.	3.29	2.64					1.32	1.15							1.95	1.67						2.14	1.85						
Sep.	3.25	2.96					1.64	1.33							2.69	2.11						2.45	2.11						
Oct.	3.06						1.57								2.61							2.39							
Nov.	2.97						1.42								2.46							2.21							
Dic.	2.97						1.41								2.44							2.17							



Tabla J.3 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-6, períodos de humedad.

Table with columns for Año-Mes, 1 R. San Miguel, 2 P. Marte R. Gómez, 3 R. Salinas, and 4 R. San Juan. Each station has sub-columns for SPI-6 and M-7, followed by ES-0, PS, and D1-D3. The table contains monthly data from 1971 to 1977, with some cells highlighted in yellow or red.



Tabla J.4 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-12, períodos de humedad.

Table with columns for Year-Month (Año-Mes) and four regions: 1 R. San Miguel, 2 P. Marte R. Gómez, 3 R. Salinas, and 4 R. San Juan. Each region has sub-columns for SPI-12, M-7, and various indices (ES-0, PS, D1, D2, D3).



Tabla J.4 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-12, períodos de humedad (Continuación).

Table with columns for 'Año-Mes', '1 R. San Miguel', '2 P. Marte R. Gómez', '3 R. Salinas', and '4 R. San Juan'. Each region sub-column contains SPI-12 and M-7 values, along with ES-0, PS, and D1-D3 indicators. The table spans from Sep 1978 to Apr 1984.



Tabla J.4 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-12, períodos de humedad (Continuación).

Table with 28 columns (Año-Mes, SPI-12, M-7, ES-0, PS, D1, D2, D3) and 48 rows of monthly data from 1985 to 1999, categorized by region (1 R. San Miguel, 2 P. Marte R. Gómez, 3 R. Salinas, 4 R. San Juan).



Tabla J.4 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-12, períodos de humedad (Continuación).

Table with 46 columns (Year-Month, SPI-12, M-7, ES-0, PS, D1, D2, D3 for four regions) and 108 rows (from Sep. 1998 to Apr. 2004). Columns 1-14: 1 R. San Miguel; columns 15-28: 2 P. Marte R. Gómez; columns 29-42: 3 R. Salinas; columns 43-46: 4 R. San Juan.



Tabla J.4 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-12, períodos de humedad (Continuación).

Table with columns for Year-Month (Año-Mes) and four regions (1 R. San Miguel, 2 P. Marte R. Gómez, 3 R. Salinas, 4 R. San Juan). Each region has sub-columns for SPI-12, M-7, and ES-0, PS, D1, D2, D3. The table contains numerical data for each month from May to December for the years 2005 through 2010.



Tabla J.4 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-12, períodos de humedad (Continuación).

Table with columns for Year-Month, SPI-12, M-7, and various indices (ES-0, PS, D1, D2, D3) for four regions: 5 R. Pesquería, 6 R. Monterrey, 7 R. Ramos, and 8 R. Píllón. The table contains data for months from January 1971 to August 1977.



Tabla J.4 Suavizamiento M-7 de la serie de SPI-12, períodos de humedad (Continuación).

Table with columns for 'Año-Mes', '5 R. Pesquería', '6 R. Monterrey', '7 R. Ramos', and '8 R. Pilión'. Each region has sub-columns for SPI-12, M-7, and ES-0, followed by PS, D1, D2, D3. The table contains monthly data from Sep 1998 to Apr 2004.

ANEXO K. Figuras de suavizamiento (M-7) para las series SPI-6 y SPI-12 por subcuenca.

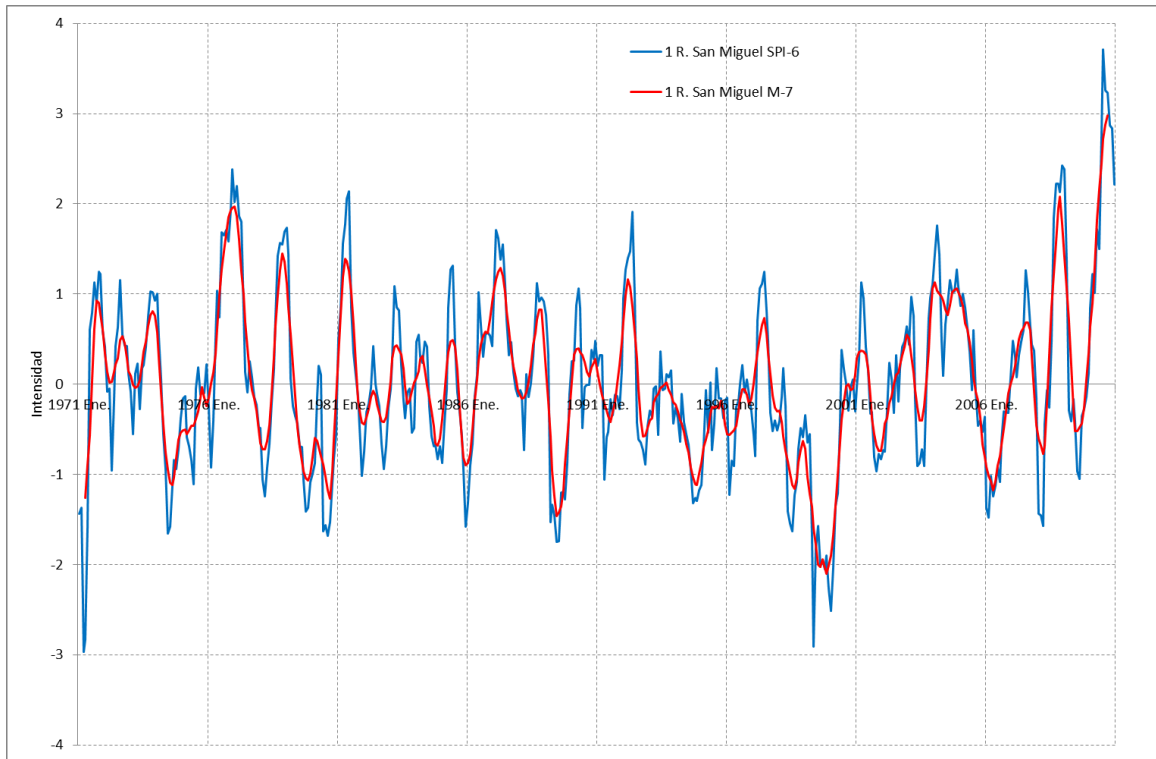


Figura K.1 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río San Miguel.

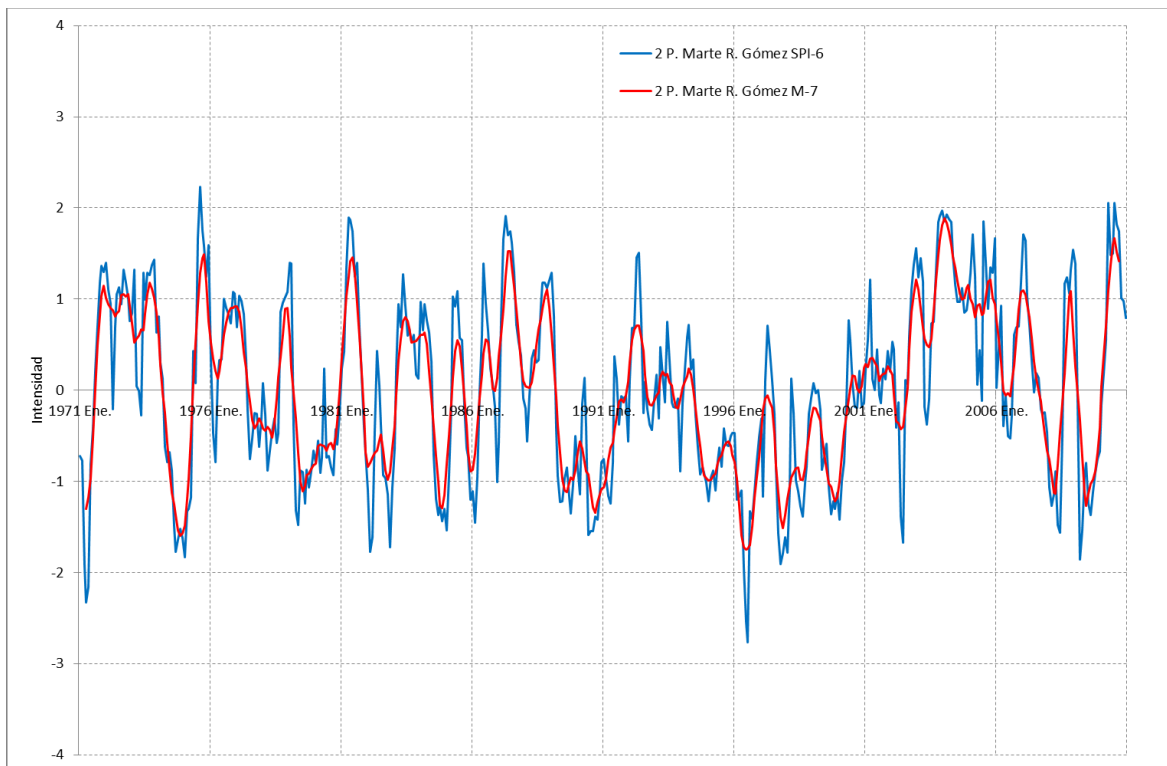


Figura K.2 Suavizamiento M-7 para la serie de SPI-6 de la subcuenca Presa Marte R. Gómez.

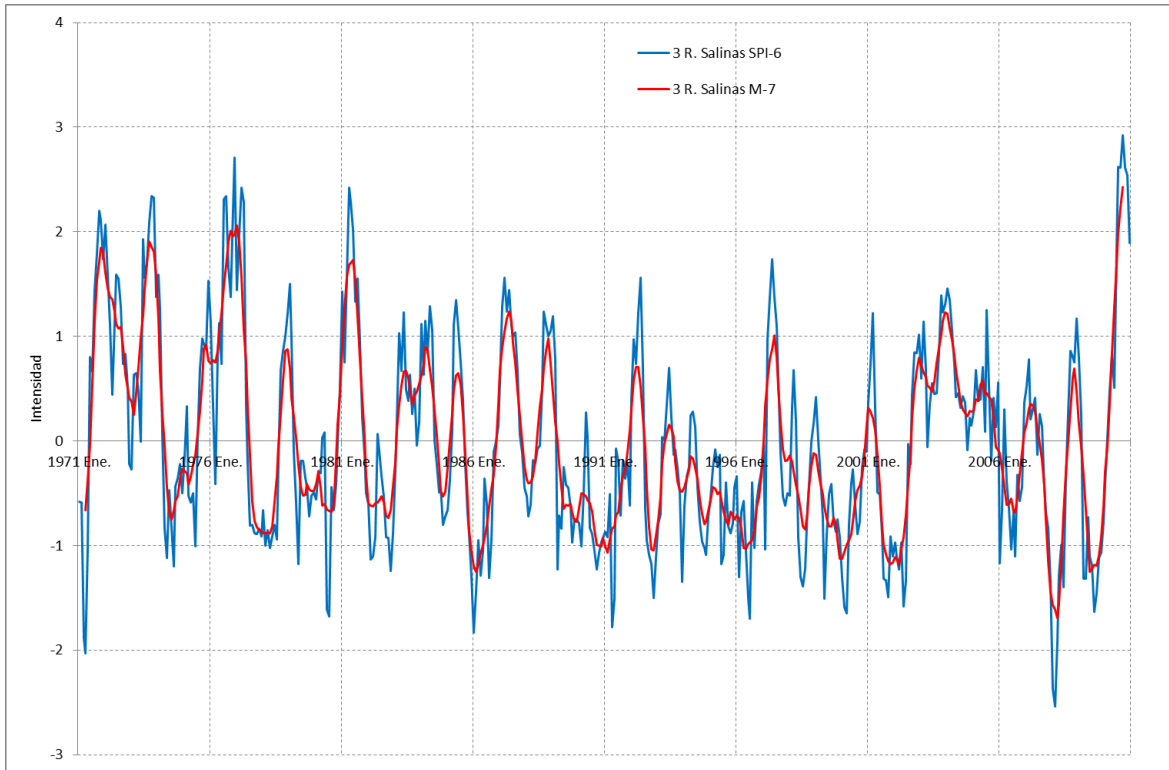


Figura K.3 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río Salinas.

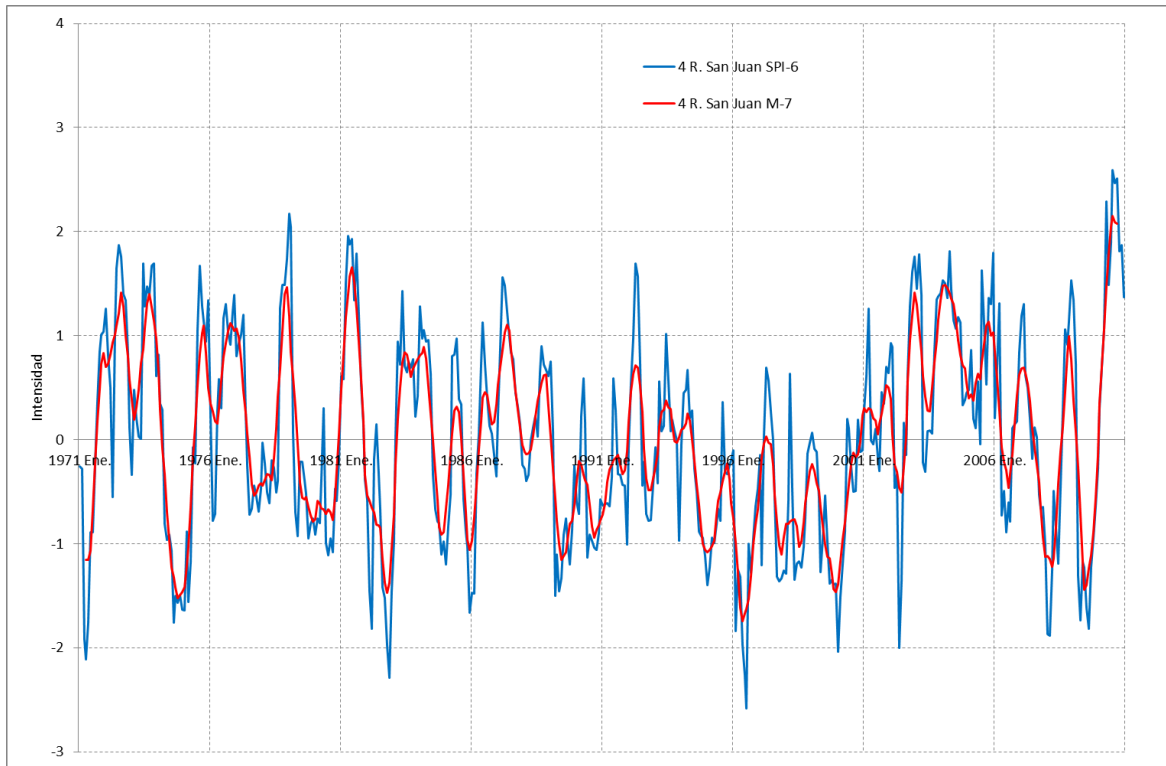


Figura K.4 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río San Juan.

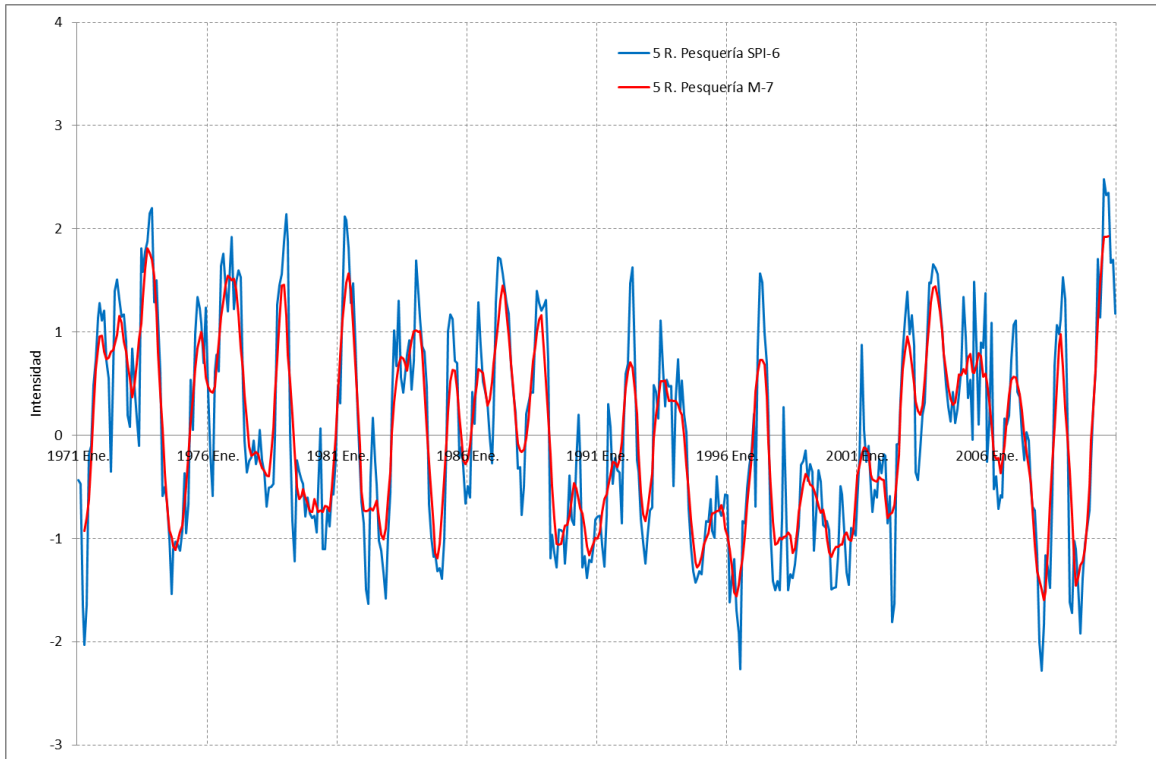


Figura K.5 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río Pesquería.

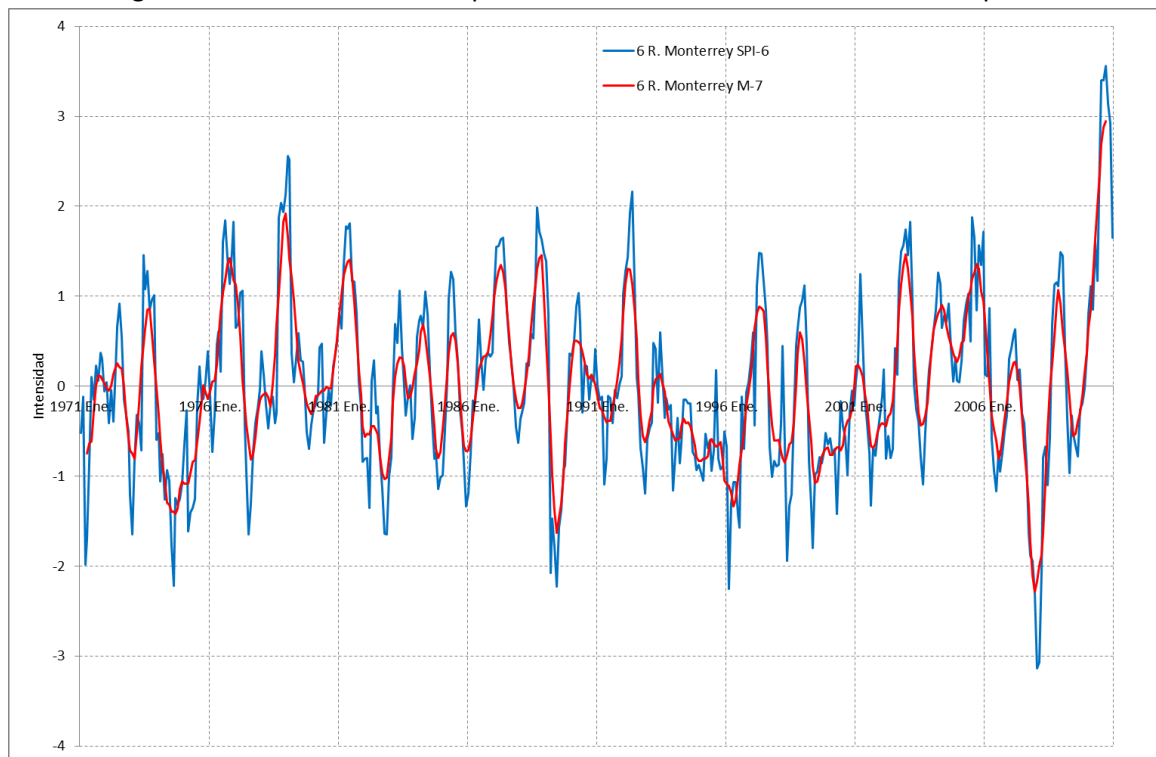


Figura K.6 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río Monterrey.

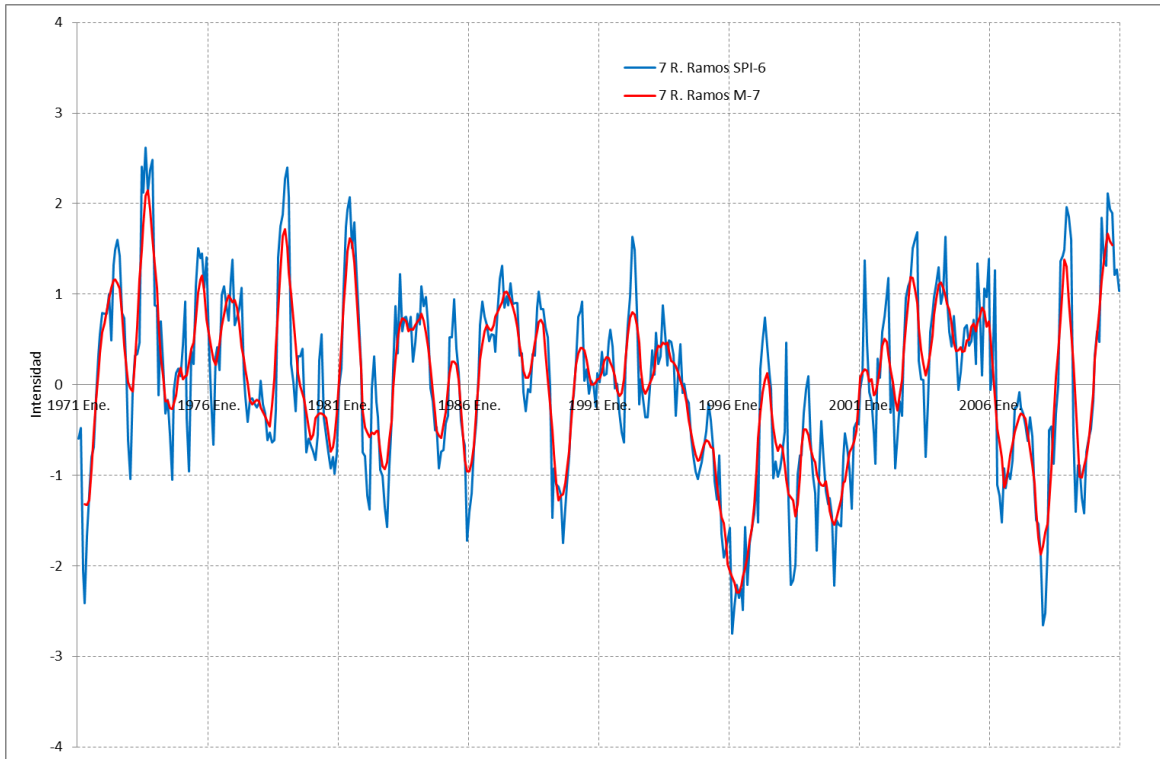


Figura K.7 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río Ramos.

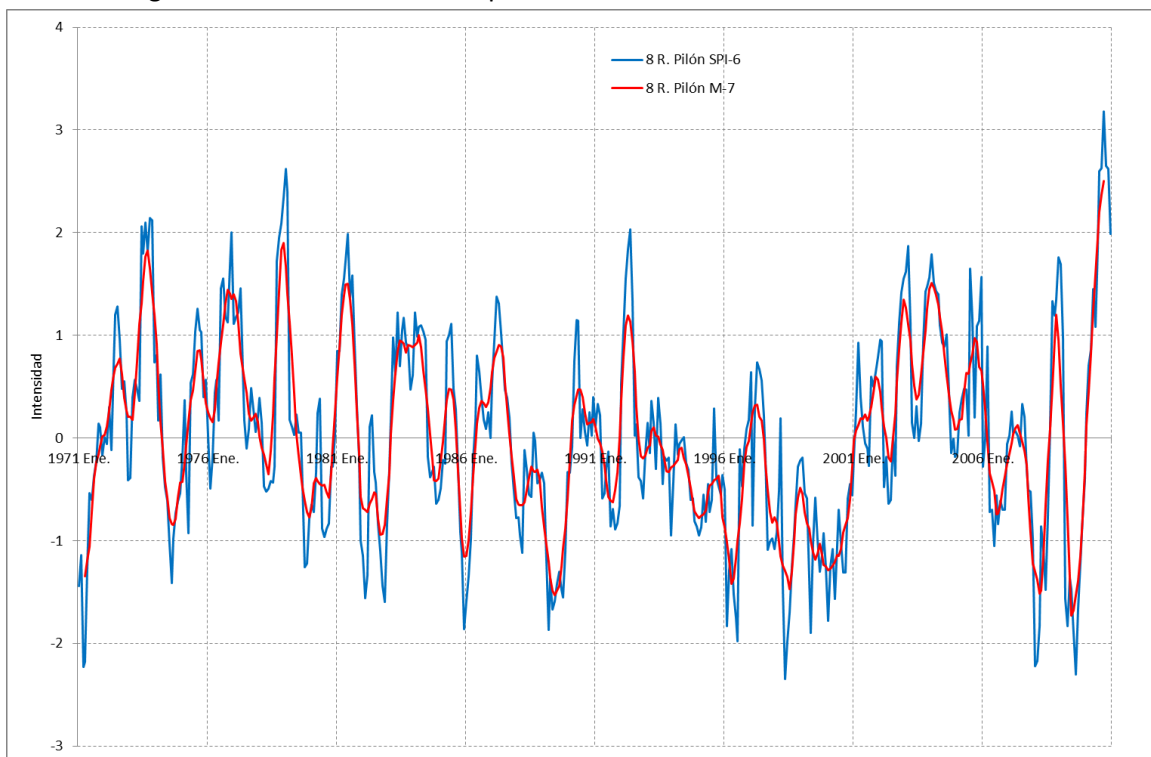


Figura K.8 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-6 de la subcuenca Río Pilón.

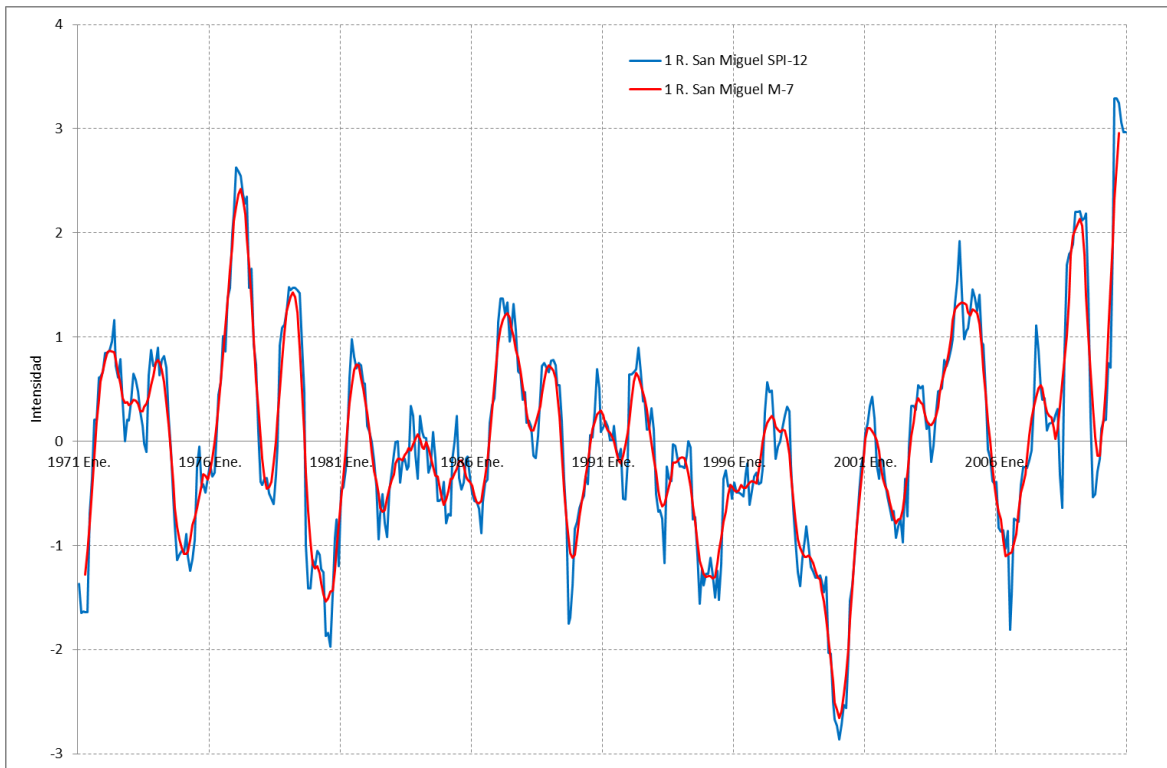


Figura K.9 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Río San Miguel.

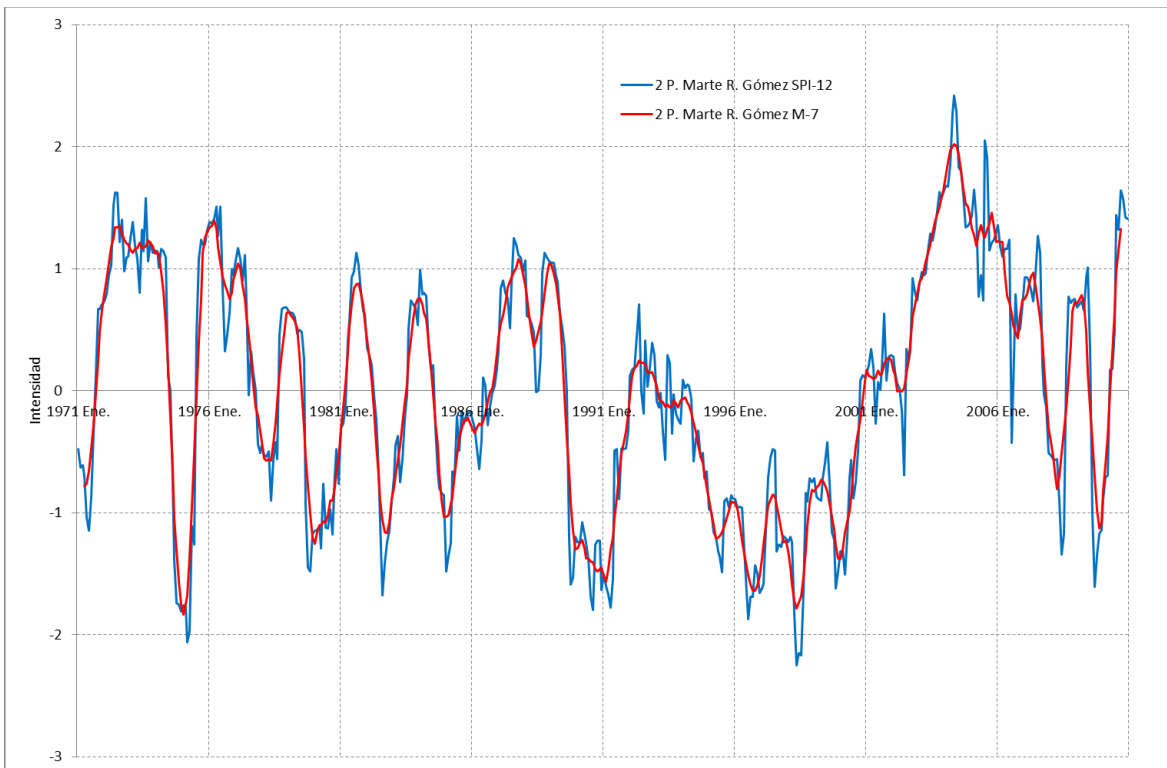


Figura K.10 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Presa Marte R. Gómez.

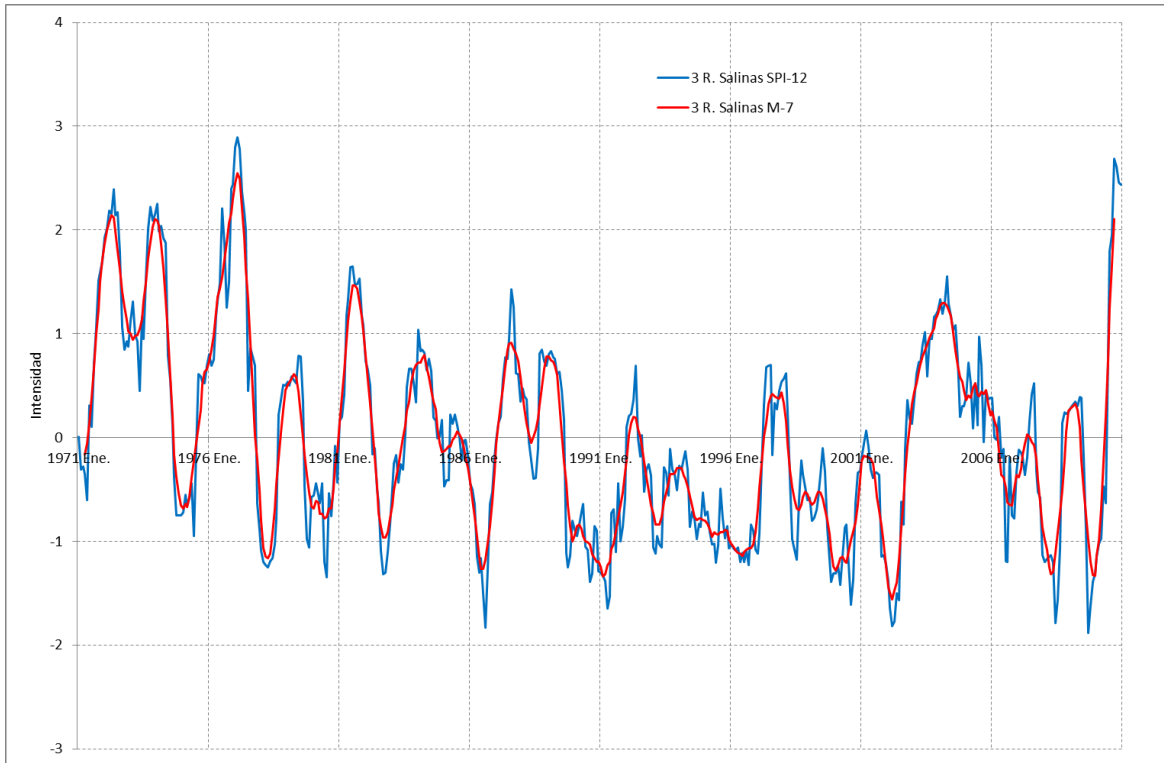


Figura K.11 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Río Salinas.

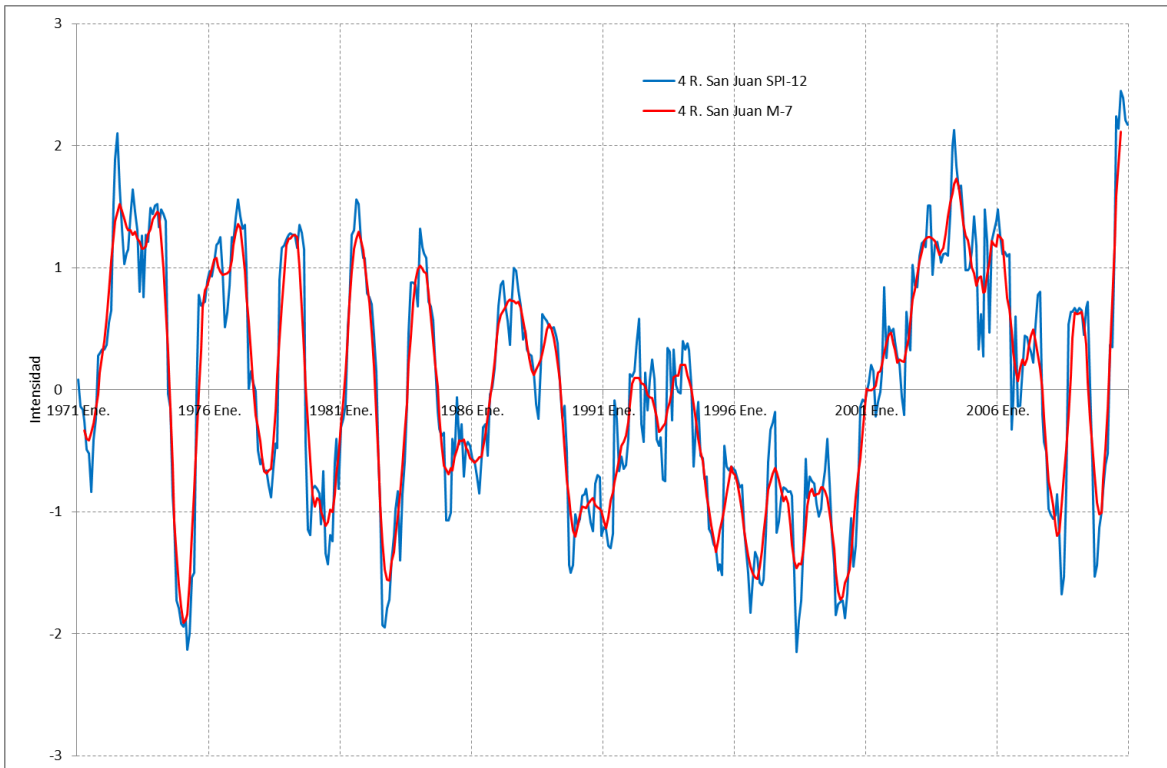


Figura K.12 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Río San Juan.

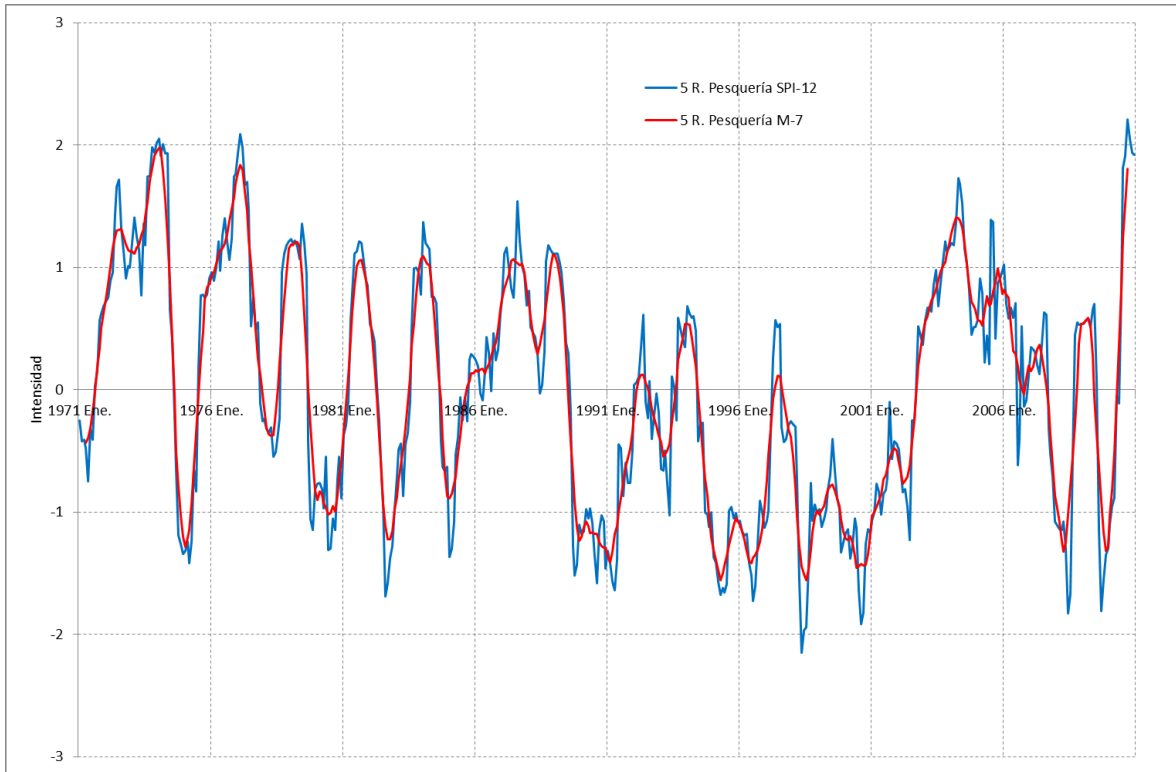


Figura K.13 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Río Pesquería.

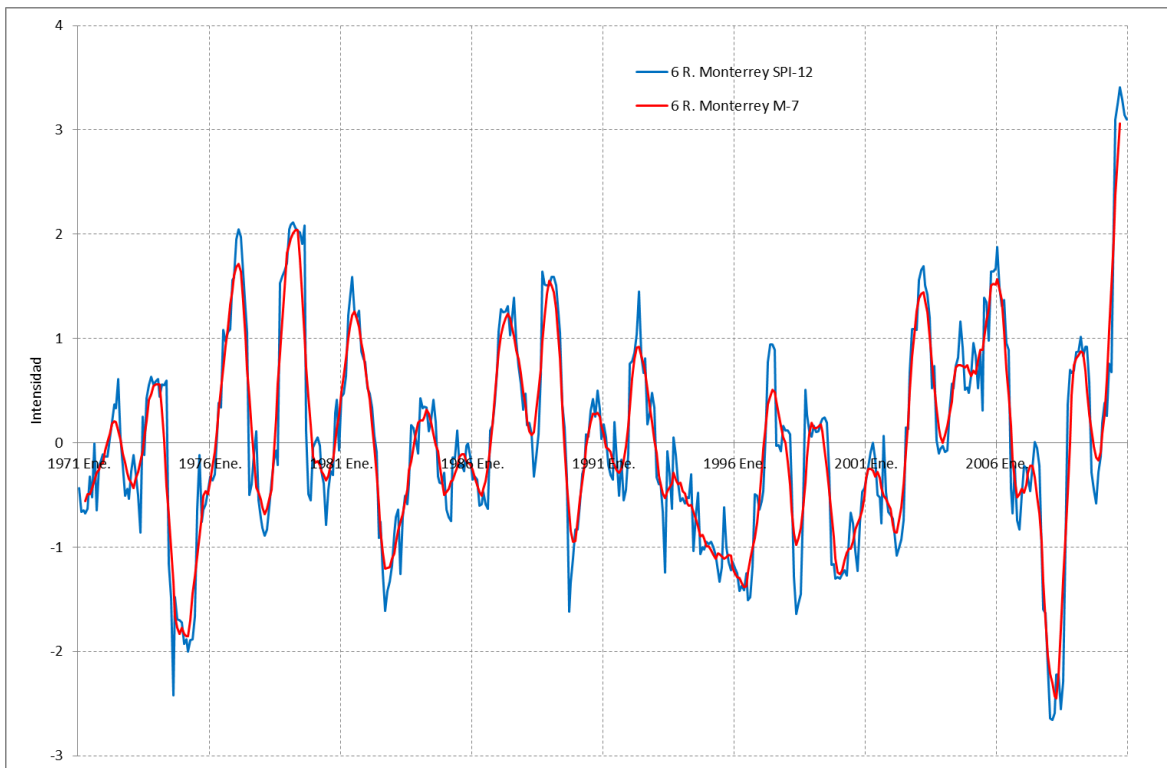


Figura K.14 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Río Monterrey.

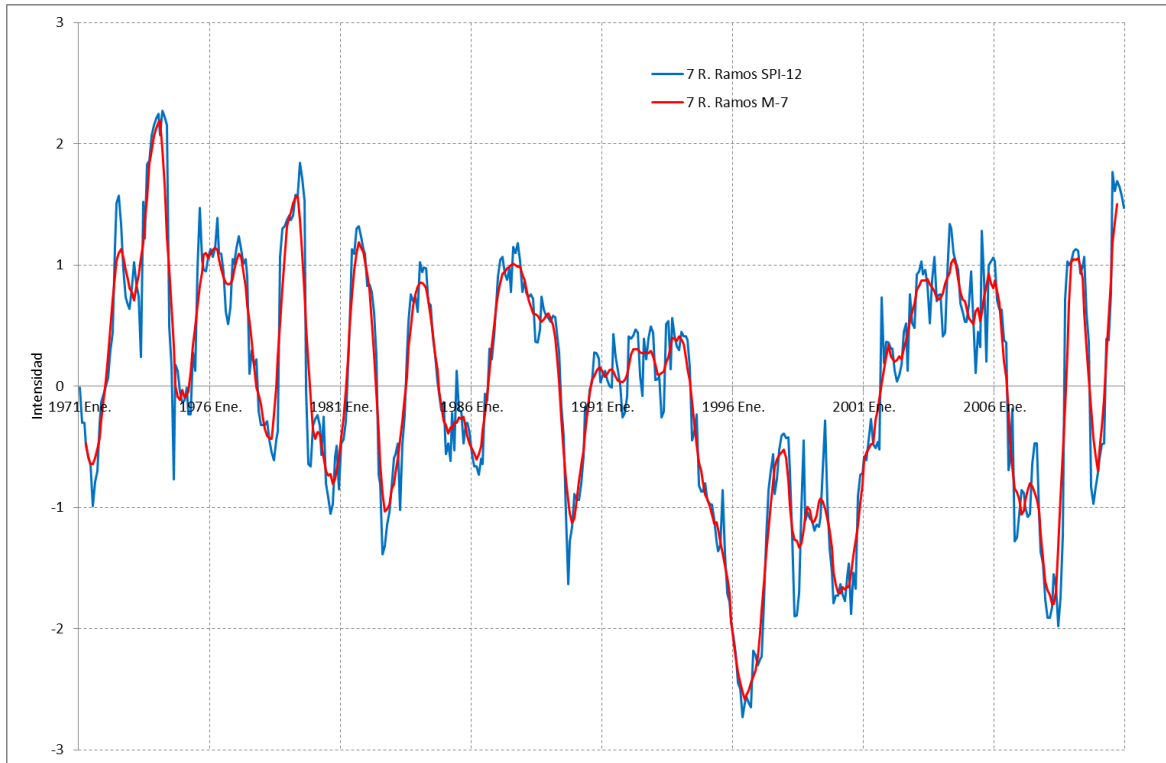


Figura K.15 Suavizamiento M-7 para la serie SPI-12 de la subcuenca Río Ramos.

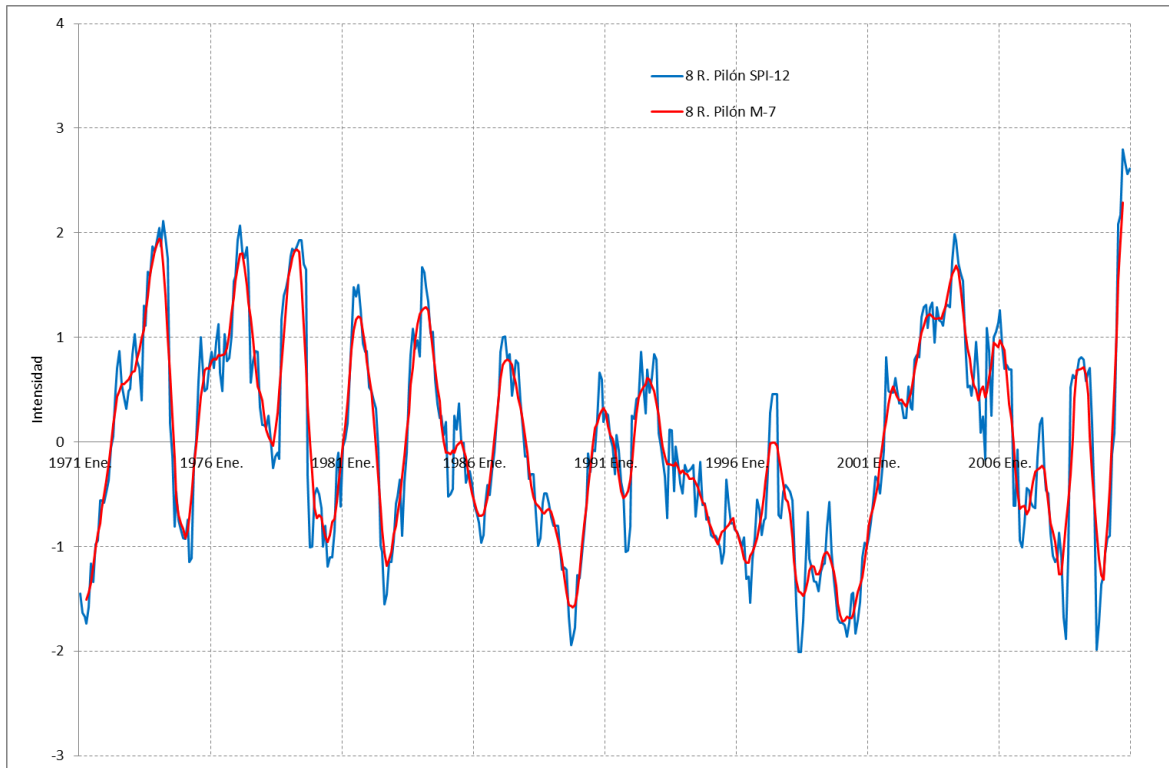


Figura K.16 Suavizamiento M-7 para la serie de SPI-12 de la subcuenca Río Pilón.

ANEXO L. Precipitaciones mensuales de las subcuencas del río San Juan 1970-2010.

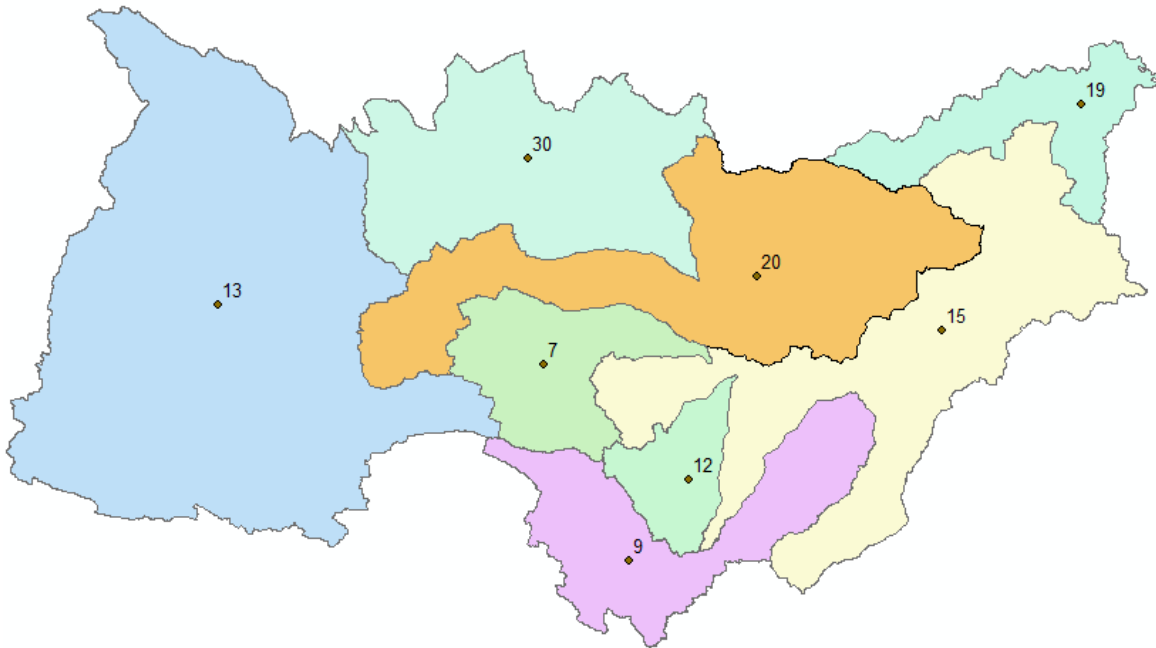


Figura L.1 Precipitación mensual en las subcuencas del río San Juan (milímetros), enero de 1970.

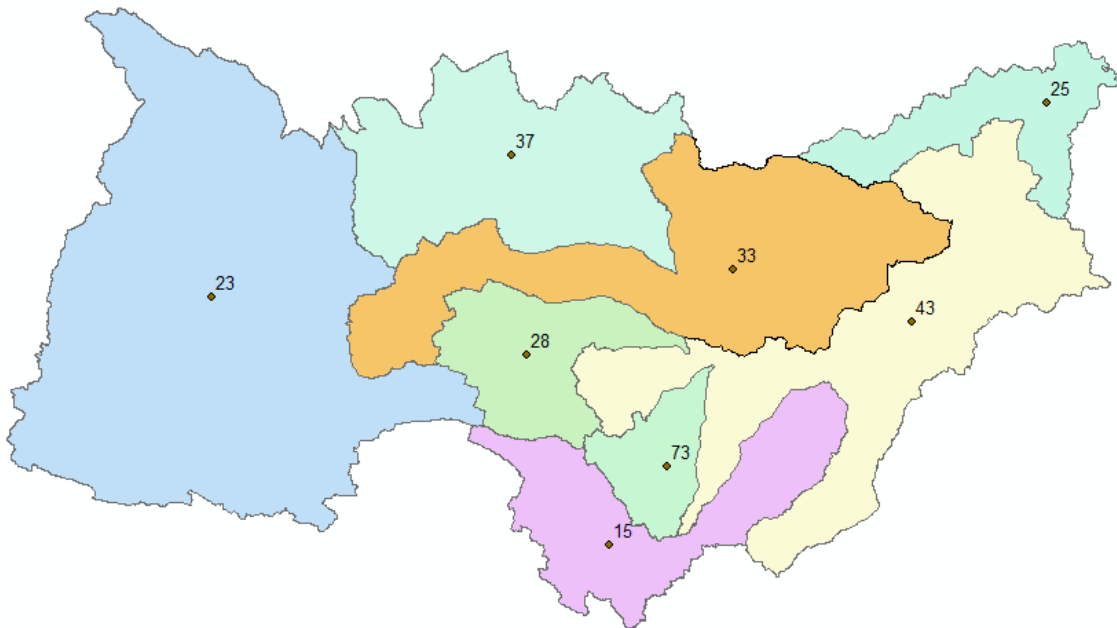


Figura L.2 Precipitación mensual en las subcuencas del río San Juan (milímetros), enero de 1970.

Nota:

Solo se incluyeron estos dos primeros meses, en total se generaron 492 figuras, en el período enero de 1970 a diciembre del 2010.

ANEXO M. Figuras de las Intensidades mensuales en las subcuencas del río San Juan SPI-6 y SPI-12.

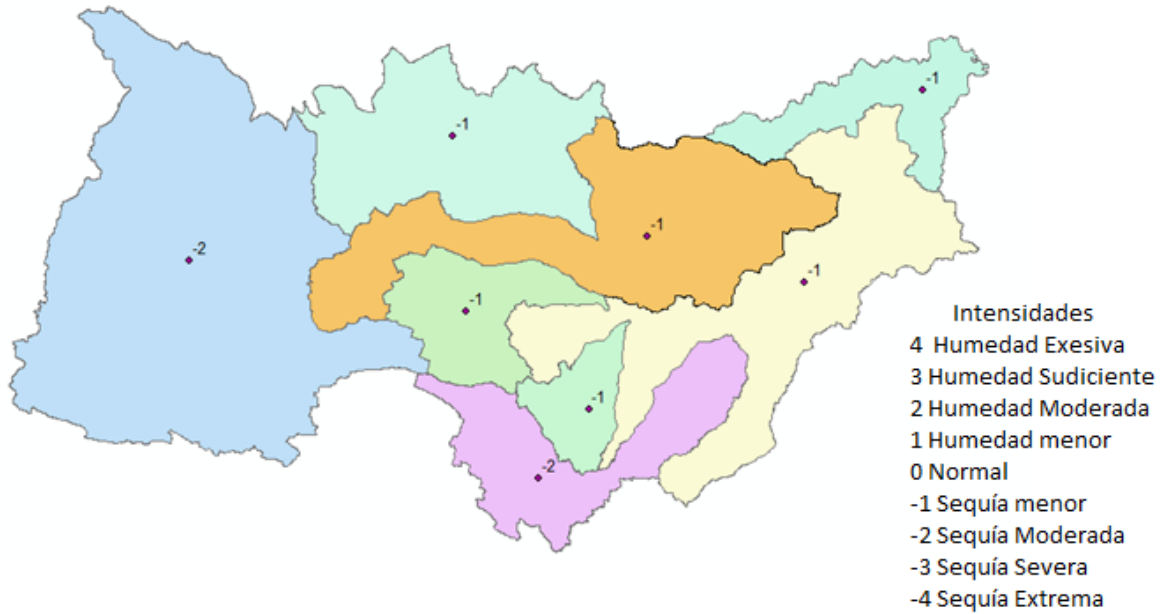


Figura M.1 Intensidad mensual de sequía en las subcuencas del río San Juan SPI-6 enero de 1971.

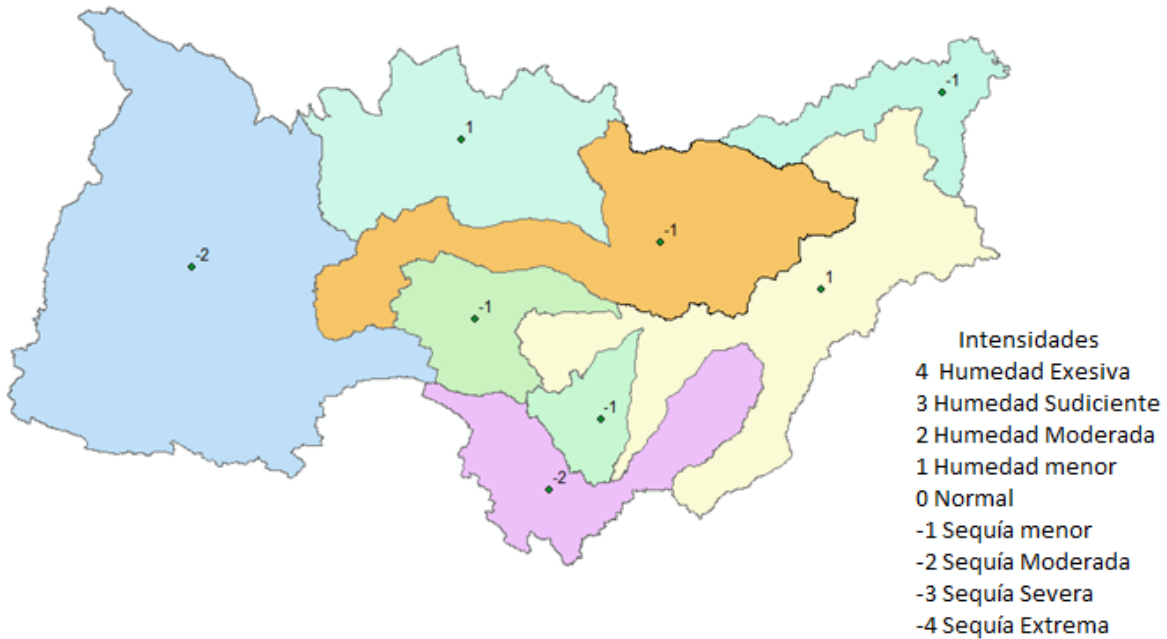


Figura M.2 Intensidad mensual de sequía en las subcuencas del río San Juan SPI-12 enero de 1971.

Nota:

Solo se incluyeron estos dos primeros meses, en total se generaron 480 figuras, en el período enero de 1970 a diciembre del 2010.