



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



CONSEJO DE CUENCA
COSTA - PACÍFICO - CENTRO



COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



CONVENIO DE COLABORACIÓN:

CNA-SGT-GIABA-36/2013

Informe final

Agosto de 2015

**PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA EN LA CUENCA
COSTA – PACÍFICO - CENTRO**

Tabla de contenido

Índice de figuras.....	vii
Índice de tablas	xi
Resumen.....	xiii
Presentación.....	xv
1. Caracterización de la cuenca	19
1.1 Fisiografía.....	19
1.2 Recursos naturales	24
1.3 Oferta y demanda de agua; estrés hídrico	27
1.3.1 Infraestructura hidráulica y usos del agua	29
1.4 Demografía, economía, nivel de desarrollo.....	34
2. Formación y estructura del grupo técnico directivo y objetivos del PMPMS	45
2.1 Grupo técnico directivo.....	45
2.1 Objetivos del PMPMS.....	56
2.1.1 Objetivo general.....	56
2.1.2 Objetivos específicos (en el marco de un desarrollo sustentable)	56
2.1.3 Objetivos instrumentales u operativos.....	56
2.1.4 Principios de operación.....	56
3. Sequía histórica y evaluación del impacto	57
3.1 Evaluación histórica de la sequía.....	58
3.1.1 Evaluación histórica de la sequía empleando el SPI.....	58
3.1.1.1 Metodología para la preparación de los archivos “.dat” consumidos por el spi.exe	63
3.1.1.2 Análisis de la sequía histórica empleando el SPI para el año 1991 y sus diferentes periodos de agregación (RED BÁSICA).....	77
3.1.1.3 Análisis de la sequía histórica empleando el SPI para el año 1991 y sus diferentes periodos de agregación (SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL).....	85
3.1.1.4 Análisis del SPI global	91
3.1.2 Evaluación histórica de la sequía empleando el SDI.....	97

3.1.2.1 Estaciones hidrométricas empleadas para el SDI.....	97
3.1.2.3 Estación La Desembocada	100
3.1.2.4 Estación Pijinto	102
3.1.2.5 Estación Cihuatlán	104
3.1.2.6 Estación Higuera Blanca II	106
3.1.2.7 Estación Callejones	108
3.1.2.8 Estación Jala.....	110
3.1.2.9 Estación Jala-Tecuanillo.....	112
3.1.3 Análisis de la sequía del 2011 empleando el SPI del Monitor de sequía de América del Norte.....	114
3.1.3.1 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Enero 2011	114
3.1.3.2 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Febrero 2011	115
3.1.3.3 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Marzo 2011	116
3.1.3.4 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Abril 2011	117
3.1.3.5 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Mayo 2011	118
3.1.3.6 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Junio 2011	119
3.1.3.7 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Julio 2011	120
3.1.3.8 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Agosto 2011	121
3.1.3.9 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Septiembre 2011.....	122
3.1.3.10 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Octubre 2011	123
3.1.3.11 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Noviembre 2011.....	124
3.1.3.12 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Diciembre 2011	125
3.1.4 Evaluación histórica de la sequía empleando el índice de estado.....	126
3.1.4.1 Resultados del índice de estado para la presa Tacotán	128
3.2. Evaluación histórica de la disponibilidad de agua, durante periodos de sequía.....	132
3.2.1 Estado y capacidad de producción de las plantas potabilizadoras	132
3.2.2 Volúmenes almacenados y extracciones.....	133

3.2.3 Extracción de agua subterránea: caudal, calidad y niveles piezómetros.....	135
3.2.4 Volúmenes de agua residual tratada para reúso	135
3.2.5 Calidad del agua	135
3.3. Evaluación histórica de la demanda de agua, durante periodos de sequía	135
3.3.1 Demanda total de agua por sector	135
3.3.1.1 Améca y Armería uso agrupado agropecuario.....	136
3.3.1.2 Améca y Armería uso abastecimiento público.....	137
3.3.1.3 Améca y Armería uso industrial integrado.....	137
3.3.1.4 Améca y Armería uso hidroeléctrico.....	138
3.3.1.5 Améca y Armería uso termoeléctrico	138
3.4. Impacto histórico de la sequía y evaluación de las medidas de mitigación y respuesta....	139
3.4.1 Medidas de mitigación contra las sequías según el CENAPRED, 2007	140
3.5. Análisis de los cultivos de riego y temporal para la cuenca Pacífico - Centro.....	143
3.5.1 Cultivo de riego para el estado de Colima.....	143
3.5.2 Cultivo de temporal para el estado de Colima.....	144
3.5.3 Cultivo de riego para el estado de Michoacán.....	144
3.5.4 Cultivo de temporal para el estado de Michoacán.....	145
3.5.5 Cultivo de riego para el estado de Jalisco.....	145
3.5.6 Cultivo de temporal para el estado de Jalisco.....	146
3.5.7 Cultivo de riego para el estado de Nayarit	146
3.5.8 Cultivo de temporal para el estado de Nayarit	147
3.6. Análisis pecuario para la cuenca Pacífico - Centro	148
3.6.1 Producción de cera y miel de abeja.....	148
3.6.2 Producción carne en canal, ganado en pie y huevo de ave.....	149
3.6.3 Producción carne en canal, ganado en pie y leche de bovino	149
3.6.4 Producción carne en canal y ganado en pie de caprino	150
3.6.5 Producción carne en canal y ganado en pie de ovino	150
3.6.6 Producción carne en canal y ganado en pie de porcino	151
4. Evaluación de la vulnerabilidad a la sequía.....	153
4.1. Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad	154
4.1.1. Grado de exposición (Factor 1).....	156
4.1.2. Sensibilidad (Factor 2).....	157
4.1.3. Capacidad de adaptación (Factor 3).....	157

4.2. Índice global de sequías	157
4.3 Resultados	159
4.3.1 Grado de exposición en las células de planeación	159
4.3.1.1 Factor 1a: Relación brecha hídrica al 2030 / Oferta sustentable	159
4.3.1.2 Factor 1b: Frecuencia de sequías	160
4.3.2 Sensibilidad en las células de planeación	161
4.3.2.1 Factores 2a y 2b: Población 2030 y PIB	161
4.3.2.2 Factor 2c: Impacto económico en la agricultura	161
4.3.3 Capacidad de adaptación en las células de planeación	162
4.3.3.1 Factor 3a: Sobre-explotación en acuíferos	162
4.3.4 Cálculo global del grado de vulnerabilidad en las células de planeación	162
4.4 Metodología propuesta por el IMTA, basada en IPCC (2007)	165
4.4.1 Resultados de la vulnerabilidad ambiental	184
4.4.2 Resultados de la vulnerabilidad económica	189
4.4.3 Resultados de la vulnerabilidad social	193
4.4.4 Resultados de la vulnerabilidad global	197
4.5 Comparativa de la vulnerabilidad global de 2013 y 2014	201
5. Mitigación de la sequía y estrategias de respuesta	205
5.1. Medidas de mitigación	205
5.2. Estrategias y acciones de respuesta relacionadas con la oferta	219
5.3. Estrategias y acciones de respuesta relacionadas con la demanda	225
6. Etapas de la sequía, factores detonantes y objetivos de la respuesta	239
6.1. Fases de la sequía, factores detonantes y respuestas reactivas	239
6.2. Declaración de la emergencia por la sequía y escenarios factibles	244
7. Programa de respuesta a las etapas de la sequía	245
7.1. Alerta temprana en fase de anormalmente seco “D0”	245
7.2. Alerta y acciones en fase de sequía moderada “D1”	251
7.3. Acciones y respuestas en la fase sequía severa “D2”	255
7.4. Acciones y respuestas para las fases de sequías extrema y excepcional “D3 y D4”	259
7.5. Campaña pública de información sobre la sequía	262
7.6. Campaña educativa y de cultura del agua	266
7.6.1 Instrumentos de Política Hídrica Vigente	268
7.6.2 ¿Qué entendemos por Cultura del Agua?	269
7.6.3 Programa de Cultura del Agua	269

7.7. Necesidades de investigación científica y desarrollo tecnológico.....	269
8. Implementación y monitoreo	271
8.1. Plan de acción para la mitigación.....	271
8.2. Indicadores y monitoreo del fenómeno	310
8.3. Declaración de estado de emergencia por sequía.....	310
8.4. Implementación del programa de respuesta por fase de la sequía	310
8.5. Reforzamiento del programa de respuesta	333
8.6. Alteraciones económicas, plan de financiamiento y presupuesto	333
8.6.1. Programas gubernamentales en apoyo a mitigar la sequía	333
8.6.2. Programas, acciones y proyectos	337
8.7. Seguimiento y evaluación de la efectividad del plan.....	338
9. Plan de revisión y actualización.....	339
9.1. Proceso público de revisión y actualización	339
9.2. Adopción de acuerdos y ordenamientos oficiales.....	339
9.3. Aprobación del plan de gestión para la sequía	339
9.4. Actualización y revisión periódica del plan	339
Conclusiones.....	341
Siglas y acrónimos.....	343
Anexos.....	347
Bibliografía.....	349

Índice de figuras

Figura 1.1. Localización de la cuenca Costa – Pacífico - Centro.....	19
Figura 1.2. Regiones de la cuenca Costa – Pacífico - Centro.....	20
Figura 1.3. Células de planeación.....	21
Figura 1.4. Ríos principales.....	22
Figura 1.5. Subregiones hidrológicas.....	23
Figura 1.6. Tipos de vegetación.....	24
Figura 1.7. Áreas naturales protegidas.....	26
Figura 1.8. Acuíferos.....	28
Figura 1.9. Principales presas de la Subregión Pacífico - Centro.....	31
Figura 1.10. Volumen concesionado por uso (hm ³ /año), subregión Pacífico.....	32
Figura 1.11. Municipios de la cuenca Costa – Pacífico - Centro.....	37
Figura 1.12. Distribución espacial de los centros de población.....	38
Figura 1.13. Grado de marginación de la cuenca Pacífico - Centro.....	40
Figura 1.14. Distritos de riego de la cuenca Costa – Pacífico - Centro.....	43
Figura 2.1. Lista de asistencia a la primera reunión del PRONACOSE.....	45
Figura 2.2. Convocatoria de la primera reunión.....	46
Figura 2.3. Propuesta para las reuniones de trabajo del PRONACOSE.....	47
Figura 2.4. Invitación a la primera reunión del Grupo Especializado en Sequía.....	48
Figura 3.1. Estaciones climatológicas de la cuenca de Costa Pacífico Centro.....	60
Figura 3.2. Estaciones climatológicas seleccionadas de la cuenca de Costa Pacífico Centro...	61
Figura 3.3. SPI de la estación 6058 para 1 mes de agregación.....	73
Figura 3.4. SPI de la estación 6058 para 3 meses de agregación.....	73
Figura 3.5. SPI de la estación 6058 para 6 meses de agregación.....	74
Figura 3.6. SPI de la estación 6058 para 9 meses de agregación.....	74

Figura 3.7. SPI de la estación 6058 para 12 meses de agregación.	75
Figura 3.8. SPI de la estación 6058 para 24 meses de agregación.	75
Figura 3.9. SPI de la estación 6058 para 36 meses de agregación.	76
Figura 3.10. SPI de la estación 6058 para 48 meses de agregación.	76
Figura 3.11. Definición del índice de estado.....	126
Figura 3.12. Clasificación convencional del Índice de Estado.	127
Figura 3.13. Ciudades dañadas por las sequías.....	129
Figura 3.14. Zonas afectadas en diferentes periodos de sequía.....	130
Figura 3.15. Porcentaje de área afectado con sequía en México, periodo 2003 – 2013.	132
Figura 3.16. Almacenamiento, entradas y salidas de la presa Tacotán.	134
Figura 4.1. El riesgo ante las sequías.	153
Figura 4.2. Concepto de vulnerabilidad.....	154
Figura 4.3. Células de planeación.....	155
Figura 4.4. Grado de vulnerabilidad por células de planeación.....	163
Figura 4.5. Nodos y clúster.	176
Figura 4.6. Clúster.....	177
Figura 4.7. Nodos.	178
Figura 4.8. Subredes.....	179
Figura 4.9. Evaluación de las matrices.....	181
Figura 4.10. Resultados de la evaluación de los clústeres.....	181
Figura 4.11. Resultados de las prioridades de las subredes.....	182
Figura 4.12. Vulnerabilidad ambiental.....	187
Figura 4.13. Vulnerabilidad económica.....	192
Figura 4.14. Vulnerabilidad social.....	196
Figura 4.15. Vulnerabilidad global.....	200

Figura 4.16. Grado de vulnerabilidad global por células de planeación del 2013.	202
Figura 4.15. Grado de vulnerabilidad global metodología del IMTA del 2014.....	204

Índice de tablas

Tabla 1.1.- Áreas Naturales Protegidas.	25
Tabla 1.2.- Disponibilidad efectiva de agua superficial en la Subregión Pacífico.....	27
Tabla 1.3.- Características de las principales presas subregión Pacífico 2010.	30
Tabla 1.4.- Volumen concesionado para usos consuntivos del agua,2009 (hm ³ /año).	31
Tabla 1.5.- Cobertura de agua potable.	32
Tabla 1.6.- Cobertura de drenaje por subregión.	33
Tabla 1.7.- Número de estaciones de medición y monitoreo.....	33
Tabla 1.8.- Rango y tipo de calidad de las estaciones de monitoreo	33
Tabla 1.9.- Municipios y población en la cuenca Pacífico - Centro.	34
Tabla 1.10.- Población.....	37
Tabla 1.11.- Zonas metropolitanas más importantes.	39
Tabla 1.12.- Tasa de crecimiento poblacional.....	39
Tabla 1.13.- Producto Interno Bruto Subregional por sector, 2008.....	41
Tabla 1.14.- Distribución sectorial del PIB por subregión, 2008.....	41
Tabla 1.15.- Productividad del agua por sector, subregión Pacífico - Centro 2008.....	42
Tabla 3.1.- Valores y fases del SPI.....	57
Tabla 3.2.- Definición de estados de sequía hidrológica con el índice SDI.....	96
Tabla 3.3.- Grado de afectación de la sequía en los estados de la República Mexicana.	131
Tabla 3.4.- Plantas potabilizadoras.....	132
Tabla 3.5.- Plantas de tratamiento.....	135
Tabla 3.6.- Efectos de la sequía de 1960 – 1964.....	139
Tabla 3.7.- Efectos de la sequía de 1970 – 1978.....	139
Tabla 3.8.- Efectos de la sequía de 1998.....	139
Tabla 3.9.- Daños por sequía para los años de 1999-2000.....	140

Tabla 4.1.- Niveles de vulnerabilidad.....	157
Tabla 4.2.- Factores agrupados.....	168
Tabla 4.3.- Factores depurados.	169
Tabla 4.4.- Definición de los factores para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía.	170
Tabla 4.5.- Fuentes de información.	172
Tabla 4.6.- Factores concentrados.	175
Tabla 4.7.- Escala fundamental de Saaty.....	180
Tabla 4.8.- Vulnerabilidad ambiental.....	184
Tabla 4.9.- Vulnerabilidad económica.....	189
Tabla 4.10.- Vulnerabilidad social.....	193
Tabla 4.11.- Vulnerabilidad global.....	197
Tabla 6.1.- Definición de las fases de sequía con el índice SPI.....	239
Tabla 6.2.- Definición de las fases de sequía con el índice SDI.....	239
Tabla 6.3.- Definición de las fases de sequía con el índice de estado.....	239
Tabla 6.4.- Respuestas reactivas a cada fase de la sequía.....	240
Tabla 6.5.- Respuestas reactivas a cada fase de la sequía relacionadas con la demanda.....	242

Resumen

Las sequías forman parte intrínseca y natural del acontecer climático; son inevitables e impredecibles, sin trayectoria ni epicentro, y eventualmente, se presentan en cualquier lugar y en cualquier tiempo. Son, probablemente, la manera más dramática en que se manifiesta la naturaleza en relación con el agua. Sus características principales son duración, severidad o el déficit acumulado –demanda no suministrada–, magnitud o el déficit promedio en la duración, y extensión geográfica. El déficit es el fenómeno humano inducido como consecuencia de la sequía, cuando el agua es insuficiente para satisfacer la demanda hídrica de las actividades de la sociedad.

La manera más efectiva de afrontar las sequías es a través de medidas preventivas; esto es, manejar el riesgo. Ello implica generar y aplicar un Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS), que es un proceso estructurado, dinámico, flexible y viable, cuya ejecución incida en un uso racional y racionado de los limitados y escasos volúmenes disponibles, así como en la asignación más adecuada del déficit a absorber: quiénes, cuándo, cuánto y cómo, a través de esquemas de prioridad, racionamiento del recurso e impactos del fenómeno en el bienestar social.

Aunque en general la sequía puede presentarse en cualquier lugar de la Tierra y en cualquier tiempo, para el caso de México, las regiones arriba del paralelo 20°N, caracterizadas por su semiaridez o aridez, son las más vulnerables y expuestas al fenómeno; estas zonas han tenido severas y recurrentes insuficiencias de agua en varios de los últimos años, que han repercutido en las actividades económicas y productivas regionales. Por ello la necesidad de hacer estudios detallados en este aspecto para mejorar el proceso de administración del agua en épocas de escasez, con objeto de contribuir a la continuidad y sustentabilidad social y económica, sobre todo en lugares donde la agricultura es la actividad que mayor volumen de agua consume, y que es la más afectada ante una insuficiencia temporal del recurso, y donde hay grandes asentamientos humanos e industriales; usualmente, el fenómeno también ocurre donde además, el agua subterránea está comprometida y guarda un equilibrio frágil, y las fuentes alternas de suministro son mínimas.

En este PMPMS se describen brevemente los diversos tipos de sequía y sus causas probables. Se analizan aspectos de la sequía meteorológica, a través de un índice adimensional (SPI) que muestra la “eficiencia” de la lluvia, como elemento básico del ciclo hidrológico, que determina el escurrimiento en cauces hacia los embalses, así como la presencia y gravedad del fenómeno de la sequía, caracterizable en el espacio y a diversas escalas temporales.

También se menciona la caracterización de la sequía hidrológica, basada en el análisis estadístico de los escurrimientos y almacenamientos mensuales en embalses, para obtener índices de estado (hidrológico) de la sequía de largo plazo; igualmente, se plantea la conveniencia de establecer los valores de referencia o nivel de truncamiento para la extracción anual media. El aspecto de la política de operación de las presas, y su obtención mediante procesos que resulten en valores óptimos, permite formular escenarios posibles de asignación, cuya decisión final estará también en función de los factores adicionales que inciden en el proceso de planeación. Basándose en la hidrometría disponible, con un enfoque de optimización se deben generar las políticas óptimas para las presas.

El acuífero debe ser sólo un complemento del agua superficial, sobre todo cuando guarda un equilibrio frágil, con volúmenes ya comprometidos: en tiempos de escasez no debería incrementarse la extracción en más de 20% y sólo temporalmente. Su sobreexplotación conduciría a degradar su calidad y potencial; además, debe reservarse para los usos más prioritarios.

En complemento, es importante y conveniente buscar criterios y métodos para obtener políticas operativas que contemplen conjuntamente al agua subterránea con la superficial.

Se incluyen criterios sobre la organización social e institucional que permita diseñar, aplicar y coordinar las estrategias para afrontar las sequías, mediante la creación de un Grupo Técnico Directivo (GTD) que, a su vez organizado en grupos de trabajo, permita dar seguimiento, evaluar y pronosticar las condiciones de desarrollo del fenómeno, y con ello, las respuestas más adecuadas ante las diversas fases de su gravedad, particularmente los inevitables conflictos por el uso del agua. Ello enfocado al ámbito de una cuenca hidrológica, como unidad natural de planeación y operación.

Se consideran algunos aspectos específicos para afrontar las sequías, tomando como referencia los volúmenes iniciales en las presas, al empezar el ciclo agrícola, y de acuerdo con la división convencional del fenómeno en fases progresivas, y se sugiere la actuación del GTD, de las juntas Municipales de Agua y Saneamiento u Organismos Operadores de Agua Potable y Saneamiento, y de los usuarios organizados.

Se concluye que la mejor estrategia contra la sequía es la prevención, y que, como tal, es preferible soportar una serie de sequías incipientes o moderadas continuas, a una sola sequía de proporciones críticas o catastróficas. En este aspecto, destaca que es la gestión integral del recurso el camino a seguir para lograr que el impacto de la escasez de agua sea mitigado; ello implica que, en complemento a las medidas estructurales para afrontar el problema, son las no estructurales las que tienen un papel decisivo, como lo es la cultura del agua. Se citan las diversas medidas que deben prevalecer según la fase del fenómeno: estratégicas o de largo plazo, tácticas o de mediano plazo, y de emergencia o de corto plazo.

Un aspecto importante es que un Programa para afrontar la sequía debe ser un proceso que se incluya en los reglamentos de operación de los distritos de riego y en general en la normativa de todos los sistemas de aprovechamiento del agua. Ello conduce a actuar con mayor probabilidad de éxito ante la presencia del fenómeno, pues provee las bases de imparcialidad, equidad, igualdad y justicia, así como de participación social, necesarias para garantizar un manejo eficiente del riesgo, en lugar de una atención improvisada de la crisis. Con claridad y sentido práctico debe contemplar los criterios y elementos de asignación del déficit, así como de la asignación de volúmenes, con base en la prioridad de los diversos usos y a las características locales específicas de oferta y demanda; en especial, es la demanda la que debe ajustarse a la oferta disponible.

Por estas razones, un Programa de Medidas Preventivas y Mitigación de la Sequía es un conjunto de medidas y estrategias a la medida, explícito para una cuenca con características determinadas. Debe además, en su conjunto, ser socialmente aceptable, técnicamente viable, e institucionalmente operativo, así como flexible y oportuno para adaptarse a la evolución natural del fenómeno y de la sociedad.

Cabe mencionar que para la elaboración de la primera versión del PMPMS se llevaron a cabo tres reuniones de trabajo con el grupo especializado en sequía del consejo de cuenca Costa - Pacífico - Centro, donde hubo participantes de las principales instituciones gubernamentales de los tres niveles de gobierno, entre ellas CONAGUA, CONAFOR, SAGARPA, el organismo operador de agua potable del municipio y del estado, entre otros. Además se tuvieron reuniones con los integrantes del sector agropecuario y municipal.

El PMPMS de la cuenca Costa - Pacífico - Centro fue un programa participativo que tomo en cuenta los comentarios y observaciones de los distintos sectores e instituciones gubernamentales, las cuales fueron incluidas en el presente documento, de manera que contempla la participación de los distintos usuarios del agua.

Presentación

No existe una definición universal para la sequía, de manera general se puede definir como un “fenómeno natural que ocurre cuando la precipitación y/o la disponibilidad del agua en un periodo de tiempo y en una región dados, son menores que el promedio histórico registrado, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas”.

La sequía es inevitable, impredecible, sin inicio ni fin definido, sin trayectoria, sin epicentro, recurrente pero no cíclica, de amplio espectro espacial y temporal, progresiva y potencialmente catastrófica.

La sequía es común a todos los climas en todo el mundo. En los países desarrollados afecta a más personas que cualquier otro riesgo natural y es uno de los peligros naturales más complejos y difíciles de evaluar y planear. La sequía puede aparecer rápida o lentamente, durar una temporada o muchos años, y puede ocurrir a nivel local, regional, nacional y continental. La sequía causa la muerte y el desplazamiento de más personas que los ciclones, las inundaciones y los terremotos juntos, es el peligro natural más destructivo del mundo.

Marco legal e institucional

En 2012 se expidió (DOF, 25 enero) el Acuerdo por el que se instruyen acciones para mitigar los efectos de la sequía que atraviesan diversas entidades federativas:

- a) Abastecimiento hídrico emergente a población (CONAGUA, SEDESOL), al campo (SAGARPA, CONAZA) y salud (SS).
- b) Financiamiento/indemnizaciones/reactivación del campo (SE, SAGARPA, SHCP, Banca de Desarrollo).
- c) Proyectos/programas de apoyo en sequías (SHCP, SEGOB, Banobras, SEMARNAT, CONAGUA, SE, CONAZA, sistemas nacional/estatal/municipal de protección civil).

Para reducir la vulnerabilidad y garantizar la participación informada, la CONAGUA publica en el DOF el 22 de noviembre de 2012 los “Lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía”.

Por su parte el Pacto por México (diciembre de 2012) establece que las sequías deberán ser atendidas de manera prioritaria y oportuna. Los Lineamientos apuntan directamente en ese sentido y en enero de 2013 la CONAGUA elabora el Proyecto de implementación del Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE). El PRONACOSE tiene como elementos base el monitoreo de la sequía y la elaboración de programas por cuencas y usuarios para afrontar sequías.

La planeación de la gestión para la sequía

De acuerdo con el Centro Nacional de Mitigación de la Sequía (NDCM por sus siglas en inglés), la sequía puede ser clasificada como meteorológica, agrícola, hidrológica y socioeconómica.

- La sequía meteorológica es generalmente una expresión del grado de separación de la precipitación normal durante un cierto período de tiempo. Las mediciones meteorológicas son los primeros indicadores de sequía.

- La sequía agrícola ocurre cuando no hay suficiente humedad en el suelo para satisfacer las necesidades de un cultivo en particular en un momento particular. La sequía agrícola sucede después de la sequía meteorológica, pero antes de la sequía hidrológica. La agricultura es normalmente el primer sector económico en verse afectados por la sequía.
- La sequía hidrológica se refiere a las deficiencias en las disponibilidades de agua de superficie como subterránea. Esta es medida como los escurrimientos y los niveles en lagos, embalses y los niveles en acuíferos. Hay un retraso entre la falta de lluvia y la reducción de agua en arroyos, ríos, lagos y embalses. Como tal, las mediciones hidrológicas no son los primeros indicadores de sequía. Cuando la precipitación es reducida o deficiente durante un período prolongado de tiempo, esta escasez se refleja en la disminución de los niveles de agua en embalses y los niveles de las aguas subterráneas.
- La sequía socioeconómica se produce cuando la escasez física de agua empieza a afectar a las personas, ya sea de forma individual o colectiva.

Tradicionalmente, muchos usuarios de agua han reaccionado a la sequía en la manera representada por el ciclo hidro-ilógico. Durante los años normales y húmedos, los usuarios del agua son a menudo apáticos a la sequía y no toman medidas para prepararse para afrontar este fenómeno. Cuando la sequía se produce, los usuarios del agua no están suficientemente preparados y a menudo es demasiado tarde para responder a ella. Como resultado, sus efectos potenciales son mucho más severos que si los usuarios del agua hubieran desarrollado por adelantado un programa de prevención y mitigación de la sequía que active una respuesta más oportuna.

El objetivo principal de la planeación para prevención y mitigación de la sequía es preservar los servicios públicos esenciales y minimizar los efectos adversos de un suministro de agua de emergencia en la salud pública y la seguridad, en las actividades económicas, en los recursos ambientales y estilos de vida individuales. Los Programas de Medidas Preventivas y Mitigación de la Sequía eliminan la "crisis" de la respuesta a la sequía, reducen las dificultades causadas por el déficit de agua y aumentan la confianza del público en las acciones adoptadas para hacer frente a la escasez de agua.

La planeación para enfrentar la sequía se basa en los siguientes principios:

- Períodos de precipitación por debajo del promedio ocurren y son inevitables, por lo tanto, se puede anticipar que la sequía se producirá en un momento en el tiempo.

Los posibles riesgos e impactos de la sequía pueden ser considerados y evaluados antes del evento real, mediante un monitoreo de los rangos de intensidad de sequía de acuerdo con los estándares internacionales son: Anormalmente seco (D0), Sequía Moderada (D1), Sequía severa (D2), Sequía Extrema (D3) y Sequía Excepcional (D4), sus características son las siguientes:

- Anormalmente Seco (D0): Se trata de una condición de sequedad, no es aun propiamente un tipo de sequía, aunque también se puede interpretar como una sequía en su fase más incipiente. Se presenta al principio o cuando no haya sequía. Al principio de la sequía: debido a la sequedad de corto plazo hay retraso de la siembra de cultivos anuales, limitado crecimiento de los cultivos o pastos, riesgo de incendios por arriba del promedio. Al concluir la sequía: déficit persistente de agua, pastos o cultivos no recuperados completamente.

- Sequía Moderada (D1): Cuando se presentan algunos daños a los cultivos y pastos, alto riesgo de incendios, niveles bajos en arroyos, embalses y pozos, escasez de agua. Se requiere uso de agua restringida de manera voluntaria.
 - Sequía Severa (D2): Existe en el momento que se dan probables pérdidas en cultivos o pastos, muy alto riesgo de incendios, la escasez de agua es común. Se recomienda se impongan restricciones de uso del agua.
 - Sequía Extraordinaria (D3): Se dan mayores pérdidas en cultivos o pastos, peligro extremo de incendio, la escasez de agua o las restricciones de su uso se generalizan.
 - Sequía Excepcional (D4): Se presentan pérdidas excepcionales y generalizadas de los cultivos o pastos, riesgo de incendio excepcional, escasez de agua en los embalses, arroyos y pozos, se crean situaciones de emergencia debido a la ausencia de agua.
- Las medidas de respuesta pueden ser permisivas, restringidas y determinadas, y los procedimientos de implementación definidos anticipadamente para minimizar o mitigar los riesgos e impactos de la sequía, deben estar contenidas todas y para cada rango desde su inicio (D0), dentro del Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía.
 - La planeación de la gestión incluye la mitigación de la sequía y la planeación de la respuesta a la sequía.
 - La mitigación se refiere a las medidas adoptadas antes de que ocurra una sequía y que reducen el potencial de los impactos de la sequía cuando se produce el evento.
 - La planeación de la respuesta se refiere a las condiciones bajo las cuales ocurre una sequía y se especifican las acciones que se deben tomar como respuesta.

Contenido del Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía

El Programa de Medidas Preventivas y Mitigación de la Sequía (PMPMS) contiene una secuencia metodológica de formación, ejecución y evaluación, además obedece a etapas y lineamientos específicos (NDMC, 2013). El Programa debe ser aplicable a todos los sectores de uso del agua, aunque no en la misma medida para todos, dado que el sector agrícola de riego por ejemplo es el de mayor demanda, esto lo conlleva a ser el primero en ser restringido y por lo tanto lo vuelve uno de los más vulnerables.

Cabe mencionar que para la elaboración de la primera versión del PMPMS se llevaron a cabo tres reuniones de trabajo con el grupo especializado en sequía del consejo de cuenca Costa - Pacífico - Centro, donde hubo participantes de las principales instituciones gubernamentales de los tres niveles de gobierno, entre ellas CONAGUA, CONAFOR, SAGARPA, el organismo operador de agua potable del municipio y del estado, entre otros. Además se tuvieron reuniones con los integrantes del sector agropecuario y municipal. El PMPMS de la cuenca Costa - Pacífico - Centro fue un programa participativo que tomo en cuenta los comentarios y observaciones de los distintos sectores e instituciones gubernamentales, las cuales fueron incluidas en el presente documento, de manera que contempla la participación de los distintos usuarios del agua.

El PMPMS se compone de los siguientes nueve pasos, los cuales son descritos brevemente:

1. **Caracterización de la cuenca.** El objetivo de este capítulo es caracterizar el ámbito territorial de la cuenca en estudio así como las demandas, recursos y zonas protegidas.
2. **Formación y estructura del grupo técnico directivo y objetivos del PMPMS.** El propósito de este capítulo es definir las partes involucradas, objetivos y principios. Se centra en los pasos preliminares necesarios para iniciar el desarrollo de un programa de gestión de la sequía; incluye el desarrollo de un equipo de planeación, asegurando la participación de los interesados y el desarrollo de los objetivos y principios de funcionamiento.
3. **Sequía histórica y evaluación del impacto.** El objetivo de este capítulo es evaluar la frecuencia histórica de las sequías, duración y extensión espacial de las sequías anteriores, así como la caracterización de demanda, la disponibilidad de suministro, almacenamiento, y los impactos durante estos períodos de sequía.
4. **Evaluación de la vulnerabilidad a la sequía.** El objetivo de este capítulo es evaluar la vulnerabilidad de cada cuenca a nivel de célula de planeación.
5. **Mitigación de la sequía y estrategias de respuesta.** El objetivo de este paso es proporcionar un catálogo de posibles acciones a implementar, de las cuales se distinguen aquellas del lado de la oferta de agua relacionadas con las obras y sistemas de distribución, y aquellas del lado de la demanda que son las que impactan el uso y consumo por parte de los usuarios.
6. **Etapas de la sequía, factores detonantes y objetivos de la respuesta.** Este capítulo tiene el objetivo de integrar algunas deducciones, definiendo y caracterizando cada nivel o estado de la sequía que, convenientemente, pueden presentarse en una tabla.
7. **Programa de respuesta a las etapas de la sequía.** Este capítulo pretende principalmente dos objetivos, disponer de un programa sobre las medidas implementadas y la respuesta deseada en cada etapa, y el otro de mediante una campaña pública, dar a conocer este programa y la respuesta que puede tener el público al mismo.
8. **Implementación y monitoreo.** Este capítulo comprende la implementación del programa de mitigación y prevención, que incluye un programa de acción para: mitigación, monitoreo de indicadores, protocolo para declaración de sequía, implementación de programa de respuesta por etapas, la planeación de los ingresos y gastos, y monitoreo y evaluación de los esfuerzos y acciones de respuesta.
9. **Plan de revisión y actualización.** Este paso involucra el proceso formal para revisar, aprobar y actualizar el PMPMS. Esto implica un proceso de revisión pública que incluye la revisión y aprobación por el Consejo de Cuenca, la adopción de las políticas necesarias, y la planeación para una actualización futura.

1. Caracterización de la cuenca

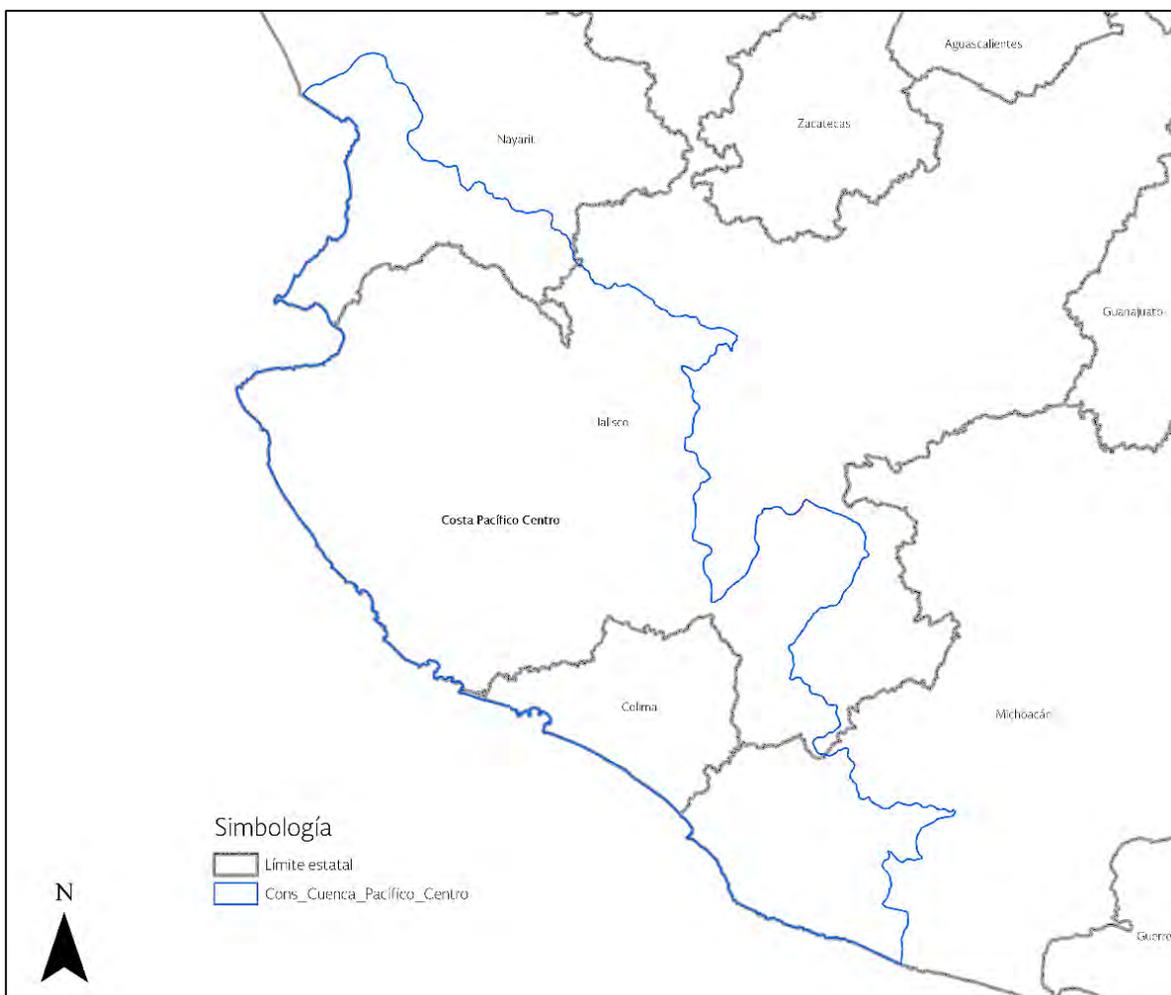
El objetivo de este capítulo es caracterizar el ámbito territorial de la cuenca en estudio así como las demandas, recursos y zonas protegidas.

Considerar una cuenca hidrográfica como una región natural y estudiarla es el paso previo para formular proyectos de desarrollo socioeconómico para dicha cuenca. La cuenca constituye la principal unidad territorial donde el agua, proveniente del ciclo hidrológico, es captada, almacenada y disponible como oferta.

1.1 Fisiografía

La cuenca Costa Pacífico Centro se localiza en la parte Oeste-central de México y es costa del océano Pacífico, enmarcada por las coordenadas 18°10" N a 21°38" N y 102° 08' a 105° 40' W. Cuenta con un área de 52,941 km² y abarca porciones de cuatro entidades federativas que se muestran en porcentaje respecto al área total: Nayarit (12.04%), Jalisco (64.63%), Colima (10.57%) y Michoacán de Ocampo (12.77%) (Figura 1.1).

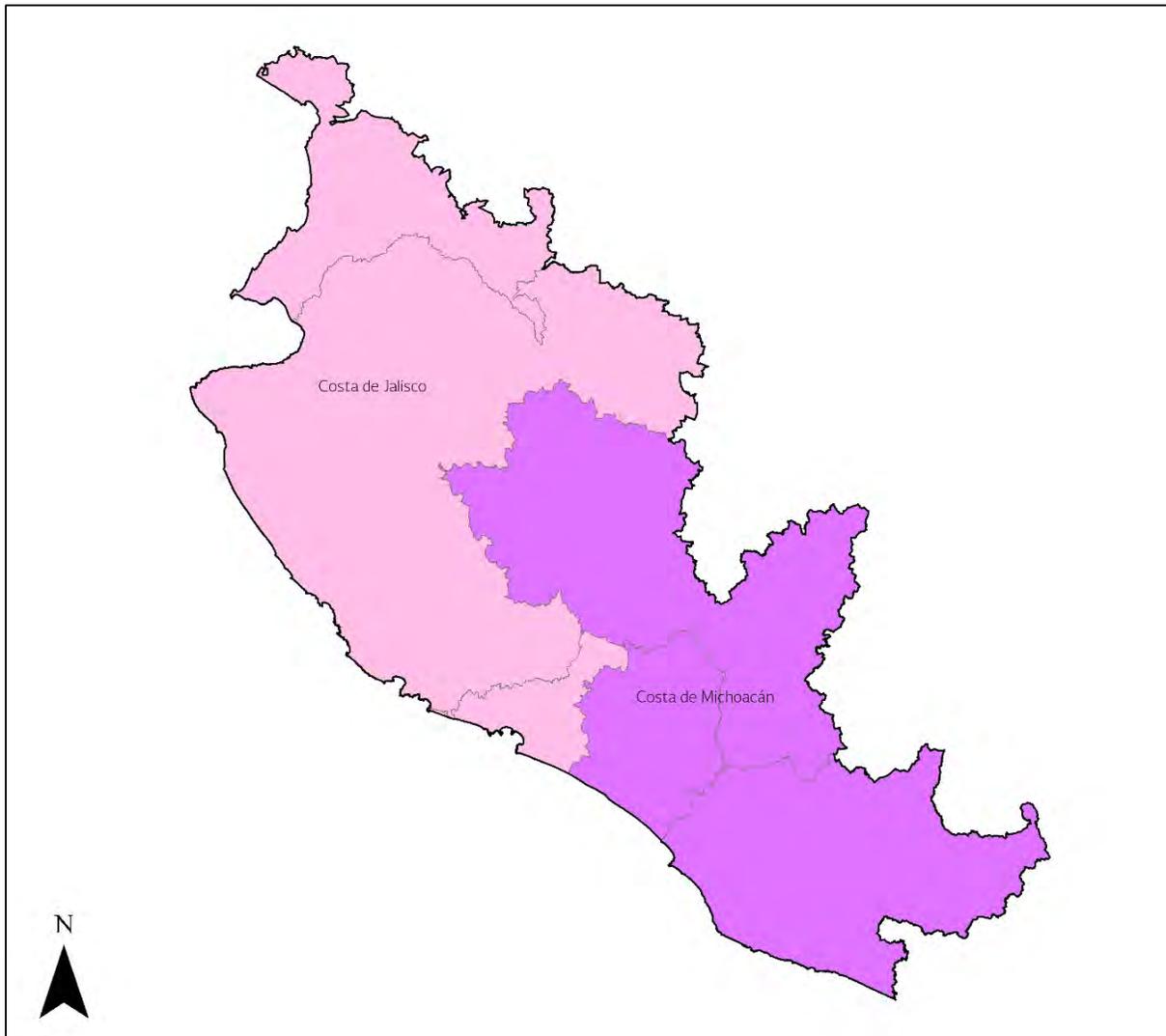
Figura 1.1. Localización de la cuenca Costa – Pacífico - Centro.



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR.

La cuenca se encuentra dividida principalmente en dos regiones generales, las cuales son: Costa de Jalisco y Costa de Michoacán (Figura 1.2). En el año 2001 las dos regiones contaban con 35 y 40 municipios respectivamente, y una superficie de 30,330 km² y 26,900 km², contando la superficie de algunas islas cerca de la región.

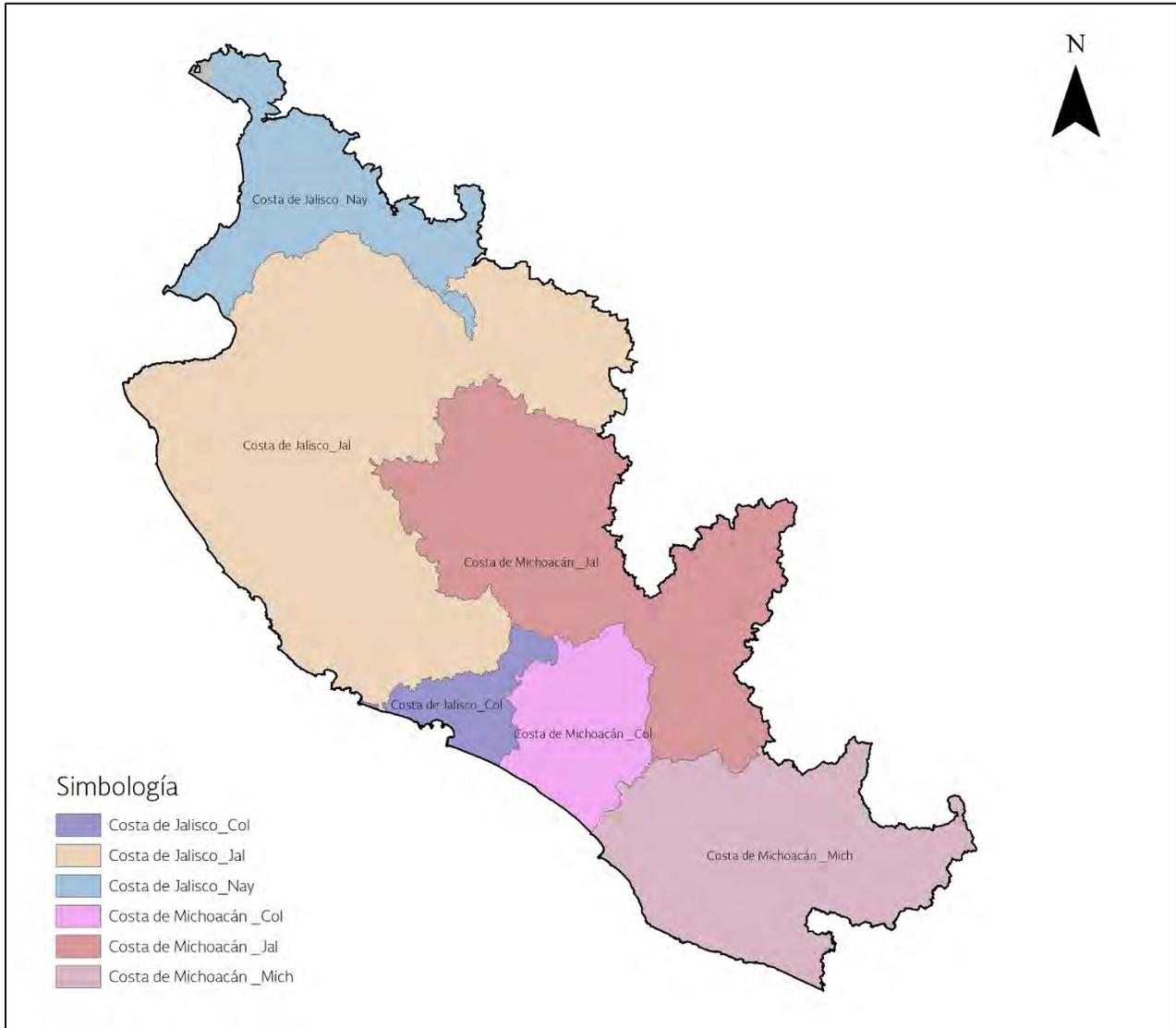
Figura 1.2. Regiones de la cuenca Costa – Pacífico - Centro.



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR.

Por otro lado, actualmente y para identificar los retos al 2030 alineados a los ejes de la Agenda del Agua 2030 y para plantear los objetivos, estrategias, acciones y proyectos que se pretenden generar, fue necesario subdividir a la cuenca Costa-Pacífico-Centro en 6 células de planeación: Costa de Jalisco, Nayarit (1803); Costa de Jalisco, Jalisco (1406); Costa de Jalisco, Colima (601); Costa de Michoacán, Jalisco (1407); Costa de Michoacán, Colima (602) y Costa de Michoacán, Michoacán (1606), ver Figura 1.3.

Figura 1.3. Células de planeación.



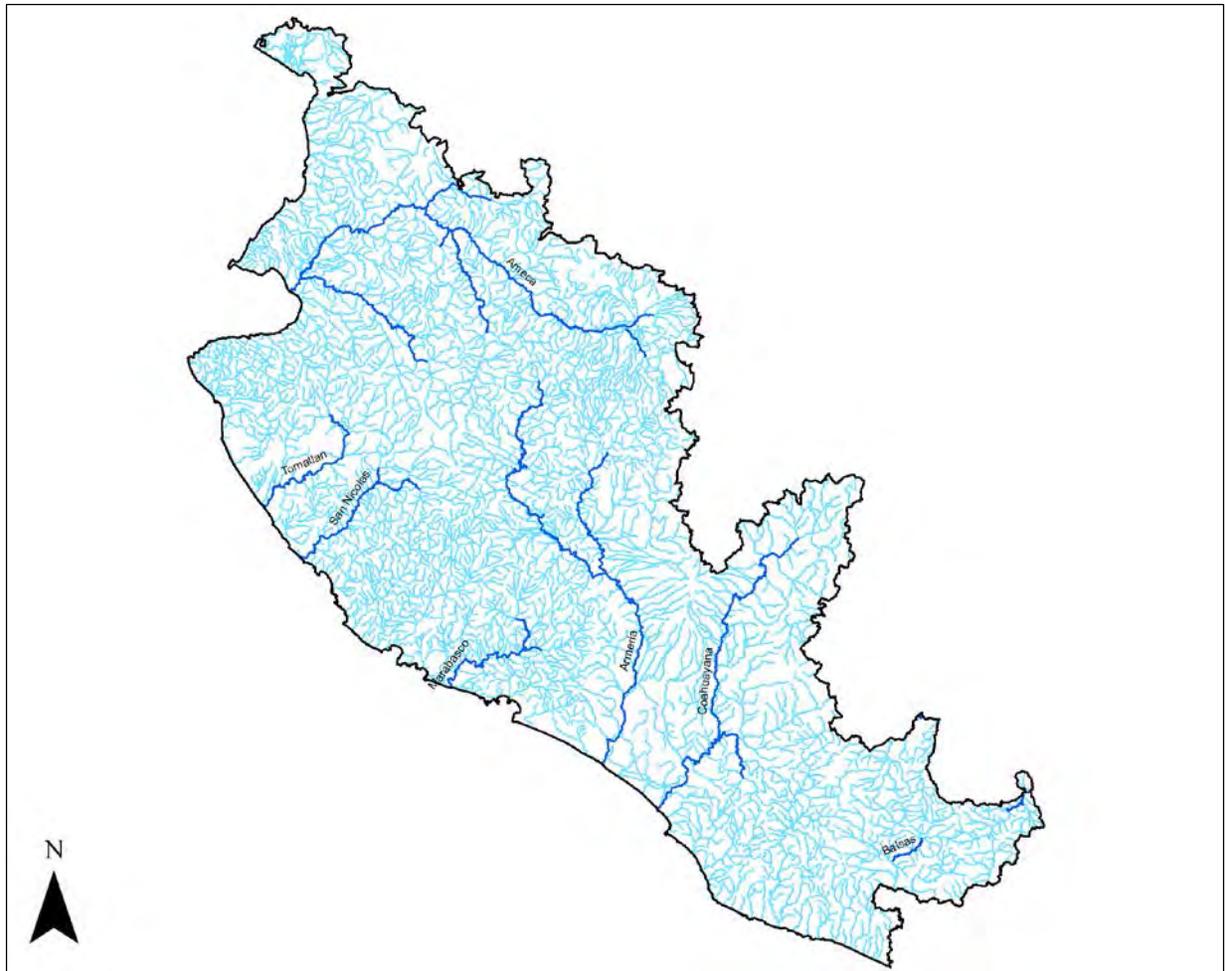
Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR.

Los principales afluentes en la subregión del Pacífico son: los ríos Ameca, Tomatlán, San Nicolás, Marabasco, Armería y Coahuayana. Igualmente, la zona está integrada por lagos como el Capulín, Coyutlan, Lago Ámela y Coyutlan, entre los principales (Figura 1.4).

Desde el punto de vista de la salida de la cuenca, esta se clasifica como una cuenca exorreica, debido a que las corrientes principales desembocan en el océano Pacífico. Por otro lado, desde el punto de vista del área de la cuenca, esta se clasifica como una cuenca muy grande, debido a su área de 52,941 km².

En la Figura 1.5 se muestran las principales subcuencas de la Subregión Pacífico, estas son: la subcuenca Huicicila, Río Ameca, Costa de Jalisco, Río Coahuayana, Río Armería y Costa de Michoacán.

Figura 1.4. Ríos principales.



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR.

En el territorio predomina principalmente dos climas: cálido subhúmedo y templado subhúmedo, le siguen en menor importancia el clima semiseco muy cálido y semicálido subhúmedo, además de la existencia de una variedad de climas con preponderancias menores.

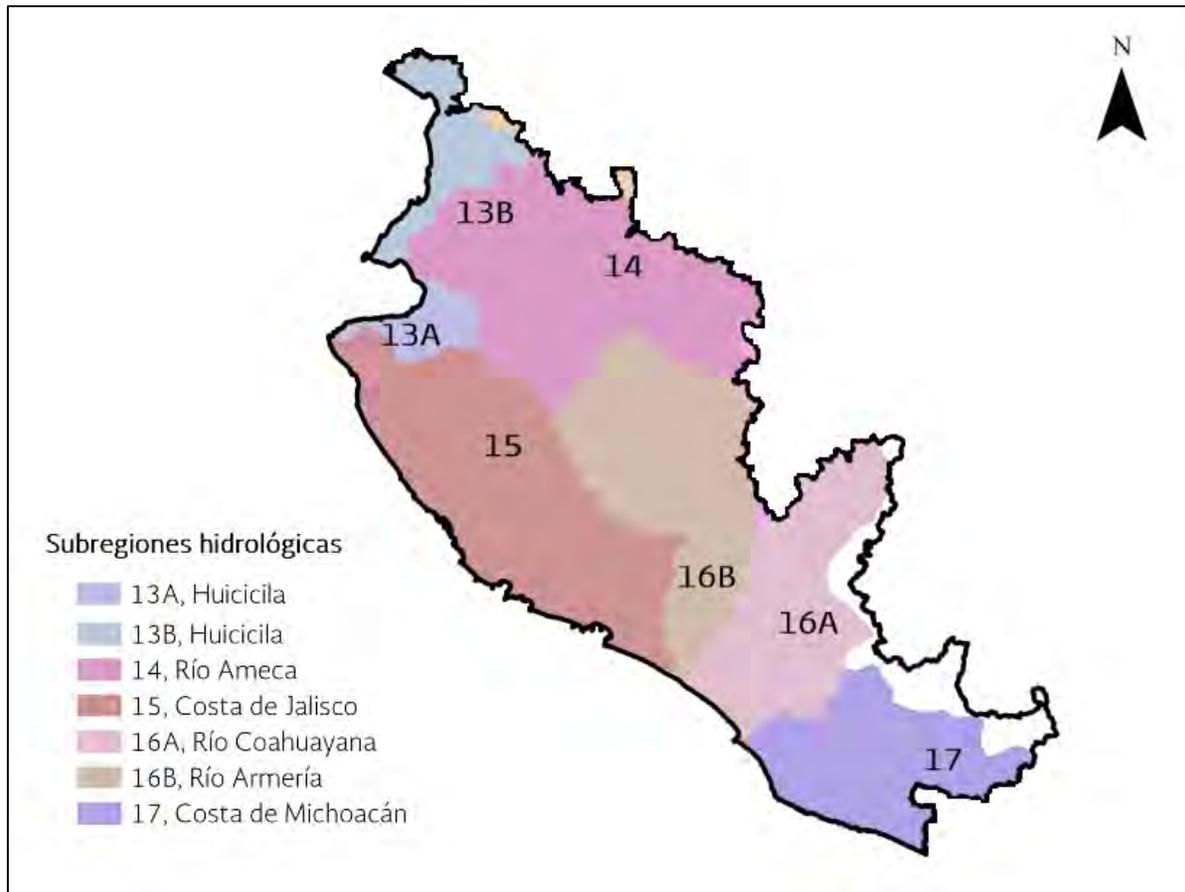
En la Región se tiene una temperatura de superficie media anual predominante que oscila entre los 16 y 28 °C, una precipitación y evapotranspiración media anual de 1,025 y 741 mm respectivamente.

La precipitación se caracteriza por tener una alta variabilidad de un año a otro, con períodos recurrentes y prolongados de sequía. El año de 1956, así como el periodo comprendido entre 1980 y 1996, según

reportes del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) son los periodos más secos que se han presentado en la Región.

La topografía del suelo en la subregión varía desde elevaciones a nivel del mar (costas del Pacífico), hasta llegar a altitudes de 4,500 msnm, estas últimas localizadas en zonas como el Nevado Colima en el estado de Jalisco.

Figura 1.5. Subregiones hidrológicas.

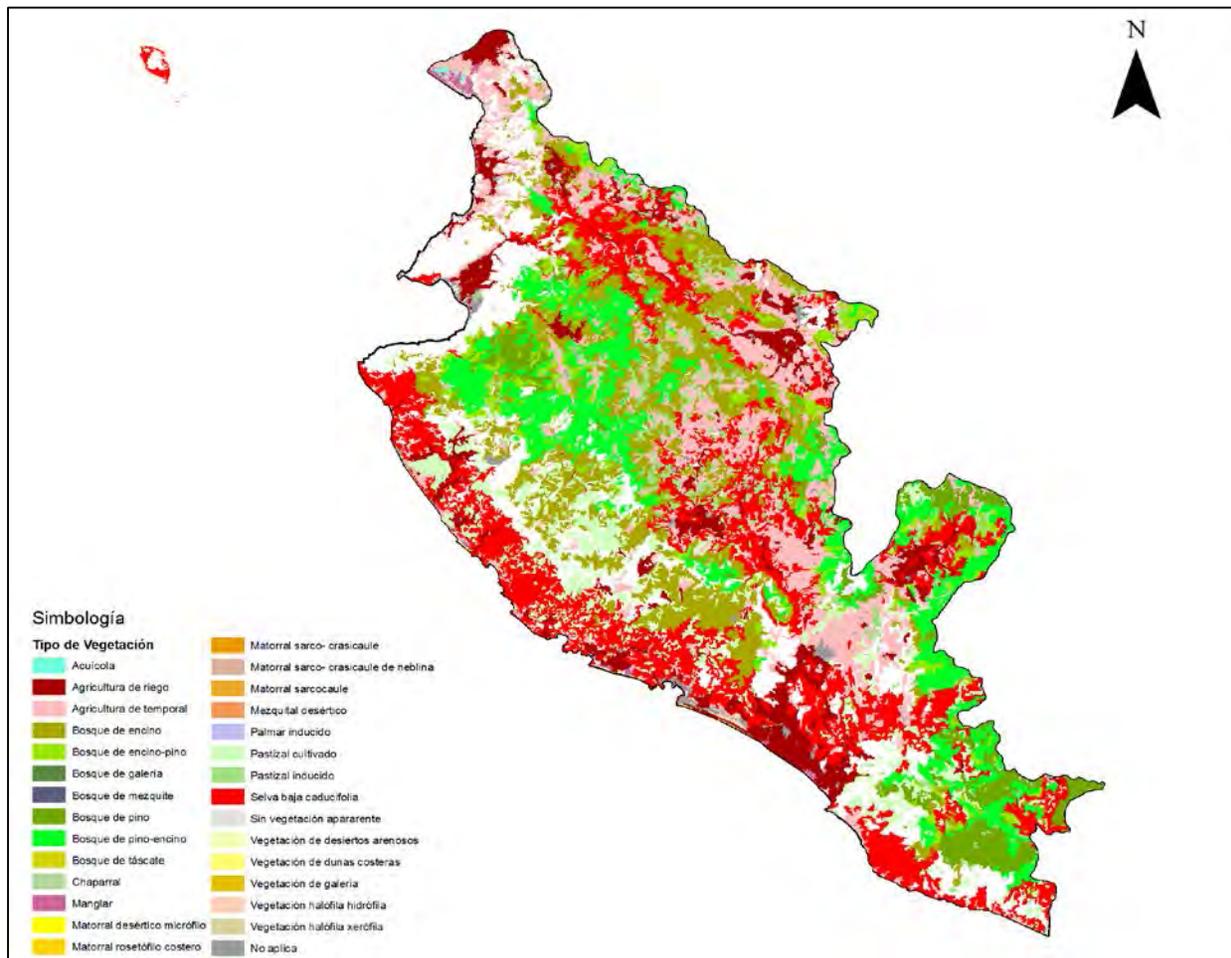


Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR.

1.2 Recursos naturales

En la región, el aprovechamiento del suelo está orientado principalmente a los bosques con el 36%, selvas con el 31%, zonas agrícolas 20%, zonas urbanas 1%, zonas de vegetación 5% y pastizales y matorrales con el 7%. Teniendo una extensión de playas que abarca unos 62 km.

Figura 1.6. Tipos de vegetación.



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR.

Se observa que la cuenca se caracteriza por una alta heterogeneidad de la cobertura vegetal, por lo que en gran medida las partes medias de las cuencas de la Región y numerosas áreas de la planicie costeras,

están siendo utilizadas en actividades agropecuarias y asentamientos humanos, lo que ha causado impactos importantes sobre las comunidades vegetales. Se tiene conservación plena de la vegetación en zonas montañosas del Eje Neovolcánico Transversal y zonas de la Sierra Madre del Sur en numerosas vertientes costeras, al sur de los límites entre Jalisco y Nayarit.

Entre las asociaciones vegetales que se han delimitado en la Región, destacan diferentes tipos de bosque y de selva. Se tienen bosques de coníferas; bosques de encino; asociaciones de pino-encino; bosques mesófilos de montaña; diferentes tipos de selva (baja y mediana, caducifolia y subcaducifolia); pastizales (inducidos y zacatonales); vegetación hidrófila (acuática flotante, sumergida y emergente, vegetación en galería; manglares y majahuales).

En cuanto a la fauna, en la mayor parte de la Región se tiene un deterioro muy importante, a excepción de las áreas costeras en las que se estrecha la planicie, en el piedemonte, en la Sierra Madre del Sur y zonas del Eje Neovolcánico Transversal. Aunque no ha sido evaluado en toda su magnitud, representa la alteración de un recurso en sí mismo y que participa de manera importante en el equilibrio ecológico.

Las áreas naturales protegidas de la Región, están siendo un elemento importante en la protección y conservación faunística. En las zonas costeras aún existe fauna mayor (felinos y venado cola blanca) y diversas especies de mastozoofauna menor.

En la Región se localizan 15 Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales y 6 estatales; también se ubican 16 sitios RAMSAR que cubren 565 km², 1,122 sitios arqueológicos y 2,382 sitios históricos. En la Tabla 1.1 se muestran las Áreas Naturales Protegidas.

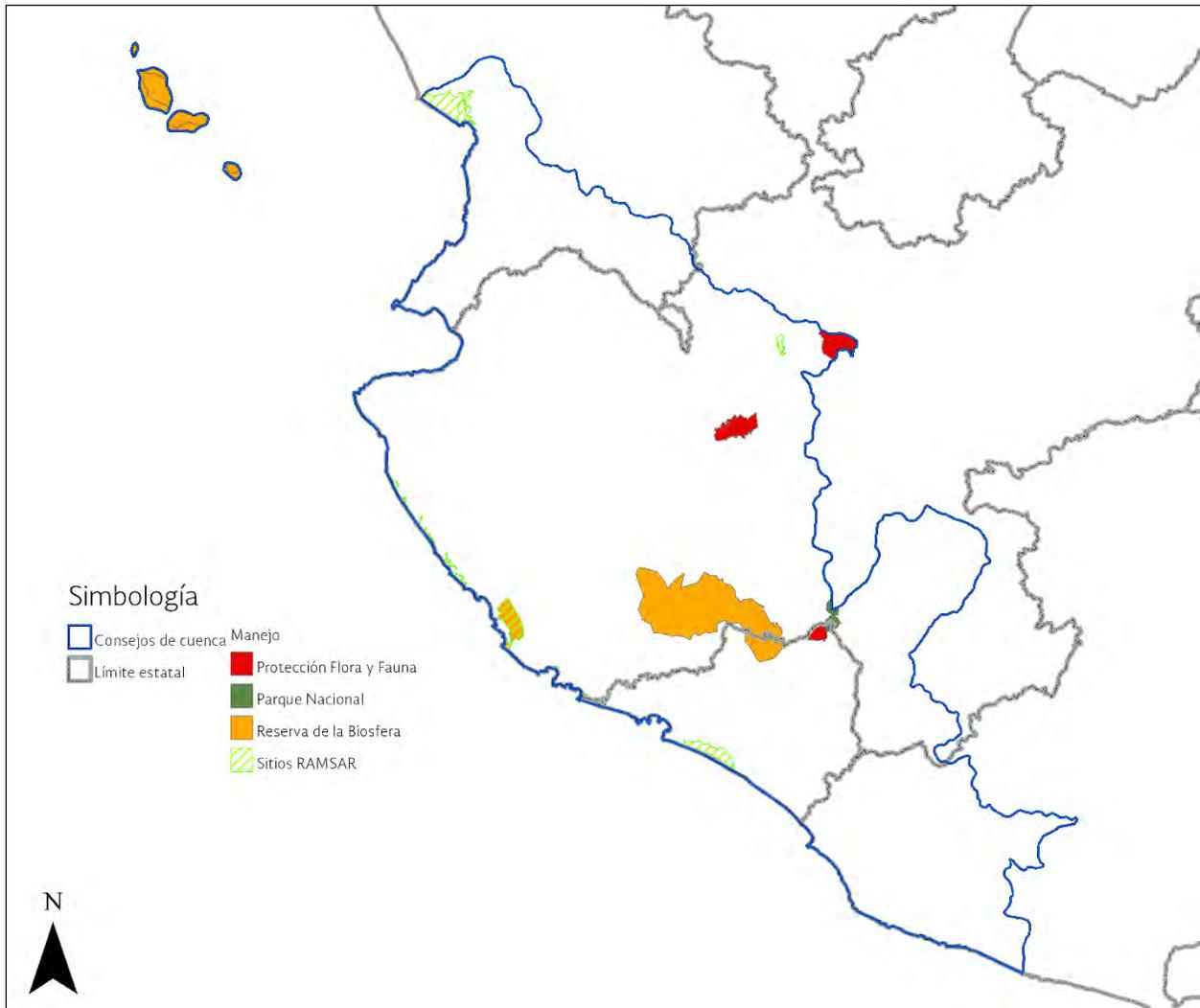
Tabla 1.1.- Áreas Naturales Protegidas.

NOMBRE	ESTADOS
ISLAS MARIAS	NAYARIT
CADNR043 PORCION AHUAMILPA EL CAJON	NAYARIT
ISLAS MARIAS	NAYARIT
CADNR043 PORCION SIERRA DE VALLEJO AMECA	JALISCO Y NAYARIT
LA PRIMAVERA	JALISCO
SIERRA DE QUILA	JALISCO
SIERRA DE MANANTLAN	JALISCO Y COLIMA
NEVADO DE COLIMA	JALISCO Y COLIMA
CHAMELA-CUIXMALA	JALISCO
ISLAS DE LA BAHIA DE CHAMELA	JALISCO
ISLAS DE LA BAHIA DE CHAMELA	JALISCO
ISLAS DE LA BAHIA DE CHAMELA	JALISCO
EL JABALI	COLIMA

LAS HUERTAS	COLIMA
PLAYA DE MISMALOYA	JALISCO
PLAYA TEOPA	JALISCO
PLAYA CUITZMALA	JALISCO
PLAYA EL TECUAN	JALISCO
PLAYA DE MARUATA Y COLOLA	MICHOACAN DE OCAMPO
PLAYA MEXIQUILLO	MICHOACAN DE OCAMPO

Fuente: cartografía del PHR.

Figura 1.7. Áreas naturales protegidas.



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR.

1.3 Oferta y demanda de agua; estrés hídrico

Se estima que la demanda de agua actual en la cuenca Costa – Pacífico - Centro es del orden de 3,954 hm³. Para satisfacer se cuenta con una infraestructura hidráulica cuya capacidad instalada aporta una oferta sustentable de agua de 13,223 hm³ esto para toda la región (Lerma-Santiago-Pacífico). Sin embargo, parte de la demanda es abastecida de manera no sustentable, provocando que los niveles de sobreexplotación sean del orden de 1,634 hm³ en los acuíferos y se ocasionen daños a los ecosistemas acuáticos por no dejar escurrir el volumen necesario, cercano a 800 hm³, para su preservación.

Al año 2030, este problema podría agudizarse debido crecimiento de la demanda, la cual se estima podría ascender a 17,852 hm³. Esto traerá consigo un desequilibrio hidrológico, que se conoce como una brecha hídrica, de orden de los 4 mil 66 hectómetros cúbicos.

Actualmente, en la región se estima un escurrimiento superficial natural medio del orden de los 12,794 hm³ al año y una disponibilidad anual de 12,739 hectómetros cúbicos.

No obstante que se cuenta con un importante recurso, la disponibilidad está restringida por las declaratorias de veda emitidas mediante decretos presidenciales en los años 1931, 1947, 1954 y 1969, las cuales se mantienen vigentes, y por lo tanto, sólo se tiene disponibilidad efectiva en 15 cuencas de la subregión (Tabla 1.2).

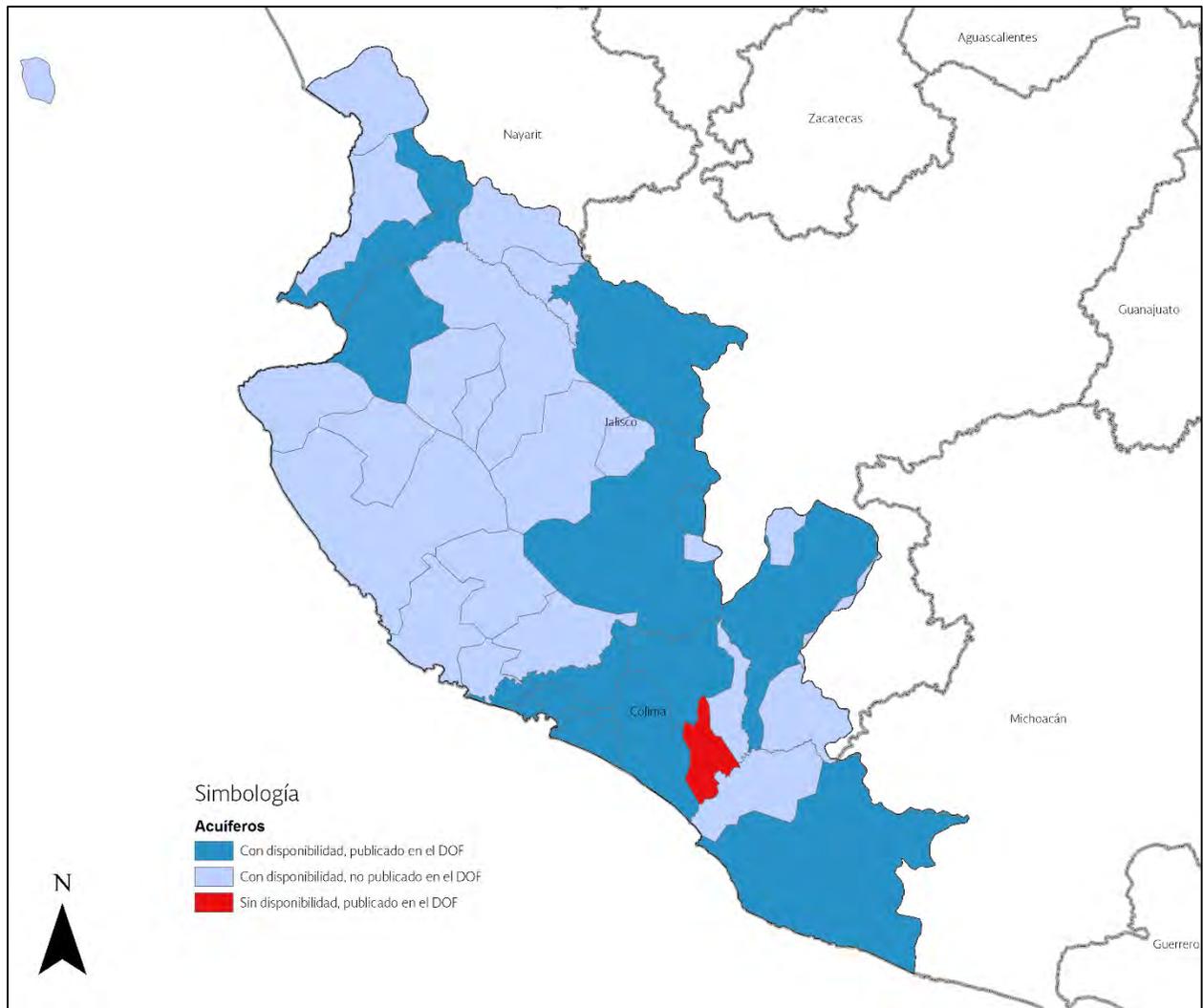
Tabla 1.2.- Disponibilidad efectiva de agua superficial en la Subregión Pacífico.

Cuencas	Disponibilidad (hm ³)
Río Tecolotlán	179
Río Ipala	114.7
Río María García	189.3
Río San Nicolás A.	479.2
Río Cuitzmala	232.4
Río Tecomala	181.7
Río San Nicolás A.	3.9
Ríos Aquila-Ostuta	205.9
Río Coalcomán	530.7
Ríos Marmeyera-Tupitina	14.4.7
Río Nexpa	345.8
Río Chula	61.5
Ixtapa	105.5
San Blas	211.9
Huicicila	426.2
Total	2788.5

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

De acuerdo al Programa Hídrico Regional, dentro de la Subregión Pacífico - Centro se localizan 40 acuíferos, de los cuales uno se encuentra en condiciones de sobreexplotación, con un déficit de 1.65 hm³, además se cuenta con una recarga de 1,772 hm³/año y un índice de explotación promedio de 0.34; dentro de esta condición destaca el acuífero Valle de Ixtlahuacán en el estado de Colima (Figura 1.8).

Figura 1.8. Acuíferos.



Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

1.3.1 Infraestructura hidráulica y usos del agua

Las principales presas de la Subregión Pacífico son: Trojes, El Carrizo, Las Piedras, Trigomil, Tomatlán, Tacotán y la Vega, ver Tabla 1.3.

Además se localizan un acueducto importante, el Armería-Manzanillo.

Tabla 1.3.- Características de las principales presas subregión Pacífico 2010.

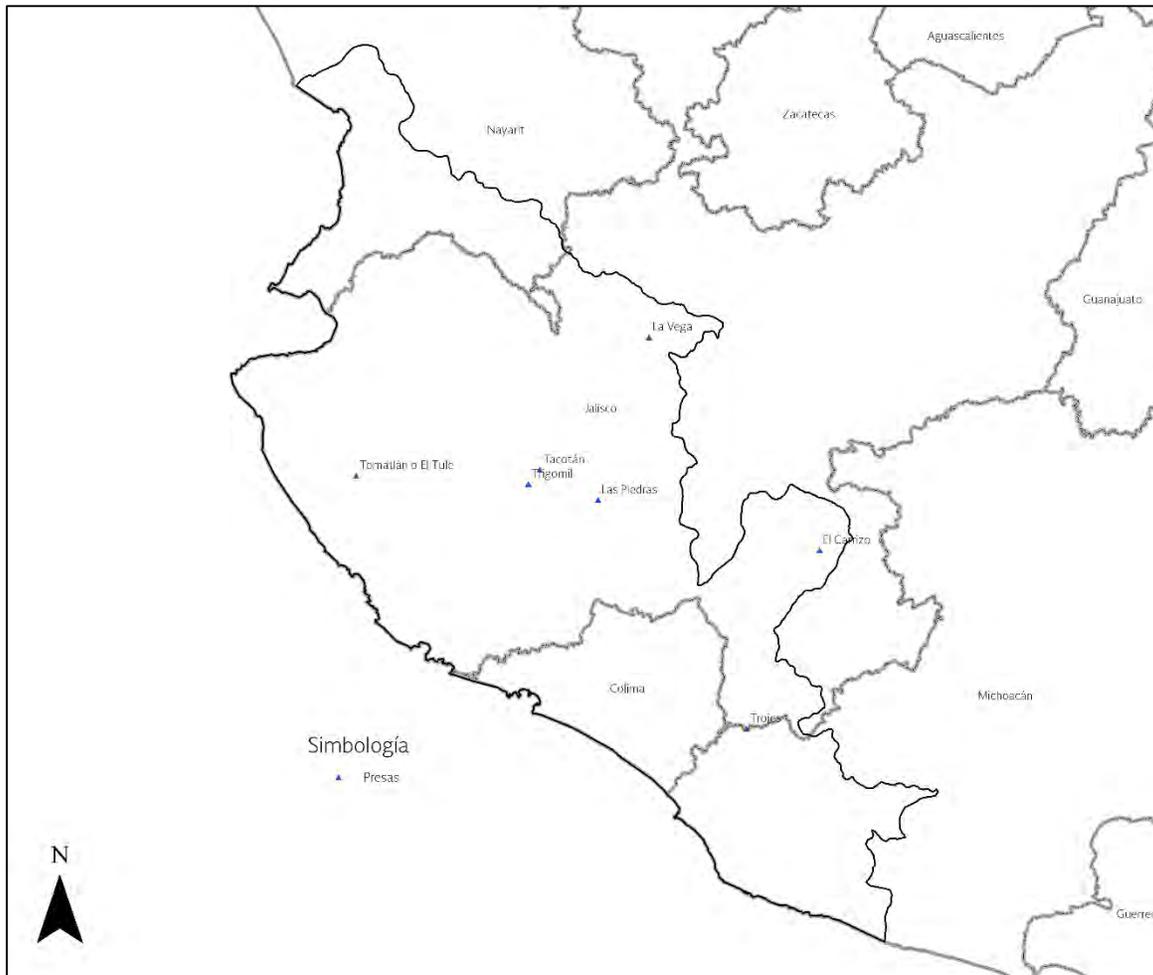
Nombre común	Capacidad al NAMO (hm ³)	Altura de cortina (m)	Año de terminación	Entidades Federativas	Usos	Corriente en la que se ubica	Volumen útil 2010 (hm ³)
Trojes	220	87	1980	Jalisco - Michoacán	I	Ríos Coahuayana y Barreras	212.52
El Carrizo	45	56	2008	Jalisco	I	Arroyo El Camichín	0.00
Las Piedras	146	96	1976	Jalisco	I	Arroyo San Miguel	145.87
Trigomil	250	107	1993	Jalisco	I	Río Ayuquila	200.53
Tomatlán o El Tule	511	68	1976	Jalisco	I, A	Río Tomatlán	502.77
Tacotán	149	69	1958	Jalisco	I, C	Río Ayuquila	149.14
La Vega	44	18	1956	Jalisco	I	Río Ameca	51.16

NOTA: Abreviaturas= G: Generación de energía eléctrica, I: Irrigación, A: Uso abastecimiento público, C: Control de avenidas.

FUENTE: Atlas del Agua en México, 2012.

En la Figura 1.9 se muestra la ubicación geográfica de las principales presas de la Subregión Pacífico - Centro.

Figura 1.9. Principales presas de la Subregión Pacífico - Centro.



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR.

De los 4,235 hm³ de volumen concesionado para uso consuntivo por año, el 75.58% proviene de fuentes superficiales y el 24.4% de subterránea. El 92.2% de volumen concesionado total es utilizado en la agricultura, el 5.7% para el abastecimiento público y el último 2.2% en industrias de autoabastecimiento, ver Tabla 1.4.

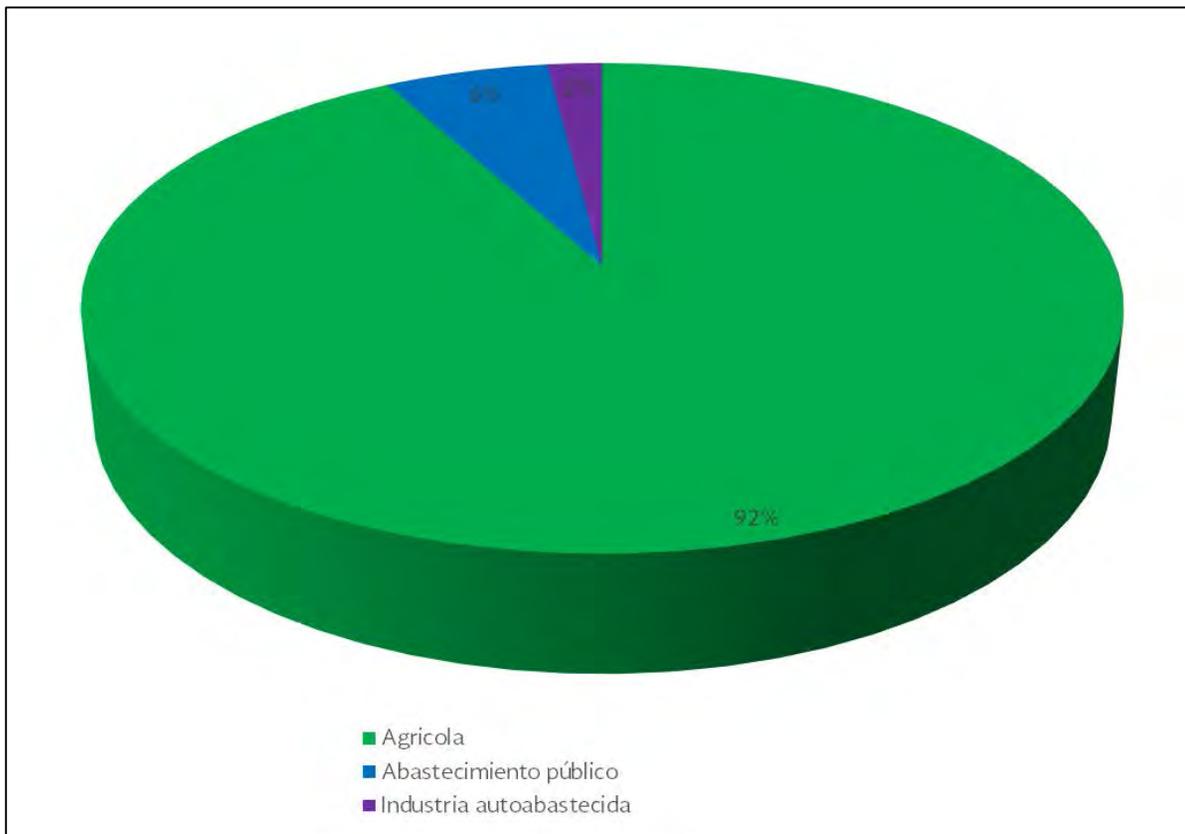
Tabla 1.4.- Volumen concesionado para usos consuntivos del agua, 2009 (hm³/año).

Subregión	Fuente	Agrícola	Abastecimiento público	Industria autoabastecida	Termoeléctricas	Total
Pacífico	Subterránea	816	152	66	0	1,034
	Superficial	3,083	89	28	0	3,201
Total		3,900	241	94	0	4,235

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

En la Figura 1.10 se muestra la gráfica con los principales usos consuntivos de la subregión Pacífico - Centro, destacando el uso agrícola con el 92% del total de agua concesionado. En este sector se deberán de priorizar acciones con la finalidad de optimizar y recuperar volúmenes de agua, además de que es el sector que alcanza menos productividad del agua.

Figura 1.10. Volumen concesionado por uso (hm³/año), subregión Pacífico.



Fuente: elaboración propia, con base en PHR.

En lo que respecta a la cobertura de agua potable por subregión, se cuenta con una cobertura de agua potable total del 91.5%, del cual corresponde el 81.4% a nivel rural y 95.0% a nivel urbano (Tabla 1.5).

Tabla 1.5.- Cobertura de agua potable.

Subregión	Total	Rural	Urbano
Costa de Jalisco	91.5%	84.2%	94.0%
Costa de Michoacán	91.6%	77.5%	96.2%
Total Pacífico	91.5%	81.4%	95.0%

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

En cuanto a los servicios de alcantarillado, se cuenta con una cobertura de alcantarillado del 94.3%, del que corresponde el 85.6% a nivel rural y el 97.2% a nivel urbano (Tabla 1.6).

Tabla 1.6.- Cobertura de drenaje por subregión.

Subregión	Total	Rural	Urbano
Costa de Jalisco	94.7%	88.2%	96.9%
Costa de Michoacán	93.7%	82.0%	97.6%
Total Pacífico	94.3%	85.6%	97.2%

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

Por otro lado, la región cuenta con una infraestructura de medición y monitoreo que comprende: 250 estaciones meteorológicas, 54 hidroeléctricas y 40 estaciones de monitoreo de calidad del agua, Tabla 1.7.

Tabla 1.7.- Número de estaciones de medición y monitoreo.

Subregión	Meteorológicas	Hidrométricas	Monitoreo de calidad del agua 2009
Costa de Jalisco	126	30	24
Costa de Michoacán	124	24	16
Total	250	54	40

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

Gracias a la Tabla 1.8, que contiene índices generados por la CONAGUA, se ha tenido los parámetros para identificar la calidad del agua en las regiones, llevando a cabo un registro temporal, a través del rango y tipo de calidad de las estaciones.

Tabla 1.8.- Rango y tipo de calidad de las estaciones de monitoreo

Tipo de calidad del agua	Color	Rango DBO ₅	Rango DQO
Excelente calidad	EC	DBO ₅ ≤ 3	DQO ≤ 10
Buena calidad	BA	3 < DBO ₅ ≤ 6	10 < DQO ≤ 20
Calidad Aceptable	CA	6 < DBO ₅ ≤ 30	20 < DQO ≤ 40
Contaminada	AC	30 < DBO ₅ ≤ 120	40 < DQO ≤ 200
Fuertemente contaminada	FC	DBO ₅ > 120	DQO > 200

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

En la subregión Pacífico se ha registrado una estación cuyo nivel de DBO₅ es de 15,712.50 mg/l, y de DQO de 18,426.9 mg/l ubicada en el río Tamazula.

1.4 Demografía, economía, nivel de desarrollo

En la Subregión, actualmente habitan 2 millones 182 mil 221 personas, distribuidas en 6,418 localidades dentro de 96 municipios de los Estados de Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit. En la Tabla 1.9 se muestra el nombre de la entidad, municipio, área del municipio, porcentaje de área dentro de la cuenca (en este caso valores igual a 100 significa que el municipio está contenido totalmente y valores por debajo del 100 representa municipios que están contenidos parcialmente), también se presenta la población y el número de localidades ubicadas dentro de la cuenca.

Tabla 1.9.- Municipios y población en la cuenca Pacífico - Centro.

Entidad	Nombre Municipio	Área km ²	Porcentaje área km ²	Población 2010	Número de Localidades
Colima	Armería	406.86	99.62	28495	90
Colima	Colima	742.26	100.00	146904	185
Colima	Cómala	312.54	100.00	20888	97
Colima	Coquimatlán	524.24	100.00	19385	68
Colima	Cuauhtémoc	409.96	100.00	27107	65
Colima	Ixtlahuacán	375.01	100.00	5300	46
Colima	Manzanillo	1350.22	99.49	161420	176
Colima	Minatitlán	412.54	100.00	8174	40
Colima	Tecomán	934.87	83.90	112726	378
Colima	Villa de Álvarez	286.40	100.00	119956	89
Jalisco	Ahualulco de Mercado	271.67	89.79	21714	28
Jalisco	Amacueca	123.93	0.00	0	0
Jalisco	Ameca	832.26	100.00	57340	92
Jalisco	Atemajac de Brizuela	353.15	69.34	5846	11
Jalisco	Atengo	437.14	100.00	5400	21
Jalisco	Atenguillo	605.44	100.00	4115	52
Jalisco	Atoyac	448.32	0.86	0	0
Jalisco	Autlán de Navarro	700.51	100.00	57559	124
Jalisco	Ayutla	876.99	100.00	12664	79
Jalisco	Cabo Corrientes	1531.35	99.86	10015	118
Jalisco	Casimiro Castillo	519.45	100.00	21475	46
Jalisco	Chiquilistlán	295.22	100.00	5814	23
Jalisco	Cihuatlán	498.60	99.88	39020	73
Jalisco	Cocula	328.63	100.00	26174	40
Jalisco	Concepción de Buenos Aires	263.75	30.28	127	10
Jalisco	Cuautitlán de García Barragán	1383.01	100.00	17322	132
Jalisco	Cuautla	413.98	100.00	2171	28

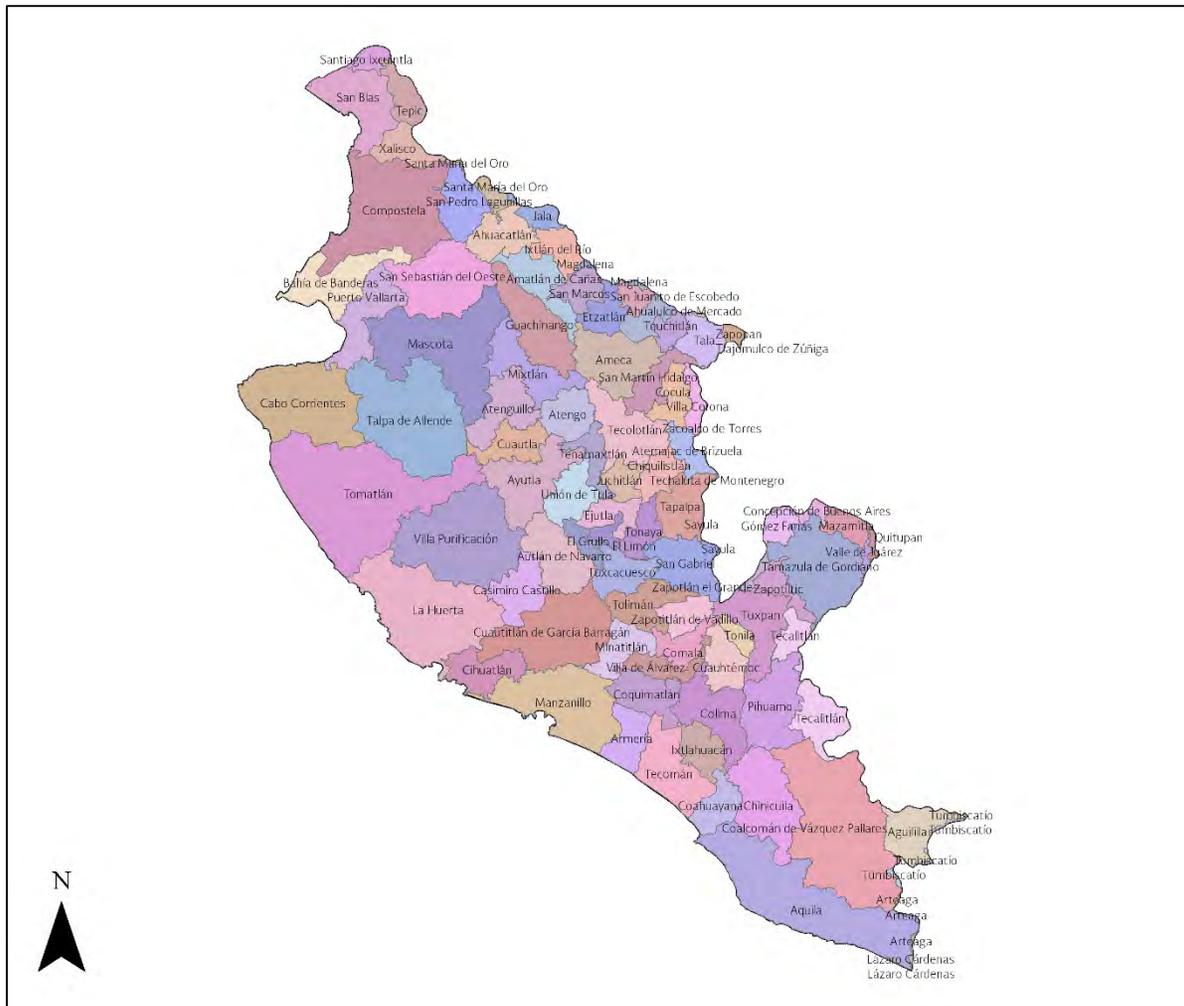
Jalisco	Ejutla	295.58	100.00	2082	17
Jalisco	El Arenal	110.80	6.23	12	1
Jalisco	El Grullo	176.13	100.00	23845	40
Jalisco	El Limón	113.46	100.00	5499	11
Jalisco	Etzatlán	334.88	93.39	17875	33
Jalisco	Gómez Farías	351.04	54.69	318	6
Jalisco	Guachinango	830.68	100.00	4323	67
Jalisco	Hostotipaquillo	749.55	0.01	0	0
Jalisco	Juchitlán	244.11	100.00	5515	28
Jalisco	La Huerta	1998.86	99.77	23404	137
Jalisco	Magdalena	290.61	10.96	977	1
Jalisco	Mascota	1827.94	100.00	14245	157
Jalisco	Mazamitla	286.95	75.02	3007	37
Jalisco	Mixtlán	625.84	100.00	3574	32
Jalisco	Pihuamo	870.12	99.67	12119	122
Jalisco	Puerto Vallarta	675.11	99.93	255681	104
Jalisco	Quitupan	669.80	5.24	250	14
Jalisco	San Gabriel	741.28	85.10	15249	56
Jalisco	San Juanito de Escobedo	193.03	82.28	8107	9
Jalisco	San Marcos	302.86	99.08	3762	36
Jalisco	San Martín Hidalgo	340.18	99.03	26306	38
Jalisco	San Sebastián del Oeste	1107.02	100.00	5755	75
Jalisco	Sayula	214.50	0.90	0	0
Jalisco	Tala	408.68	82.26	63680	59
Jalisco	Talpa de Allende	1980.93	100.00	14410	159
Jalisco	Tamazula de Gordiano	1354.92	86.11	37367	139
Jalisco	Tapalpa	615.06	88.74	17822	75
Jalisco	Tecalitlán	1294.10	55.76	15803	110
Jalisco	Techaluta de Montenegro	78.66	1.77	0	0
Jalisco	Tecolotlán	759.29	100.00	16573	43
Jalisco	Tenamaxtlán	279.45	100.00	7051	26
Jalisco	Tequila	1677.60	0.02	0	0
Jalisco	Teuchitlán	217.25	86.17	9088	18
Jalisco	Tlajomulco de Zúñiga	708.21	0.17	0	0
Jalisco	Tolimán	509.49	100.00	9591	43
Jalisco	Tomatlán	2993.47	99.95	35050	186
Jalisco	Tonaya	291.58	100.00	5930	25
Jalisco	Tonila	145.02	100.00	7256	16
Jalisco	Tuxcacuesco	427.21	100.00	4234	20
Jalisco	Tuxpan	721.14	97.32	34182	77
Jalisco	Unión de Tula	439.88	100.00	13737	48

Jalisco	Valle de Juárez	193.91	29.62	85	12
Jalisco	Villa Corona	315.66	54.49	6565	9
Jalisco	Villa Purificación	1835.69	100.00	11623	142
Jalisco	Zacoalco de Torres	475.45	0.29	0	0
Jalisco	Zapopan	1146.32	5.42	0	0
Jalisco	Zapotiltic	250.67	100.00	29192	30
Jalisco	Zapotitlán de Vadillo	303.92	100.00	6685	37
Jalisco	Zapotlán el Grande	271.72	22.08	977	13
Michoacán	Aguililla	1391.15	37.03	9660	76
Michoacán	Aquila	2257.64	99.34	23510	480
Michoacán	Arteaga	3424.67	0.50	18	1
Michoacán	Chinicuila	1017.92	100.00	5271	174
Michoacán	Coahuayana	364.49	100.00	14136	73
Michoacán	Coalcomán de Vázquez Pallares	2815.56	90.61	16821	383
Michoacán	Lázaro Cárdenas	1147.96	0.59	18	1
Michoacán	Tumbiscatío	2055.30	2.32	57	6
Nayarit	Ahuacatlán	500.26	100.00	15229	43
Nayarit	Amatlán de Cañas	513.83	100.00	11188	40
Nayarit	Bahía de Banderas	764.65	99.80	124205	236
Nayarit	Compostela	1863.46	99.95	70399	211
Nayarit	Ixtlán del Río	488.59	66.02	25997	39
Nayarit	Jala	498.98	34.41	14799	19
Nayarit	San Blas	1093.35	74.57	37232	81
Nayarit	San Pedro Lagunillas	510.95	96.32	7304	29
Nayarit	Santa María del Oro	1081.10	12.38	3682	12
Nayarit	Santiago Ixcuintla	1711.54	8.58	5425	21
Nayarit	Tepic	1619.29	19.34	12952	55
Nayarit	Xalisco	498.97	66.86	4896	19

Fuente: CONABIO, 2010.

En la Figura 1.11 se muestran los municipios localizados en la cuenca Costa-Pacífico -Centro, donde de los 96 municipios ubicados de la cuenca, 40 municipios se encuentran totalmente dentro de la cuenca y el resto parcialmente.

Figura 1.11. Municipios de la cuenca Costa – Pacífico - Centro.



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR.

En la Figura 1.12 se muestra la distribución espacial de las 6,418 localidades dentro de la Subregión Pacífico - Centro.

El 74.5% de la población se concentra en comunidades urbanas y el 25.5% en rurales (Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010), ver Tabla 1.10.

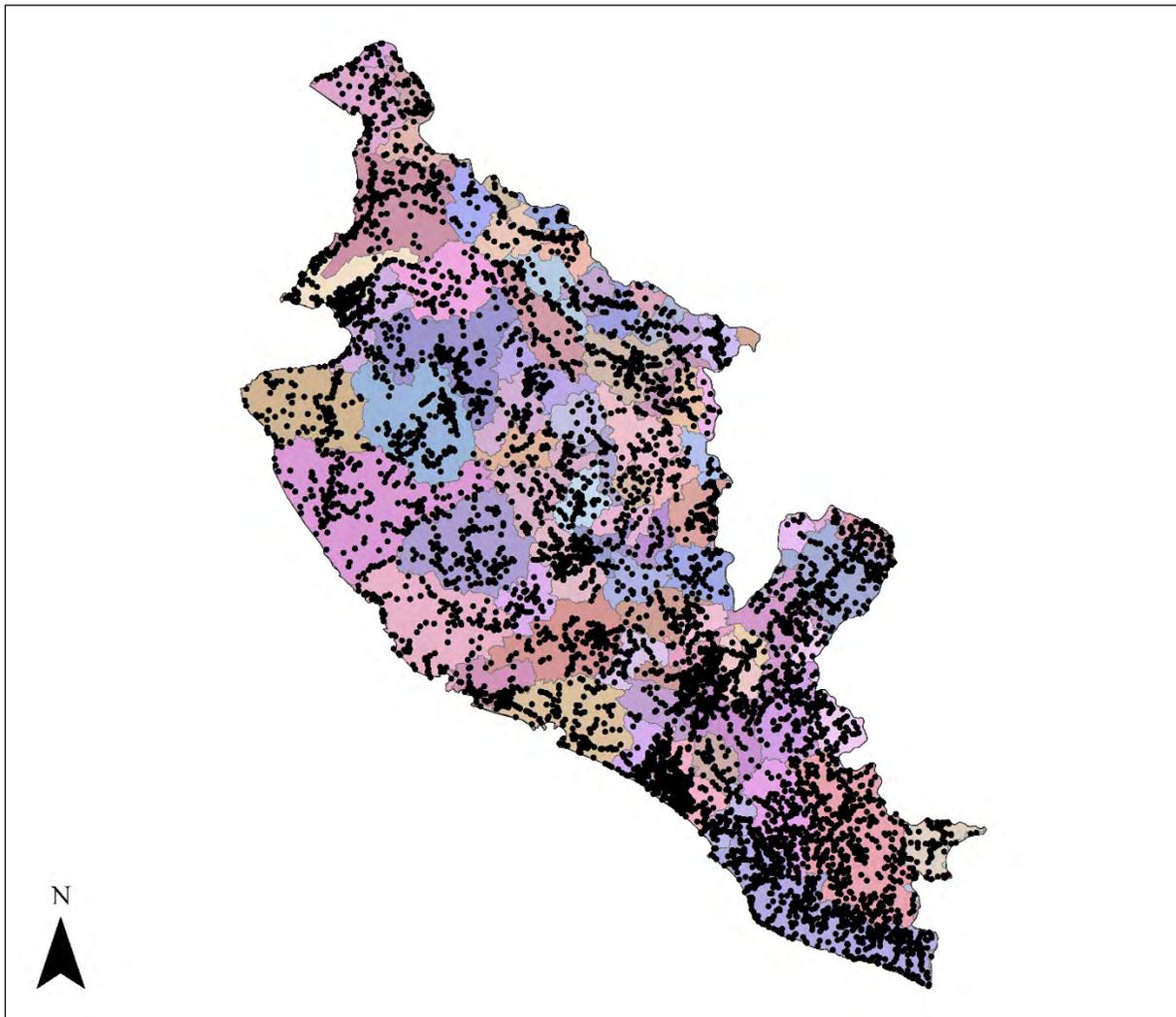
Tabla 1.10.- Población.

Subregión	Población Total	Población Urbana	Población Rural
-----------	-----------------	------------------	-----------------

Costa de Jalisco	1 237 753	915 584	322 169
Costa de Michoacán	944 468	710 790	233 678
Subtotal Pacífico	2,182,221	1 626 374	555 847

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

Figura 1.12. Distribución espacial de los centros de población.



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR.

Esta población se encuentra básicamente en zonas urbanas, que dadas las condiciones del país, es más accesible tener servicios como: educación, centros de salud, oportunidades de trabajo, infraestructura.

En el área de la cuenca Costa Pacífico Centro se encuentran zonas metropolitanas importantes como son Puerto Vallarta, integrado por los municipios de Bahía de Banderas y Puerto Vallar con una población de 379,886 habitantes; y Colima-Villa de Álvarez, integrado por Colima, Cómala, Coquimatlán, Cuauhtémoc y Villa de Álvarez con una población de 334,240 habitantes (Tabla 1.11).

Tabla 1.11.- Zonas metropolitanas más importantes.

Zona Metropolitana	Población total que comprende la zona a nivel municipal	Municipios que la integran
Puerto Vallar	379 886	Bahía de Banderas y Puerto Vallar
Colima-Villa de Álvarez	334 240	Colima, Cómala, Coquimatlán, Cuauhtémoc y Villa de Álvarez

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

La población de tres años y más que habla alguna lengua indígena es de 20,624 habitantes. La tasa de crecimiento promedio poblacional al 2012 se estima en 0.87. Sin embargo, en un periodo de 18 años, al 2030, se estima que decrezca a 0.42, ver Tabla 1.12.

Tabla 1.12.- Tasa de crecimiento poblacional.

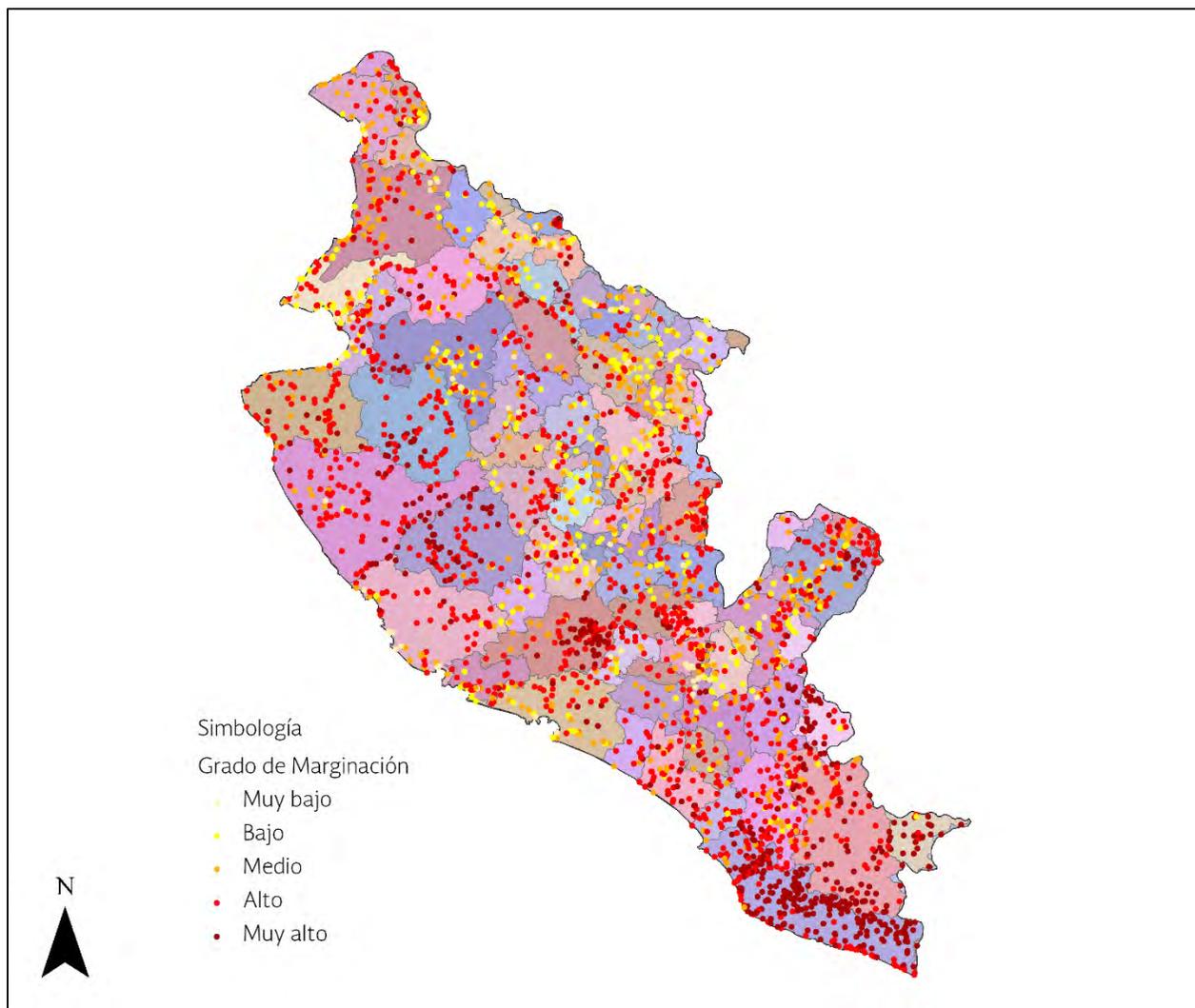
Subregión	Tasa de crecimiento promedio (%)						
	2000-2005	2005-2006	2006-2012	2012-2015	2015-2018	2018-2024	2024-2030
Costa de Jalisco	0.12	1.14	1.02	0.87	0.79	0.67	0.53
Costa de Michoacán	-0.29	0.80	0.70	0.57	0.50	0.39	0.27
Subtotal Pacífico	-0.25	0.99	0.87	0.74	0.66	0.55	0.42

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

Conforme el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el Índice de Desarrollo Humano está catalogado como medio. Sin embargo, de esta misma fuente se tiene un registro con datos al 2005 de localidades con marginación alta, media, baja, muy alta y muy baja.

En la Figura 1.13 se muestra el índice de marginación, el cual es un resumen que permite diferenciar a las localidades censales del país, según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas y la carencia de bienes. Es un insumo para diagnosticar las desigualdades socio-económicas y espaciales que existen en nuestro país. Este mapa fue elaborado con los datos que estima CONAPO para el caso de marginación a nivel localidad, en la que tomó como fuente de información el Censo de Población y Vivienda 2010, específicamente la base de datos de Principales resultados por localidad (ITER, 2010) y consideró un total de 8 indicadores socioeconómicos (2 sobre educación, 5 sobre viviendas y 1 sobre disponibilidad de bienes).

Figura 1.13. Grado de marginación de la cuenca Pacífico - Centro.



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR y CONABIO, 2010.

En la subregión Pacífico - Centro las principales lenguas indígenas son Huichol y Náhuatl.

Por otro lado, es importante destacar que como apoyo a la gestión del agua existen instituciones definidas para la participación ciudadana, como son los Consejos de Cuenca. En la región se ha constituido el de la Costa Pacífico centro, el cual trabaja durante todo el año, a través de sus órganos auxiliares conformados por: dos comisiones de cuenca (Ayuquila-Armería y Río Ameca) y tres comités de playas limpias (Armería Tecomán; Estados de Jalisco y Nayarit; Manzanillo, Colima).

Economía y nivel de desarrollo

El Producto Interno Bruto (PIB) de los sectores de las dos subregiones de Costa Pacífico Centro (Costa de Jalisco y Costa Michoacán) registran un total de 150,942,158 millones de pesos (precios al 2003), con un 7.61% para el sector primario, donde costa de Jalisco tiene una aportación del 0.45% y Costa de Michoacán 0.34%; 26.14% para el secundario, donde costa de Jalisco tiene una aportación del 1.56% y Costa de Michoacán 1.15%; y 66.25% para el terciario, donde costa de Jalisco tiene una aportación del 3.78% y Costa de Michoacán 3.11% (Tabla 1.13).

Tabla 1.13.- Producto Interno Bruto Subregional por sector, 2008.

Subregión	(millones de pesos, precios 2003)			
	Primario	Secundario	Terciario	Total
Costa de Jalisco	6 555 159	22 694 860	54 851 074	84 101 094
Costa de Michoacán	4 927 921	16 767 276	45 145 868	66 841 064
Subtotal Pacífico	11 483 080	39 462 135	99 996 942	150 942 158

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

Los municipios de los estados de Jalisco y Guanajuato que pertenecen a la RHA VIII, contribuyen con el 61.5% del total del PIB. Asimismo, destacan los estados de Jalisco y Michoacán como los que más contribuyen en la generación del PIB Primario en el ámbito nacional. Su contribución conjunta al PIB regional de este sector es de 60.7%, y si se añade Guanajuato, aumenta a 78.2% del total regional, Tabla 1.14.

Tabla 1.14.- Distribución sectorial del PIB por subregión, 2008.

Sector de la producción/subregión	PIB (millones de pesos, precios 2003)	Participación del sector en el PIB (%)
Costa de Jalisco	6 555 159	0.45
Costa de Michoacán	4 927 921	0.34
Primario	11 483 080	0.79
Costa de Jalisco	22 694 860	1.56
Costa de Michoacán	16 767 276	1.15
Secundario	39 462 137	2.71
Costa de Jalisco	54 851 074	3.78
Costa de Michoacán	45 145 869	3.11
Terciario	99 996 943	6.89

Total	150 942 160	10.39
-------	-------------	-------

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

El Sector Terciario tiene gran relevancia, representó el 6.89% del PIB total de la RHA, en el año 2008 según la Tabla 1.13.

Por su importancia en la generación de valor, destaca el Sector Terciario, en donde por cada metro cúbico de agua utilizada se generaron 1 459.12 pesos. Le sigue en importancia, el Sector Secundario con 574.74 pesos por metro cúbico, luego el Sector Primario con 2.94 pesos por metro cúbico y, finalmente, el Subsector Generación de Energía Eléctrica con 2 pesos por metro cúbico, Tabla 1.15.

Tabla 1.15.- Productividad del agua por sector, subregión Pacífico - Centro 2008.

Sector de la producción	PIB (millones de pesos, precios 2003)	Volumen de agua utilizada (hm ³)	Productividad del agua utilizada (\$/m ³)
Primario	11 483.08	3 899.62	2.94
Secundario	39 462.14	68.66	574.74
Terciario	99 996.94	68.53	1 459.12
Total	150 942.16	4 036.81	37.39

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

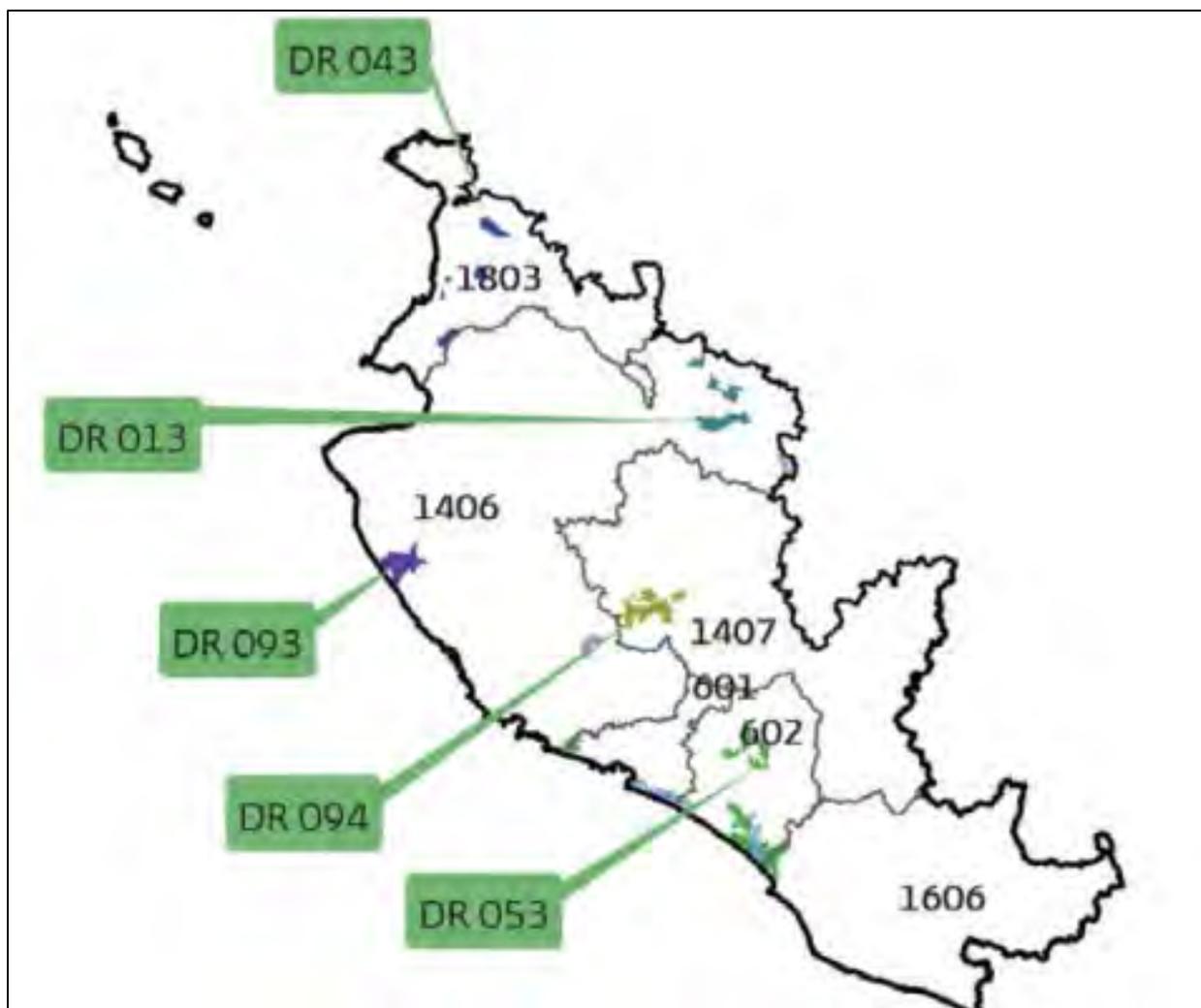
Para la Productividad del agua por sector, se tiene un volumen de agua utilizada de 4,036.81 de hm³ por los tres sectores con una productividad del agua utilizada de 37.39 \$/m³.

Dos son los giros económicos que destacan en la región por la magnitud del valor de sus actividades y su vinculación al agua: la agroindustria, en la cual se incluye la producción de caña de azúcar y los servicios turísticos con su destino principal en las ciudades de Puerto Vallarta, Manzanillo, San Blas y Zapopan, giros fuertemente vinculados con la disponibilidad de agua.

El sector agrícola es muy importante, la cuenca Pacífico cuenta con cinco Distritos de Riego que son: D043 Estado de Nayarit, D013 Estado de Jalisco, D093 Tomatlán, D094 Jalisco Sur y D053 Estado de Jalisco (Figura 1.14).

Los principales cultivos en los distritos de riego en el año agrícola 2010-2011 fueron: maíz grano, trigo grano, sorgo grano, caña de azúcar, alfalfa, frijol y otros no principales.

Figura 1.14. Distritos de riego de la cuenca Costa – Pacífico - Centro.



Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

2. Formación y estructura del grupo técnico directivo y objetivos del PMPMS

El propósito de este capítulo es definir las partes involucradas, objetivos y principios. Se centra en los pasos preliminares necesarios para iniciar el desarrollo de un programa de gestión de la sequía; incluye el desarrollo de un equipo de planeación, asegurando la participación de los interesados y el desarrollo de los objetivos y principios de funcionamiento.

2.1 Grupo técnico directivo

El 28 de mayo del presente año tuvo lugar el primer contacto del programa nacional contra la sequía con el Organismo de Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico, en la ciudad de Guadalajara, Jalisco. En dicha reunión, se realizaron las siguientes actividades: se registraron los participantes, se llevaron a cabo las presentaciones de los participantes, se hizo una revisión del plan de trabajo, determinación de funciones y por último se dieron las conclusiones. Se anexa la lista de asistencias, la invitación a la primera reunión, así como una propuesta para las reuniones de trabajo del PRONACOSE.

Figura 2.1. Lista de asistencia a la primera reunión del PRONACOSE.

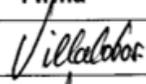
					
PRONACOSE					
Primer Reunión Programa Nacional Contra la Sequía					
Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacifico					
Guadalajara Jalisco, 28 de mayo de 2013					
Nombre	Dependencia	Correo electrónico	Teléfono	Firma	
Angel Alfonso Villalobos de Alba	U.A.Z.	avillalob57@hotmail.com	492 111 1173		
Victor Manuel Anula L.	UAG	vmanula@gmail.com	3313696679		
Ramiro González de la Cruz	UAG	rdlacruz@uag.mx	36 4887005/32763		
JOSE F. SANTOS SOLIS	CONAGUA OCLSP.	jose.santos@conagua.gob.mx	32680200 EXT. 1510		
CARLOS ENRIQUE VITE CANDEMAS	CONAGUA OCLSP	carlos.vite@conagua.gob.mx	32680200 ext. 1540		
José Luis Hernández Ameyé	CONAGUA OCLSP	Joseluis.hernandez@conagua.gob.mx	32680200 ext. 1500		

Figura 2.2. Convocatoria de la primera reunión.

Guadalajara, Jal., 27 de mayo del 2013

Representantes de:
Ramiro González de la Cruz
Universidad Autónoma de Guadalajara
Ángel Alfonso Villalobos de Alba
Universidad Autónoma de Zacatecas

En atención al Programa Nacional Contra La Sequía y derivado de la necesidad de contar con un Programa de medidas preventivas y de mitigación de la Sequía por cada consejo de cuenca se convoca a reunión a los representantes de la Universidad Autónoma de Zacatecas y Universidad Autónoma de Guadalajara el día 28 de mayo de 2013 a las **5:00 a.m., en las oficinas de la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico que se localiza en la calle Federalismo Norte # 275, Zona Centro, Guadalajara, Jalisco con el siguiente:**

ORDEN DEL DIA	
I	Registro de participantes
II	Presentación de los Participantes
III	Revisión del Plan de Trabajo
IV	Determinación de funciones
V	Alcance
VI	Conclusiones

A t e n t a m e n t e

Ing. José Luis Hernández Amaya
Director Técnico del
Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico

C.c.p. Mtro. José Elías Chedid Abraham.- Director General del OCLSP.- Presente
Archivo

Figura 2.3. Propuesta para las reuniones de trabajo del PRONACOSE

REUNIÓN	FECHA	LUGAR
1ª Reunión de Trabajo para la elaboración del Programa de Sequía del Consejo de Cuenca Costa Pacífico Centro	Martes 11 de junio	Guadalajara, Jalisco
1ª Reunión de Trabajo para la elaboración del Programa de Sequía del Consejo de Cuenca Lerma Chapala	Miércoles 12 de junio	Guadalajara, Jalisco
1ª Reunión de Trabajo para la elaboración del Programa de Sequía del Consejo de Cuenca del Río Santiago	Jueves 13 de junio	Guadalajara, Jalisco
2ª Reunión de Trabajo para la elaboración del Programa de Sequía del Consejo de Cuenca Costa Pacífico Centro	Martes 16 de julio	Por definir
2ª Reunión de Trabajo para la elaboración del Programa de Sequía del Consejo de Cuenca Lerma Chapala	Miércoles 17 de julio	GDL Por definir
2ª Reunión de Trabajo para la elaboración del Programa de Sequía del Consejo de Cuenca del Río Santiago	Jueves 18 de julio	GDL Por definir
3ª Reunión de Trabajo para la elaboración del Programa de Sequía del Consejo de Cuenca Costa Pacífico Centro	Martes 13 de agosto	GDL Por definir
3ª Reunión de Trabajo para la elaboración del Programa de Sequía del Consejo de Cuenca Lerma Chapala	Miércoles 14 de agosto	Por definir
3ª Reunión de Trabajo para la elaboración del Programa de Sequía del Consejo de Cuenca del Río Santiago	Jueves 15 de agosto	Por definir

El segundo encuentro con el grupo especializado en la sequía, comenzó con la invitación enviada a todos los integrantes, la cual tuvo fecha del 6 de junio del 2013. En la invitación se señala que la segunda reunión tendrá lugar el martes 11 de junio del año 2013; las principales actividades a llevar a cabo en la mencionada reunión son: la presentación del PRONACOSE y los propósitos de la sesión, comunicar a los asistentes de la tarea que tiene la UAZ en su participación en el PRONACOSE, además de explicar brevemente el avance que se tiene en las tareas programadas, y por ultimo explicar y revisar el llenado de las primeras hojas de trabajo (hoja de trabajo A, B, C y D). Se anexa la invitación, la lista de asistencia y la minuta de la segunda reunión de la Cuenca Pacífico. Cabe mencionar que los participantes de esta reunión son las personas que conforman el Grupo Técnico Directivo.

Figura 2.4. Invitación a la primera reunión del Grupo Especializado en Sequía



SECRETARÍA TÉCNICA

Circular No: ST 615

Asunto: INVITACIÓN A LA REUNIÓN DE TRABAJO DEL GRUPO DE SEQUÍA.

Guadalajara, Jalisco, a 06 de junio de 2013

**ESTIMADO INTEGRANTE
DEL CONSEJO DE CUENCA
Presente:**

En seguimiento al acuerdo "XICCRS.COVILXVIII", generado en la pasada Sesión Ordinaria de la Comisión de Operación y Vigilancia (COVI) de este Consejo, celebrada el 21 de mayo de 2013, en Zapopan, Jalisco, se le extiende una cordial invitación para que participe en la **Primera reunión de Trabajo del Grupo Especializado en Sequía** de la COVI de este Consejo, misma que se llevará a cabo el **jueves 13 de junio de 2013**, a partir de las **11:00 hrs.**, en el Salón de Lectura de Egresados de la Universidad Autónoma de Guadalajara, ubicado en Av. Patria No. 1201, Colonia Lomas del Valle, Zapopan, Jalisco, Tel. 01 (33) 3648-8463, de acuerdo con el siguiente:

Orden del Día:

HORA	ACTIVIDAD
10:30	Registro de participantes.
11:00	Palabras de bienvenida
11:10	Presentación del PRONACOSE y propósitos de la Sesión
11:30	Revisión y llenado de las hojas de Trabajo: Hoja "A" Impactos de Sequías Históricas, Impactos Potenciales Futuros y Mitigación. Hoja "B" Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la Oferta. Hoja "C" Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la Demanda. Hoja "D" Campaña de Información Pública sobre Sequía.
13:15	Comentarios y acuerdos para la Segunda Reunión
13:30	Clausura de la Sesión.

No omito recordarle que las tareas de este Grupo de Trabajo son de suma importancia para la gestión del agua en la cuenca, por lo que esperamos su apreciable colaboración por sí mismo o a través de su representante. Para dudas o aclaraciones al respecto, favor de comunicarse al 01 (33) 3268 0200 ext. 1540 y 1500, o a los correos: joseluis.hernandez@conagua.gob.mx y carlos.vite@conagua.gob.mx. Agradeciendo su valiosa y puntual asistencia, le envío un cordial saludo.

Atentamente
El Coordinador del Grupo de Trabajo y Director Técnico
del Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico

Ing. José Luis Hernández Amaya

C.c.e.p.- **Mtro. José Elias Chedid Abraham.**- Director General del OC LSP.- Presente
Ing. Guillermo Vargas Rojano.- Coordinador de Atención de Emergencias y Consejos de Cuenca, OCLSP.- Presente
Archivo y Minutario

Av. Federalismo Norte 275, C. P. 44100, Zona Centro, Guadalajara, Jalisco



CONSEJO DE CUENCA COSTA PACÍFICO CENTRO

GRUPO DE TRABAJO ESPECIALIZADO EN SEQUÍA

PRIMERA REUNIÓN DE TRABAJO

REGISTRO DE ASISTENCIA

NOMBRE	CARGO	DEPENDENCIA	TELÉFONO, FAX Y CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
J. Ignacio Suárez Gutiérrez	Jeefe de Departamento	CEAC-Mich.	Teléfono 014433243557 Fax Ext. 211 E-mail gestconcuencas19@michoocon.gob.mx	
CARLA E. SILVANO PEZO	JEFE DE GEOHIDROLOGIA	SESPAL VALIARTE	Teléfono 013222231240 Fax E-mail carla-diver@hotmail.com	
Ramiro González de la Cruz	Gerente UAG	U.A.G.	Teléfono 36488700 Ext. 32743 Fax E-mail rdelaecruz@uag.mx	
Osvaldo Fernando del Moral		U.A.Z.	Teléfono 492-493-48-55 Fax E-mail fernando.2011@uaz.mx	
Angel A. Villalobos de A.	Responsable Proy. UAZ.	UAZ	Teléfono 492 111 91 73 Fax E-mail avillato57@hotmail.com	
Vicior M. Avila L.	Investigador UAG	UAG	Teléfono 3313676679 Fax E-mail vmaavila@gmail.com	
Daniel González M.	TESP. TCO.	DAPDS OCLSP	Teléfono 38 25 65 43 Fax E-mail daniel.gonzalez@conagua.gob.mx	
Maria Elizabeth Flores V.	Jef. Proyecto	DAPDS OCLSP	Teléfono 32680200-1509 Fax E-mail elizabeth.flores@conagua.gob.mx	
Carlos E. Vite C.	Jefe de Proyecto	CONAGUA OCLSP	Teléfono 32680200-1540 Fax E-mail carlos.vite@conagua.gob.mx	

Zapopan, Jalisco, a 11 de junio de 2013



CONSEJO DE CUENCA COSTA PACÍFICO CENTRO

GRUPO DE TRABAJO ESPECIALIZADO EN SEQUÍA

PRIMERA REUNIÓN DE TRABAJO

REGISTRO DE ASISTENCIA

NOMBRE	CARGO	DEPENDENCIA	TELÉFONO, FAX Y CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
José A. Breguán Páez	SUPERINTENDENTE KINLOMEX	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD	Teléfono 3679603300 Fax 3679603300 E-mail angel.breguan@cfed.gov.mx	
Dr. Armando Pimentel Palomera	Jefe de Depto Salud Ambiental	Salud Jalisco	Teléfono 30305208 Fax E-mail armando.pimentel@jalisco.gob.mx	
OSCAR DAMIL SANTILLÁN HERNÁNDEZ	Especialista en H2O Supervisor PROMACOSE	IMTA.	Teléfono 017773293600874 Fax E-mail osantill@ttzoc.int.mx	
Miguel Ángel PARRA Mena	Director Ing. Civil y Maestría en Hidra	UAG	Teléfono Fax E-mail maparra@edu.uag.mx	
Enrique Pérez Luján	Descentralización Cultura del Agua	OCCSP	Teléfono Fax E-mail enrique.cocrea@ocsp.gob.mx	
Pablo Ramírez A	Inspector	CEA-JALISCO	Teléfono 30309350 Fax 30309350 E-mail pramirez@cea.jalisco.gob.mx	
Miguel Navarro Muñoz	Jefe cuenca costa pacífico centro	CEA-JALISCO	Teléfono 30309350 Fax E-mail mnavarro@cea.jalisco.gob.mx	
TANIA ROSAS LUNA	Gerente Operativa	GOCCRAA	Teléfono (312) 5146681 Fax E-mail gerentecraa@gmail.com	
Jorge P. MORENTINO DUZUAS	COORDINADOR DEL PIAE	CONAGUA DIRECCION LOCAL COLIMA	Teléfono 312-312-237-92 Fax E-mail jorge.morentino@conagua.gob.mx	

Zapopan, Jalisco, a 11 de junio de 2013



CONSEJO DE CUENCA COSTA PACÍFICO CENTRO

GRUPO DE TRABAJO ESPECIALIZADO EN SEQUÍA

PRIMERA REUNION DE TRABAJO

REGISTRO DE ASISTENCIA

NOMBRE	CARGO	DEPENDENCIA	TELÉFONO, FAX Y CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
Albany Carolina Romero Nava	Técnico Especializado	Conagua Colima	Teléfono Fax E-mail <i>albanya.romero@conagua.gob.mx</i>	<i>[Signature]</i>
Ignacio Suárez Gutiérrez	Jefe del Departamento	CEA - Mich	Teléfono <i>01493 3243757</i> Fax <i>Ext 215</i> E-mail <i>3ulermag4130489@hotmail.com</i>	<i>[Signature]</i>
HUGO FABIAN ORONIA RUIZ	Jefe Depto de ATENCION SOCIAL	CEA - Nayarit	Teléfono <i>311-213 55 33</i> Fax E-mail <i>Hugo.Oronia@ceanayarit.com</i>	<i>[Signature]</i>
Jorge Ramos Cancino	Jefe de Conojos de Cuencas	CONAGUA/OC LSP/	Teléfono <i>(33)3268-02-00 ext. 1530</i> Fax E-mail <i>jorge.ramos@conagua.gob.mx</i>	<i>[Signature]</i>
Oscar Rodríguez Ramos	Jefe de Proj. Técnico	CONAGUA/OCLSP	Teléfono <i>32680200 Ext 1543</i> Fax E-mail <i>oscar.rodriguezr@conagua.gob.mx</i>	<i>[Signature]</i>
JOSE F. SANTOS SOLÍS	CONSULTIVO TÉCNICO OCLSP	CONAGUA	Teléfono <i>32680200</i> Fax E-mail <i>jose.santos@conagua.gob.mx</i>	<i>[Signature]</i>
			Teléfono Fax E-mail	
			Teléfono Fax E-mail	
			Teléfono Fax E-mail	

Zapopan, Jalisco, a 11 de junio de 2013



**MINUTA DE LA I REUNIÓN DE TRABAJO DEL GRUPO DE TRABAJO
ESPECIALIZADO EN SEQUÍA DEL CONSEJO DE CUENCA COSTA PACÍFICO CENTRO**

[Handwritten signature]

Zapopan, Jalisco 11 de Junio de 2013

[Handwritten signatures and initials, including 'ABP' and several illegible signatures]

MINUTA DE LA I REUNIÓN DE TRABAJO DEL GRUPO DE TRABAJO ESPECIALIZADO EN SEQUÍA DEL CONSEJO DE CUENCA COSTA PACÍFICO CENTRO

En la sala de lecturas del centro de profesores y egresados de la Universidad Autónoma de Guadalajara, ubicada en la avenida Patria # 1201, colonia Lomas del Valle, siendo las 11:00 horas del día 11 de octubre de 2013, dio inicio la reunión del Grupo de trabajo especializado en sequía, Usuarios y de Dependencias Federales y Estatales que fueron convocados (se anexa lista de presentes), en los siguientes términos.-----

I.- ORDEN DEL DIA:

HORA	ACTIVIDAD
10:30	Registro de participantes.
11:00	Palabras de bienvenida
11:10	Presentación del PRONACOSE y propósitos de la Sesión
11:30	Revisión y llenado de las hojas de Trabajo:
	Hoja "A" Impactos de Sequías Históricas, Impactos Potenciales Futuros y Mitigación.
	Hoja "B" Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la Oferta.
	Hoja "C" Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la Demanda.
13:15	Comentarios y acuerdos para la Segunda Reunión
13:30	Clausura de la Sesión.

II.- DEL DESARROLLO DE LA REUNIÓN:

Conforme al orden del día:

1. El Ing. Jorge Ramos Cancino, dirigió el mensaje de bienvenida y explicó el motivo de la reunión.
2. El Ing. Carlos E. Vite Cárdenas, explicó brevemente el Programa nacional contra la sequía (PRONACOSE) y el propósito de la Reunión.
3. El Ing. Ramiro González de la Cruz, comunicó a los asistentes la tarea que tiene la UAG y su participación en el PRONACOSE y le cedió la palabra al

MINUTA DE LA I REUNIÓN DE TRABAJO DEL GRUPO DE TRABAJO ESPECIALIZADO EN SEQUÍA DEL CONSEJO DE CUENCA COSTA PACÍFICO CENTRO

- Ing. Víctor M. Avila para que explicara brevemente el avance que se tiene en la tarea.
- Se explicó brevemente el llenado de las hojas de trabajo, conformándose 3 mesas de trabajo para realizar el ejercicio de llenado de las mismas.
 - Se procedió a comentar los ejercicios realizados por los participantes.

Una vez desahogados todos los puntos del orden del día el grupo llego a los siguientes:

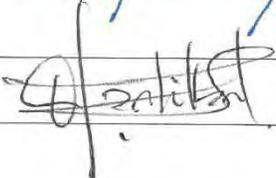
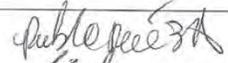
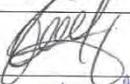
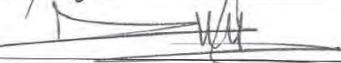
ACUERDOS

- Se dará un plazo máximo de dos semanas a partir del día de hoy para enviar la información a los correos electrónicos: rdelacruz@uag.mx, y/o vmavilal@gmail.com, correspondientes al Ing. Ramiro González de la Cruz y Víctor Manuel Avila López; respectivamente.
- La próxima reunión se realizará el día 16 de Julio, en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, enviando el citatorio correspondiente para indicar el lugar y la hora.
- Se CIERRE DEL ACTA.- No habiendo otro asunto que tratar, se dio término a la reunión siendo las 14:30 horas del día 11 de junio del 2013, firmando los que en ella intervinieron (se anexan las listas de asistencia).

NOMBRE	FIRMA
J. Ignacio Suarez Gutiérrez	
Carla E. Alvarado Peña	
Ramiro González de la Cruz	
Osbaldo Fernández del Real	
Angel A Villalobos de A.	

(Handwritten signatures and initials in blue ink are scattered around the table, including 'G', 'A', 'PRA', 'JALISCO', and '3'.)

MINUTA DE LA I REUNIÓN DE TRABAJO DEL GRUPO DE TRABAJO ESPECIALIZADO EN SEQUÍA DEL CONSEJO DE CUENCA COSTA PACÍFICO CENTRO

Victor Manuel Avila López	
Daniel González M.	
María Elizabeth Flores V	
Carlos Enrique Vite Cárdenas	
José Angel Burgueño Payan	
Armando Pimentel Palomera	
Oscar D Santillán Hernández	
Migue Angel Parra Mena	
Enrique Pérez Lujan	
Pablo Ramírez A.	
Miguel Navarro Nuñez	
Tania Román Guzmán	
Jorge René Morentin Dueñas.	
Albany Carolina Romero Nava	
Hugo Fabián Oronia Ruiz	









2.1 Objetivos del PMPMS

2.1.1 Objetivo general

Minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía.

2.1.2 Objetivos específicos (en el marco de un desarrollo sustentable)

- 1.- Garantizar la disponibilidad de agua requerida para asegurar la salud y la vida de la población.
- 2.- Evitar o minimizar los efectos negativos de la sequía sobre el estado ecológico de los cuerpos de agua, evitando, en todo caso, efectos nocivos permanentes.
- 3.- Minimizar los efectos negativos sobre el abastecimiento urbano.
- 4.- Minimizar los efectos negativos sobre las actividades económicas, según la priorización de usos establecidos en la legislación de aguas y en los programas hídricos.

2.1.3 Objetivos instrumentales u operativos

- 1.- Definir mecanismos para la previsión y detección de la ocurrencia de situaciones de sequía.
- 2.- Fijar umbrales para la determinación del agravamiento de las situaciones de sequía (fases de gravedad progresiva).
- 3.- Definir las medidas para conseguir los objetivos específicos en cada fase de las situaciones de sequía.

2.1.4 Principios de operación

Los principios de funcionamiento del programa deben proporcionar un conjunto de criterios de orientación al que el GTD pueda volver durante el desarrollo del programa y también a la hora de tomar decisiones, los cuales se pueden enmarcar de la siguiente manera:

- 1.- Usos del agua a restringir durante una sequía.
- 2.- Usos que soportan condiciones de sequía mejor que otros.
- 3.- En caso de posibles restricciones de agua por sequía ¿Deberían prohibirse los usos no esenciales?
- 4.- Forma de incorporar los usos ambientales para flora y fauna natural en el programa, etc.

3. Sequía histórica y evaluación del impacto

El objetivo de este capítulo es evaluar la frecuencia histórica de las sequías, duración y extensión espacial de las sequías anteriores, así como la caracterización de demanda, la disponibilidad de suministro, almacenamiento, y los impactos durante estos períodos de sequía.

Los métodos a utilizar para la caracterización histórica de la sequía de acuerdo con los lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía publicados en el DOF el 22 de noviembre de 2012 son:

1.- El **Índice de Precipitación Estandarizado** (Standardized Precipitation Index, SPI): valor resultante del análisis de los registros de precipitación, que sirve para determinar la severidad y temporalidad de una sequía.

Representa el número de desviaciones estándar que cada registro de precipitación se desvía del promedio histórico. Registros de precipitación superiores al promedio histórico del mes correspondiente, darán valores del SPI positivos, esto representa condiciones de humedad; registros de precipitación inferiores al promedio histórico del mes correspondiente, arrojarán valores del SPI negativos, lo cual indica una intensidad en el déficit de humedad.

En la tabla 3.1 se muestran los rangos de los valores del SPI y su respectiva fase o categoría de sequía.

Tabla 3.1.- Valores y fases del SPI.

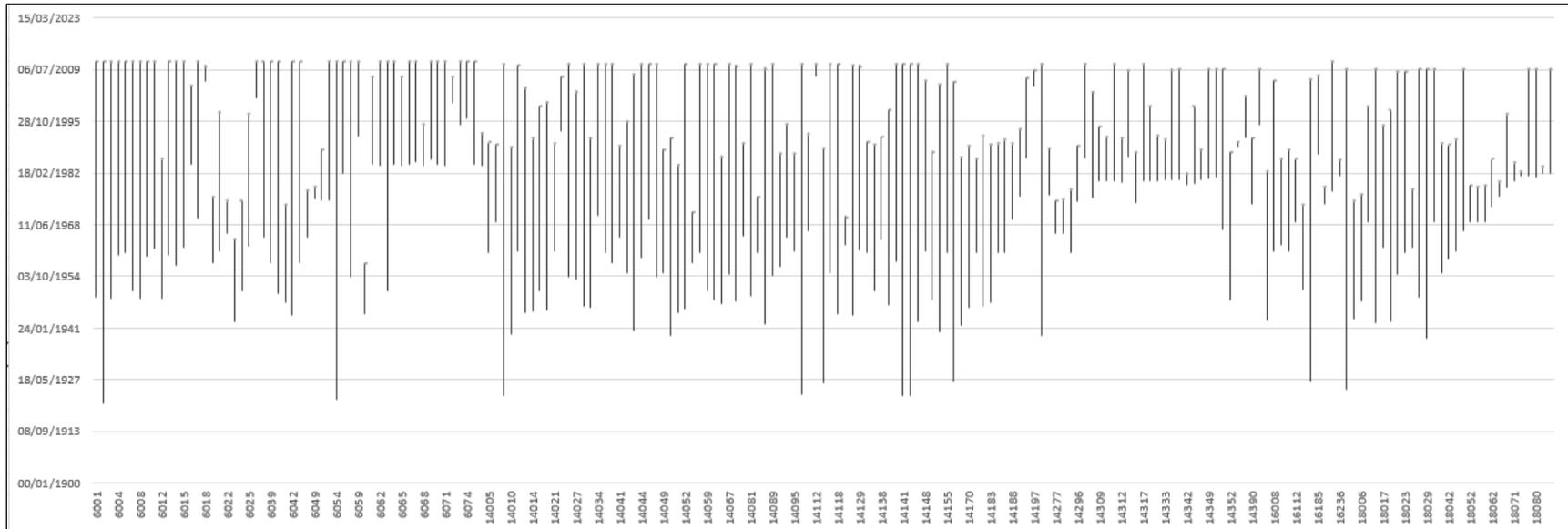
Valor del SPI	Fase o categoría de la sequía
2.00 y más	Extremadamente húmedo
1.50 a 1.99	Muy húmedo
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo
-0.99 a 0.99	Condiciones normales
-1.00 a -1.49	Sequía moderada
-1.50 a -1.99	Sequía severa
-2.00 y menos	Sequía extrema

Fuente: Marco teórico, programas de medidas preventivas y de mitigación de la sequía.

3.1 Evaluación histórica de la sequía

3.1.1 Evaluación histórica de la sequía empleando el SPI

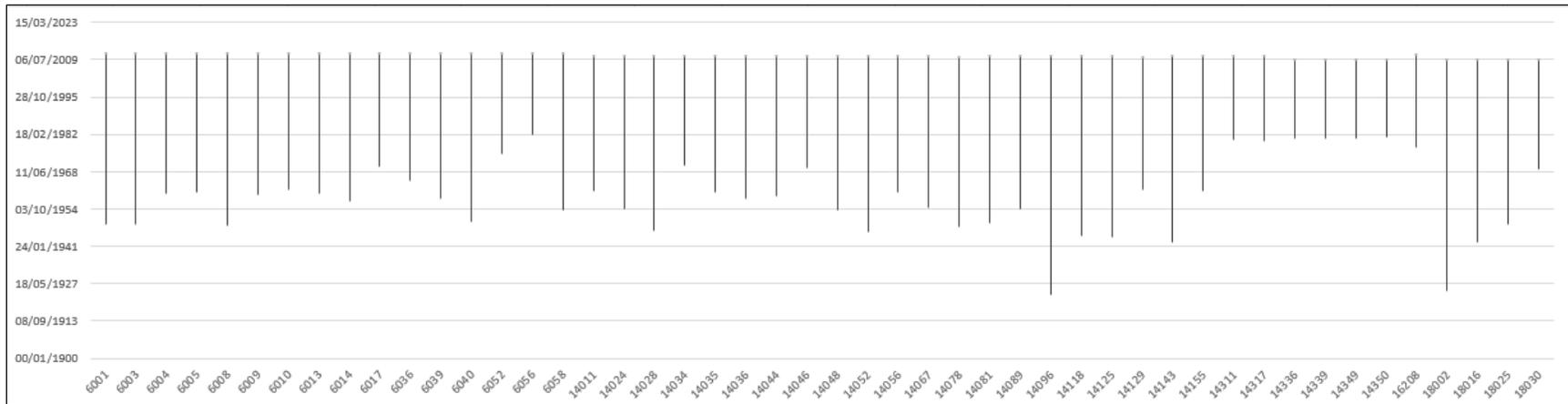
Para la cuenca de Costa Pacífico Centro se cuenta con un total de 202 estaciones meteorológicas, dichas estaciones cuentan con periodos de información muy variados e irregulares. A continuación se muestra una gráfica que muestra dicha irregularidad de periodos de información.



Para llevar a cabo la caracterización de la sequía histórica mediante el Índice de Precipitación Estandarizado, es necesario realizar la estandarización de criterios y periodos de información con los cuales se va trabajar. Por tal motivo, se realizó un filtrado de estaciones con los criterios siguientes:

- Estaciones cuyo periodo de información sea igual o mayor al año 2009.
- Estaciones que cuenten con un periodo de información de mínimo 30 años.
- Estaciones cuyo margen de ausencia de información no sobrepase el 15%.

Con lo que se obtiene un total de 48 estaciones. La siguiente gráfica muestra los periodos de información de las estaciones resultantes.



En la Figura 3.1 y 3.2 se pueden apreciar tanto la totalidad de estaciones de la cuenca de Costa Pacífico Centro, así como las estaciones seleccionadas para el análisis del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI).

Figura 3.1. Estaciones climatológicas de la cuenca de Costa Pacífico Centro.

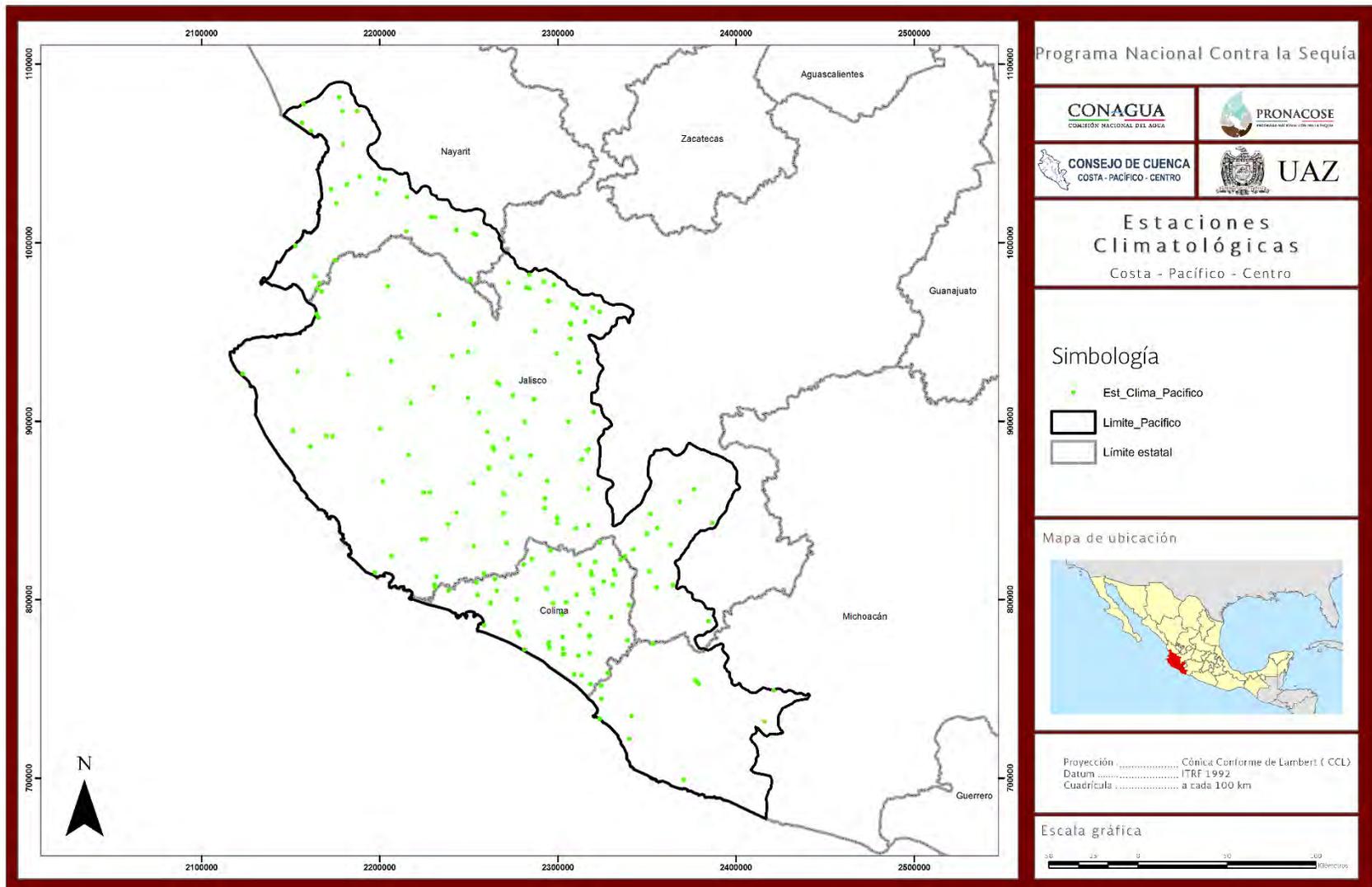
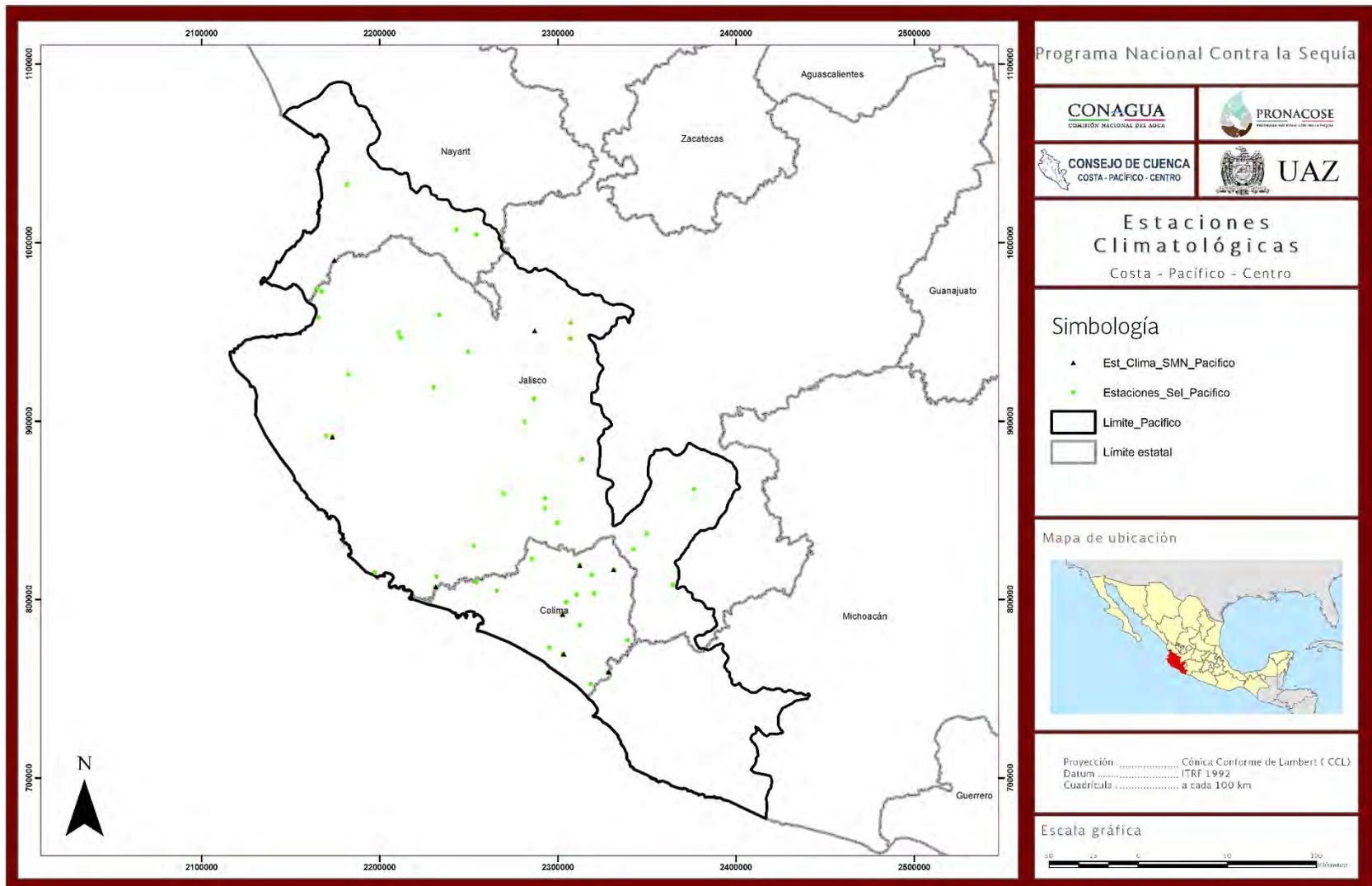


Figura 3.2. Estaciones climatológicas seleccionadas de la cuenca de Costa Pacifico Centro.



3.1.1.1 Metodología para la preparación de los archivos “.dat” consumidos por el spi.exe

La metodología que se siguió para el cálculo del SPI a partir de una serie de registros históricos de precipitaciones proporcionados por las estaciones que se encuentran dentro de las cuencas Lerma, Santiago y Pacífico, fue a través de la elaboración de un programa en Visual Basic para hacer uso de los datos de registro, del cual su funcionamiento se describe a continuación:

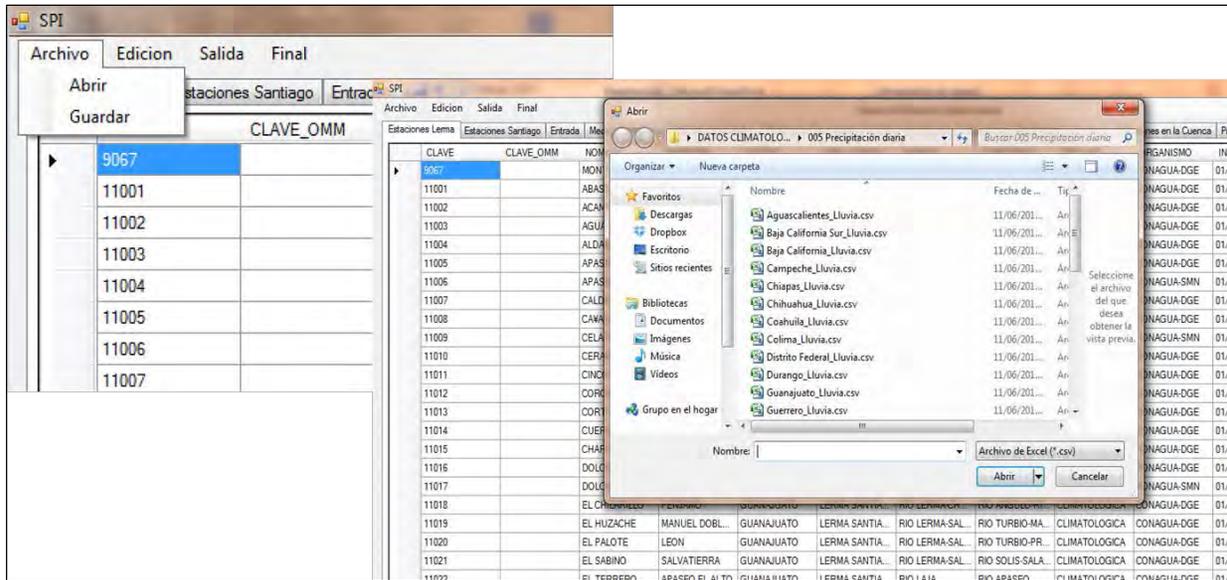
3.1.1.1.1 Pantalla de inicio

Al inicio el sistema muestra de forma predeterminada las tablas con datos de las estaciones climatológicas de las cuencas Lerma, Santiago y Pacífico.

CLAVE	CLAVE_OMM	NOMBRE	MUNICIPIO	ESTADO	ORG_CUENCA	CUENCA	SUBCUENCA	TIPO_EST	ORGANISMO	INICIO	FIN	SITUACION
9067		MONTE ALEGRE	LA MAGDALENA...	DISTRITO FEDE...	AGUAS DEL VA...	RIO MOCTEZUMA	RIO ALMOLOYA...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/01/1976	31/12/1983	SUSPENDID
11001		ABASOLO	ABASOLO	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LERMA-SAL...	RIO TURBIO-CO...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/01/1949	30/06/2010	OPERANDO
11002		ACAMBARO	ACAMBARO	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LERMA-SAL...	RIO SOLIS-SALA...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/01/1937	31/07/2010	OPERANDO
11003		AGUA TIBIA	PENJAMO	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LERMA-SAL...	RIO TURBIO-CO...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/01/1949	31/07/2009	OPERANDO
11004		ALDAMA	IRAPUATO	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LERMA-SAL...	RIO GUANAJUA...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/04/1949	31/07/2009	OPERANDO
11005		APASEO	APASEO EL GR...	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LAJA	RIO APASEO	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/01/1961	30/06/2010	OPERANDO
11006		APASEO EL ALTO	APASEO EL ALTO	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LAJA	RIO APASEO	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-SMN	01/01/1961	30/06/2010	OPERANDO
11007		CALDERONES	GUANAJUATO	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LERMA-SAL...	RIO GUANAJUA...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/04/1949	31/10/2009	OPERANDO
11008		CAJADA DE GO...	DOLORES HIDA...	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LAJA	RIO LAJA-PEJU...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/07/1965	30/09/1998	SUSPENDID
11009		CELAYA (SMN)	CELAYA	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LAJA	RIO LAJA-CELAYA	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-SMN	01/02/1922	31/07/2010	OPERANDO
11010		CERANO	YURIRIA	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	LAGUNA DE PA...	LAGUNA DE YU...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/04/1962	31/12/2009	OPERANDO
11011		CINCO SEÑORES	SAN MIGUEL D...	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LAJA	RIO LAJA-PEJU...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/07/1962	31/10/2009	OPERANDO
11012		CORONEO	CORONEO	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LERMA-TOL...	RIO TIGRE	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/04/1962	30/04/2010	OPERANDO
11013		CORTAZAR	CORTAZAR	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LAJA	RIO LAJA-CELAYA	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/01/1961	31/07/2009	OPERANDO
11014		CUERAMARO	CUERAMARO	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LERMA-SAL...	RIO TURBIO-CO...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/04/1962	30/11/2009	OPERANDO
11015		CHARCAS	DOCTOR MORA	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LAJA	RIO LAJA-PEJU...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/04/1949	31/07/2008	OPERANDO
11016		DOLORES HIDA...	DOLORES HIDA...	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LAJA	RIO LAJA-PEJU...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/01/1977	31/12/1986	SUSPENDID
11017		DOLORES HIDA...	DOLORES HIDA...	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LAJA	RIO LAJA-PEJU...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-SMN	01/07/1951	31/07/2010	OPERANDO
11018		EL CHILARILLO	PENJAMO	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LERMA-CH...	RIO ANGULO-RI...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/05/1965	31/05/1972	SUSPENDID
11019		EL HUZACHE	MANUEL DOBL...	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LERMA-SAL...	RIO TURBIO-MA...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/05/1962	28/02/1993	SUSPENDID
11020		EL PALOTE	LEON	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LERMA-SAL...	RIO TURBIO-PR...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/01/1961	31/12/2009	OPERANDO
11021		EL SABINO	SALVATIERRA	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LERMA-SAL...	RIO SOLIS-SALA...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/09/1962	30/11/2009	OPERANDO
11022		EL TERRERERO	APASEO EL ALTO	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LAJA	RIO APASEO	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/02/1963	30/04/2010	OPERANDO
11023		GUANAJAL	PURISIMA DEL ...	GUANAJUATO	LERMA SANTIA...	RIO LAJA	RIO TURBIO-PR...	CLIMATOLOGICA	CONAGUA-DGE	01/01/1961	31/12/2009	OPERANDO
11024	76577	GUANAJUATO /	GUANAJUATO /	GUANAJUATO /	LERMA SANTIA...	RIO LERMA-SAL...	RIO GUANAJUA...	OBSERVATORIO	CONAGUA-SMN	01/01/1981	31/08/2004	OPERANDO

3.1.1.1.2 Botón Abrir

La acción que desencadena este botón es que nos abre un archivo en forma de tabla (.csv), que es el tipo de archivo que se utiliza para la información de las estaciones por estado.



3.1.1.1.3 Información por estado de precipitaciones

Cuando se abre el archivo, nos muestra en el sistema la información del estado seleccionado, se puede observar que es una tabla donde se ve el identificador de la estación, su año, mes y los valores para cada día del mes.

Numero de Estaciones Seleccionadas												
Estaciones Lema Estaciones Santiago Entrada Media Estaciones Filtro por parametros Estaciones Con Ausencia de Datos en la Cuenca Preparacion Estaciones en la cuenca Estaciones en la Cuenca Preparar Archivo SPI Archivo de Salida												
Station-ID	ELEMENT-CODE	YEAR-MONTH	VALUE-1	VALUE-2	VALUE-3	VALUE-4	VALUE-5	VALUE-6	VALUE-7	VALUE-8	VALUE-9	VALUE-10
1003	5	1932-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1003	5	1932-08	8.3	0	0	0	0	0	10.7	8.1	0	0
1003	5	1932-10	0	5	9.5	0.3	0	0	0	0	1.8	0.5
1003	5	1932-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1003	5	1932-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1003	5	1933-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1003	5	1933-02	0	0	0	0	3.8	4	0	0	0	0

3.1.1.1.4 Sumatoria

El botón de sumatoria, recorre los registros diarios para cada mes y los suma quitando las ausencias de valor (-99999), y en la misma tabla añade una columna al final para mostrar el resultado para cada mes.

	VALUE-28	VALUE-29	VALUE-30	VALUE-31	Suma
Media del día por Estación	0	0	0	0	0.00
Riudo Blanco	-99999	-99999	-99999	-99999	27.10
Ausencia de Información por Estado	0	0	0	0	49.10
Tabla con Ausencia de Información de la Cue	0	0	0	-99999	0.00
Filtrar con parametros	0	0	0	0	0.00
	0	1.5	4.9	19.4	25.80
	0	-99999	-99999	-99999	7.80
	0	0	0	0	0.00
	0	0	0	-99999	0.00
	0	0	1.5	0	1.50

3.1.1.1.5 Año y Mes

En las tablas de la información de cada estado de estaciones climatológicas, viene el año y mes unido, el botón de “desconcatenar”, separa en cada campo año y mes y los añade al final de la misma tabla donde está la información por estado.

	VALUE-31	Suma	Year	Month
Media del día por Estación	999	27.10	1932	08
		49.10	1932	10
	999	0.00	1932	11
		0.00	1932	12
	4	25.80	1933	01
	999	7.80	1933	02

3.1.1.1.6 Validar Registros

El botón de validar registros, realiza la acción de checar cada registro diario por mes y comprueba que cada mes este completo, si está completo añade un campo al último de la tabla, indicando esto mismo,

también comprueba si hay más de 10 registros sin valor en un mismo mes, el valor del mes es no valido y lo añade en un campo al final de la tabla.

VALUE-27	VALUE-28	VALUE-29	VALUE-30	VALUE-31	Suma	Year	Month	Completo	Validacion
0	0	0	0	0	0.00	1932	01	Completo	
-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	27.10	1932	08		No valido
0	0	0	0	0	49.10	1932	10	Completo	
0	0	0	0	-99999	0.00	1932	11	Completo	
0	0	0	0	0	0.00	1932	12	Completo	
0	0	1.5	4.9	19.4	25.80	1933	01	Completo	
0	0	-99999	-99999	-99999	7.80	1933	02	Completo	
0	0	0	0	0	0.00	1933	03	Completo	
0	0	0	0	-99999	0.00	1933	04	Completo	

3.1.1.1.7 Separar Estaciones

Hace una lista de estaciones de la información a nivel estado de la cual se está manejando.

Estaciones
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023

3.1.1.1.8 Dar formato a la tabla

Para un mejor manejo de los datos, la tabla con la información de todos los registros a nivel de estado, se le cambia el tipo de dato con el botón de Preparar Tabla.

Archivo	Edición	Salida	Final	Numero de Estaciones Seleccionadas							
Estacione	Sumatoria	Desconcatenar	Validar Registros	Separar Estaciones	Preparar Tabla	Media del día por Estación	Riudo Blanco	Ausencia de Información por Estado	Tabla con Ausencia de Información de la Cuenca	Filtrar con parametros	Salida
	Estaciones Con Ausencia de Datos en la Cuenca	Preparacion	Est	2	3	4	5				
1003	5	1933-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1003	5	1933-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1003	5	1933-07	41.4	0	0	0	0	0	0	0	0
1003	5	1933-08	0	0.5	0	0	6.5	0	0	0	0
1003	5	1933-09	0	0	0	0	2	9.5	0	0	0
1003	5	1933-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1003	5	1933-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1003	5	1933-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.1.1.1.9 Media del día por estación

Saca el valor medio para cada día del año de cada estación.

Archivo	Edición	Salida	Final	Numero de Estaciones Seleccionadas											
Estaciones Lema	Estaciones Santiago	Entrada	Media	Estaciones	Filtrado por parametros	Estaciones Con Ausencia de Datos en la Cuenca	Preparacion	Estaciones en la cuenca	Estaciones en la Cuenca	Preparar Archivo SP	Archivo de Salida				
Estacion	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1003	1	0.707843137254...	0.296078431372...	0.362745098039...	1.119607843137...	1.2156862745098	0.449019607843...	0.107843137254...	0.105882352941...	1.021568627450...	0.317647058823...	0.35294117...			
1003	2	0.505769230769...	0.282692307692...	0.282692307692...	0.288461538461...	0.596153846153...	0.111538461538...	0.176923076923...	0.042307692307...	0.086538461538...	0.186538461538...	0.44423076...			
1003	3	0.048	0.16	0.574	0.918	0.51	0.15	0.064	0.006	0.122	0.02	0.004			
1003	4	0.512	0.616	0.216	0	0	0	0	0.17	0	0.034	0.128			
1003	5	0.048979591836...	0.102040816326...	0.071428571428...	0.108163265306...	0.069387755102...	0.275510204081...	0.157142857142...	0.455102040816...	0.034693877551...	0.234693877551...	0.59591836...			
1003	6	0.446938775510...	1.324489795918...	0.875510204081...	2.387755102040...	1.871428571428...	2.540816326530...	1.536734693877...	0.473469387755...	2.085714285714...	1.144897959183...	1.06122448...			
1003	7	6.792	5.928	3.862	5.188	4.896	6.02	4.16	4.386	3.74	4.642	4.88			
1003	8	2.590196078431...	2.239215686274...	6.049019607843...	3.521568627450...	4.321568627450...	4.258823529411...	6.366666666666...	5.049019607843...	5.7372549019609...	7.447058823529...	2.26470588...			
1003	9	6.119607843137...	3.050980392156...	3.245098039215...	2.794117647058...	4.376470588235...	5.194117647058...	2.974509803921...	3.778431372549...	4.056862745098...	3.464705882352...	3.27450980...			
1003	10	2.420754716981...	1.469811320754...	1.822641509433...	0.475471698113...	0.643396226415...	0.920754716981...	1.109433962264...	2.233962264150...	1.554716981132...	2.10186792452...	2.01132075...			
1003	11	0.557692307692...	1.609615384615...	0.798076923076...	0.298076923076...	0.75	0.438461538461...	0.015384615384...	0.121153846153...	0.153846153846...	0.025	0.20576923...			
1003	12	0.08	0.82	0.724	0	0.364	0.064	0.244	0.24	0.182	0.02	0.216			
1004	1	0.846341463414...	0.565853658536...	0.090243902439...	0	0	0	0.187804878048...	0.085365853658...	1.102439024390...	0.417073170731...	0.38292682...			
1004	2	0.646341463414...	1.346341463414...	1.673170731707...	0.117073170731...	0.468292682926...	0.024390243902...	0.165853658536...	0.060975609756...	0.024390243902...	0.134146341463...	0.23902439...			
1004	3	0.102380952381...	0.697619047619...	0	0	0.123809523809...	0.145238095238...	0.090476190476...	0.019047619047...	0.214285714285...	0.447619047619...	0.05238095...			
1004	4	0.023809523809...	0.030952380952...	0.157142857142...	0.107142857142...	0	0.135714285714...	0.604761904761...	0.178571428571...	0.473809523809...	0.03571428571...	0.25714285...			
1004	5	0.064285714285...	0.114285714285...	0.359523809523...	0.095238095238...	0.069047619047...	0.440476190476...	0.095238095238...	0.552380952380...	0.145238095238...	0.047619047619...	0.55			
1004	6	0.480952380952...	0.130952380952...	0.569047619047...	2.459523809523...	2.3047619047619	2.373809523809...	2.2047619047619	1.942857142857...	2	2.611904761904...	1.32380952...			
1004	7	4.311904761904...	3.421428571428...	4.402380952380...	5.785714285714...	5.211904761904...	4.742857142857...	2.897619047619...	4.521428571428...	3.954761904761...	4.776190476190...	2.54523809...			
1004	8	3.247619047619...	2.357142857142...	6.390476190476...	0.764285714285...	2.159523809523...	3.542857142857...	3.219047619047...	3.7	5.2952380952381	2.288095238095...	3.66666666...			
1004	9	2.897619047619...	3.697619047619...	3.252380952380...	2.366666666666...	2.15	3.361904761904...	3.216666666666...	4.038095238095...	3.5452380952381	3.440476190476...	2.05476190...			
1004	10	0.728571428571...	1.985714285714...	1.723809523809...	2.85	0.773809523809...	1.780952380952...	1.7452380952381	3.047619047619...	2.7452380952381	2.121428571428...	2.11428571...			

3.1.1.1.10 Ruido Blanco

Reemplaza los valores no validos (-99999) del día con valores de la media del día calculado en el paso anterior siempre y cuando el mes sea válido.

3.1.1.1.11 Ausencia de valor por estado

Este evento toma los años y meses de inicio y final, hace una resta del año final menos el año inicial y son los años teóricos, se cuenta los años y meses reales de cada estación y se saca el porcentaje de ausencia de información dividiendo los meses teóricos entre los meses reales multiplicados por 100, esto para todas las estaciones en el estado.

3.1.1.1.12 Ausencia de valor por Cuenca

Hace la misma rutina pero esto solamente para los registros que tenemos en la tabla de Estaciones ya sea de Lerma, Santiago o Pacífico según sea el caso.

Media del día por Estación			Estaciones Con Ausencia de Datos en la Cuenca										
Riudo Blanco			Estaciones Lerma	Estaciones Santiago	Entrada	Media	Estaciones	Filtrado por parametros	Preparación	Estaciones en la cuenca	Estaciones en la Cuenca		
Ausencia de Información por Estado													
Tabla con Ausencia de Información de la Cuenca													
Filtrar con parametros													
Salida													
TUTT	1949	03	Estacion	ARI	MRI	ARF	MRF	ART	ARR	MRT	MRR	Porcentaje	
1003	1932	01	1988	12	57	53	684	607	11.26				
1004	1970	03	2011	11	42	42	504	500	0.79				
1005	1957	04	2011	11	55	55	660	655	0.76				
1006	1941	12	1988	12	48	48	576	557	3.30				
1007	1941	12	1988	12	48	48	576	553	3.99				
1008	1959	07	2011	11	53	53	636	627	1.42				
1009	1944	01	1988	12	45	43	540	491	9.07				
1010	1961	08	2011	08	51	51	612	600	1.96				
1011	1949	03	2011	10	63	63	756	748	1.06				
1012	1970	07	2011	11	42	42	504	495	1.79				
1013	1963	09	2011	10	49	49	588	575	2.21				
1014	1937	09	2006	11	70	70	840	807	3.93				
1015	1967	05	2011	11	45	45	540	533	1.30				
1016	1946	04	1976	05	32	29	384	300	21.88				
1017	1942	04	2011	11	70	70	840	826	1.67				
1018	1933	11	2011	11	79	79	948	937	1.16				
1019	1942	07	2011	11	70	70	840	832	0.95				
1020	1963	08	2011	11	49	49	588	578	1.70				
1021	1959	08	2011	11	53	53	636	625	1.73				
1022	1949	05	2011	11	63	63	756	750	0.79				
1023	1959	01	2011	10	53	52	636	605	4.87				
1024	1969	01	2011	08	43	43	516	490	5.04				

3.1.1.1.13 Filtrar con parámetros variables

No todas las estaciones se pueden seleccionar para hacer el análisis que se requiere porque algunas solo tienen unos cuantos años de registros o en algunas tienen mucha ausencia de información. Para solucionar este problema en este evento, se hace un filtro variable en base al porcentaje de ausencia de información, cuantos años mínimo de datos y el año final.

Preparar Tabla			Estaciones Con Ausencia de Datos en la Cuenca										
Media del día por Estación			Estaciones Lerma	Estaciones Santiago	Entrada	Media	Estaciones	Filtrado por parametros	Preparación	Estaciones en la cuenca	Estaciones en la Cuenca		
Riudo Blanco													
Ausencia de Información por Estado													
Tabla con Ausencia de Información de la Cuenca													
Filtrar con parametros													
Salida													
			Parametros de Ausencia de Informacion Porcentaje de Aus. Inf: 15 Años: 30 Año final: 2009 OK										
Estacion	ARI	MRI	ARF	MRF	ART	ARR	MRT	MRR	Porcentaje				
1004	1970	03	2011	11	42	42	504	500	0.79				
1005	1957	04	2011	11	55	55	660	655	0.76				
1008	1959	07	2011	11	53	53	636	627	1.42				
1010	1961	08	2011	08	51	51	612	600	1.96				
1011	1949	03	2011	10	63	63	756	748	1.06				
1012	1970	07	2011	11	42	42	504	495	1.79				
1013	1963	09	2011	10	49	49	588	575	2.21				
1015	1967	05	2011	11	45	45	540	533	1.30				
1017	1942	04	2011	11	70	70	840	826	1.67				
1018	1933	11	2011	11	79	79	948	937	1.16				
1019	1942	07	2011	11	70	70	840	832	0.95				
1020	1963	08	2011	11	49	49	588	578	1.70				
1021	1959	08	2011	11	53	53	636	625	1.73				
1022	1949	05	2011	11	63	63	756	750	0.79				
1023	1959	01	2011	10	53	52	636	605	4.87				
1024	1969	01	2011	08	43	43	516	490	5.04				
1025	1962	07	2011	10	50	50	600	592	1.33				
1027	1981	01	2011	10	61	61	732	724	1.08				
1028	1949	04	2011	11	63	63	756	743	1.72				
1029	1959	01	2011	10	53	53	636	596	6.23				
1030	1947	10	2011	11	65	65	780	770	1.28				
1031	1972	05	2011	11	40	40	480	455	5.21				
1032	1971	05	2011	10	41	41	492	475	3.46				

3.1.1.1.14 Suma final

Suma todos los valores diarios de cada mes ya con el ruido blanco en los registros sin valor y los agrega al final de la tabla.

Estaciones Lerma	Estaciones Santiago	Estaciones para la cuenca	Filtrado por parametros	Estaciones Con Ausencia de Datos en la Cuenca	Preparacion	Estaciones en la cuenca	Estaciones en la Cuenca	Preparar Archivo SPI	Archivo de Salida		
			29	30	31	Suma	Year	MONTH	Estado	Valido	SumaFinal
0	0	0	0	0	0	0.00	1932	01	Completo		0.00
0	0	0	-99999	-99999	-99999	27.10	1932	08	No valido		27.10
0	0	0	0	0	0	49.10	1932	10	Completo		49.10
0	0	0	0	0	0	0.00	1932	11	Completo		0.00
0	0	0	0	0	0	0.00	1932	12	Completo		0.00
0	0	0	1.5	4.9	19.4	25.80	1933	01	Completo		25.80
0	0	0	0	0	0	7.80	1933	02	Completo		7.80
0	0	0	0	0	0	0.00	1933	03	Completo		0.00
0	0	0	0	0	0	0.00	1933	04	Completo		0.00
0	0	0	0	1.5	0	1.50	1933	05	Completo		1.50
0	0	1.2	25.5	8	0	106.70	1933	06	Completo		106.70
13.5	0	0	6.9	5.2	0	192.80	1933	07	Completo		192.80

3.1.1.1.15 Encontrar estaciones en Pacífico

Según sea el archivo de entrada y para la cuenca que se está haciendo el análisis, va a filtrar la tabla de todas las estaciones en Lerma, Santiago o Pacífico con las de todo el Estado que se escogió para el archivo de entrada, mostrando en la tabla las coordenadas de la estación, el identificador, año, mes y el valor del registro.

Let_GD	Long_GD	Estación	Year	Month	Registro
21.88	-102.72	1003	1932	01	0.00
21.88	-102.72	1003	1932	08	27.10
21.88	-102.72	1003	1932	10	49.10
21.88	-102.72	1003	1932	11	0.00
21.88	-102.72	1003	1932	12	0.00
21.88	-102.72	1003	1933	01	25.80
21.88	-102.72	1003	1933	02	7.80
21.88	-102.72	1003	1933	03	0.00
21.88	-102.72	1003	1933	04	0.00
21.88	-102.72	1003	1933	05	1.50
21.88	-102.72	1003	1933	06	106.70
21.88	-102.72	1003	1933	07	192.80
21.88	-102.72	1003	1933	08	121.40
21.88	-102.72	1003	1933	09	155.70
21.88	-102.72	1003	1933	10	32.40
21.88	-102.72	1003	1933	11	0.00
21.88	-102.72	1003	1933	12	0.00
21.88	-102.72	1003	1934	01	31.40
21.88	-102.72	1003	1934	02	0.00
21.88	-102.72	1003	1934	03	2.50
21.88	-102.72	1003	1934	04	0.30
21.88	-102.72	1003	1934	05	127.80
21.88	-102.72	1003	1934	06	51.90
21.88	-102.72	1003	1934	07	144.60

3.1.1.1.16 Tabla de datos con los registros finales de las estaciones

Muestra una tabla con los registros seleccionados según el filtro con los parámetros que se pusieron, y que están dentro de la cuenca.

Salida	Final	Lat_GD	Long_GD	Estación	Year	Month	Registro
	Suma final	22.00	-102.20	1004	1970	03	0.92
	Encontrar Estaciones Lerma	22.00	-102.20	1004	1970	04	0.00
	Encontrar Estaciones Santiago	22.00	-102.20	1004	1970	05	5.00
	Estaciones para la cuenca	22.00	-102.20	1004	1970	06	142.10
		22.00	-102.20	1004	1970	07	128.00
		22.00	-102.20	1004	1970	08	120.50
		22.00	-102.20	1004	1970	09	161.70
		22.00	-102.20	1004	1970	10	17.50
		22.00	-102.20	1004	1970	11	20.50
		22.00	-102.20	1004	1970	12	0.00
		22.00	-102.20	1004	1971	01	4.20
		22.00	-102.20	1004	1971	02	0.00
		22.00	-102.20	1004	1971	03	4.00
		22.00	-102.20	1004	1971	04	0.00
		22.00	-102.20	1004	1971	05	66.00
		22.00	-102.20	1004	1971	06	193.50
		22.00	-102.20	1004	1971	07	43.80
		22.00	-102.20	1004	1971	08	117.20
		22.00	-102.20	1004	1971	09	188.90
		22.00	-102.20	1004	1971	10	16.90
		22.00	-102.20	1004	1971	11	0.00
		22.00	-102.20	1004	1971	12	1.30
		22.00	-102.20	1004	1972	01	5.90
		22.00	-102.20	1004	1972	02	0.00

3.1.1.1.17 Preparación del archivo “.dat”

Para preparar el archivo de salida, se debe depurarlo y quitar todos aquellos valores que no sirvan, tales como años incompletos.

Salida	Final	Estaciones Lerma	Estaciones Santiago	Entrada	Media	Estaciones	Filtrado por parámetros	Estaciones Con Ausencia de Datos
	Generar Datos Correctos	Lat_GD	Long_GD	Estación	Year	Month	Registro	
	Archivo SPI	22.00	-102.20	1004	1971	01	4.20	
		22.00	-102.20	1004	1971	02	0.00	
		22.00	-102.20	1004	1971	03	4.00	
		22.00	-102.20	1004	1971	04	0.00	
		22.00	-102.20	1004	1971	05	66.00	
		22.00	-102.20	1004	1971	06	193.50	
		22.00	-102.20	1004	1971	07	43.80	
		22.00	-102.20	1004	1971	08	117.20	
		22.00	-102.20	1004	1971	09	188.90	
		22.00	-102.20	1004	1971	10	16.90	
		22.00	-102.20	1004	1971	11	0.00	
		22.00	-102.20	1004	1971	12	1.30	
		22.00	-102.20	1004	1973	01	30.00	
		22.00	-102.20	1004	1973	02	10.00	
		22.00	-102.20	1004	1973	03	0.00	
		22.00	-102.20	1004	1973	04	0.00	
		22.00	-102.20	1004	1973	05	7.00	
		22.00	-102.20	1004	1973	06	89.00	
		22.00	-102.20	1004	1973	07	127.50	
		22.00	-102.20	1004	1973	08	197.50	
		22.00	-102.20	1004	1973	09	19.50	
		22.00	-102.20	1004	1973	10	120.60	
		22.00	-102.20	1004	1973	11	0.00	
		22.00	-102.20	1004	1973	12	0.00	
		22.00	-102.20	1004	1974	01	2.30	

3.1.1.1.18 Archivo ".dat"

Después de que se depura el archivo, se genera para cada estación un archivo con el nombre de la estación y la terminación ".dat" para el procesamiento del SPI.



A continuación se muestra el resultado del SPI para la estación con clave 6058 perteneciente a la cuenca de Costa Pacífico Centro, en la cual se enlistan los periodos de agregación de 1, 3, 6, 9, 12, 24, 46 y 48 meses. Las 48 estaciones empleadas para el cálculo del SPI se anexan en un archivo digital.

Figura 3.3. SPI de la estación 6058 para 1 mes de agregación.

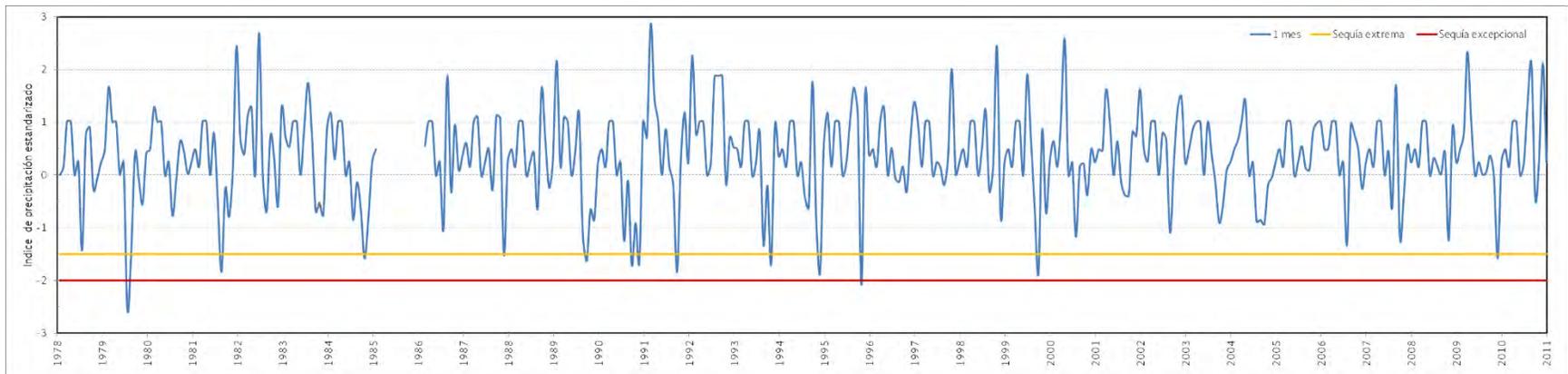


Figura 3.4. SPI de la estación 6058 para 3 meses de agregación.

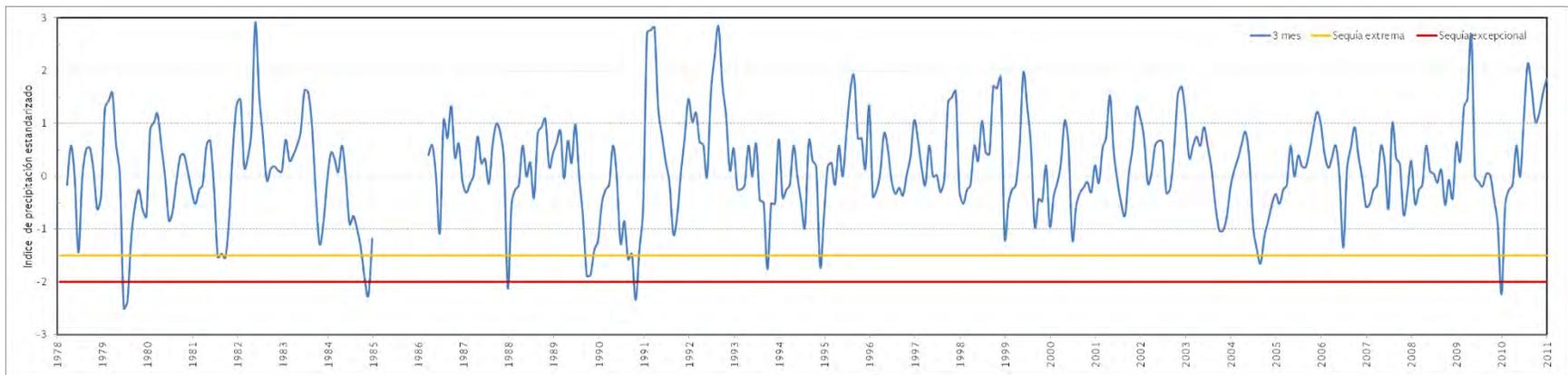


Figura 3.5. SPI de la estación 6058 para 6 meses de agregación.

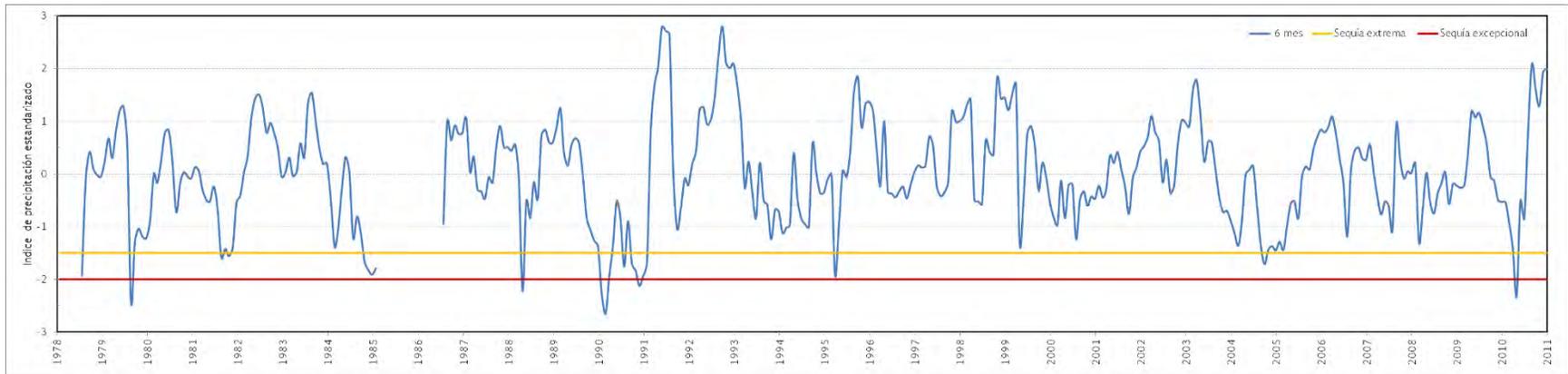


Figura 3.6. SPI de la estación 6058 para 9 meses de agregación.



Figura 3.7. SPI de la estación 6058 para 12 meses de agregación.

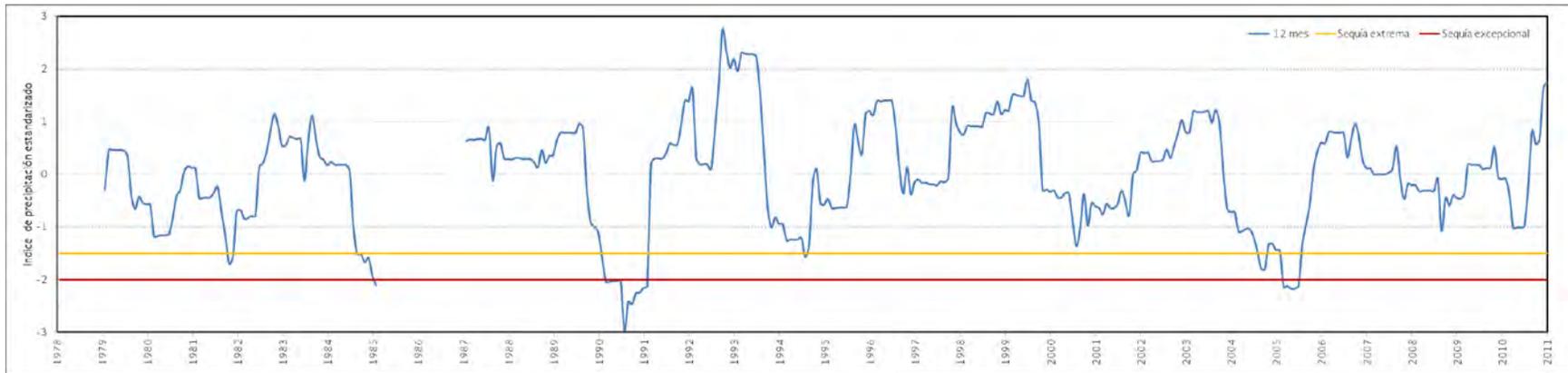


Figura 3.8. SPI de la estación 6058 para 24 meses de agregación.

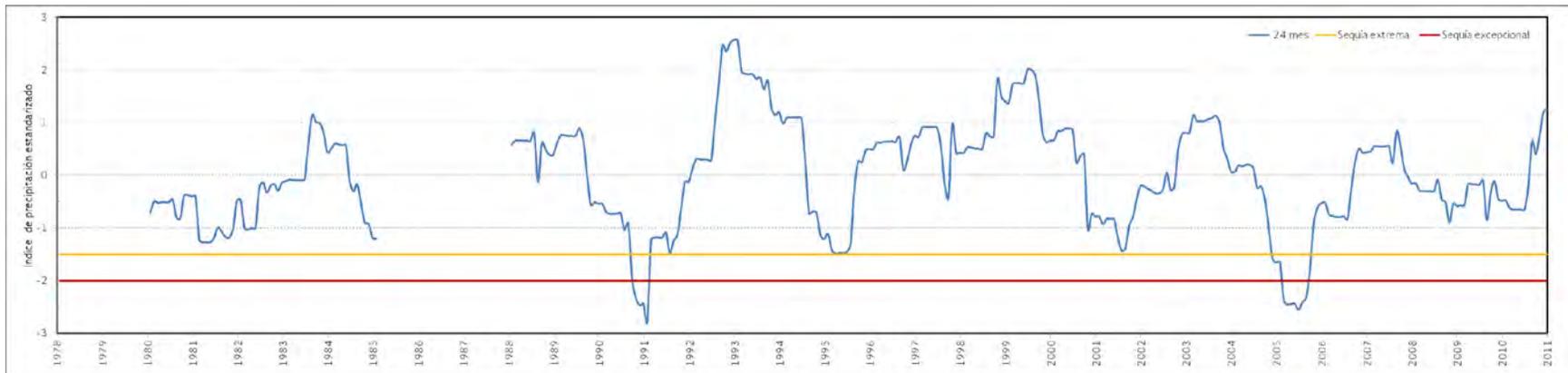


Figura 3.9. SPI de la estación 6058 para 36 meses de agregación.

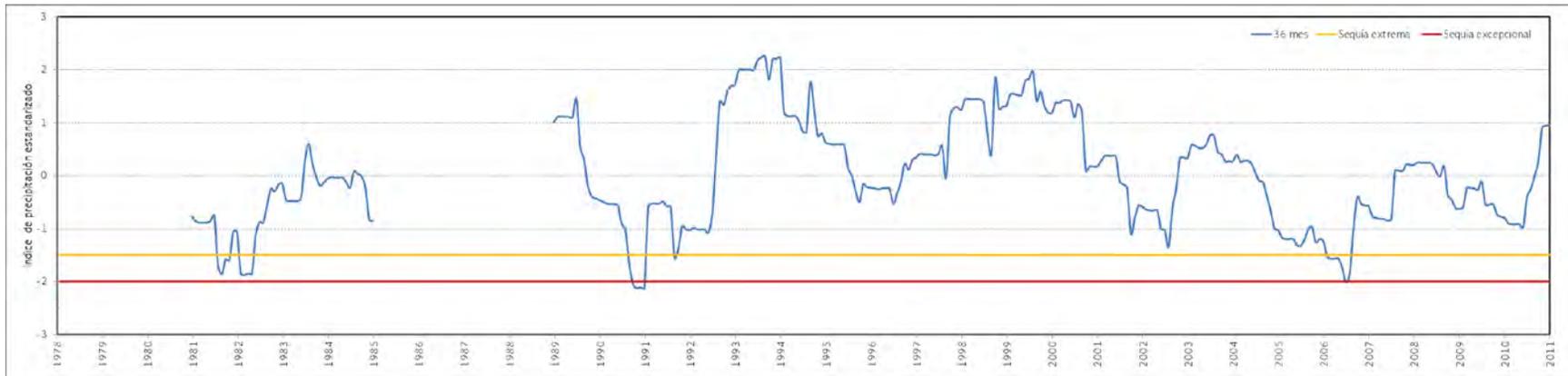
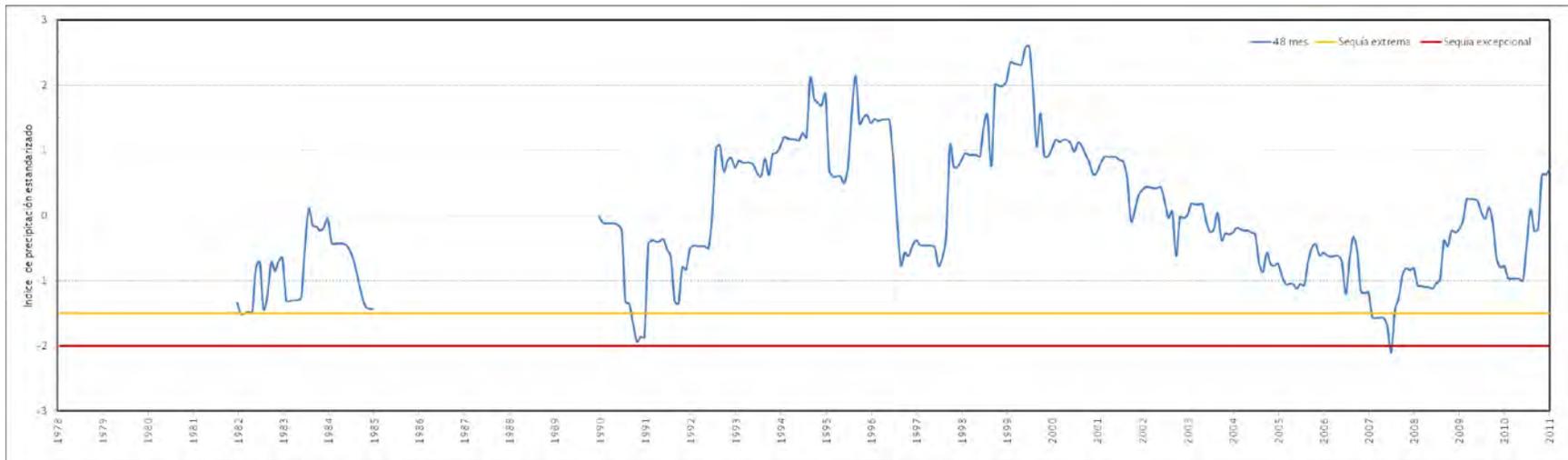
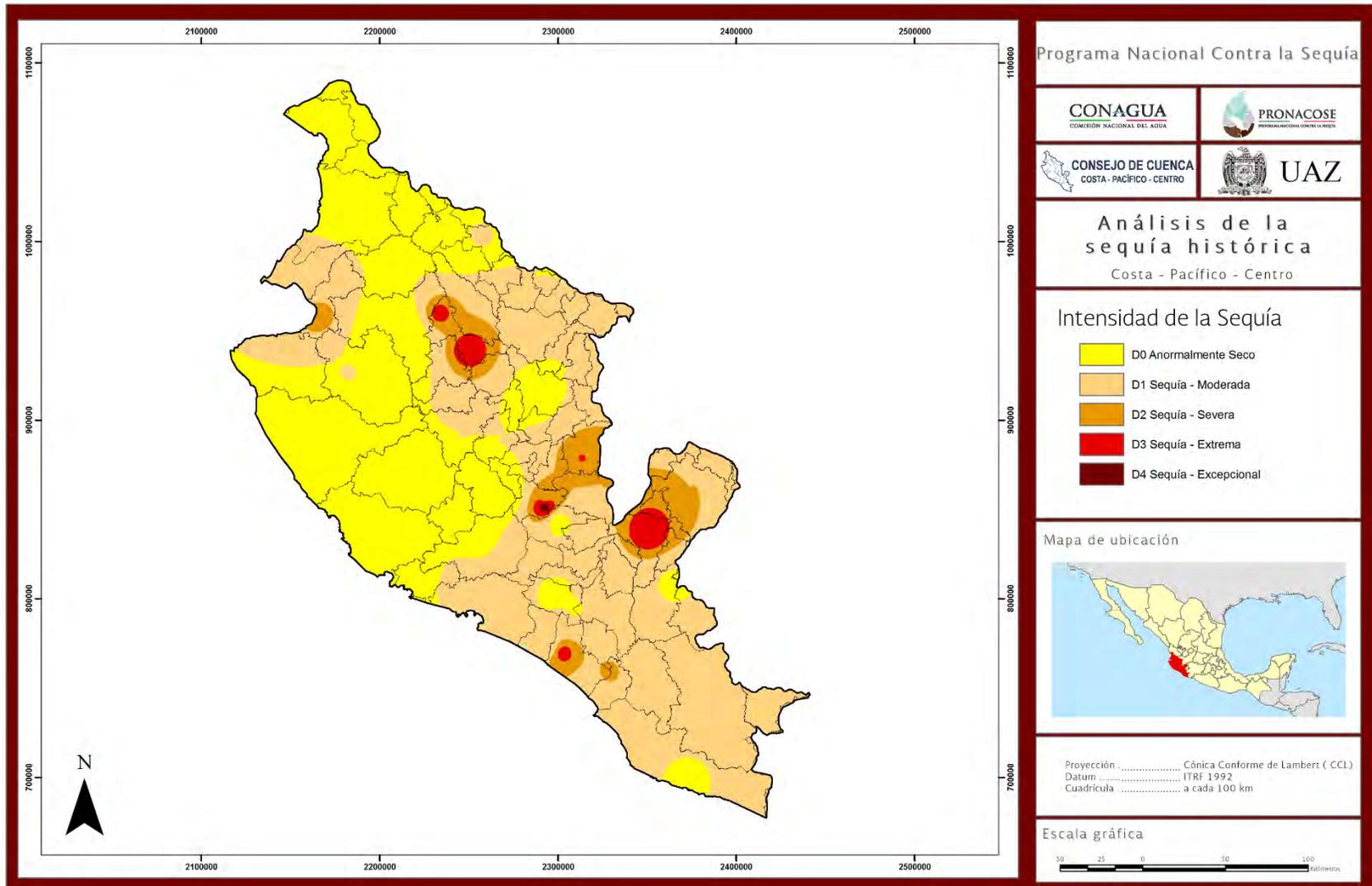


Figura 3.10. SPI de la estación 6058 para 48 meses de agregación.

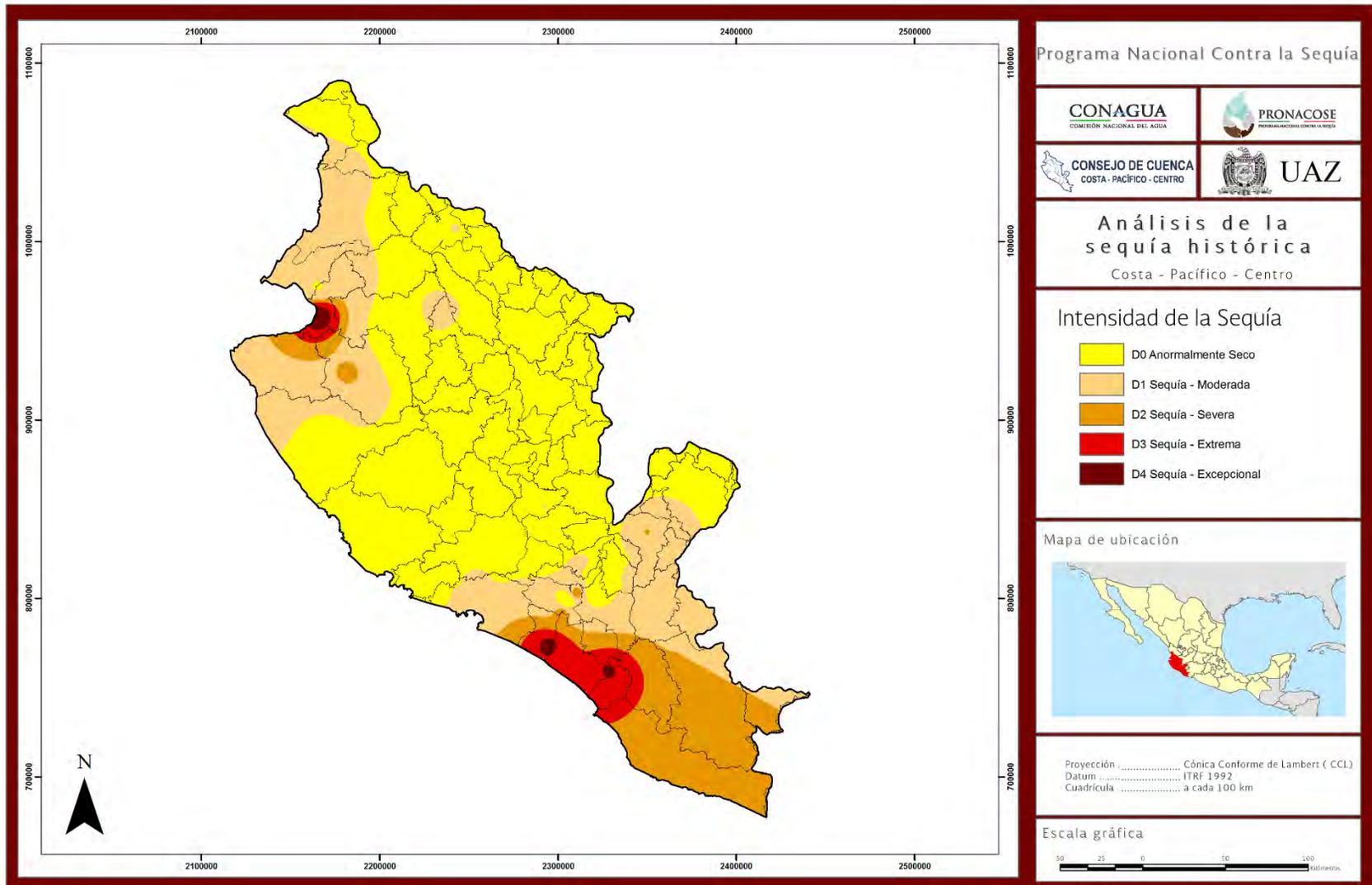


3.1.1.2 Análisis de la sequía histórica empleando el SPI para el año 1991 y sus diferentes periodos de agregación (RED BÁSICA)

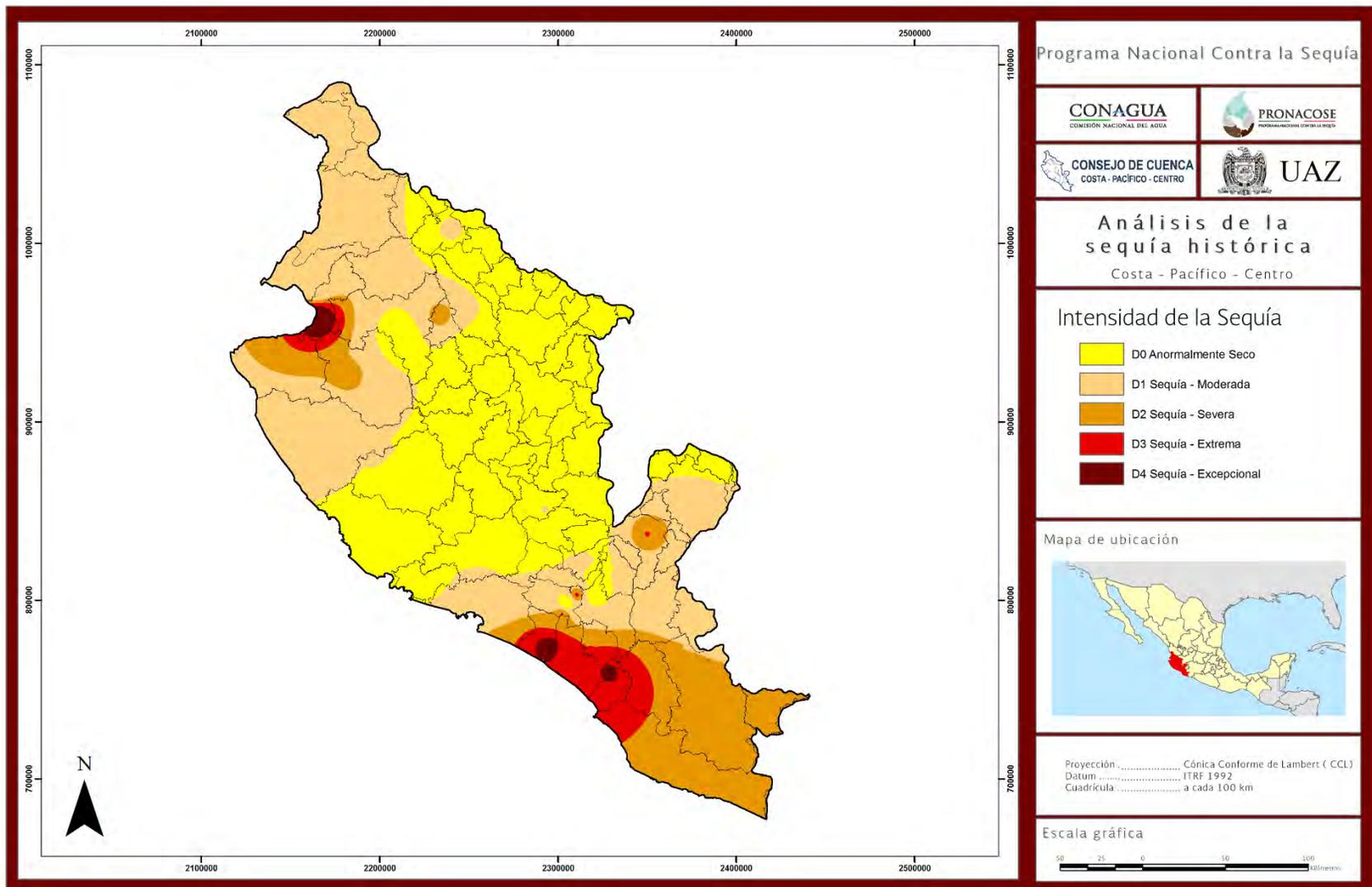
3.1.1.2.1 Mapa del SPI para el año 1991 y un mes de agregación



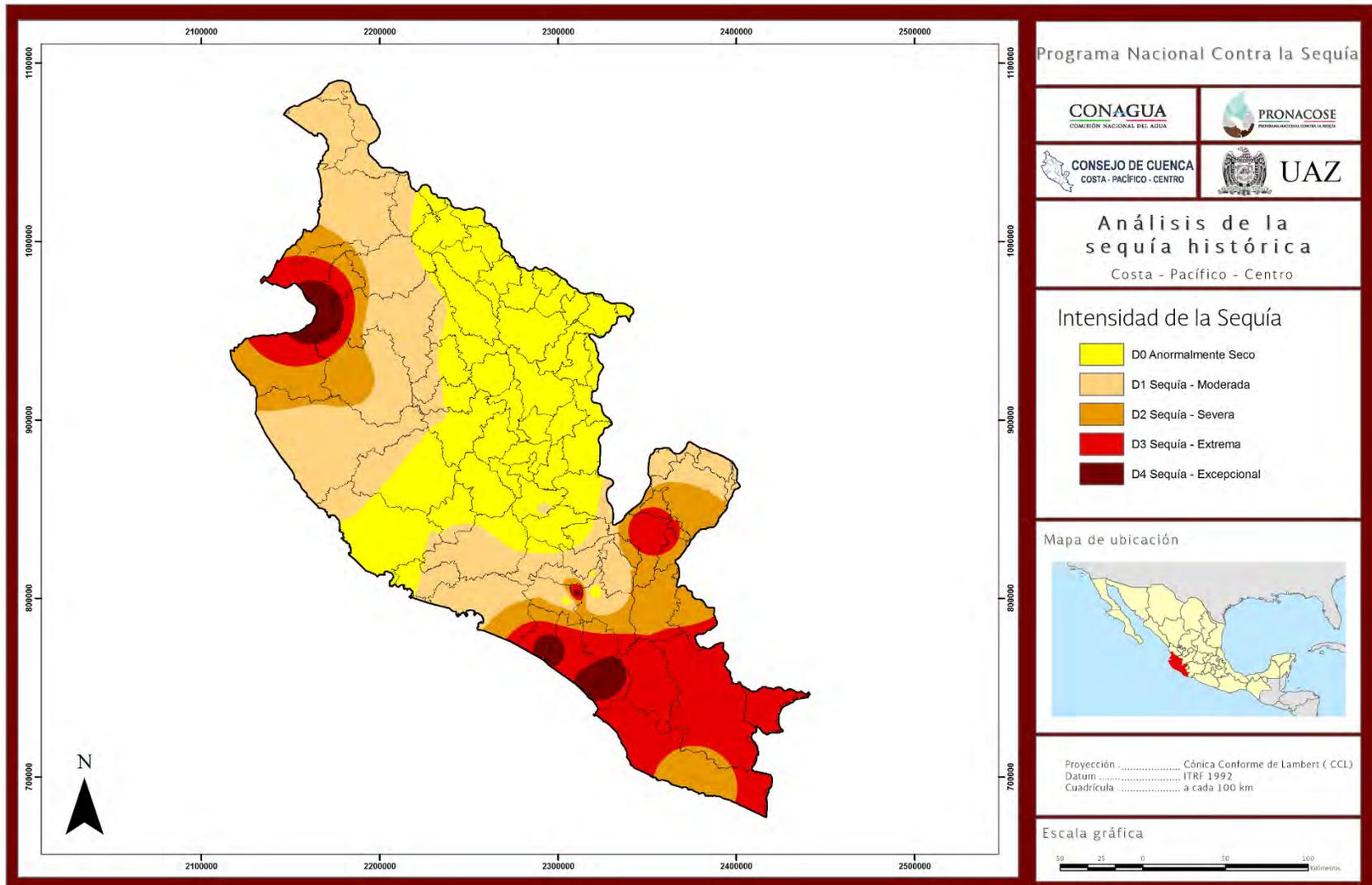
3.1.1.2.2 Mapa del SPI para el año 1991 y 3 meses de agregación



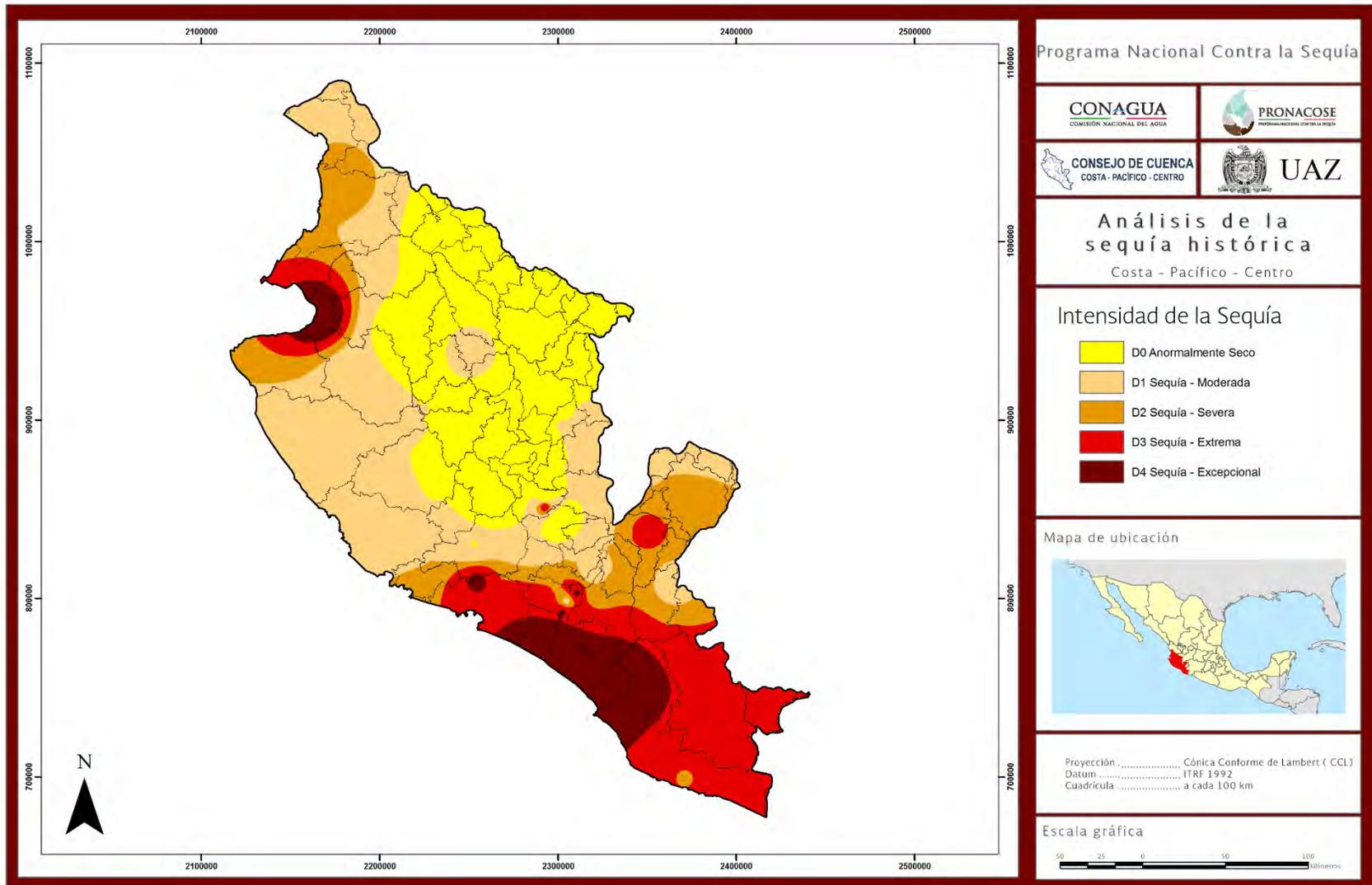
3.1.1.2.3 Mapa del SPI para el año 1991 y 6 meses de agregación



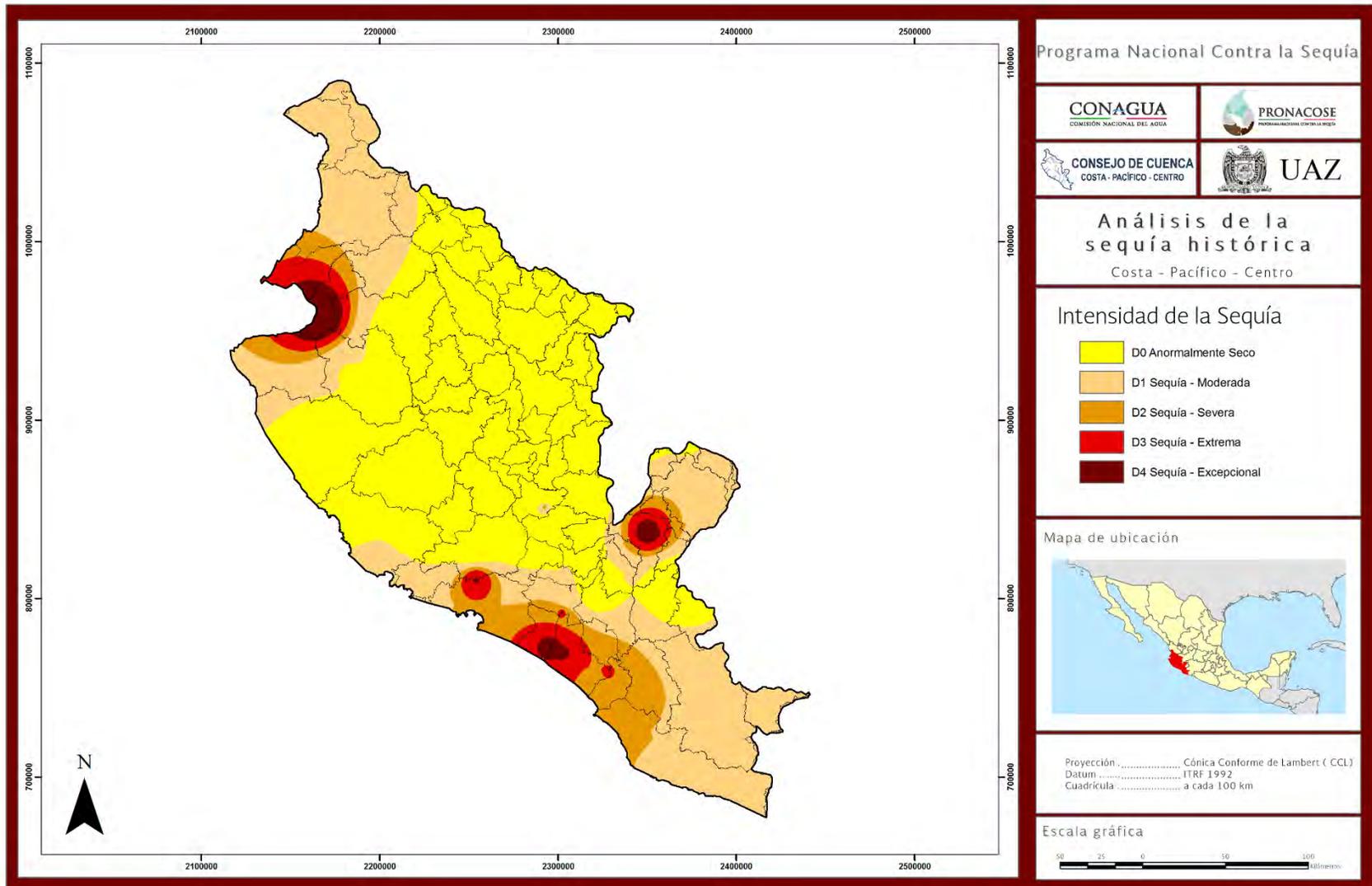
3.1.1.2.4 Mapa del SPI para el año 1991 y 9 meses de agregación



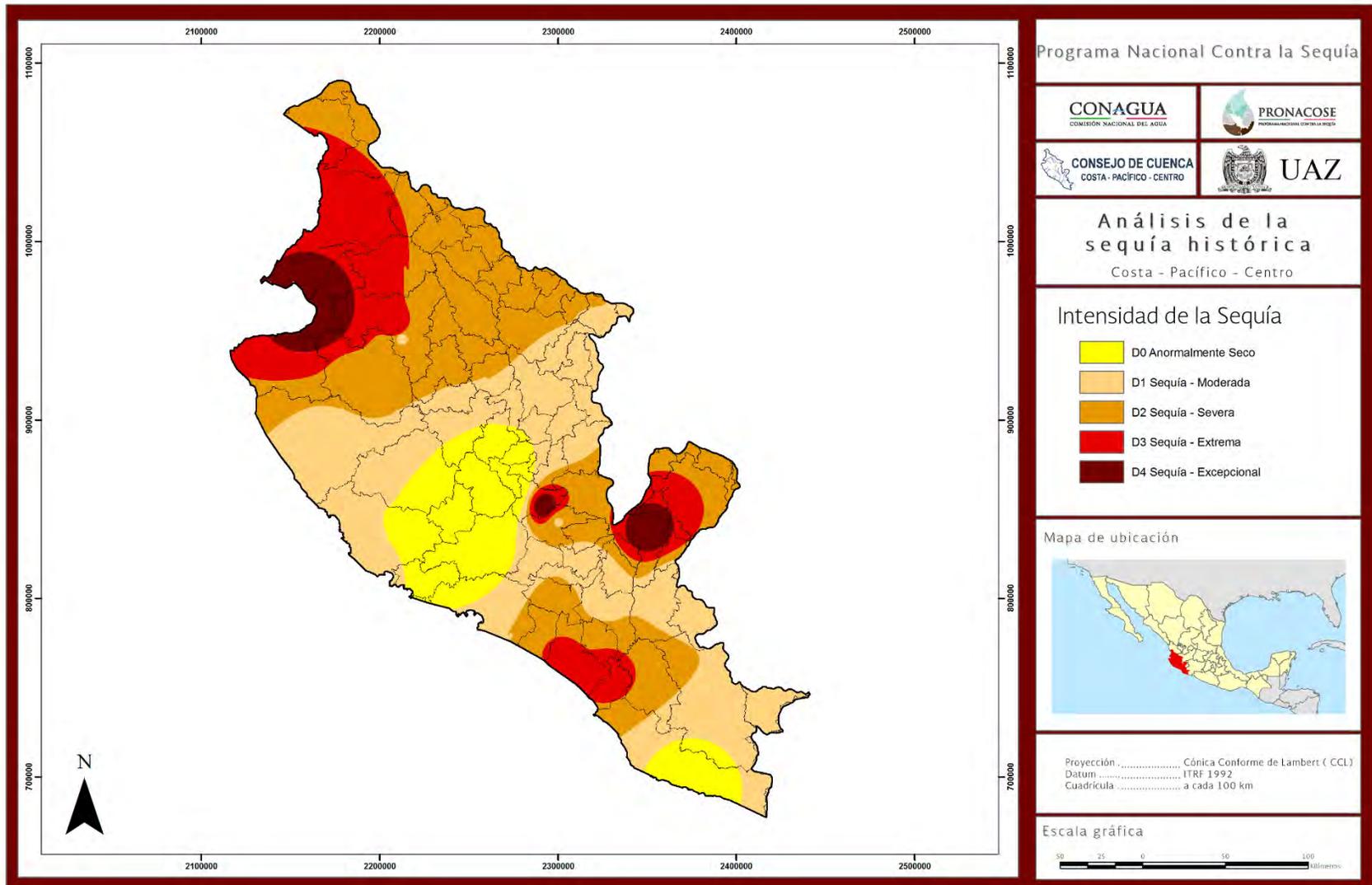
3.1.1.2.5 Mapa del SPI para el año 1991 y 12 meses de agregación



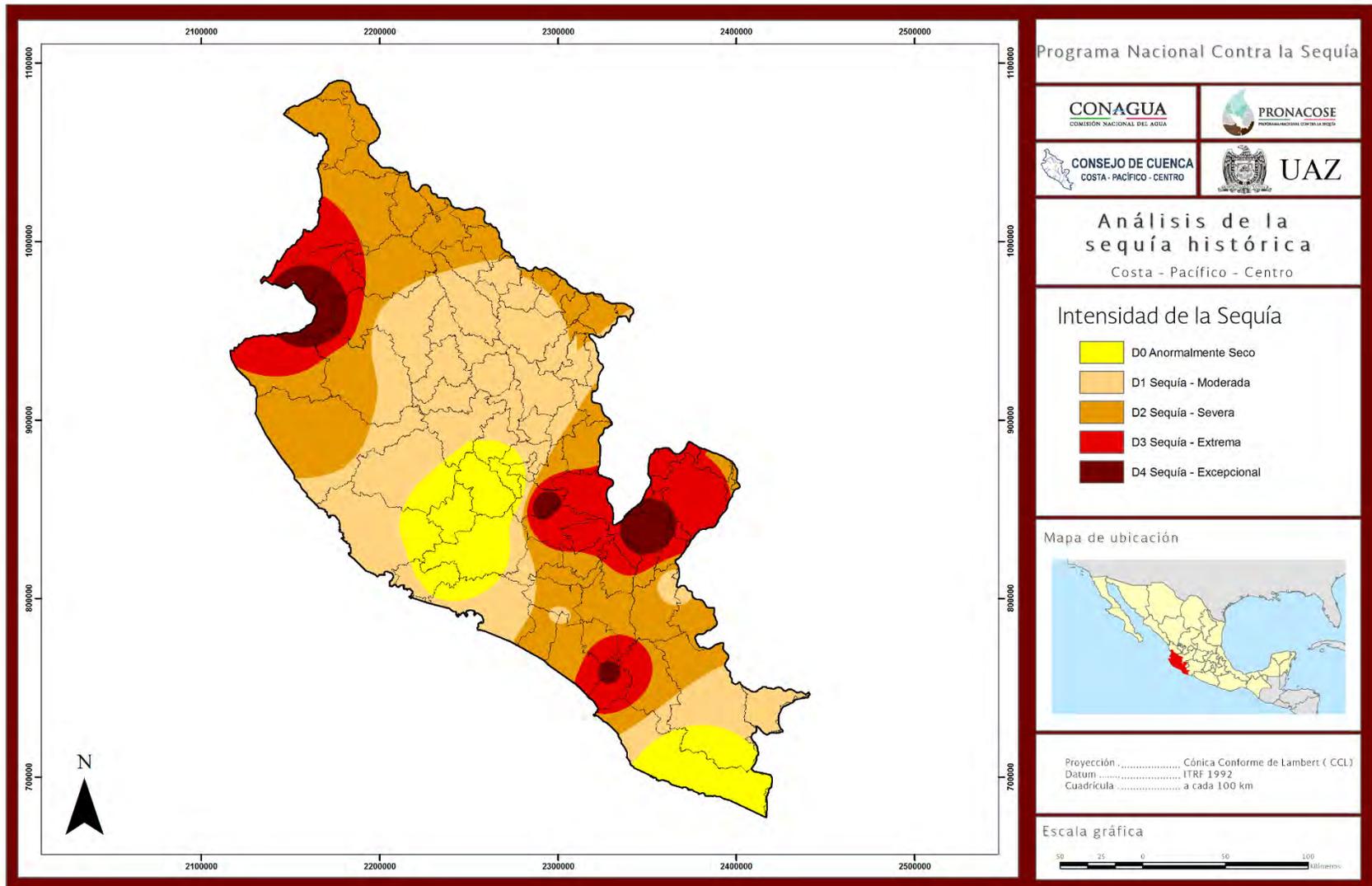
3.1.1.2.6 Mapa del SPI para el año 1989 y 24 meses de agregación



3.1.1.2.7 Mapa del SPI para el año 1991 y 36 meses de agregación

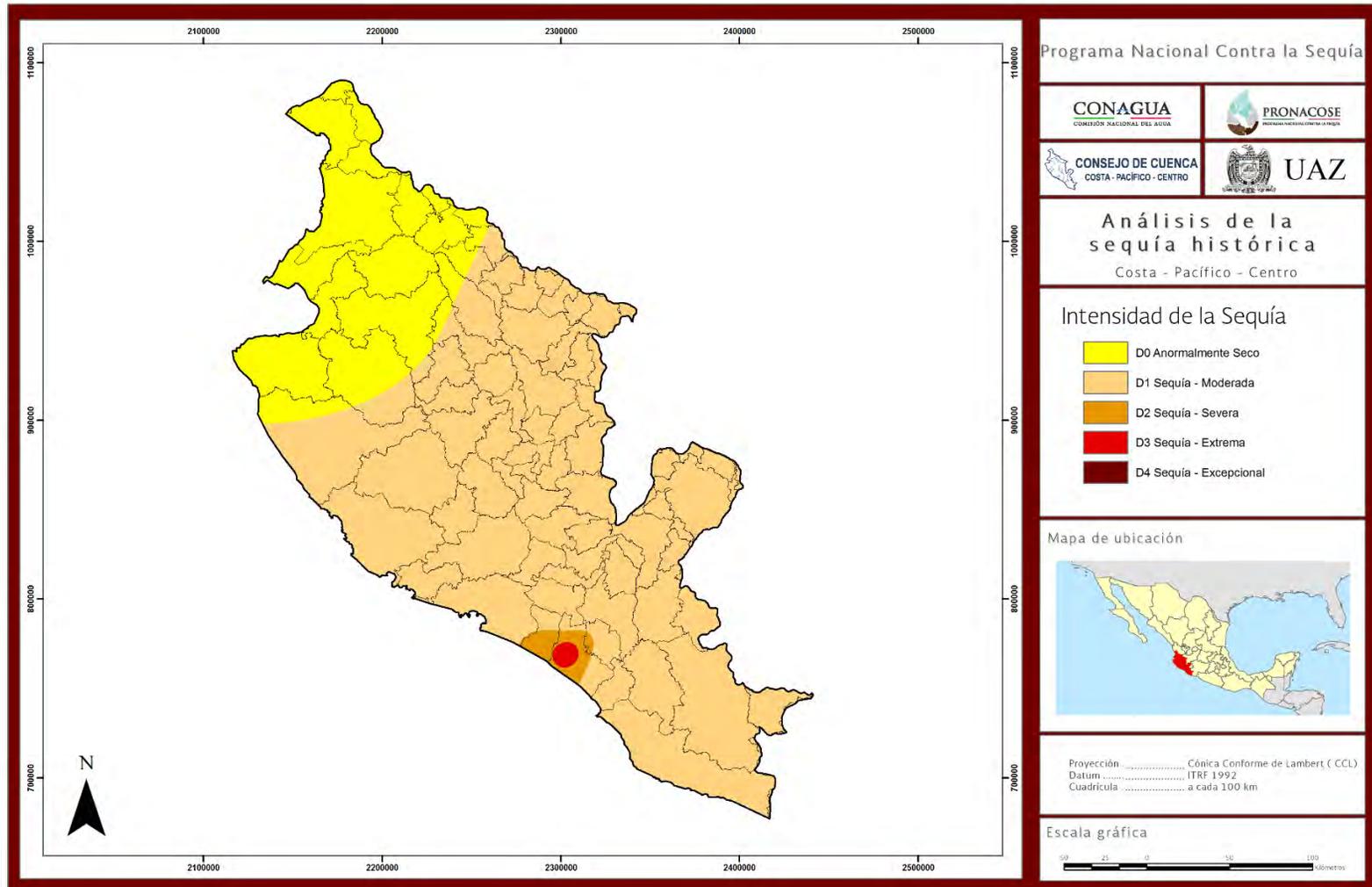


3.1.1.2.8 Mapa del SPI para el año 1991 y 48 meses de agregación

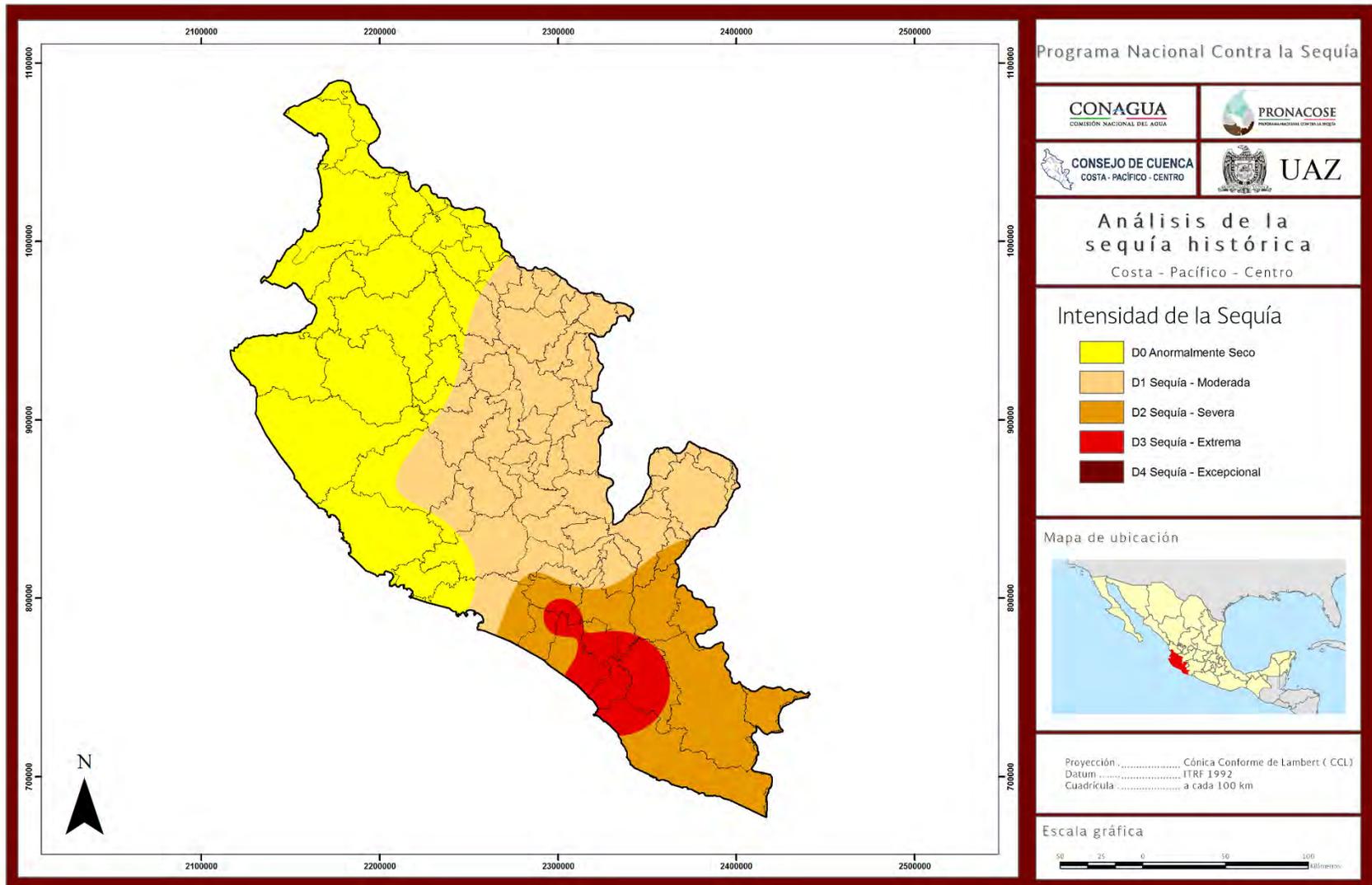


3.1.1.3 Análisis de la sequía histórica empleando el SPI para el año 1991 y sus diferentes periodos de agregación (SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL)

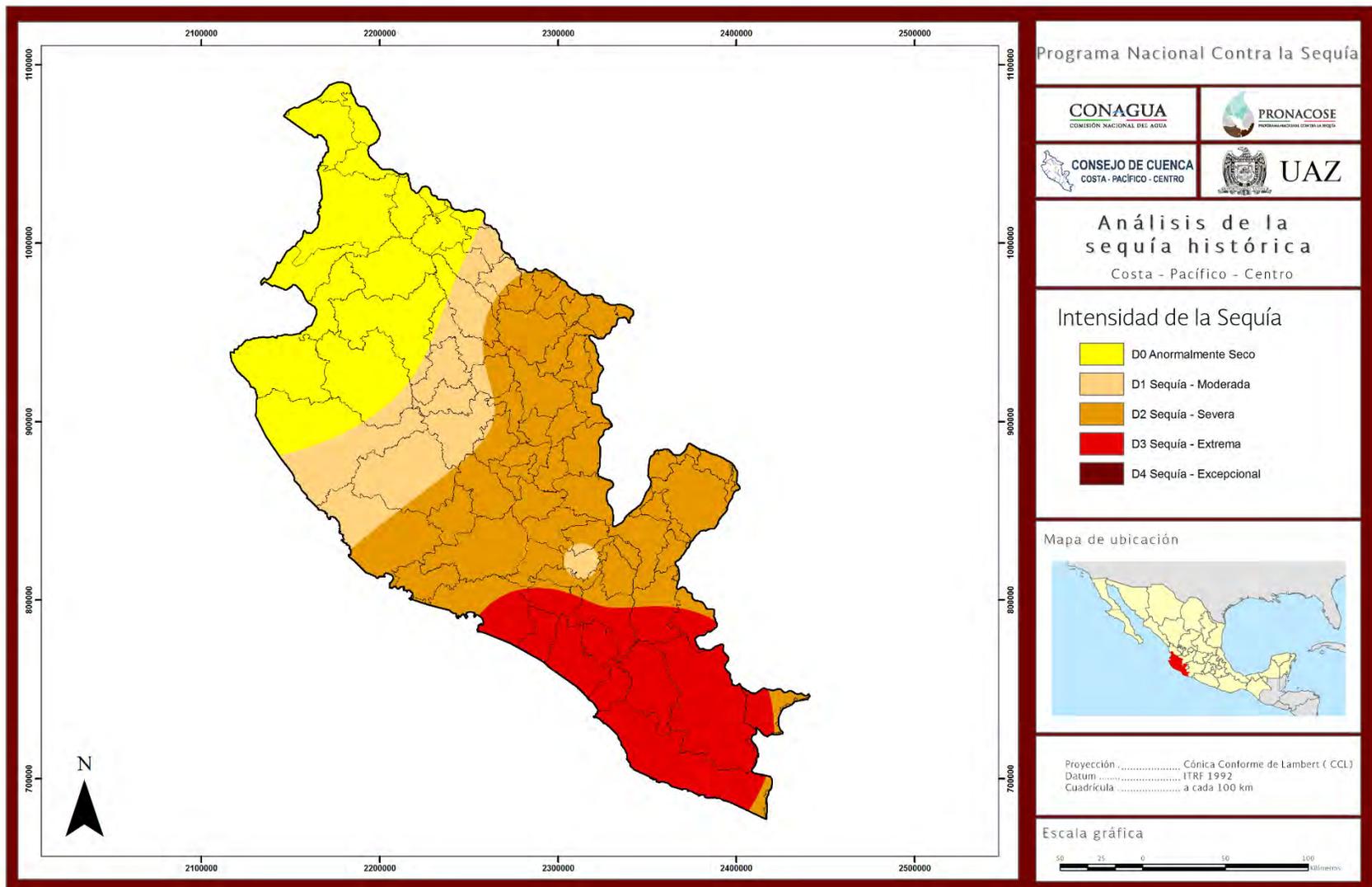
3.1.1.3.1 Mapa del SPI para el año 1991 y un mes de agregación



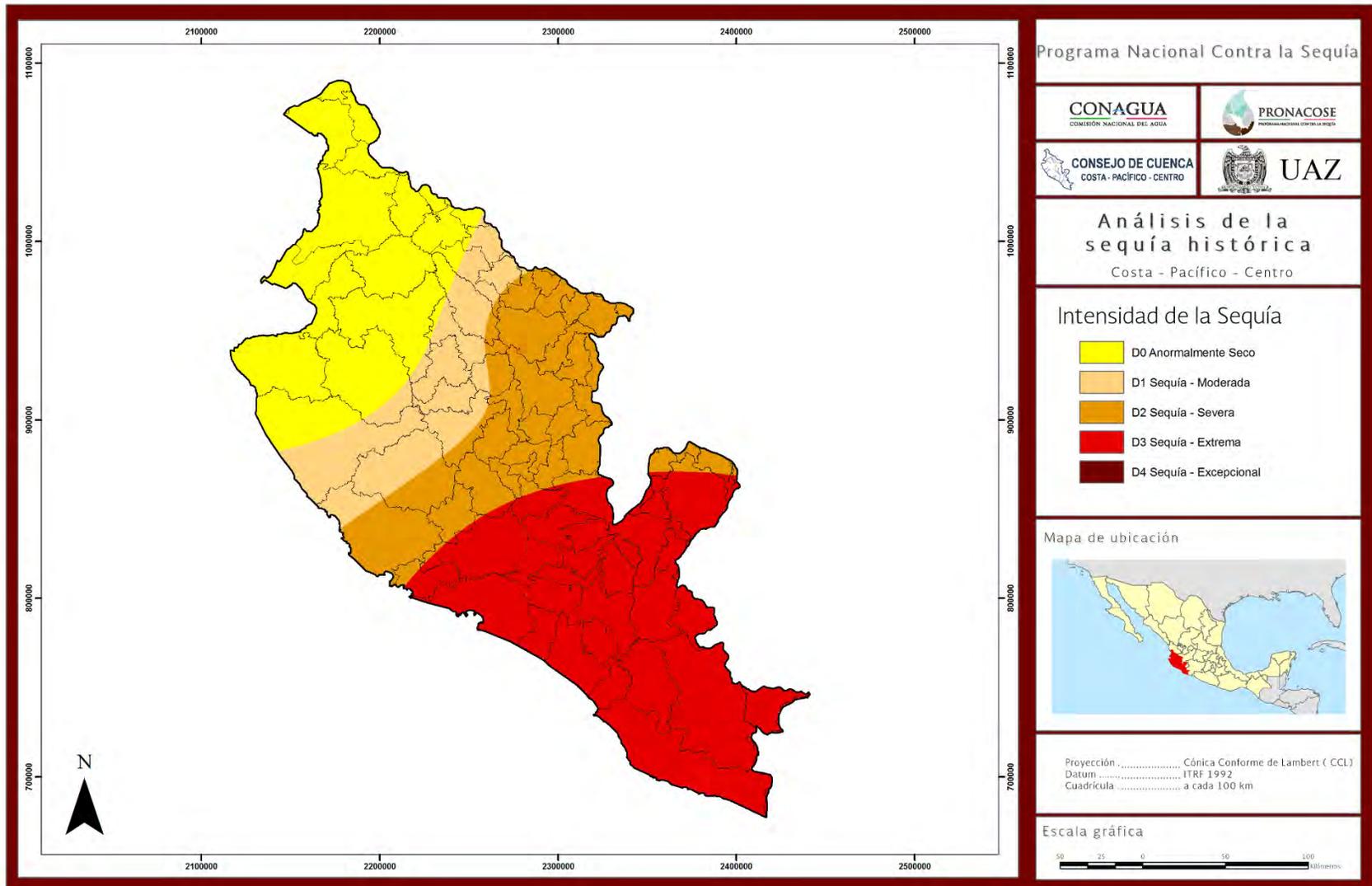
3.1.1.3.2 Mapa del SPI para el año 1991 y 3 meses de agregación



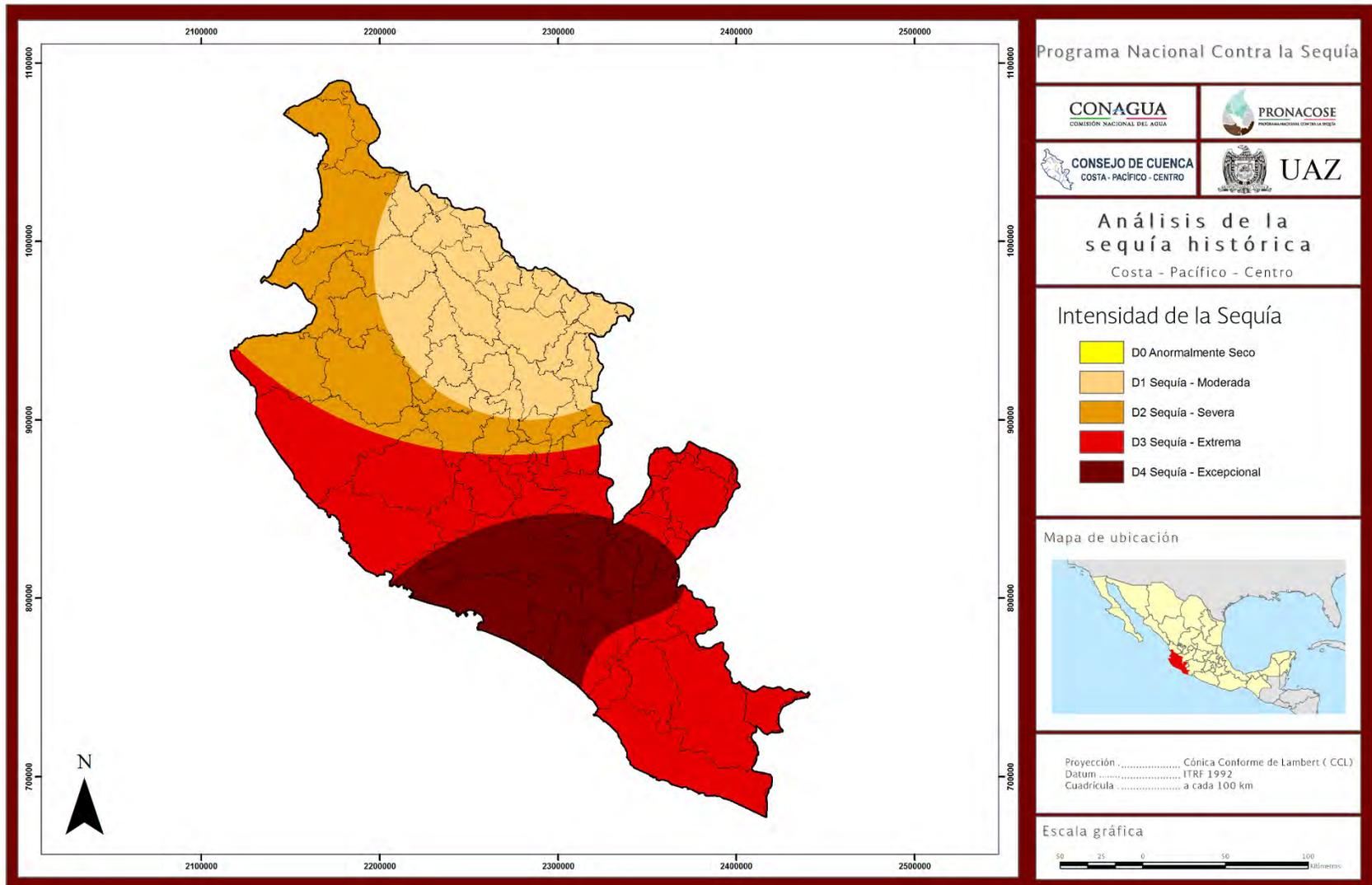
3.1.1.3.3 Mapa del SPI para el año 1991 y 6 meses de agregación



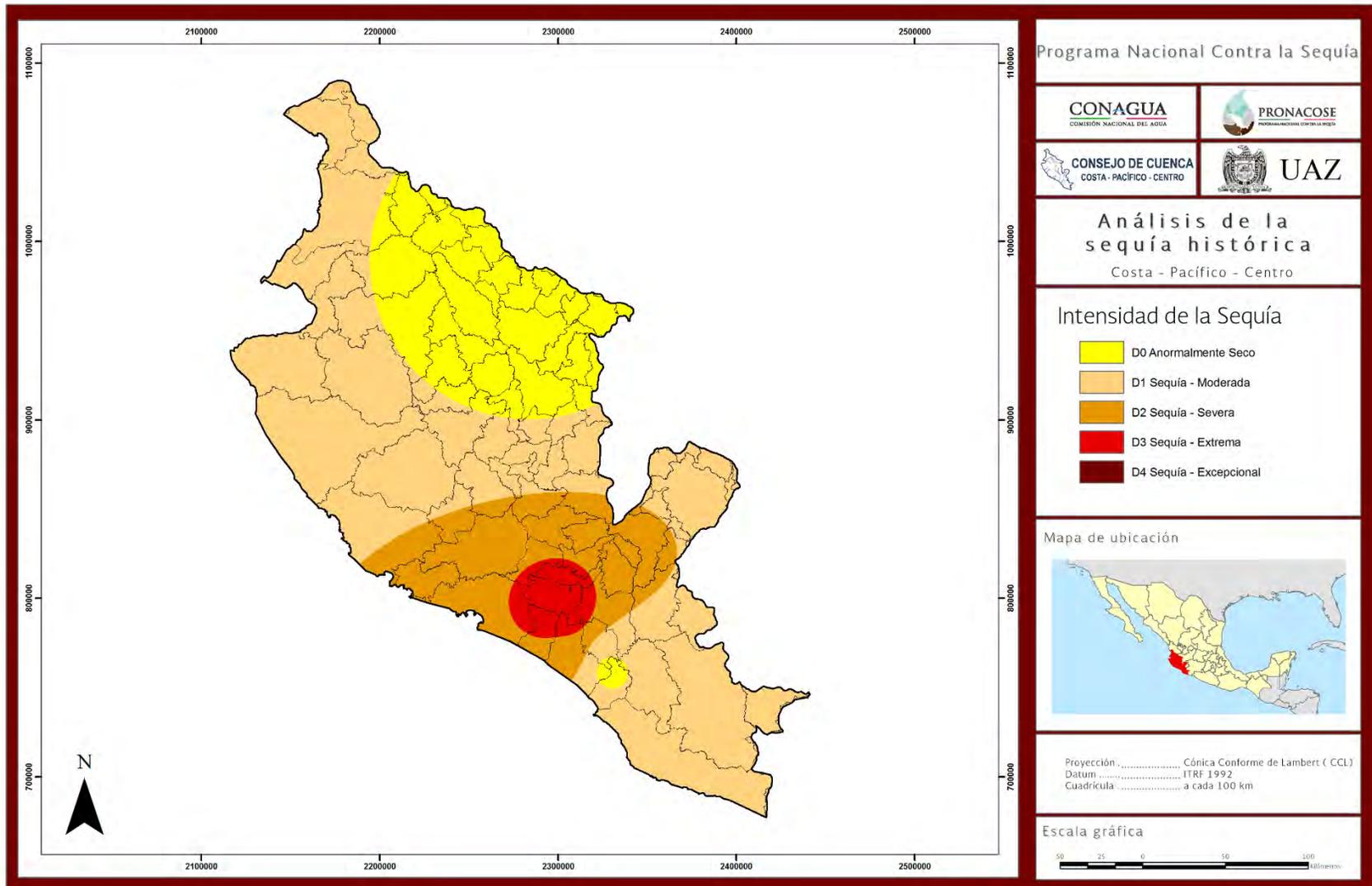
3.1.1.3.4 Mapa del SPI para el año 1991 y 9 meses de agregación



3.1.1.3.5 Mapa del SPI para el año 1991 y 12 meses de agregación



3.1.1.3.6 Mapa del SPI para el año 1991 y 24 meses de agregación

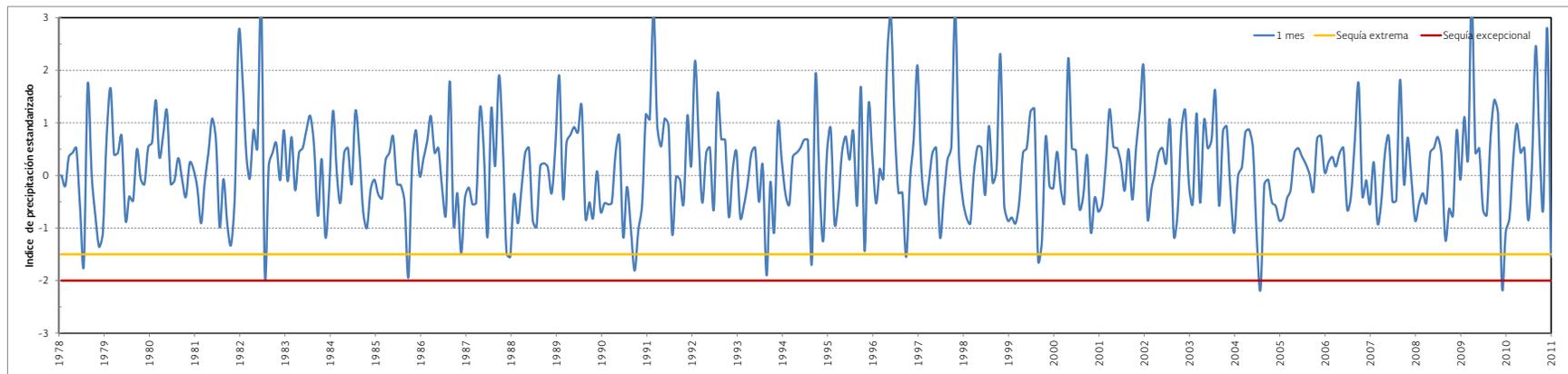


3.1.1.4 Análisis del SPI global

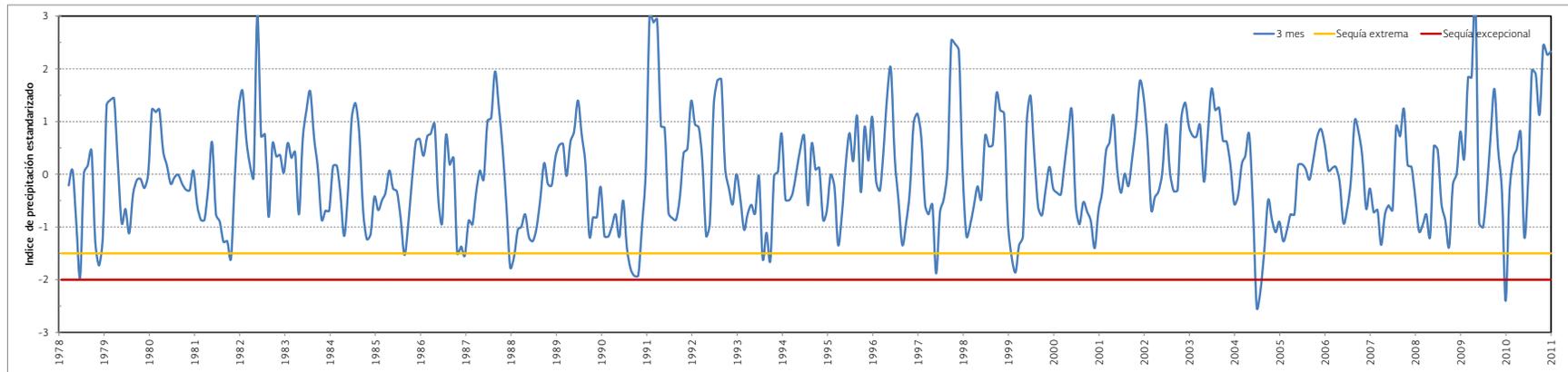
Se realizó un análisis del SPI a escala de cuenca, considerando la precipitación media, obtenida como el promedio de los valores registrados en todas las estaciones utilizadas en este estudio. Este análisis tiene como finalidad determinar los periodos secos que se han presentado en la cuenca de forma global.

En las siguientes gráficas se muestra el resultado de este análisis para los periodos de agregación de 1, 3, 6, 9, 12, 24, 36 y 48 meses.

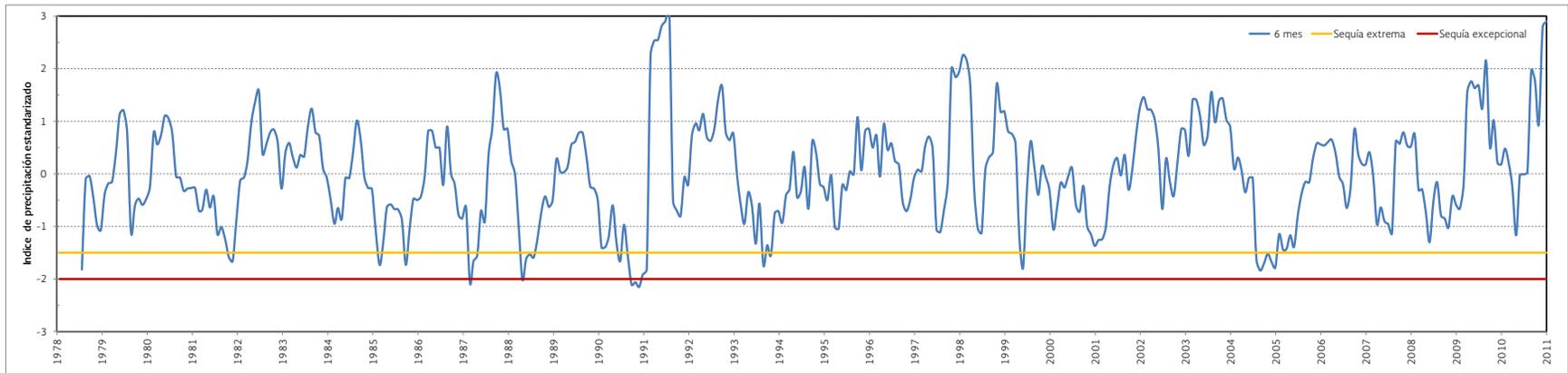
3.1.1.4.1 SPI global para 1 mes de agregación



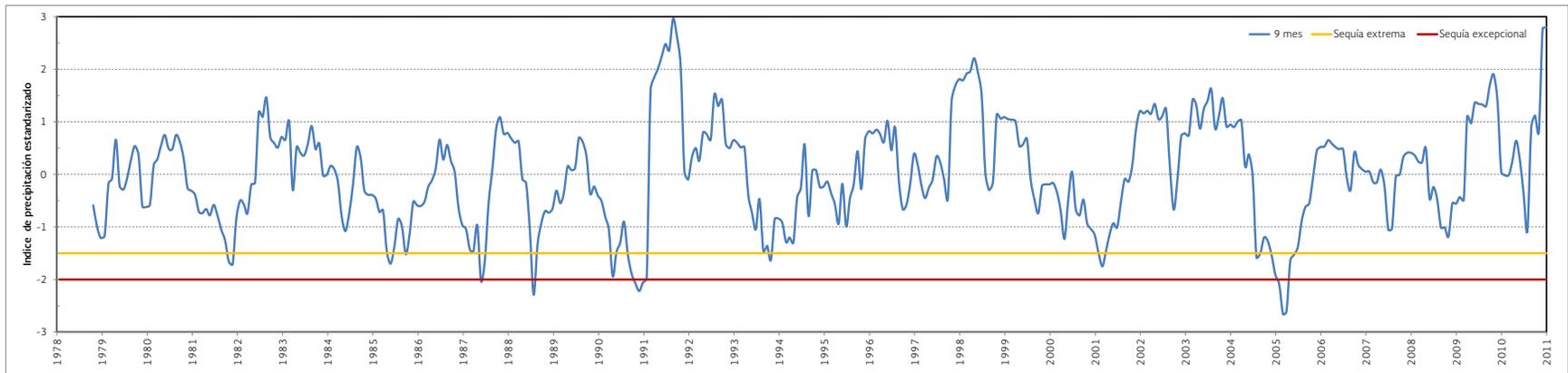
3.1.1.4.2 SPI global para 3 meses de agregación



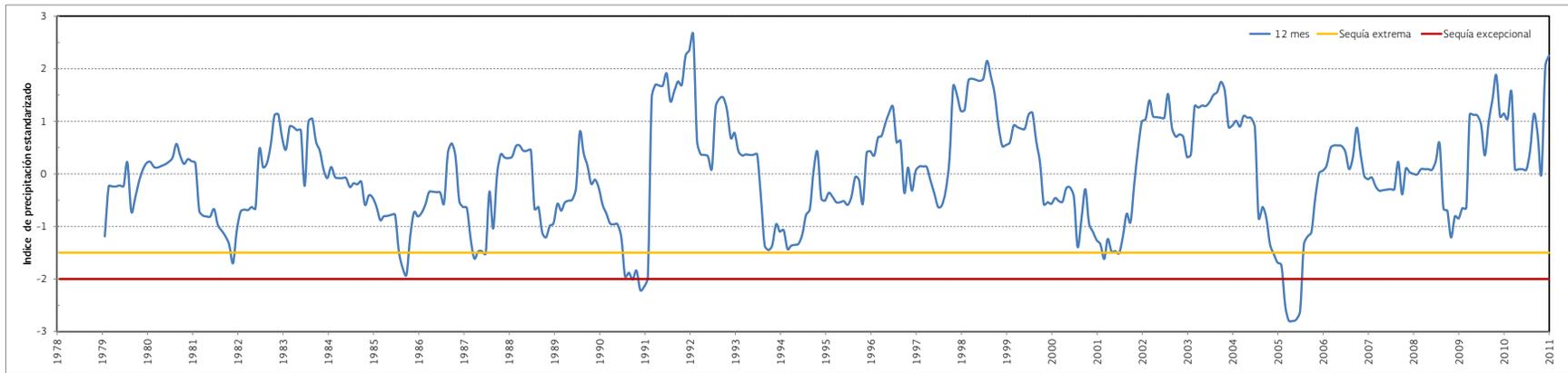
3.1.1.4.3 SPI global para 6 meses de agregación



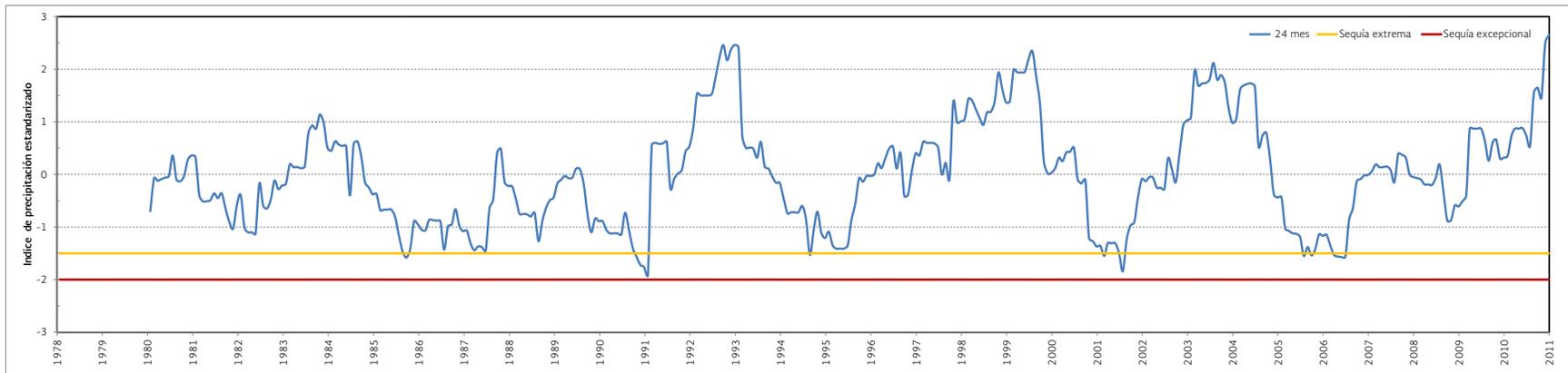
3.1.1.4.4 SPI global para 9 meses de agregación



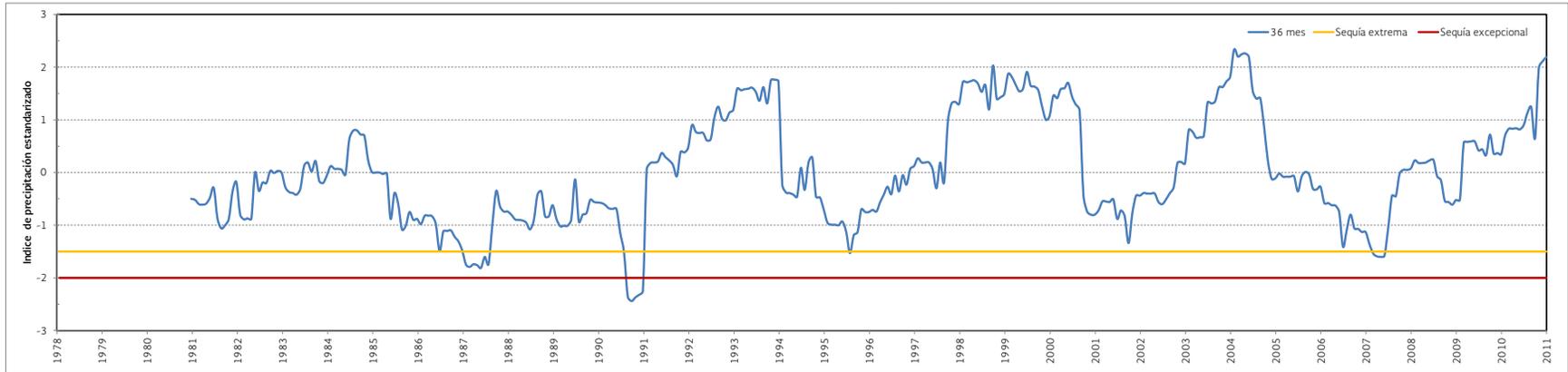
3.1.1.4.5 SPI global para 12 meses de agregación



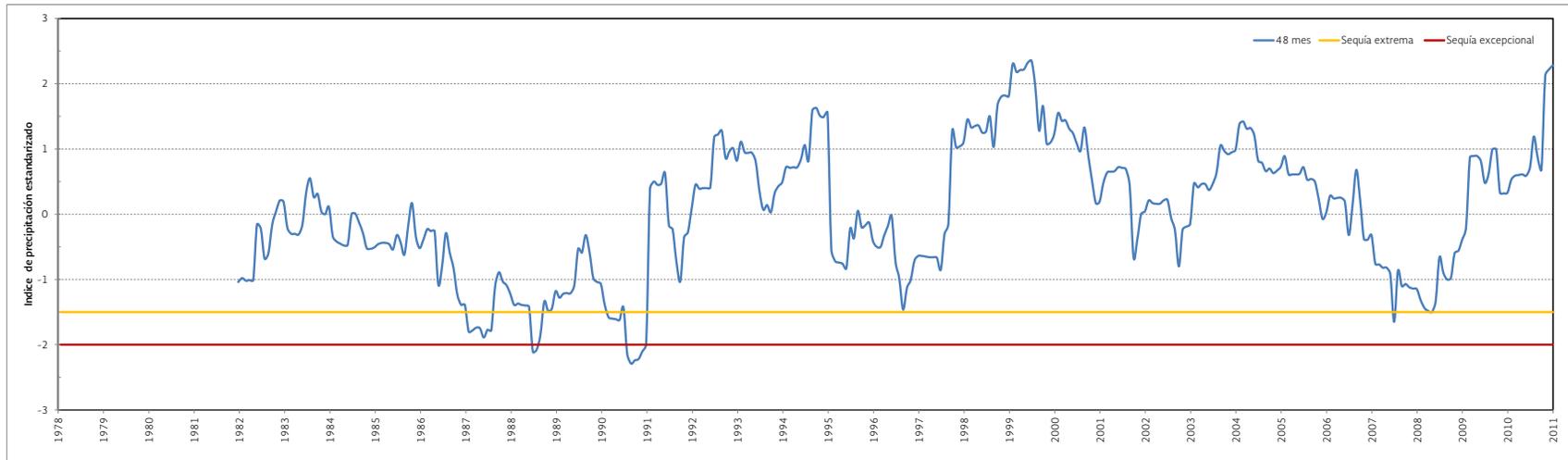
3.1.1.4.6 SPI global para 24 meses de agregación



3.1.1.4.7 SPI global para 36 meses de agregación

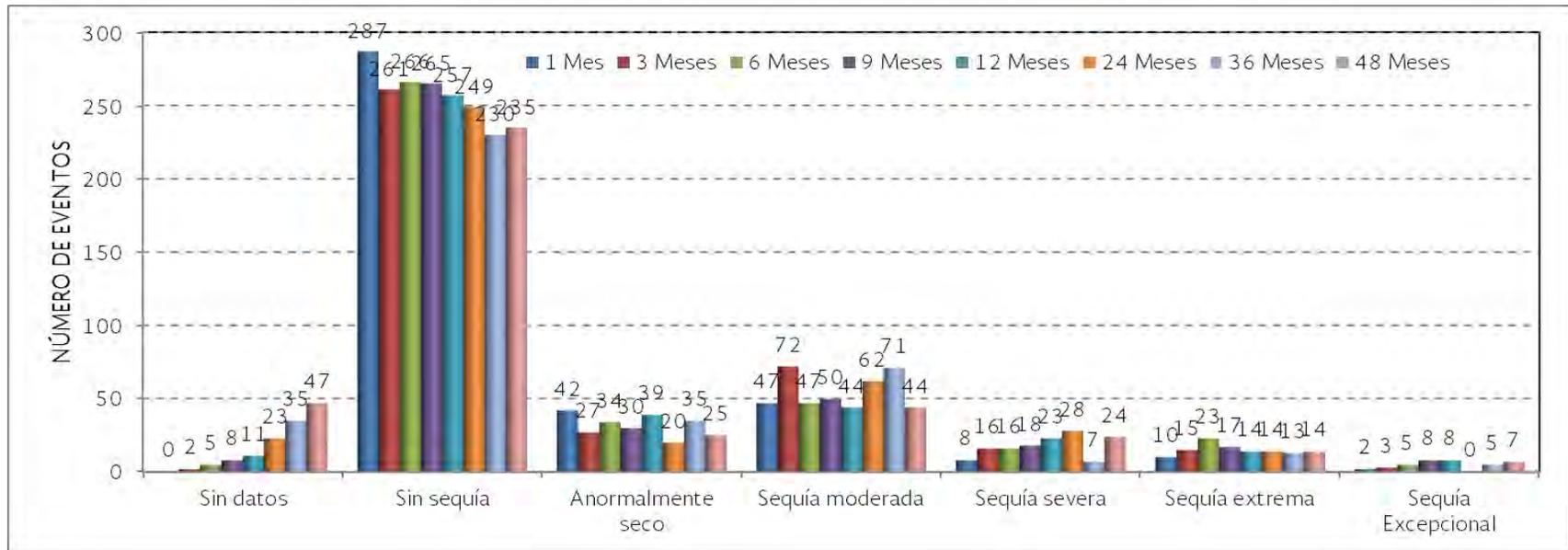


3.1.1.4.8 SPI global para 48 meses de agregación



3.1.1.4.9 Resumen de los resultados del SPI global

Descripción	1 Mes	3 Meses	6 Meses	9 Meses	12 Meses	24 Meses	36 Meses	48 Meses
Sin datos	0	2	5	8	11	23	35	47
Sin sequía	287	261	266	265	257	249	230	235
Anormalmente seco	42	27	34	30	39	20	35	25
Sequía moderada	47	72	47	50	44	62	71	44
Sequía severa	8	16	16	18	23	28	7	24
Sequía extrema	10	15	23	17	14	14	13	14
Sequía Excepcional	2	3	5	8	8	0	5	7



2.- El **Índice Hidrológico de Sequía** (Streamflow Drought Index, SDI): valor resultante del análisis de los registros de escurrimiento o caudal en ríos que sirve para determinar la severidad y temporalidad de una sequía hidrológica.

A semejanza del SPI para la lluvia, el SDI es un método estadístico para analizar las series mensuales de escurrimientos superficiales de los ríos, a través de su estandarización estadística; los valores negativos que se obtienen, significan los periodos de sequía, respecto a las condiciones normales, cuyo índice tiene un rango entre +1 y -1-. El procedimiento es semejante; la diferencia, como fenómeno, es que el escurrimiento puede tener una fuerte componente de auto regresión, mientras que la lluvia no la tiene.

En la tabla 3.2 se muestran los rangos de los valores del SDI, el estado, descripción y probabilidad.

Tabla 3.2.- Definición de estados de sequía hidrológica con el índice SDI.

Estado	Descripción	Criterio	Probabilidad %
0	Sin sequía	$SDI \geq 0.0$	50
1	Sequía suave	$-1.0 \leq SDI < 0.0$	34.1
2	Sequía moderada	$-1.5 \leq SDI < -1.0$	9.2
3	Sequía severa	$-2.0 \leq SDI < -1.5$	4.4
4	Sequía extrema	$SDI < -2.0$	2.3

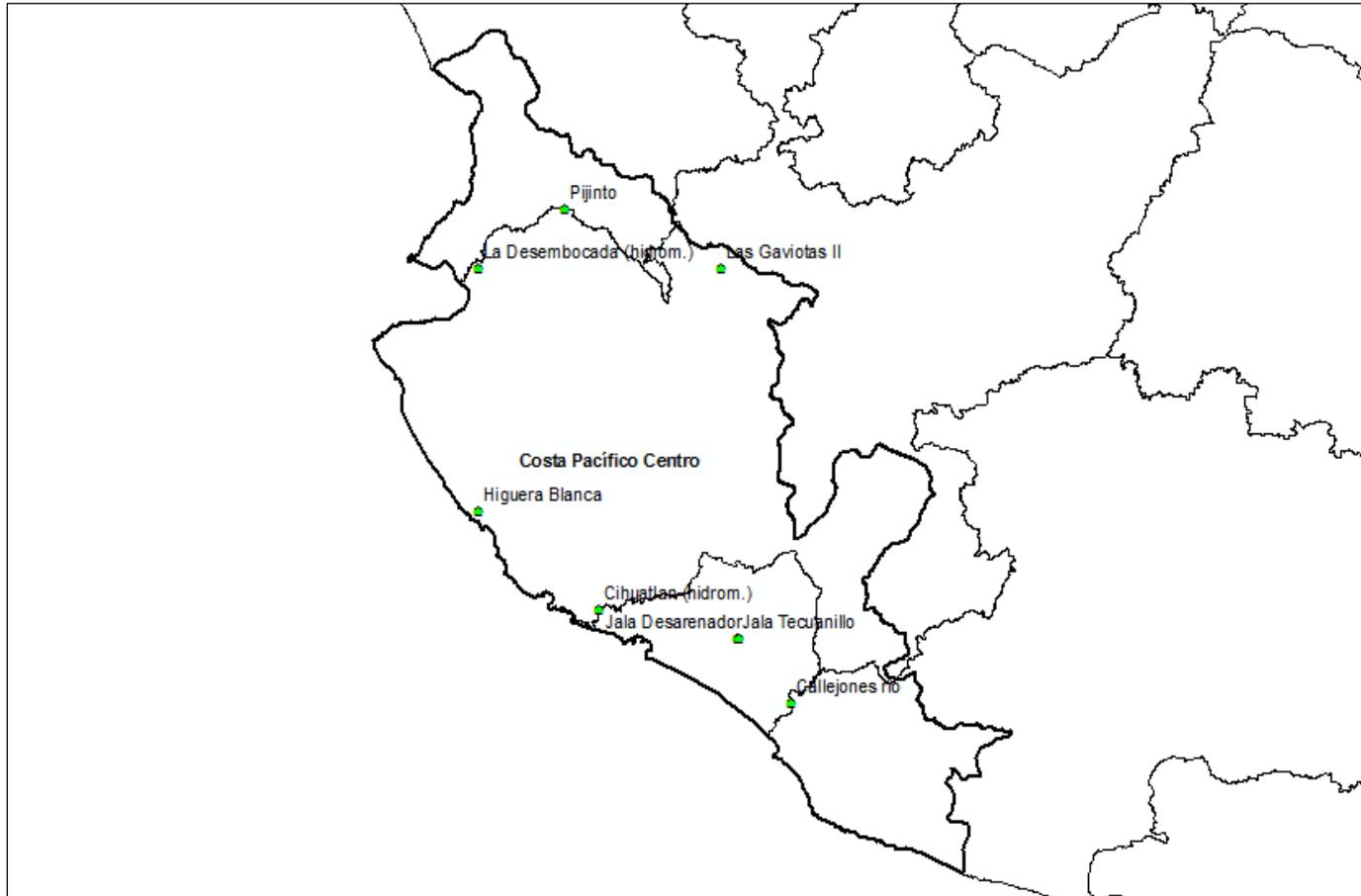
Fuente: Marco teórico, programas de medidas preventivas y de mitigación de la sequía.

Para la caracterización de la sequía histórica empleando el SDI, se utilizaron cuatro periodos de agregación: Octubre-Diciembre (3 meses), Octubre-Marzo (6 meses), Octubre-Junio (9 meses) y Octubre-Septiembre (12 meses).

3.1.2 Evaluación histórica de la sequía empleando el SDI

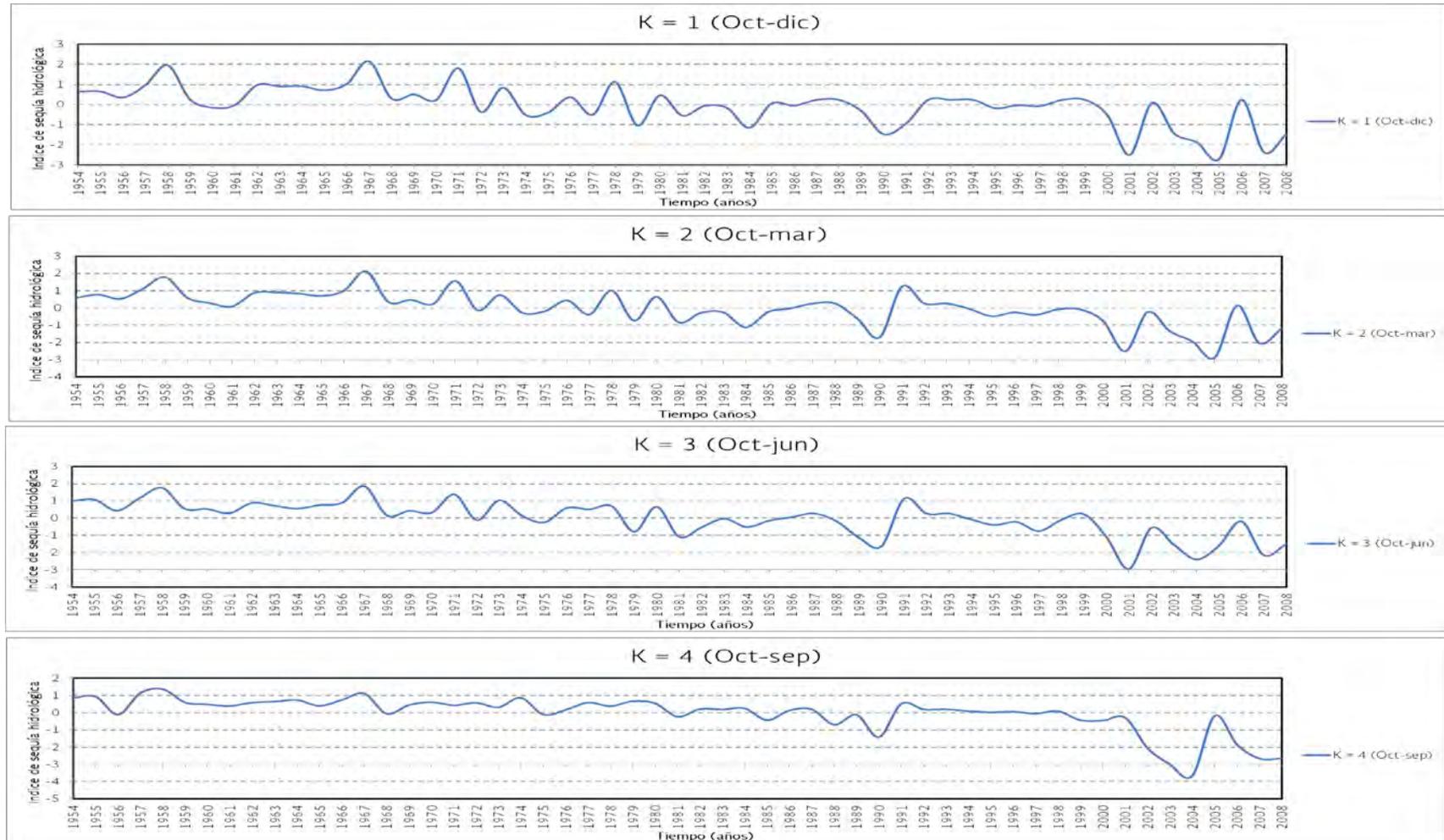
Para la evaluación histórica de la sequía empleando el SDI, se utilizaron 8 estaciones hidrométricas: Las Gaviotas II, La Desembocada, Pijinto, Higuera Blanca II, Cihuatlán, Cajellones, Jala y Jala-Tecuanillo.

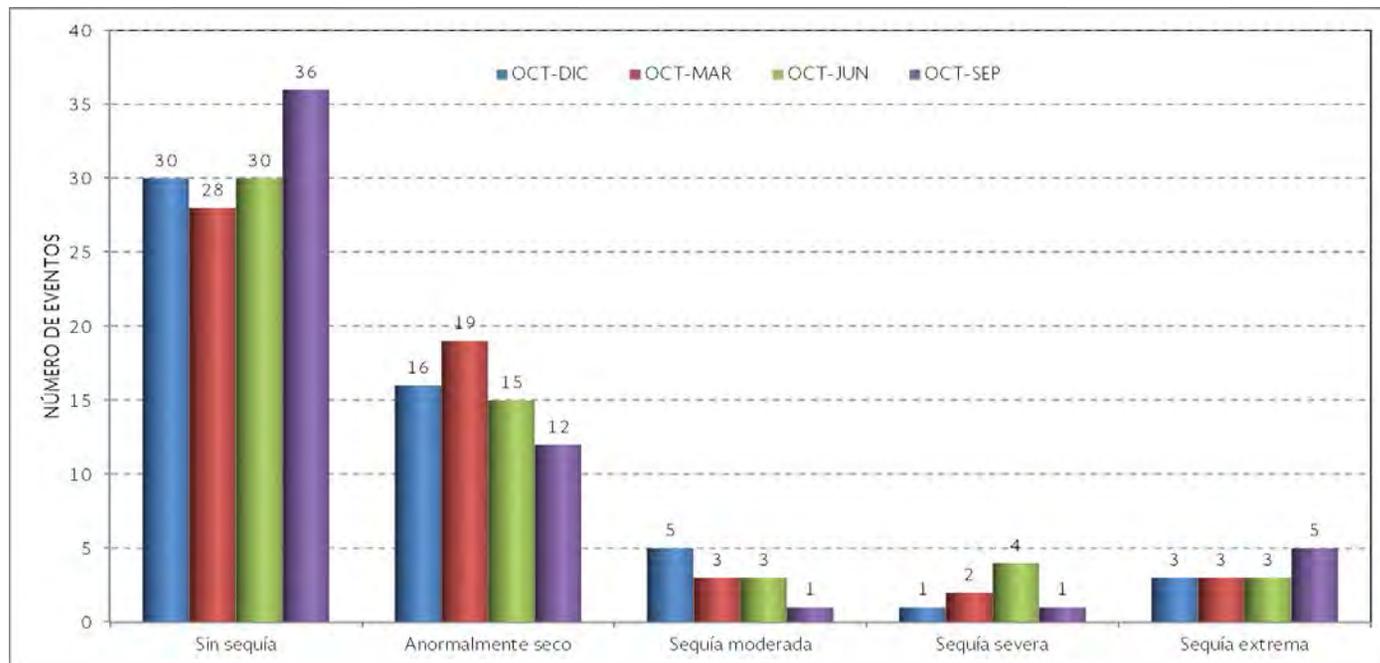
3.1.2.1 Estaciones hidrométricas empleadas para el SDI



A continuación se muestran los resultados del SDI para 8 estaciones de la Cuenca de Costa Pacífico Centro, por un lado se muestran las gráficas del SDI en Excel, y por el otro una gráfica de barras y una tabla contabilizando los estados de la sequía.

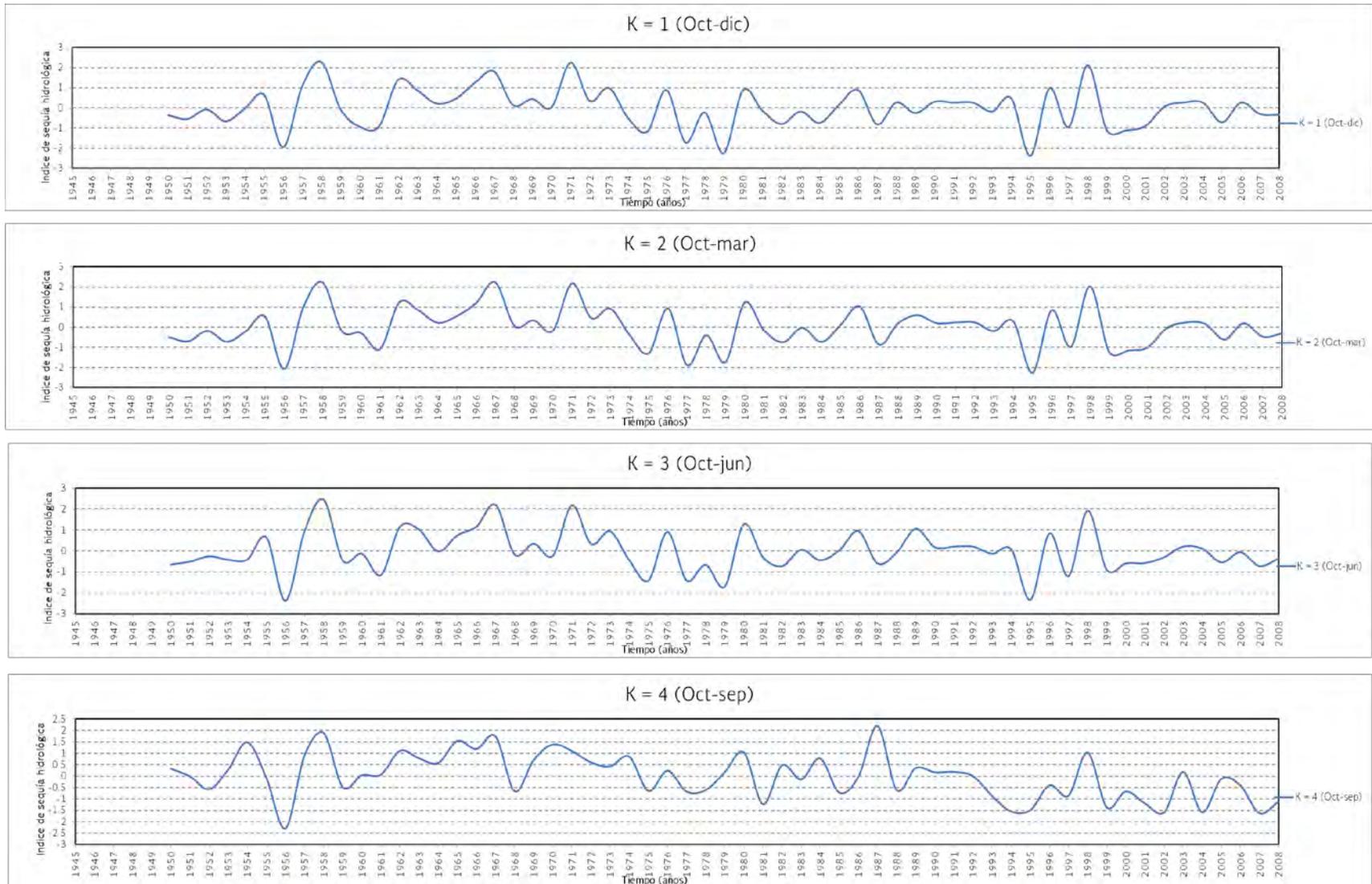
3.1.2.2 Estación Las Gaviotas II

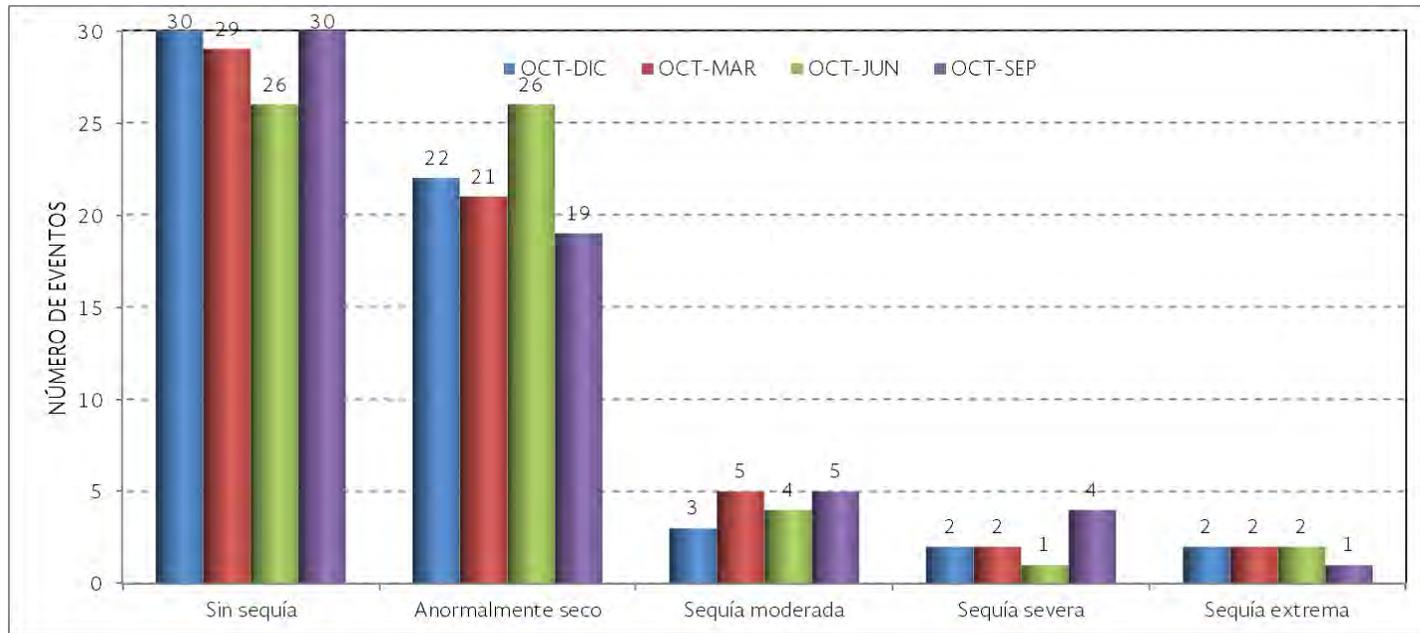




Descripción	OCT-DIC	OCT-MAR	OCT-JUN	OCT-SEP
Sin sequía	30	28	30	36
Anormalmente seco	16	19	15	12
Sequía moderada	5	3	3	1
Sequía severa	1	2	4	1
Sequía extrema	3	3	3	5

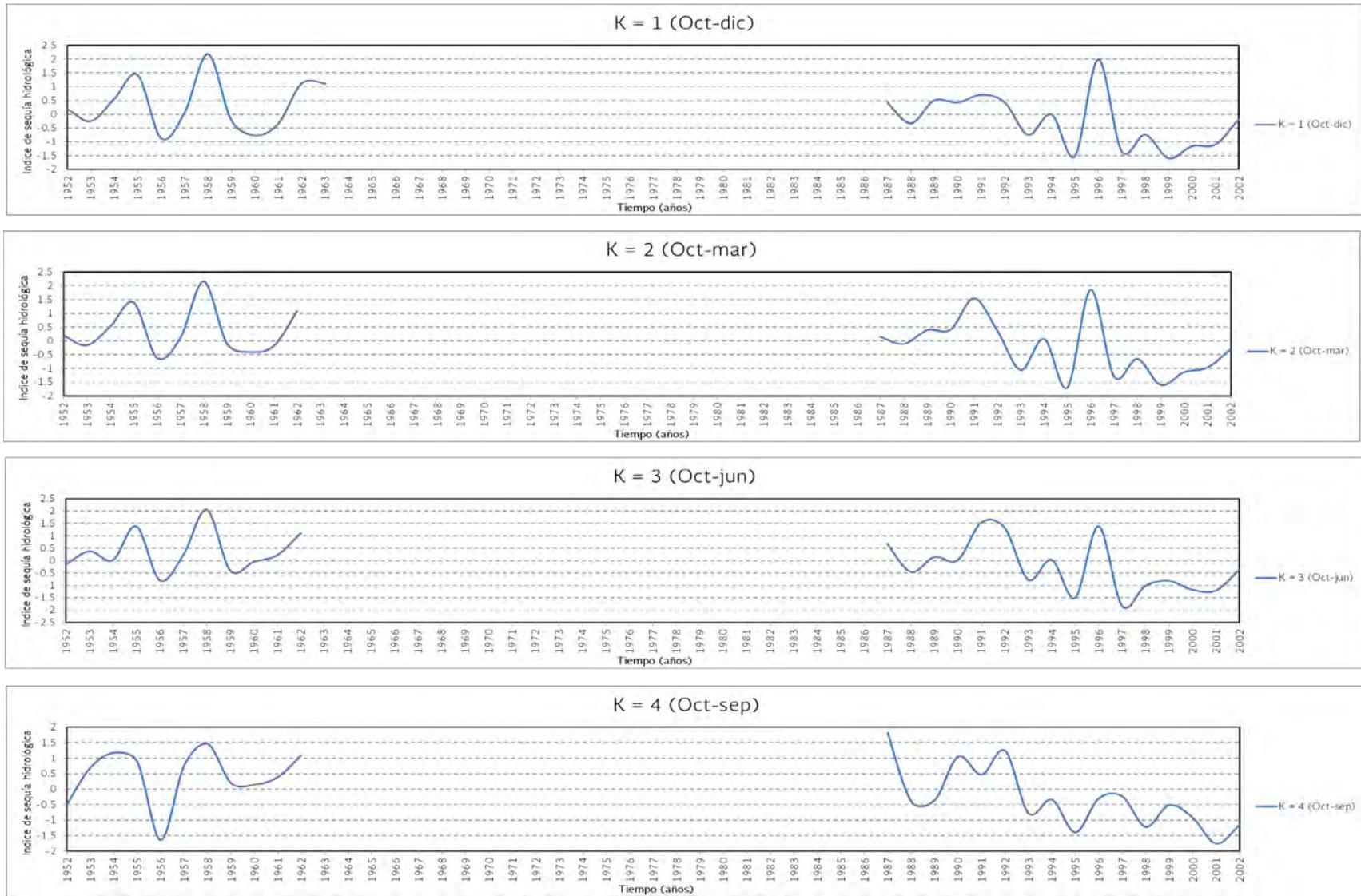
3.1.2.3 Estación La Desembocada

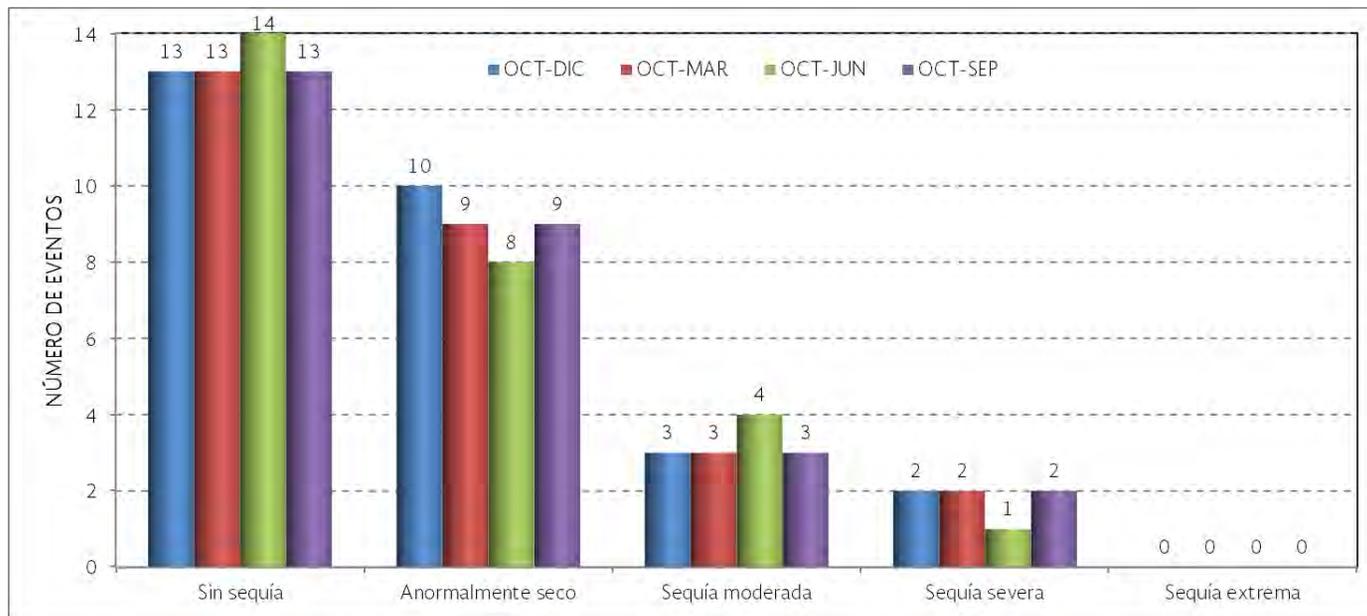




Descripción	OCT-DIC	OCT-MAR	OCT-JUN	OCT-SEP
Sin sequía	30	29	26	30
Anormalmente seco	22	21	26	19
Sequía moderada	3	5	4	5
Sequía severa	2	2	1	4
Sequía extrema	2	2	2	1

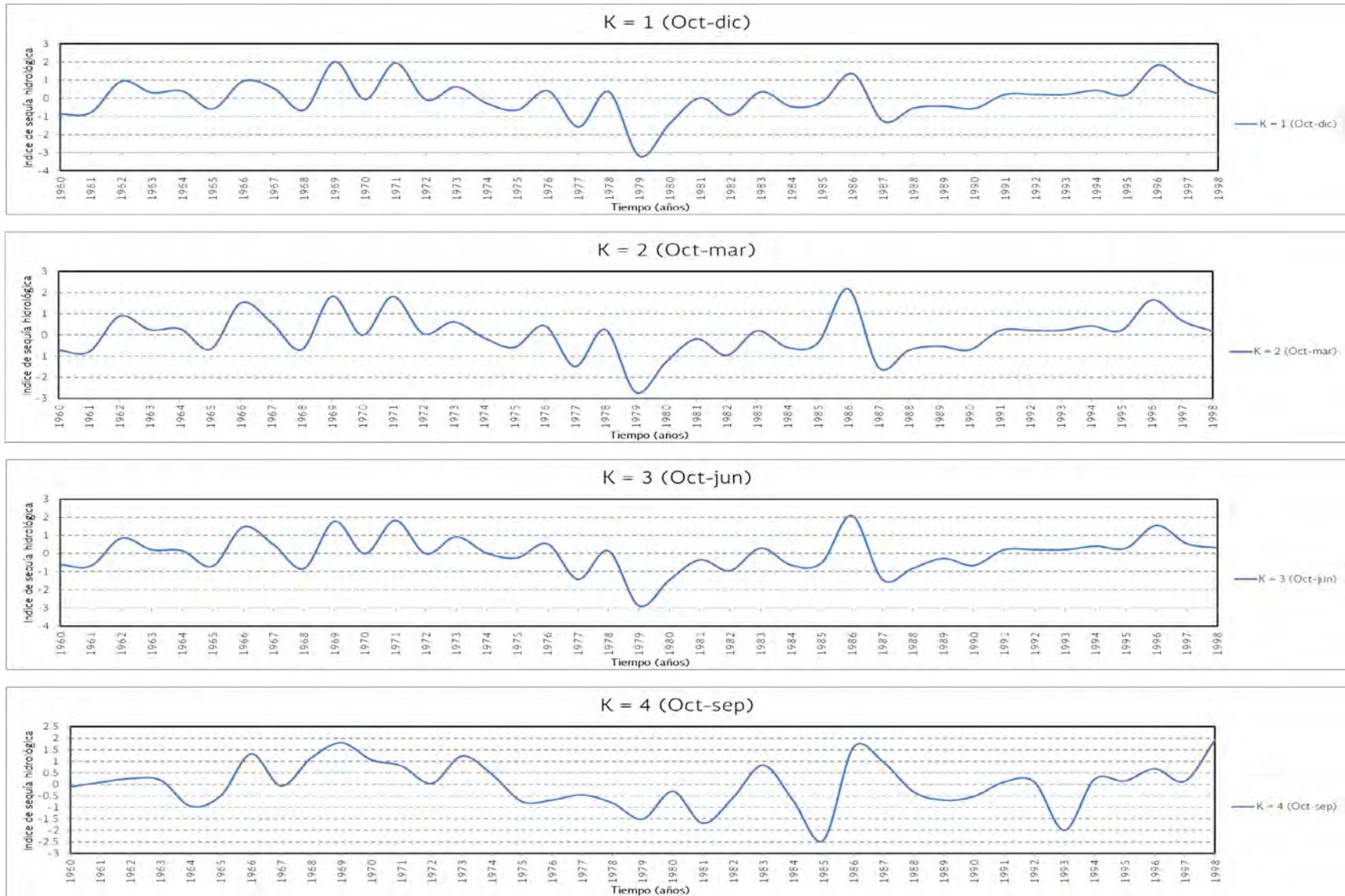
3.1.2.4 Estación Pijinto

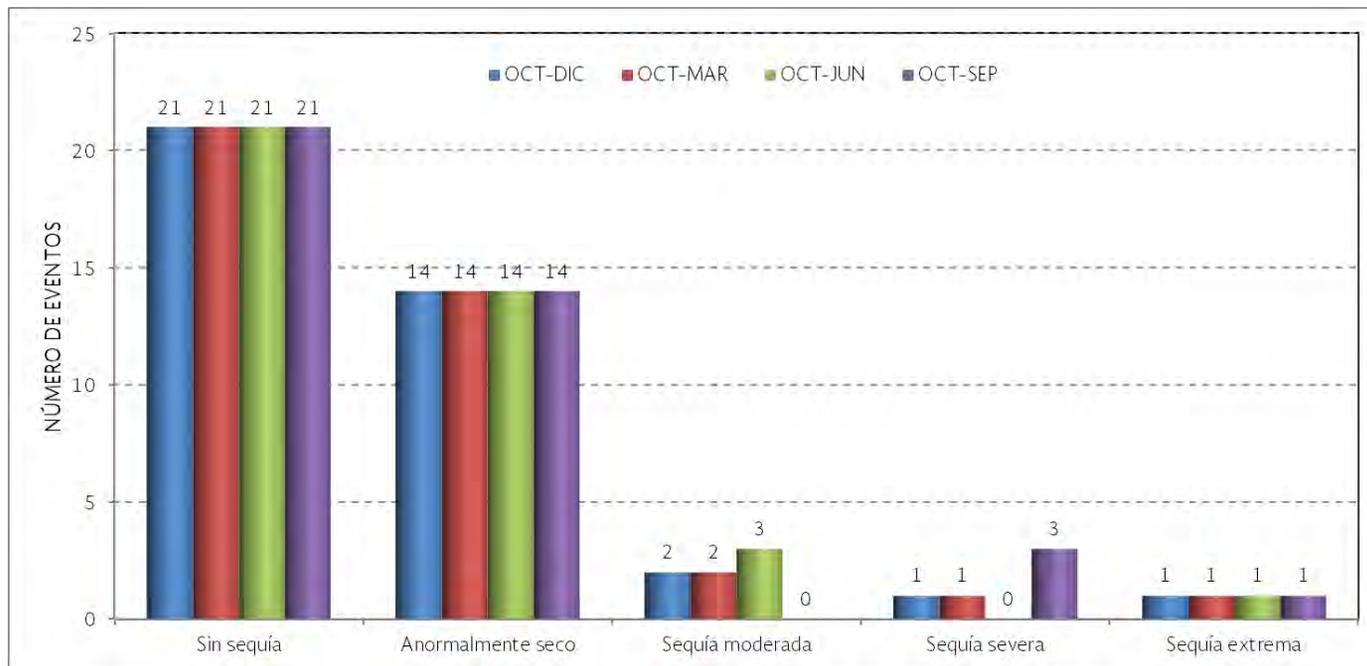




Descripción	OCT-DIC	OCT-MAR	OCT-JUN	OCT-SEP
Sin sequía	13	13	14	13
Anormalmente seco	10	9	8	9
Sequía moderada	3	3	4	3
Sequía severa	2	2	1	2
Sequía extrema	0	0	0	0

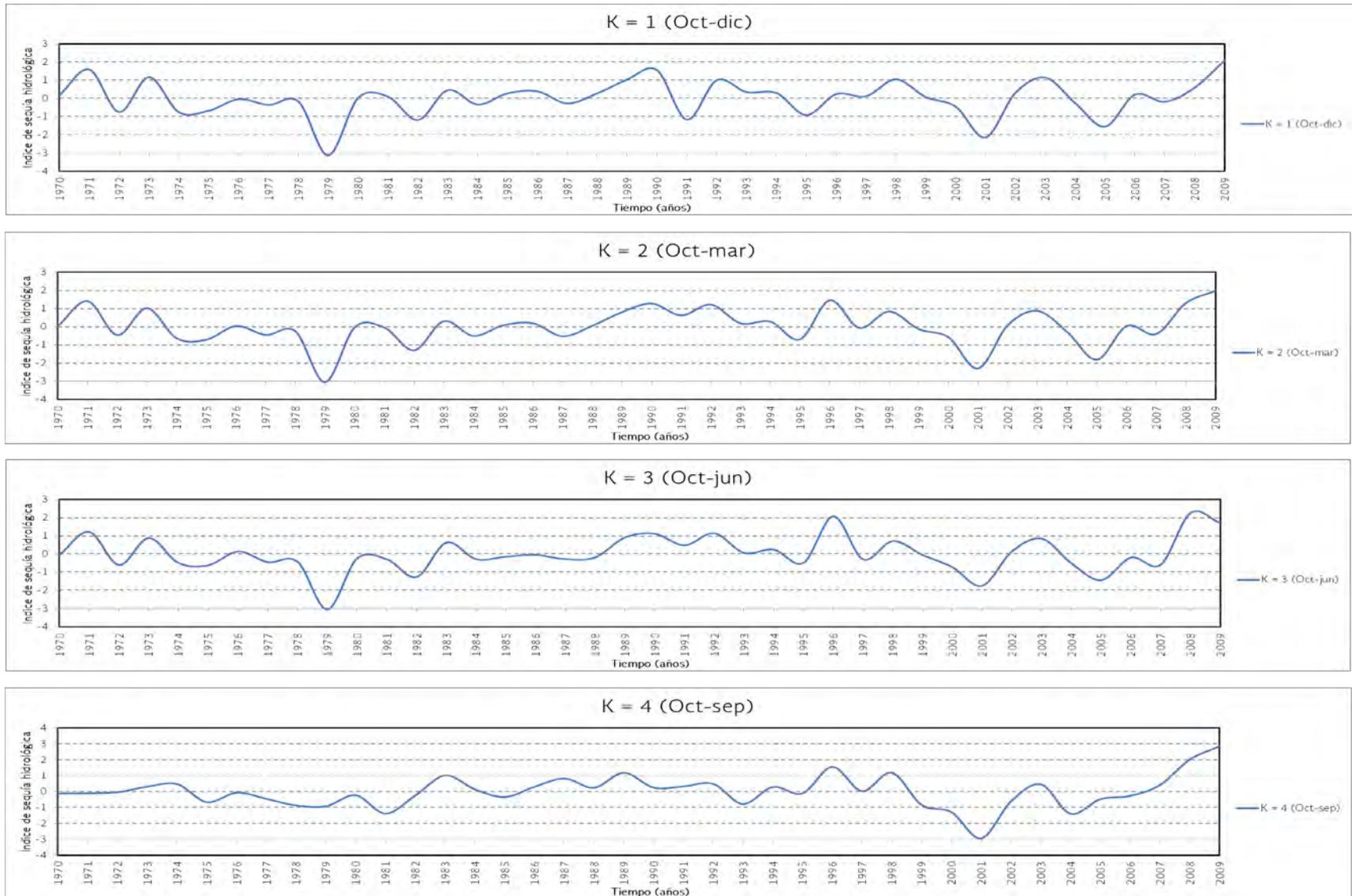
3.1.2.5 Estación Cihuatlán

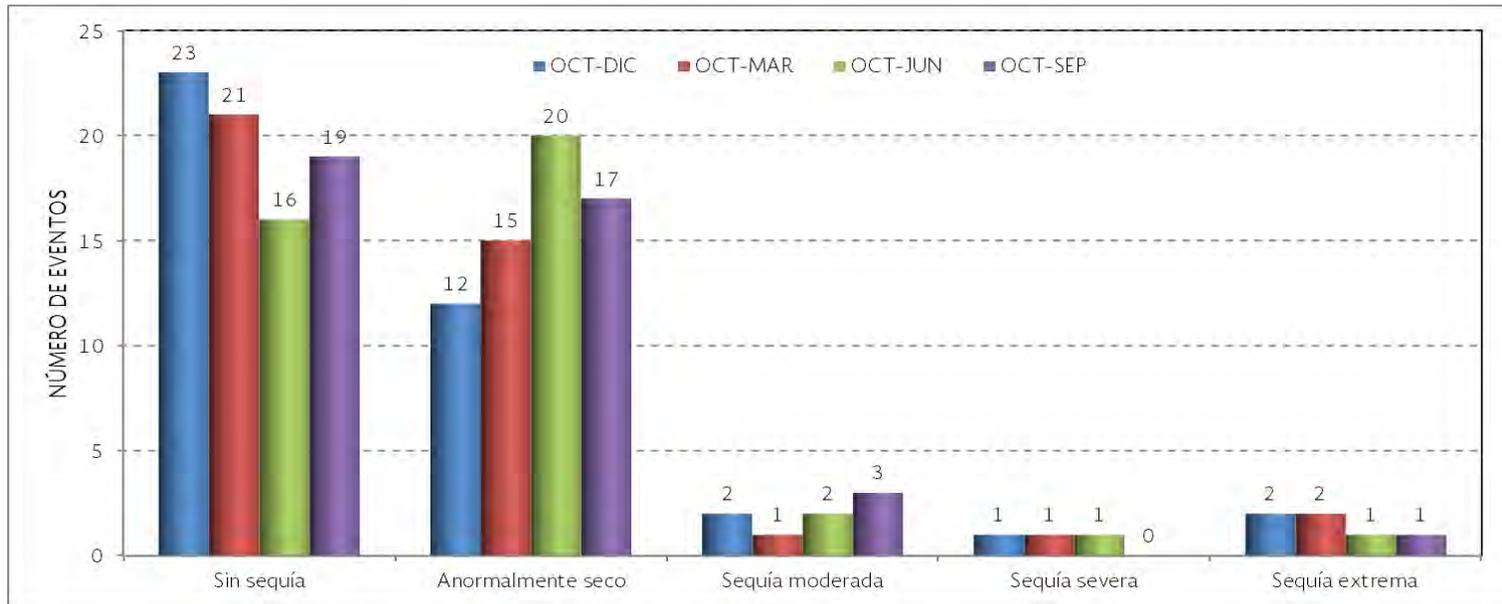




Descripción	OCT-DIC	OCT-MAR	OCT-JUN	OCT-SEP
Sin sequía	21	21	21	21
Anormalmente seco	14	14	14	14
Sequía moderada	2	2	3	0
Sequía severa	1	1	0	3
Sequía extrema	1	1	1	1

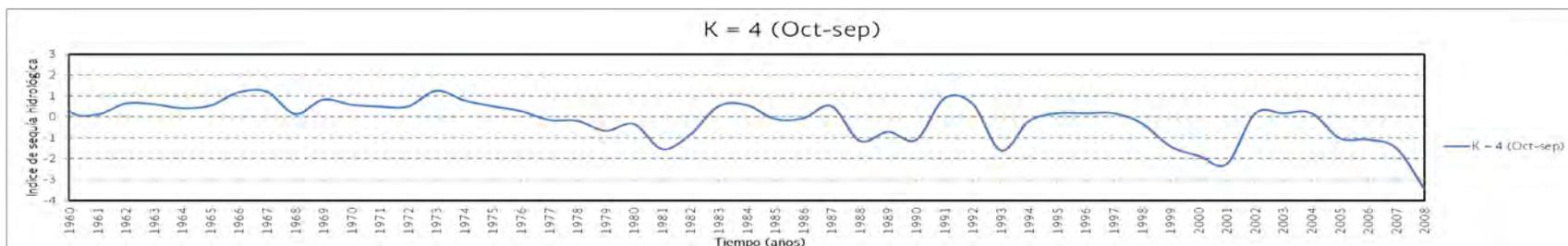
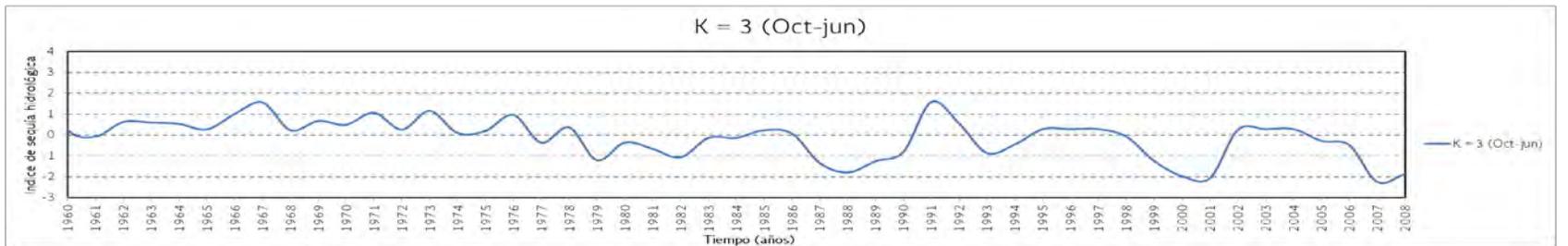
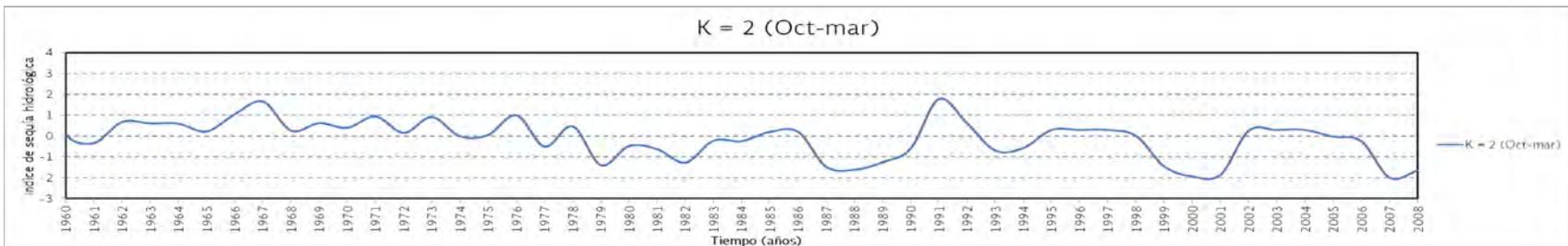
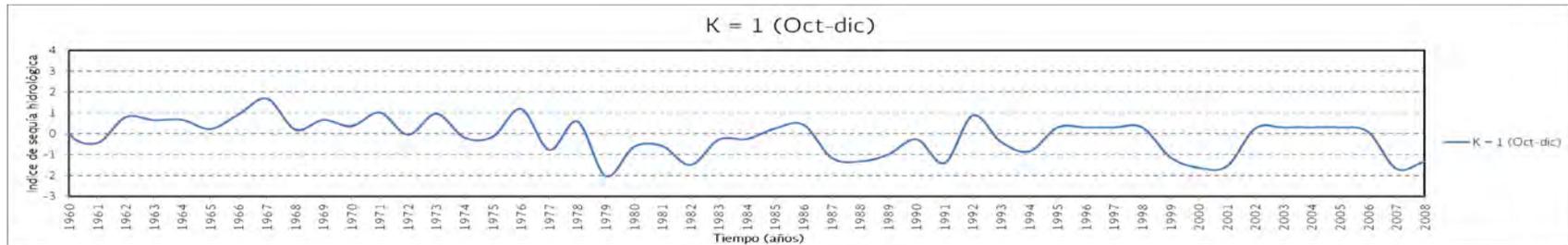
3.1.2.6 Estación Higuera Blanca II

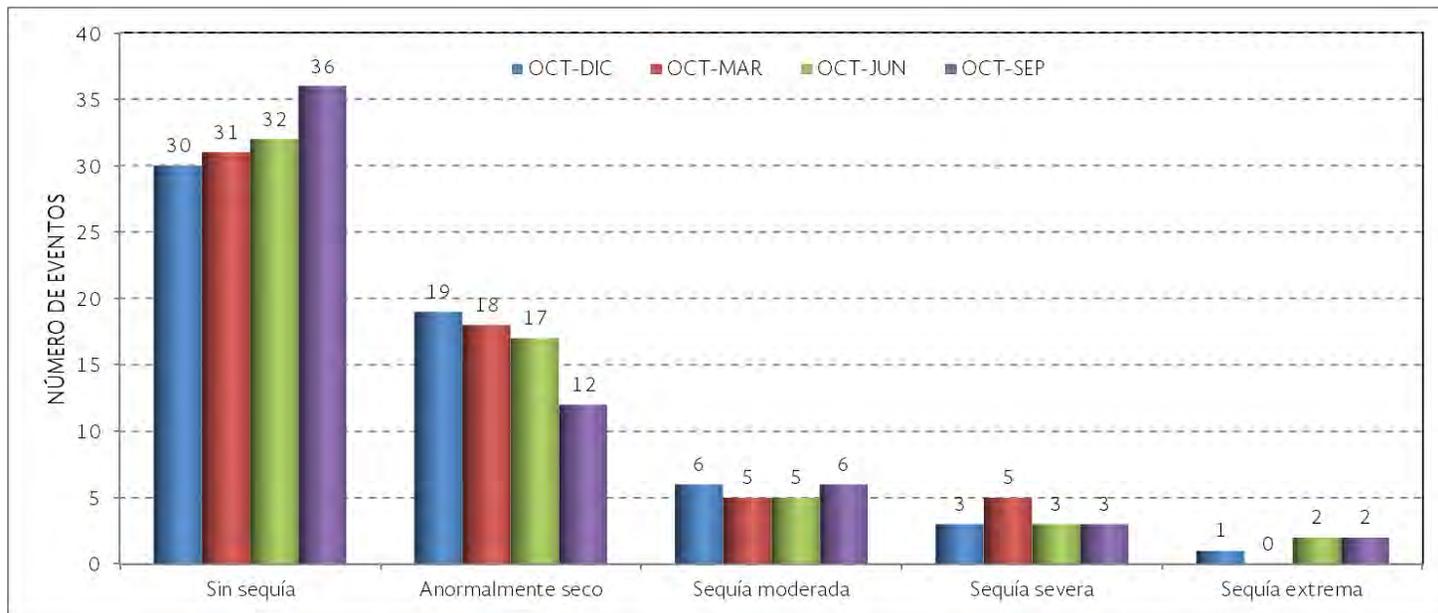




Descripción	OCT-DIC	OCT-MAR	OCT-JUN	OCT-SEP
Sin sequía	23	21	16	19
Anormalmente seco	12	15	20	17
Sequía moderada	2	1	2	3
Sequía severa	1	1	1	0
Sequía extrema	2	2	1	1

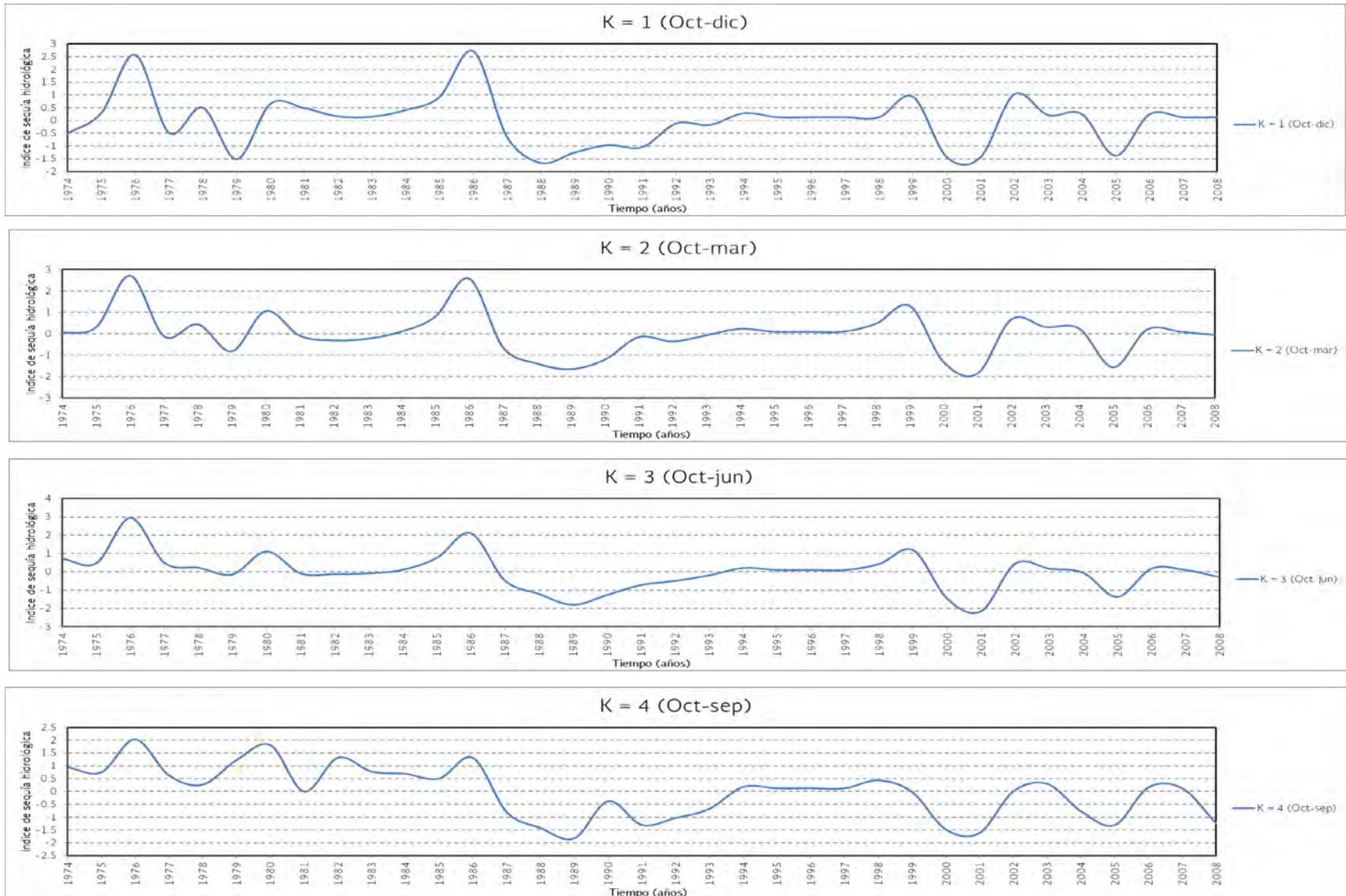
3.1.2.7 Estación Callejones

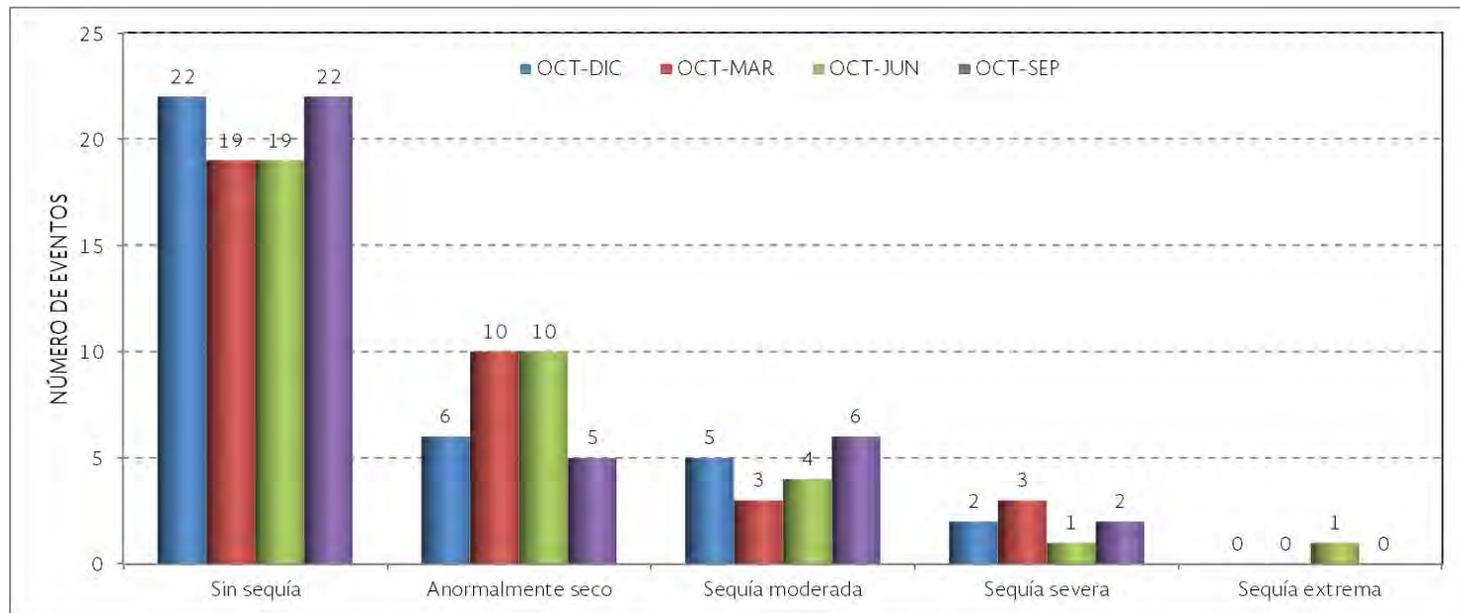




Descripción	OCT-DIC	OCT-MAR	OCT-JUN	OCT-SEP
Sin sequía	30	31	32	36
Anormalmente seco	19	18	17	12
Sequía moderada	6	5	5	6
Sequía severa	3	5	3	3
Sequía extrema	1	0	2	2

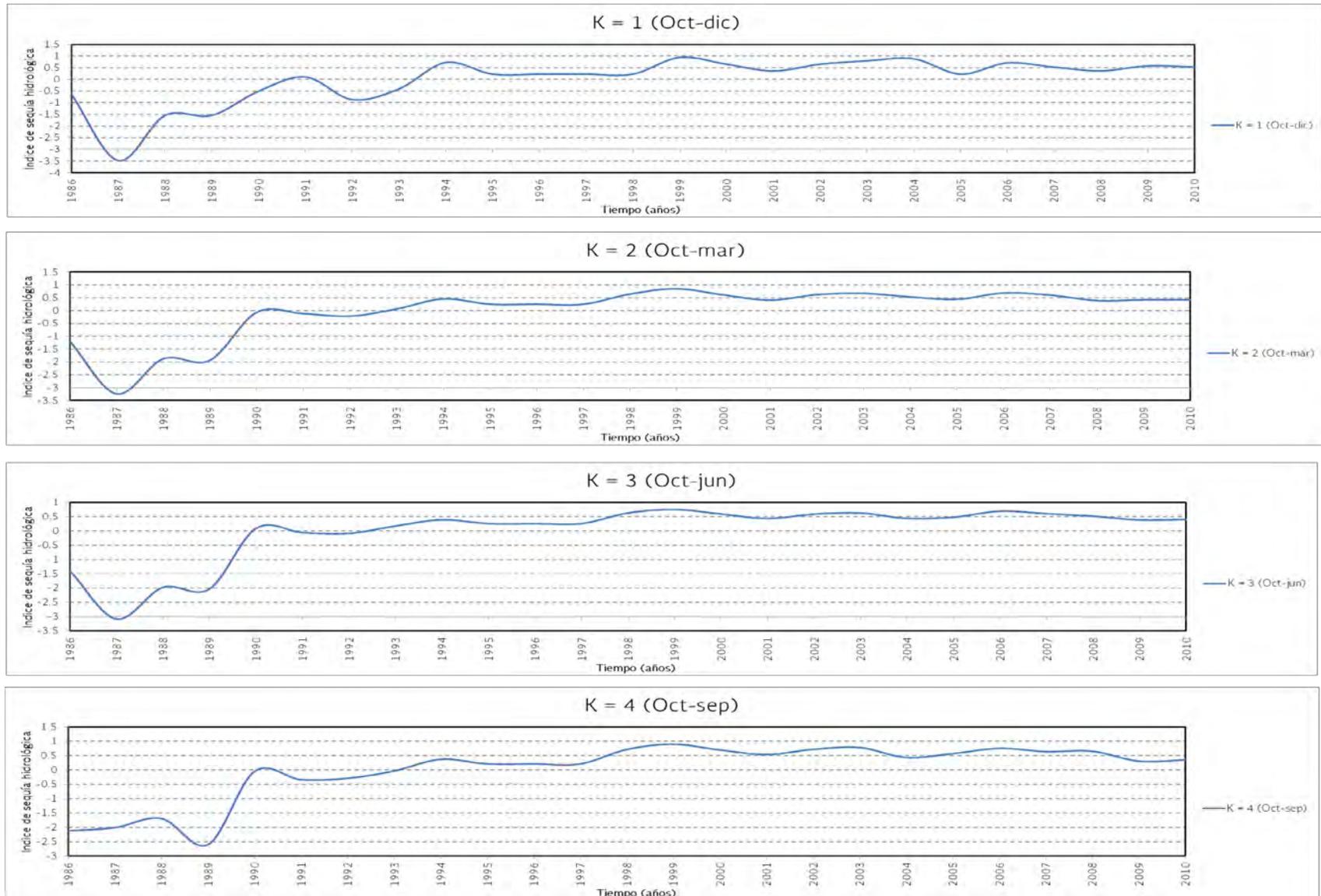
3.1.2.8 Estación Jala

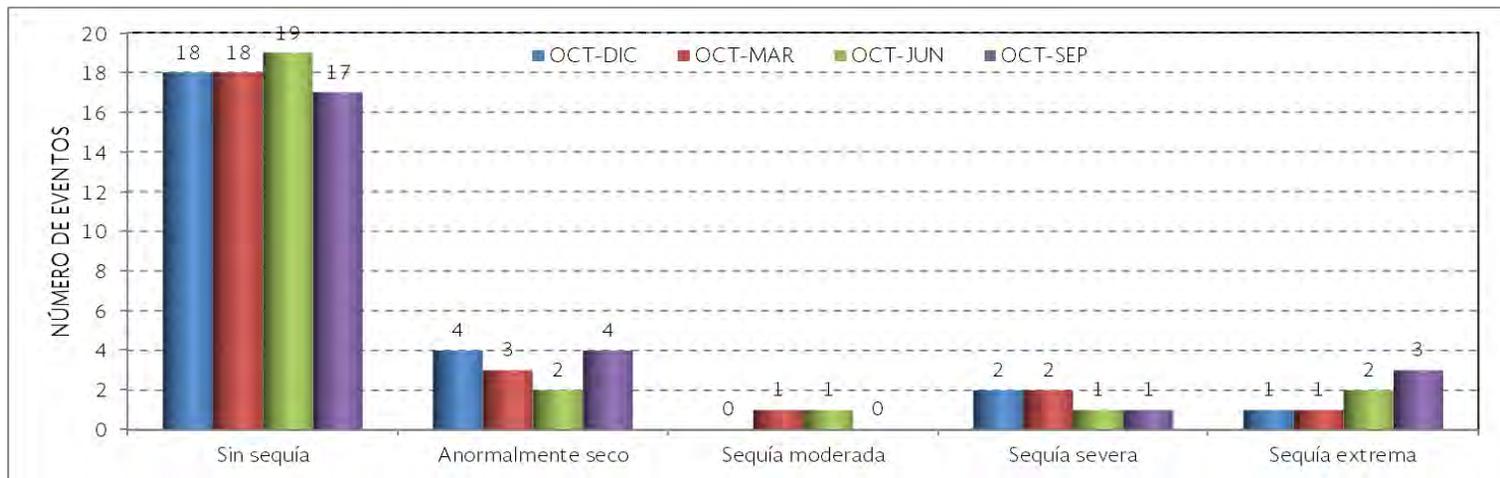




Descripción	OCT-DIC	OCT-MAR	OCT-JUN	OCT-SEP
Sin sequía	22	19	19	22
Anormalmente seco	6	10	10	5
Sequía moderada	5	3	4	6
Sequía severa	2	3	1	2
Sequía extrema	0	0	1	0

3.1.2.9 Estación Jala-Tecuanillo

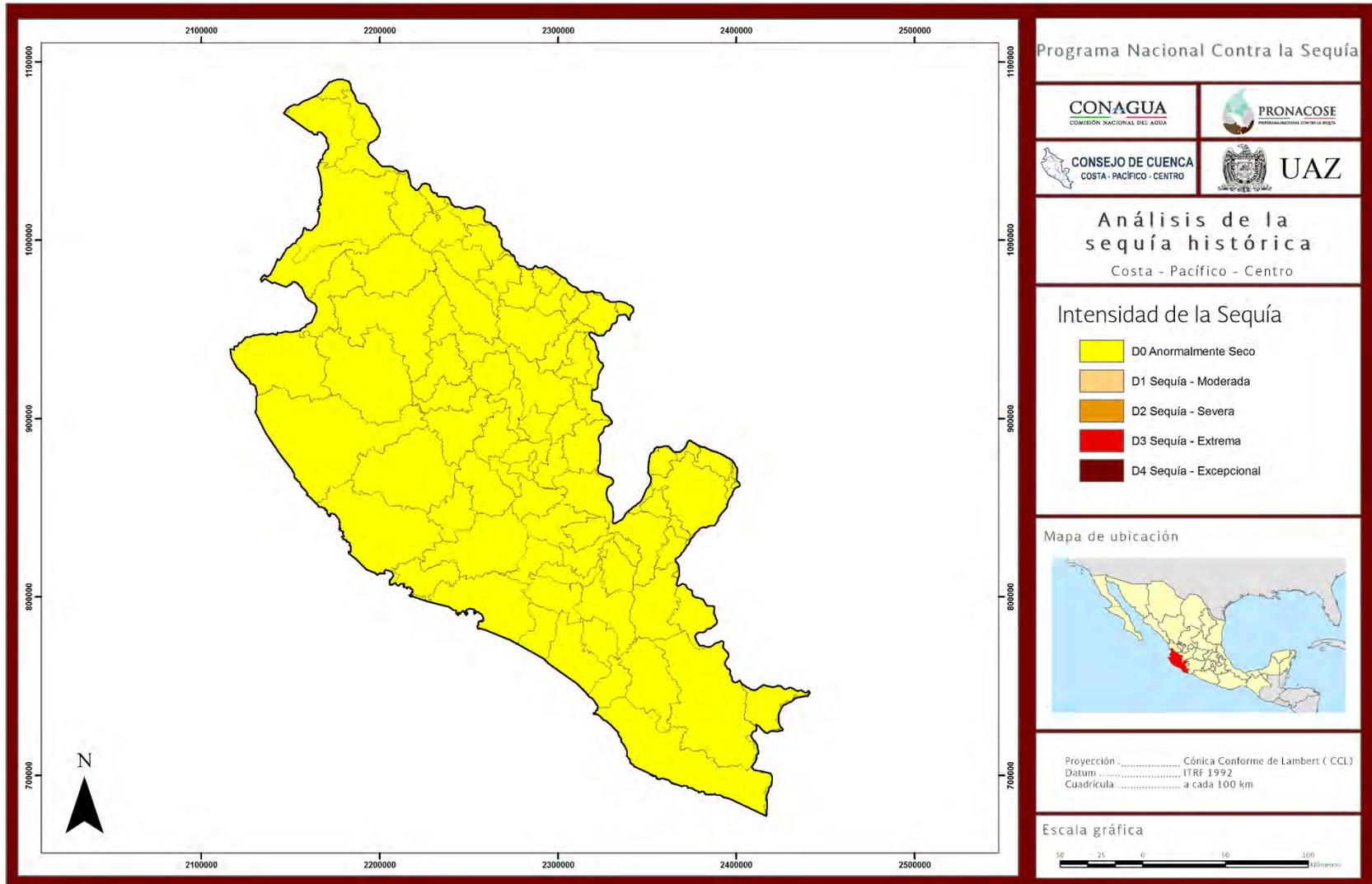




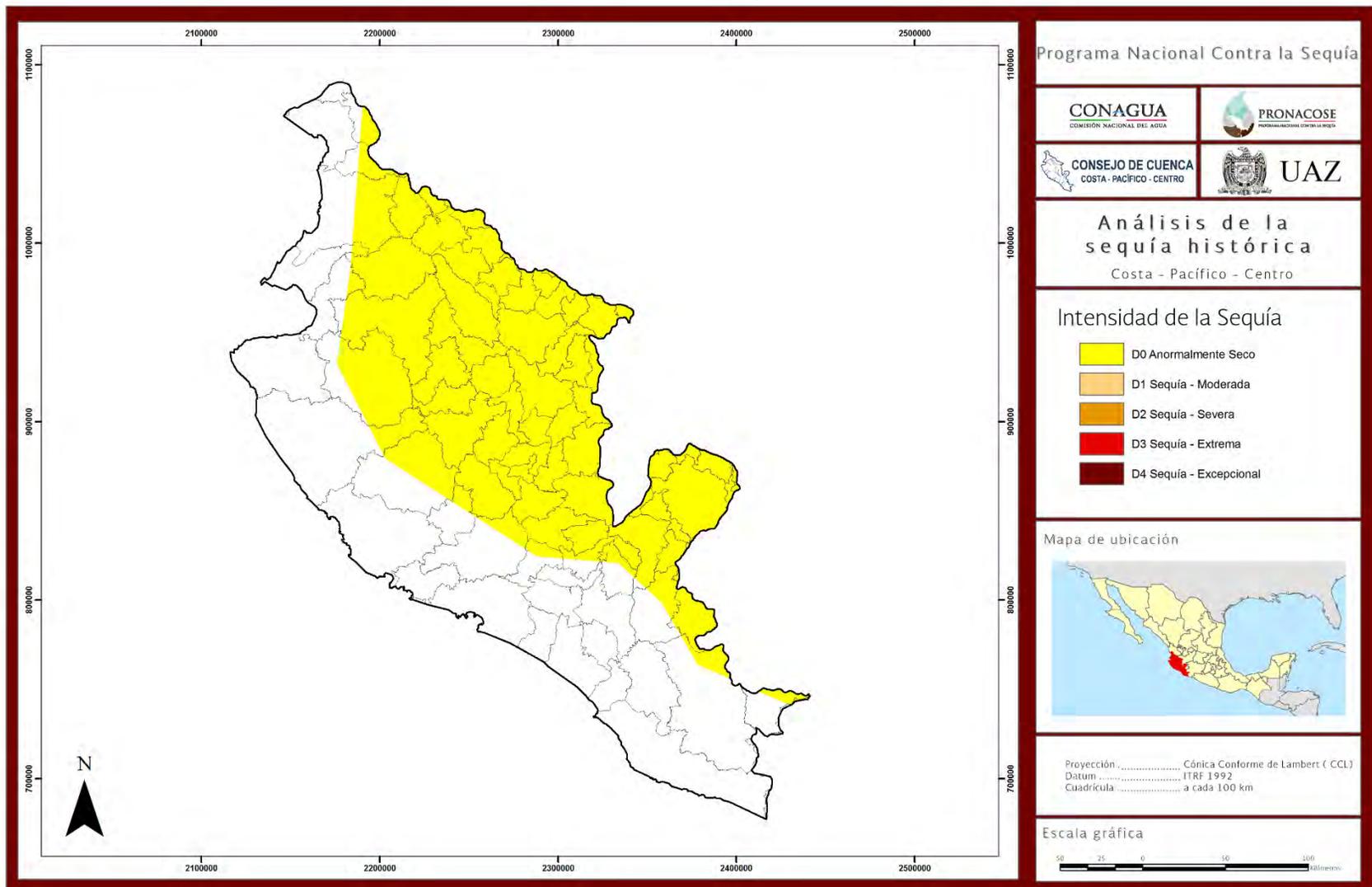
Descripción	OCT-DIC	OCT-MAR	OCT-JUN	OCT-SEP
Sin sequía	18	18	19	17
Anormalmente seco	4	3	2	4
Sequía moderada	0	1	1	0
Sequía severa	2	2	1	1
Sequía extrema	1	1	2	3

3.1.3 Análisis de la sequía del 2011 empleando el SPI del Monitor de sequía de América del Norte

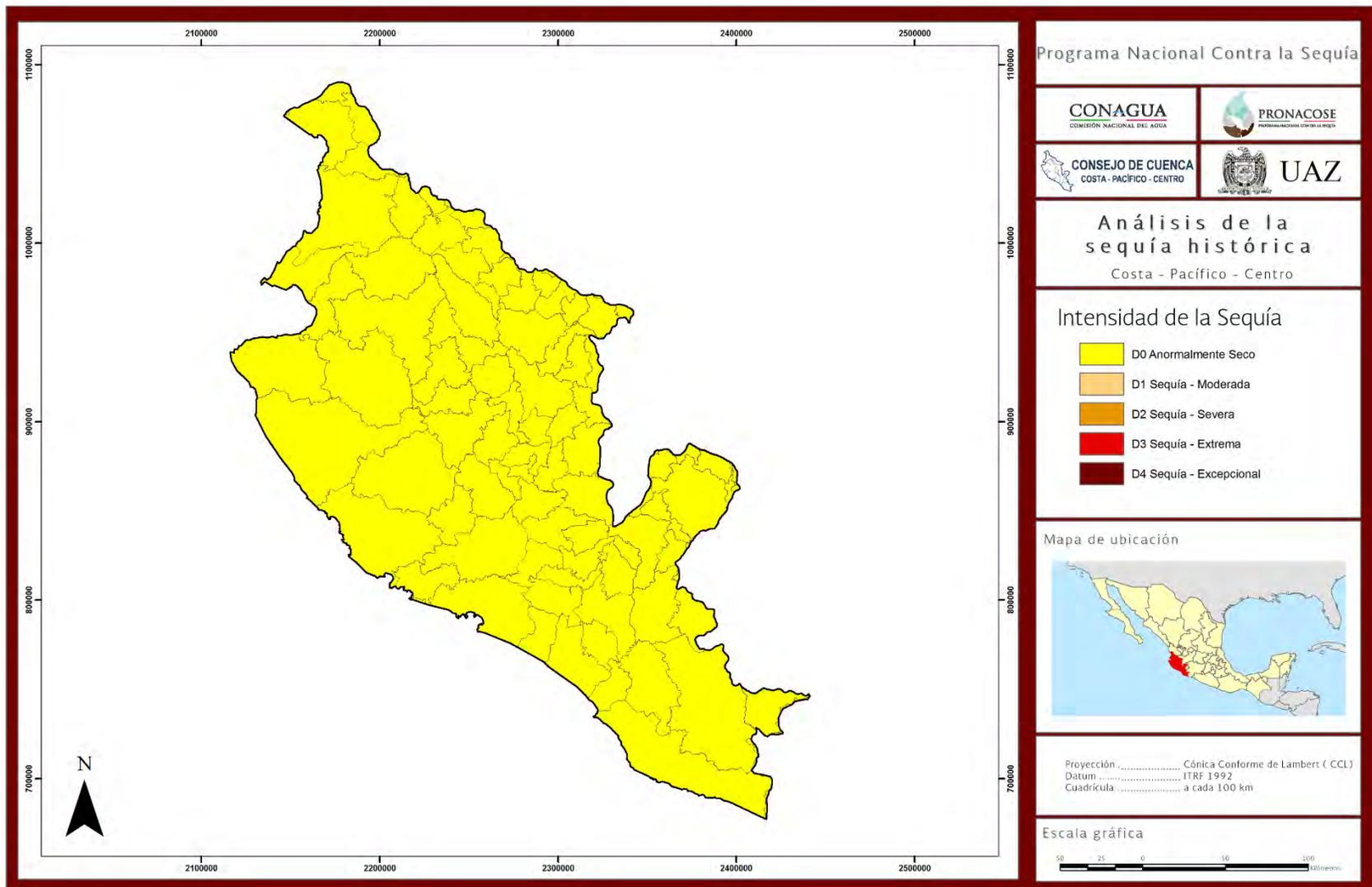
3.1.3.1 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Enero 2011



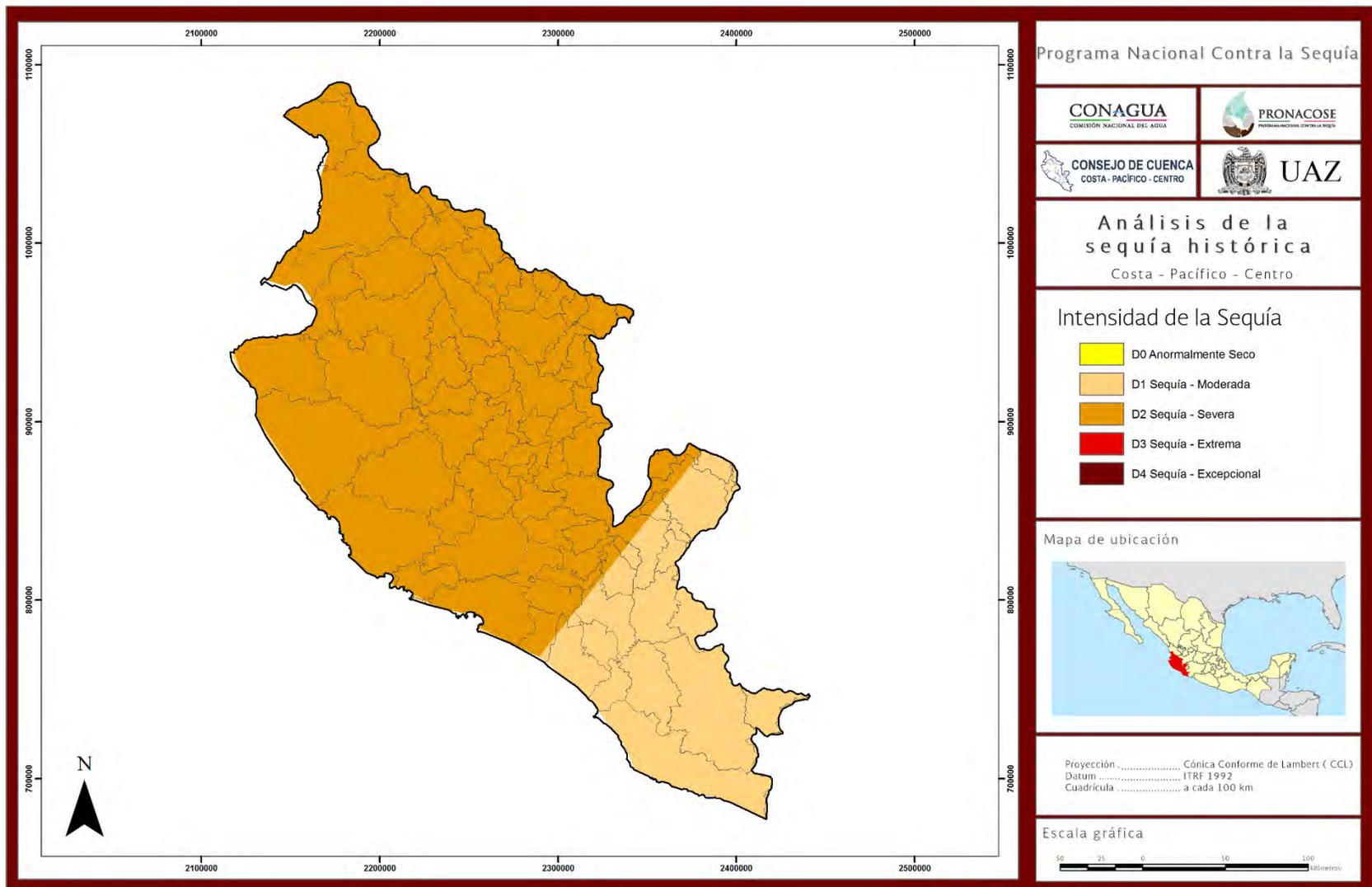
3.1.3.2 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Febrero 2011



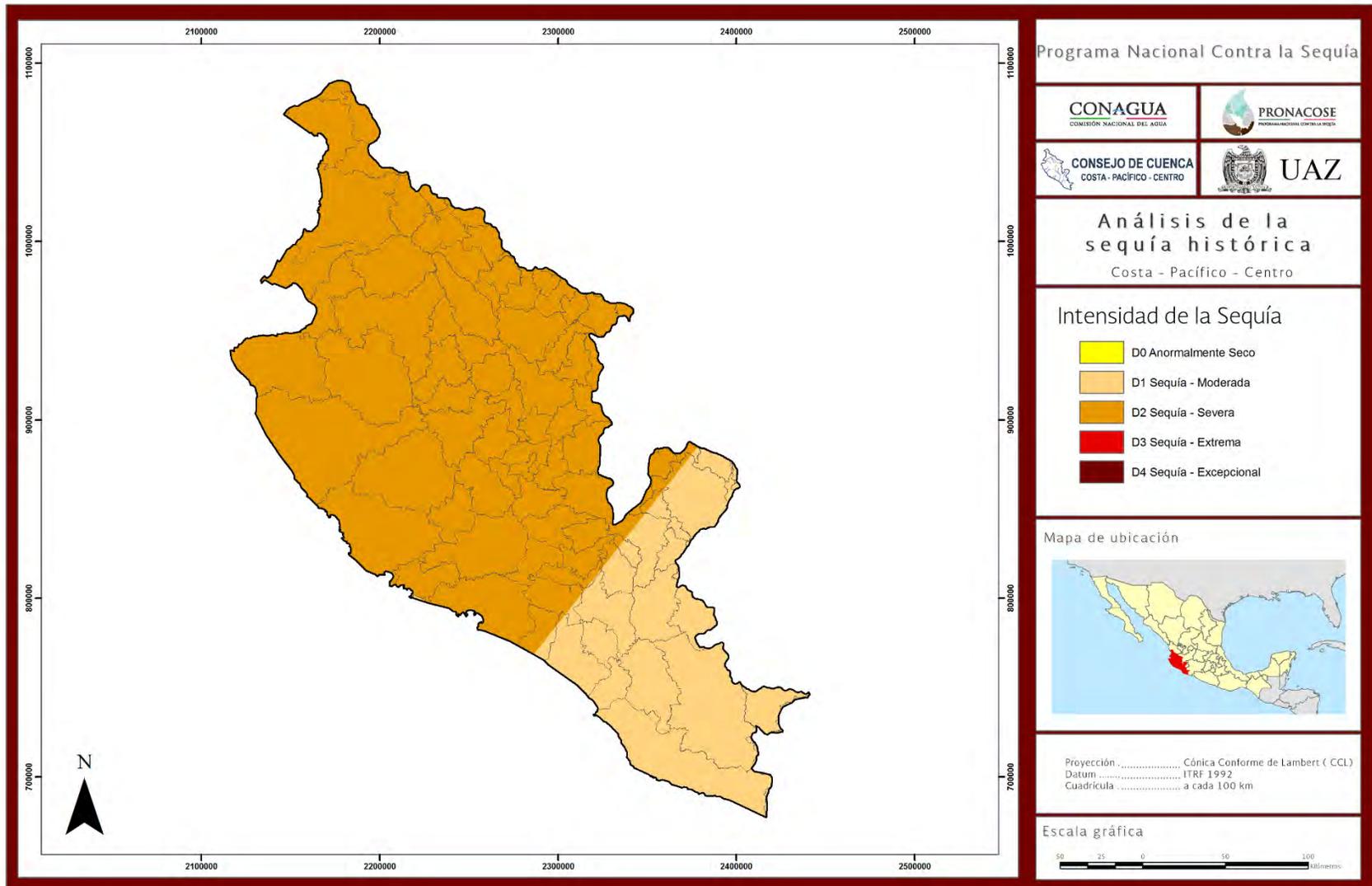
3.1.3.3 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Marzo 2011



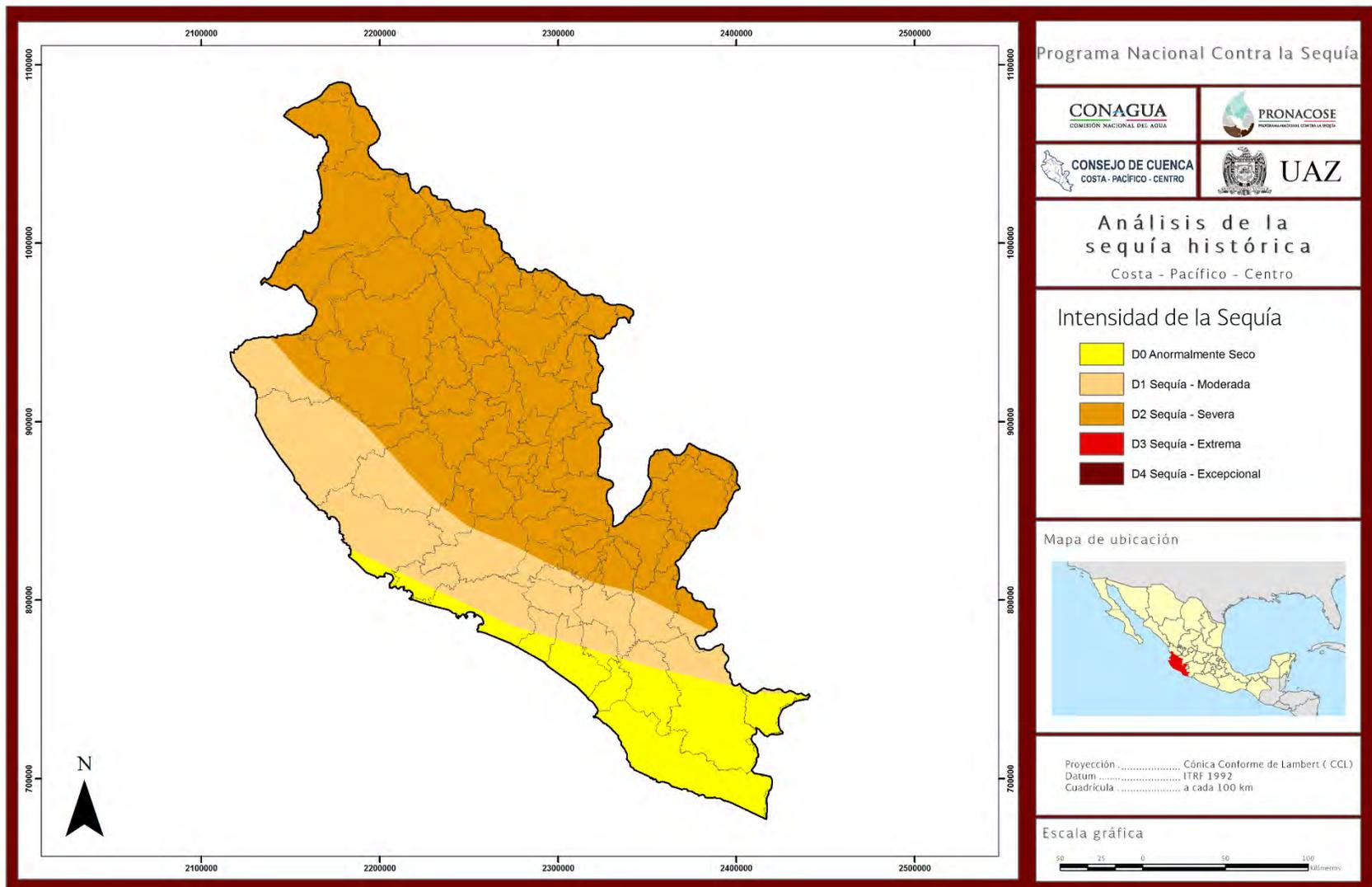
3.1.3.4 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Abril 2011



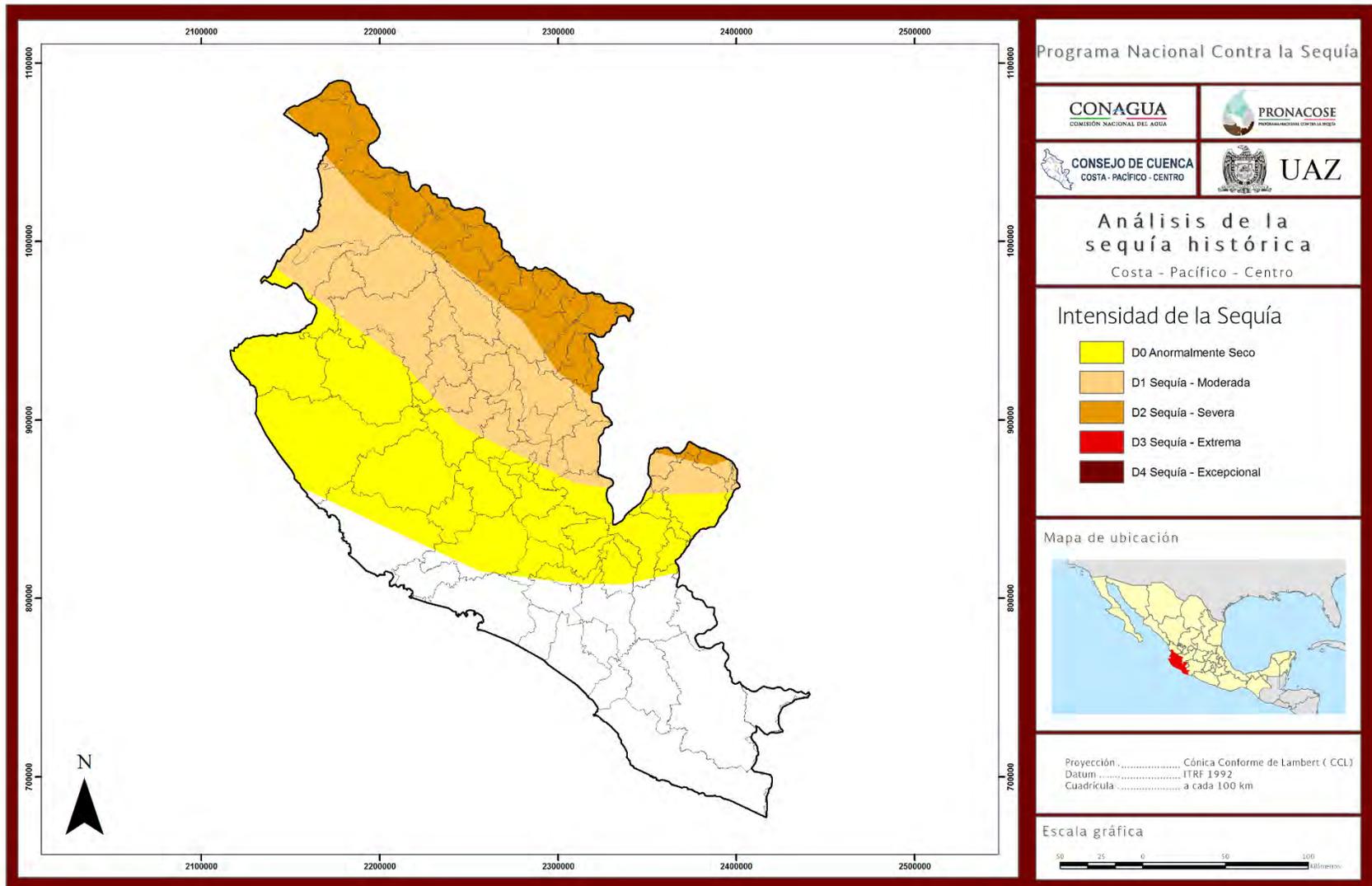
3.1.3.5 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Mayo 2011



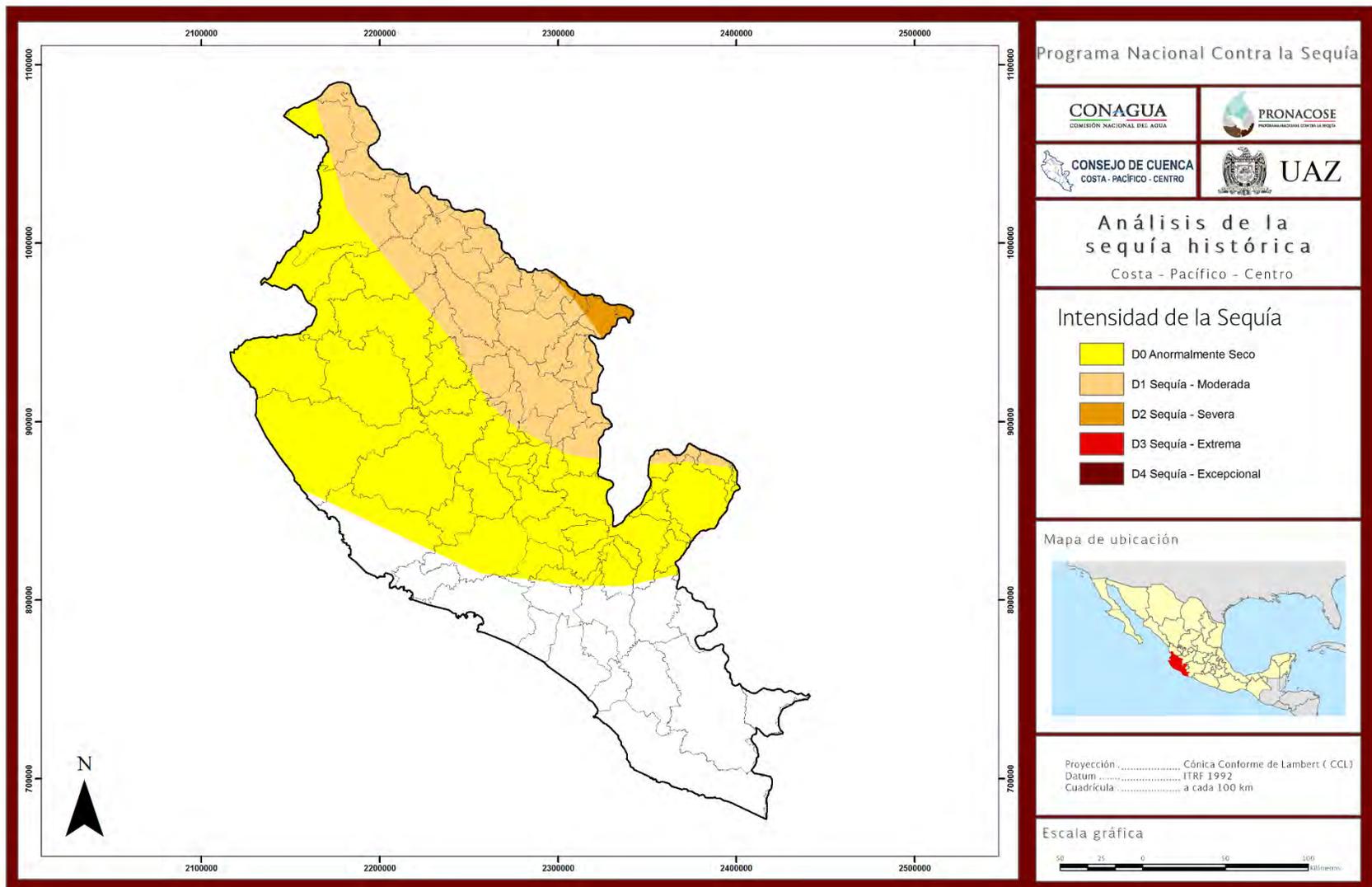
3.1.3.6 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Junio 2011



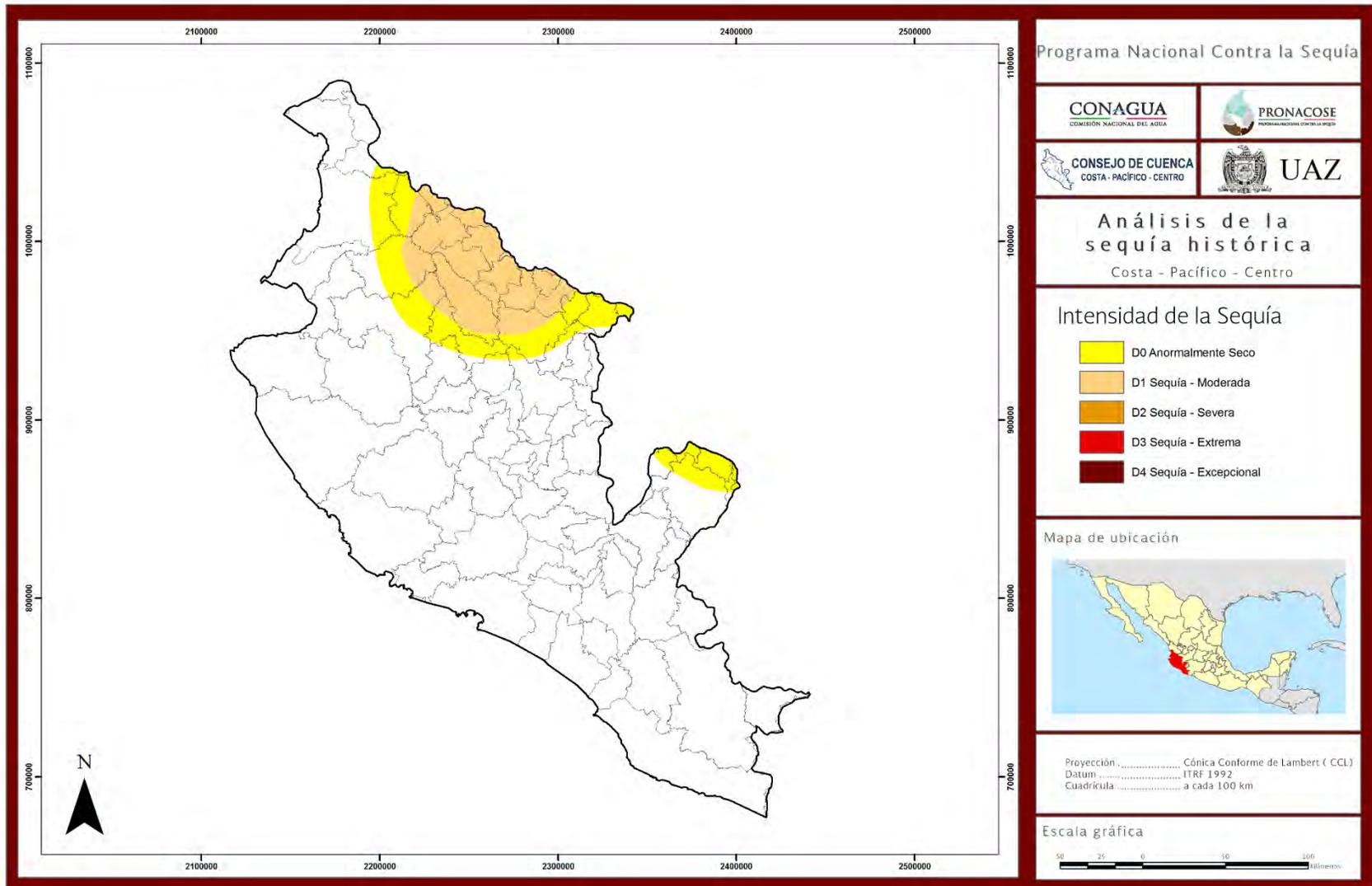
3.1.3.7 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Julio 2011



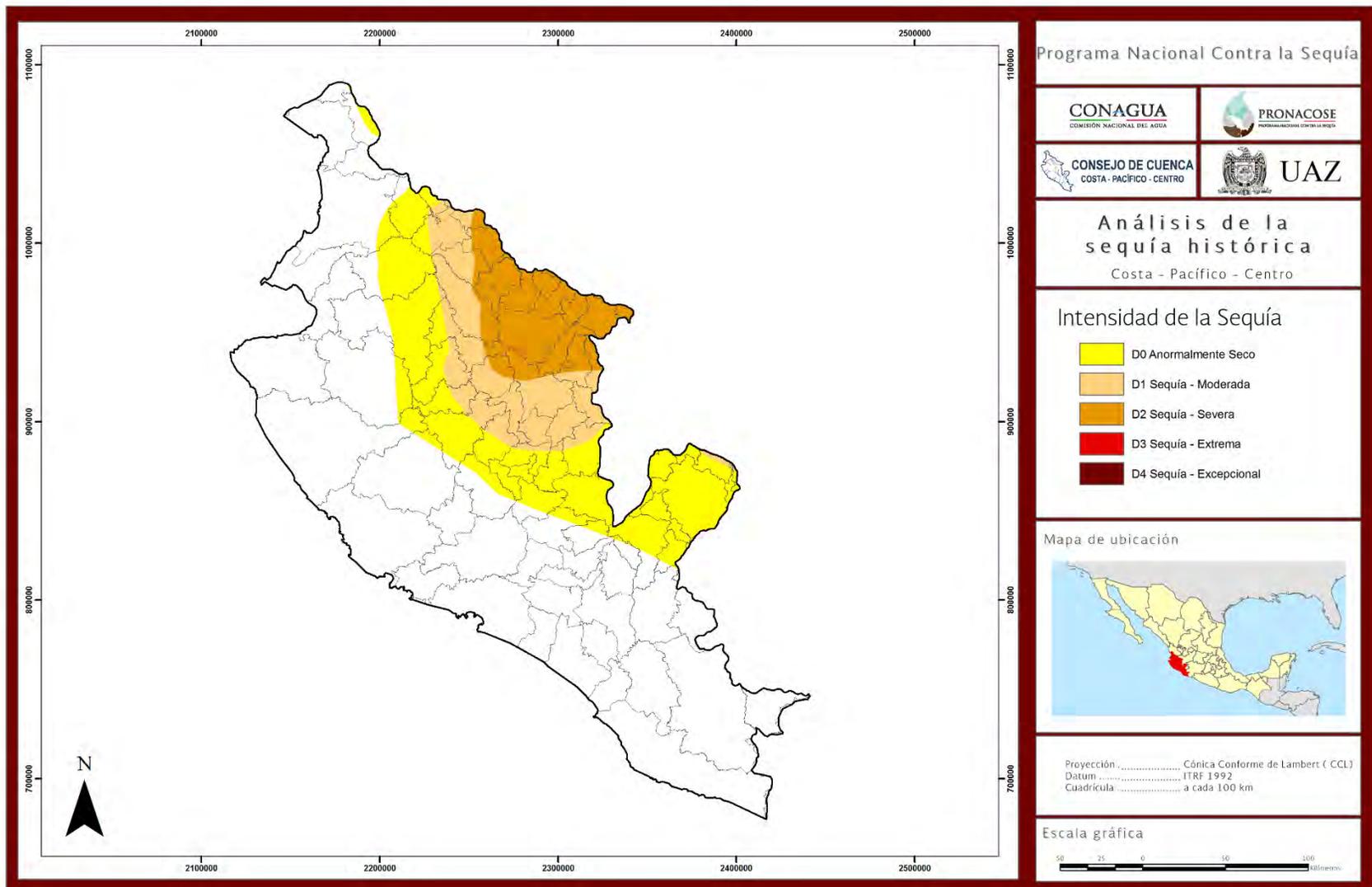
3.1.3.8 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Agosto 2011



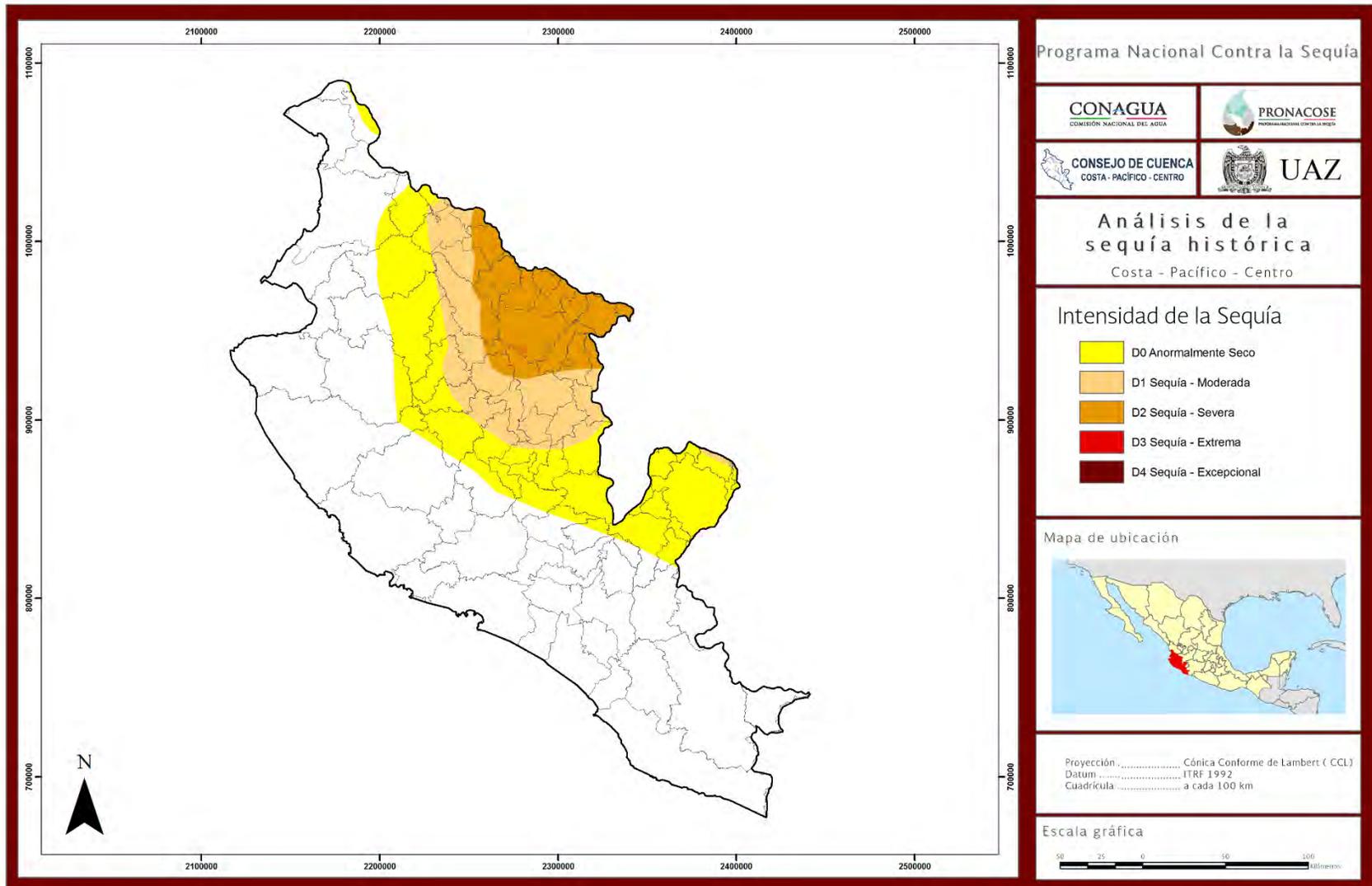
3.1.3.9 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Septiembre 2011



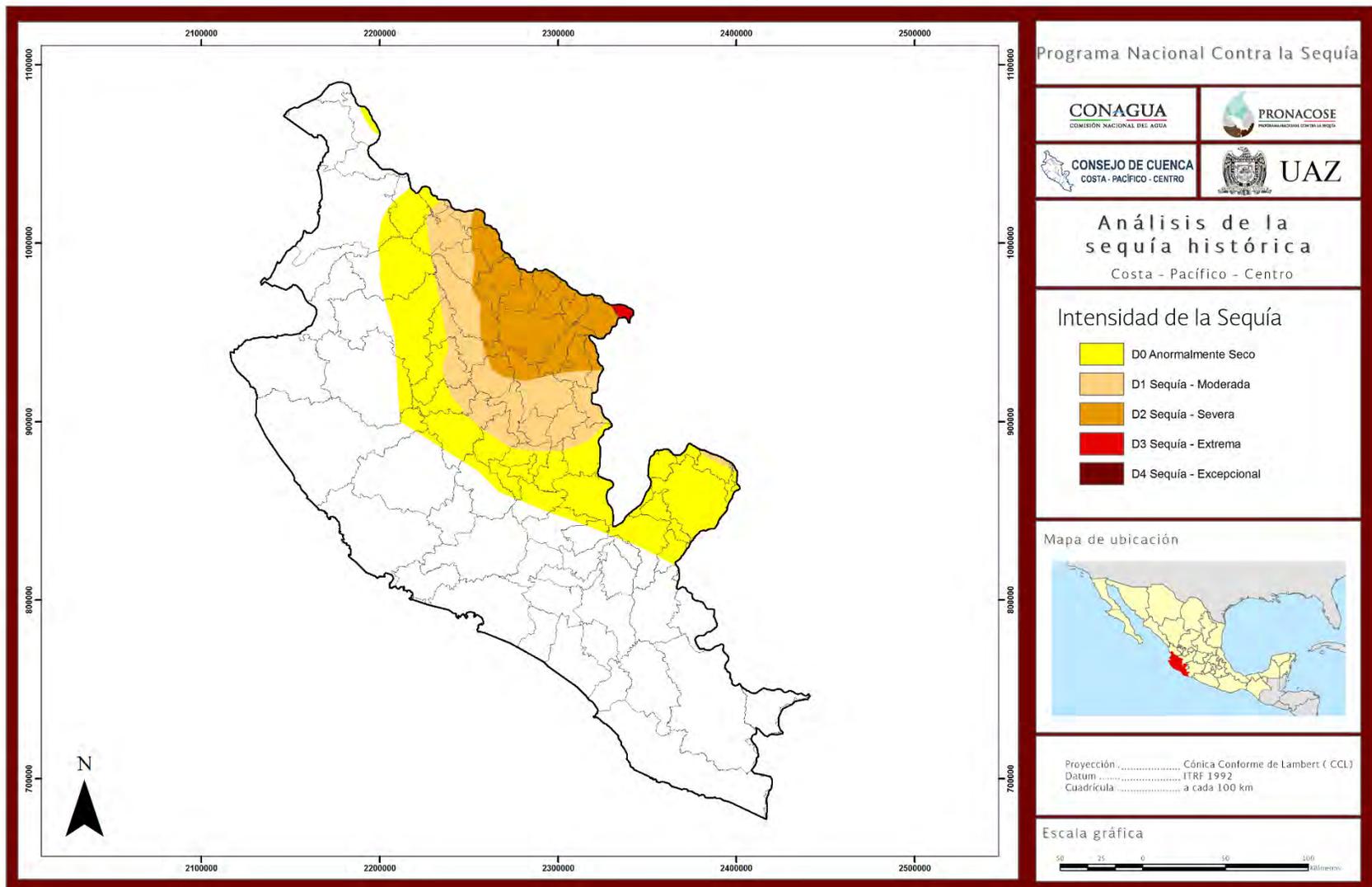
3.1.3.10 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Octubre 2011



3.1.3.11 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Noviembre 2011



3.1.3.12 Análisis de la intensidad de sequía en la cuenca de Costa Pacífico Centro Diciembre 2011



3.1.4 Evaluación histórica de la sequía empleando el índice de estado

El índice de estado ha propuesto cuatro niveles de agravamiento de sequía, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- La media aritmética es uno de los estadísticos más robustos, a la vez que más sencillo; por lo que una comparación del dato del indicador con la media de la serie histórica considerada, se ajustará más convenientemente, en principio, a la situación real de la zona de sequía seleccionada, si bien, debe tenerse en cuenta también los valores máximos y mínimos históricos.
- La necesidad de homogeneizar los indicadores en un valor numérico adimensional capaz de cuantificar la situación actual respecto de la histórica, y posibilitar una comparación cuantitativa entre los distintos indicadores seleccionados. Por ello se ha adoptado una fórmula en la que se define el índice de estado (I_e) cuyos valores fluctúan en un rango comprendido entre 0 (correspondiente al mínimo valor histórico) y 1 (correspondiente al máximo valor histórico).

La expresión del Índice de Estado I_e es la siguiente:

$$-Si V_i \geq V_{med} \rightarrow I_e = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{V_i - V_{med}}{V_{max} - V_{med}} \right]$$

$$-Si V_i < V_{med} \rightarrow I_e = \frac{V_i - V_{min}}{2(V_{med} - V_{min})}$$

Siendo:

V_i : valor considerado en el mes de seguimiento.

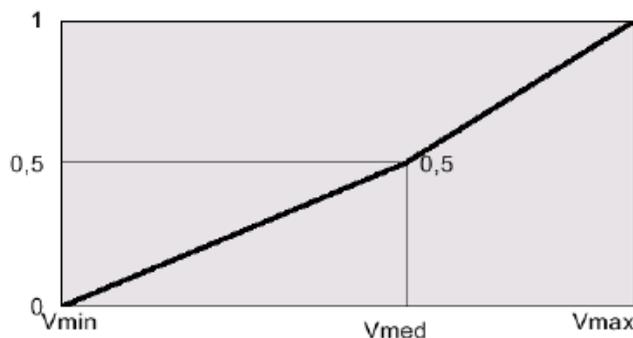
V_{med} : valor medio en la serie histórica considerada.

V_{max} : valor máximo en la serie histórica considerad.

V_{min} : valor mínimo en la serie histórica considerada.

Tal como se desprende de la Figura 3.11, cuando el valor considerado está comprendido entre la media de la serie considerada y su valor máximo, el índice de estado dará una cifra que oscilará entre 0.5 y 1, mientras que en el caso de que la medida sea inferior al valor medio, lo hará entre 0 y 0.5.

Figura 3.11. Definición del índice de estado.



El rango de valores del índice de estado, que como se ha señalado va de 0 a 1, se discretizará, en principio, a efectos de diagnóstico de la situación de sequía, en los cuatro niveles siguientes:

- $I_e > 0.5$ Nivel verde (situación estable o de normalidad): implica que los indicadores de sequía están por encima de los valores medios registrados en las series históricas de los indicadores.
- $0.5 > I_e > 0.3$ Nivel amarillo (situación de prealerta): se activa cuando los indicadores descienden por debajo de los valores medios históricos, por lo que es conveniente extremar el control.
- $0.3 > I_e > 0.15$ Nivel naranja (situación de alerta): se activa cuando es necesario poner en marcha medidas de conservación del recurso y de gestión de la demanda que permitan su mantenimiento con aplicación de las medidas de ahorro pertinentes.
- $0.15 > I_e$ Nivel rojo (situación de emergencia): se activa cuando es ineludible la aplicación de medidas extraordinarias.

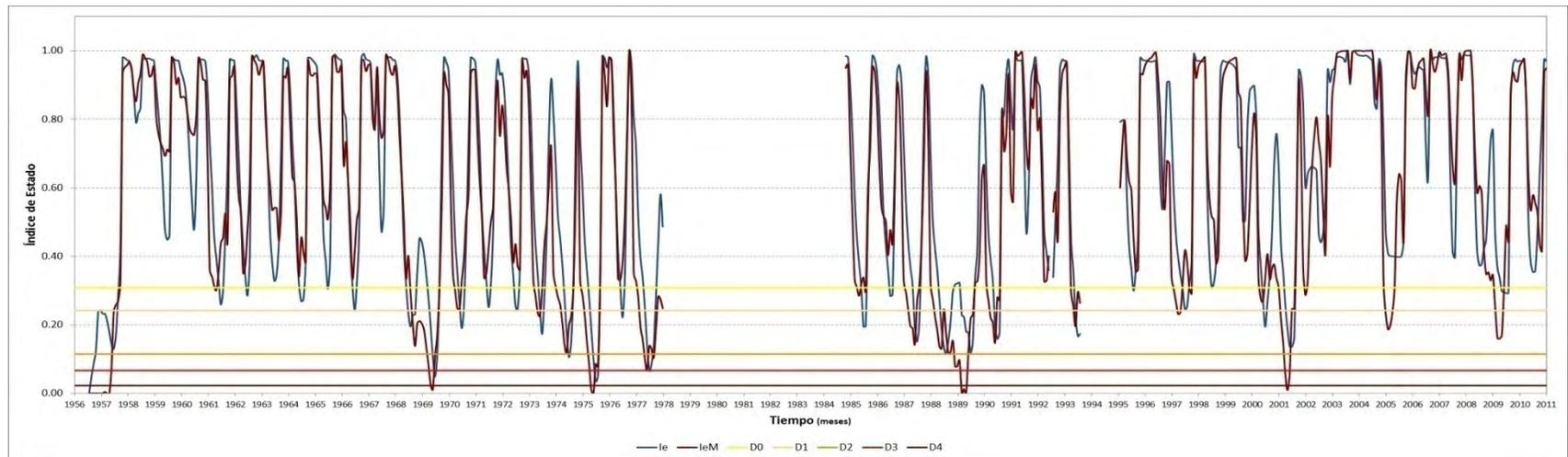
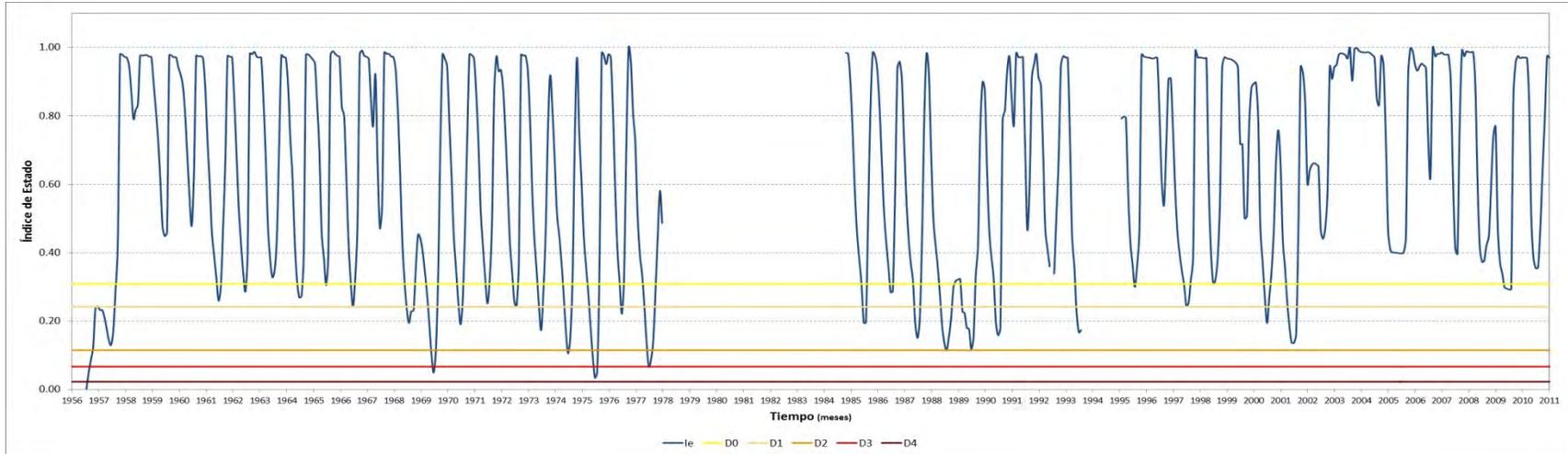
En la Figura 3.12 se ilustran los cuatro niveles de sequía que considera el índice de estado.

Figura 3.12. Clasificación convencional del Índice de Estado.



3.1.4.1 Resultados del índice de estado para la presa Tacotán

El índice de estado se calculó para las presas principales de la cuenca Pacífico Centro: Presa Basilio Badillo y Laguna de Amela, estas se anexan en un archivo digital.

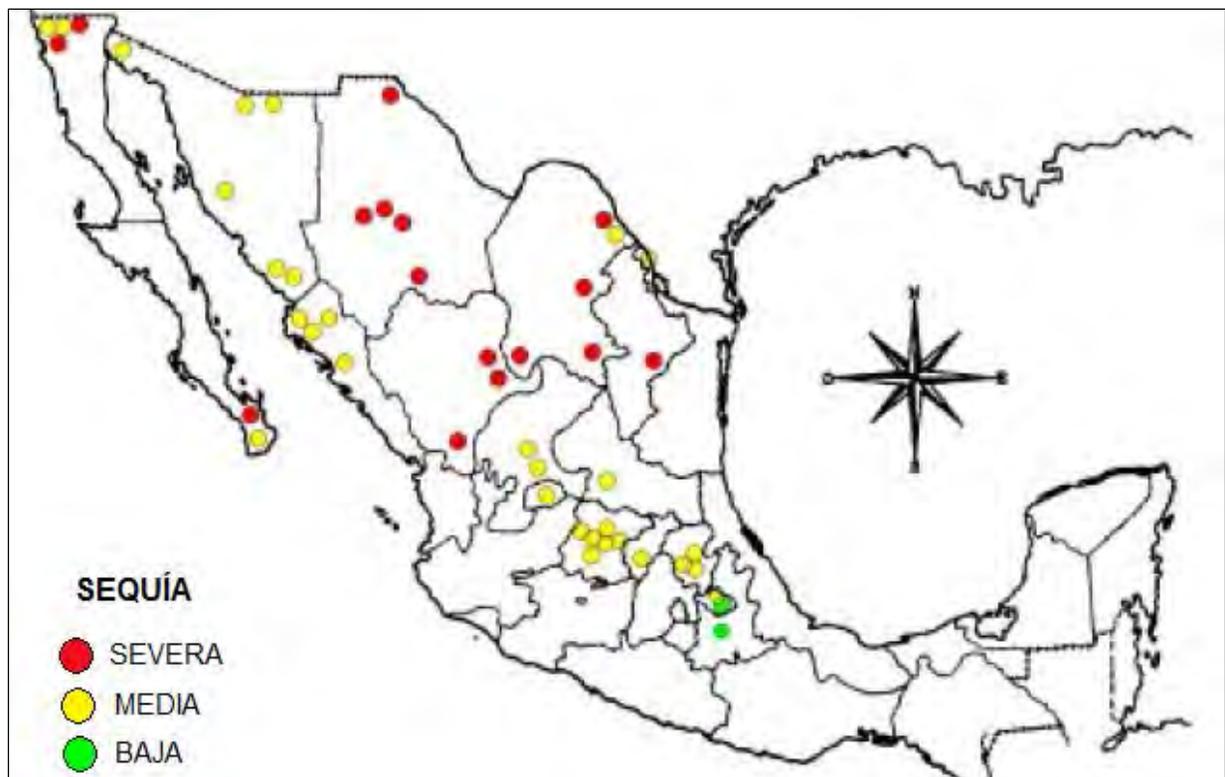


Por otro lado se hizo una búsqueda de la información relacionada con la sequía en diversos documentos, encontrando la siguiente información.

Desde tiempos antiguos han ocurrido sequías de gran magnitud en México; así lo indican algunos códices aztecas y las narraciones coloniales; desgraciadamente no se cuenta con suficiente información para hacer un recuento de los daños. En el siglo XX se registraron en México cuatro grandes períodos de sequías (Reyes, 1996), estos períodos son: 1948-1954, 1960-1964, 1970 -1978 y 1993-1996.

Los estados del territorio nacional donde se presentan con mayor frecuencia las sequías están localizados al norte. En orden de severidad de sus efectos desfavorables se encuentran: Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Baja California, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala. Entre los años 2000 y 2003, 18 estados fueron afectados por sequía. De acuerdo con CENAPRED, éstos sufrieron pérdidas económicas valuadas en más de 1 800 millones de pesos. Tan sólo en 2002 y 2003, casi un millón de hectáreas de cultivo fueron afectadas y se perdieron más de 13 000 cabezas de ganado. Los estados más afectados en estos últimos años fueron Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas, Veracruz y Sonora (CENAPRED, 2001, 2002, 2003, 2004).

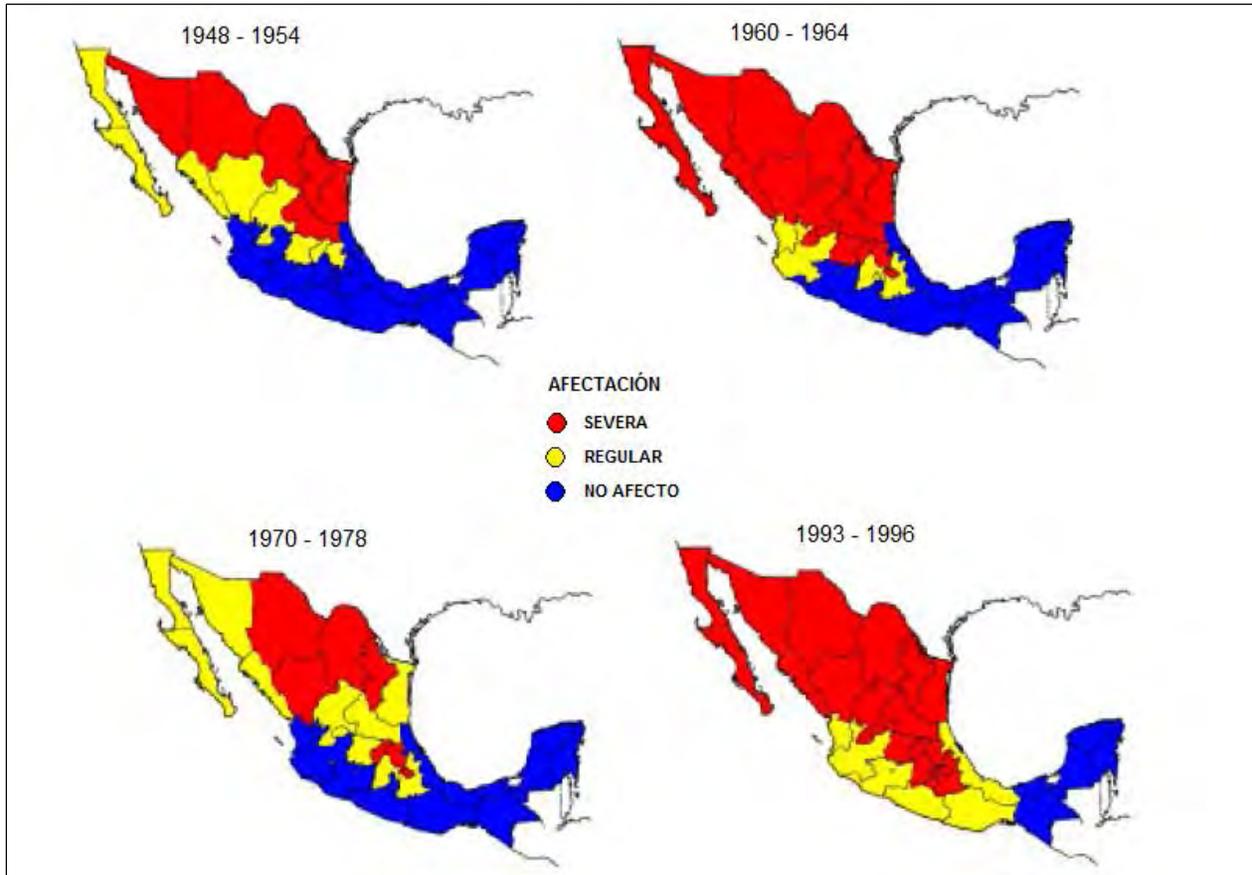
Figura 3.13. Ciudades dañadas por las sequías.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana, 2001.

En la Figura 3.14 se muestran la evolución espacial de la sequía a lo largo del país durante los cuatro periodos registrados en el siglo XX.

Figura 3.14. Zonas afectadas en diferentes periodos de sequía.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana, 2001.

A pesar de que el último gran período de sequías en México fue de 1993 a 1996 se tienen registrados daños por sequía en los años subsecuentes. El año de 1998 fue crítico en casi todo el territorio nacional en lo que respecta a sequías, ondas de calor e incendios forestales. Por ejemplo, a principios del mes de mayo de dicho año se presentó en la Ciudad de México la temperatura más alta que se haya observado con un valor de 34.7°C, rebasando en más de 1° C la máxima histórica. Aunado a esto también en la periferia de la Ciudad de México se tuvo el mayor número de incendios forestales ocasionando un valor alto de contaminación.

La sequía 2010-2012 fue muy intensa para el norte de México, los impactos fueron más severos en el sector agrícola, ganadero y en grupos sociales en condición de pobreza extrema. Actualmente el Monitor de Sequía de América del Norte (CONAGUA-CGSMN) se ha convertido en una parte integral de planificación para la evaluación de la severidad de la sequía y para definir acciones de respuesta.

En la tabla 3.3 se muestra el grado de afectación de la sequía de los diferentes estados de la República Mexicana a lo largo de los cuatro periodos de sequía registrados en el siglo XX.

Tabla 3.3.- Grado de afectación de la sequía en los estados de la República Mexicana.

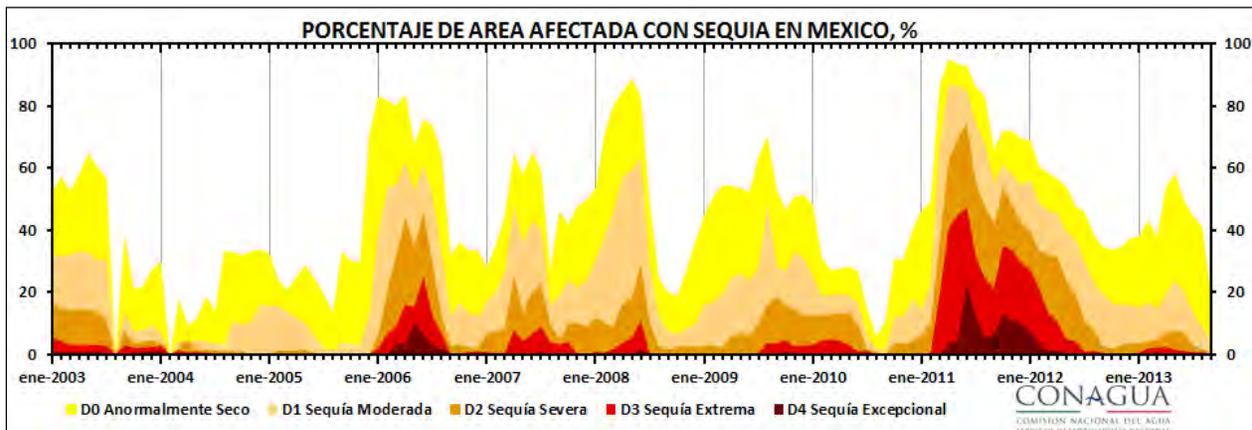
Estado	Periodo			
	1948-1954	1960-1964	1970-1978	1993-1996
Aguascalientes	No afectó	Severa	Regular	Severa
Baja California	Regular	Severa	Regular	Severa
Baja California Sur	Regular	Severa	Regular	Severa
Campeche	No afectó	No afectó	No afectó	No afectó
Chiapas	No afectó	No afectó	No afectó	No afectó
Chihuahua	Severa	Severa	Severa	Severa
Coahuila	Severa	Severa	Severa	Severa
Colima	No afectó	No afectó	No afectó	Regular
Distrito Federal	No afectó	Regular	No afectó	Severa
Durango	Regular	Severa	Severa	Severa
Guanajuato	Regular	Severa	Regular	Severa
Guerrero	No afectó	No afectó	No afectó	Regular
Hidalgo	Regular	Severa	Severa	Severa
Jalisco	No afectó	Regular	No afectó	Regular
México	No afectó	Regular	Regular	Severa
Michoacán	No afectó	No afectó	No afectó	Regular
Morelos	No afectó	No afectó	No afectó	Severa
Nayarit	No afectó	Regular	No afectó	Regular
Nuevo León	Severa	Severa	Severa	Severa
Oaxaca	No afectó	No afectó	No afectó	Regular
Puebla	No afectó	Regular	Regular	Severa
Querétaro	Regular	Severa	Severa	Severa
Quintana Roo	No afectó	No afectó	No afectó	No afectó
San Luis Potosí	Severa	Severa	Regular	Severa
Sinaloa	Regular	Severa	Regular	Severa
Sonora	Severa	Severa	Regular	Severa
Tabasco	No afectó	No afectó	No afectó	No afectó
Tamaulipas	Severa	Severa	Regular	Severa
Tlaxcala	No afectó	Severa	Severa	Severa
Veracruz	No afectó	No afectó	No afectó	Regular
Yucatán	No afectó	No afectó	No afectó	No afectó
Zacatecas	Regular	Severa	Regular	Severa

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana, 2001.

En la tabla 3.3 se puede apreciar que de los estados más afectados por la sequía, pertenecientes a la Subregión Pacífico, han sido: Jalisco y Nayarit.

En la Figura 3.15 se puede observar el porcentaje de área afectado por la sequía en México, en el periodo de enero de 2003 a enero de 2013, como se podrá observar en el año 2011 más del 90% del territorio nacional se encontraba bajo algún grado de sequía.

Figura 3.15. Porcentaje de área afectado con sequía en México, periodo 2003 – 2013.



Fuente: Monitor de Sequía en México, CONAGUA, 2013.

3.2. Evaluación histórica de la disponibilidad de agua, durante periodos de sequía

Los datos que a continuación se muestran fueron obtenidos del Programa Hídrico Regional Visión 2030, Región Hidrológico-Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico, emitido por la CONAGUA en el año 2012.

3.2.1 Estado y capacidad de producción de las plantas potabilizadoras

Tabla 3.4.- Plantas potabilizadoras.

Subregión	No. de plantas	Capacidad instalada (m ³ /s)	Caudal potabilizado (m ³ /s)
Costa de Jalisco	11	0.62	0.43
Costa de Michoacán	31	0.02	0.01
Total	42	0.64	0.44

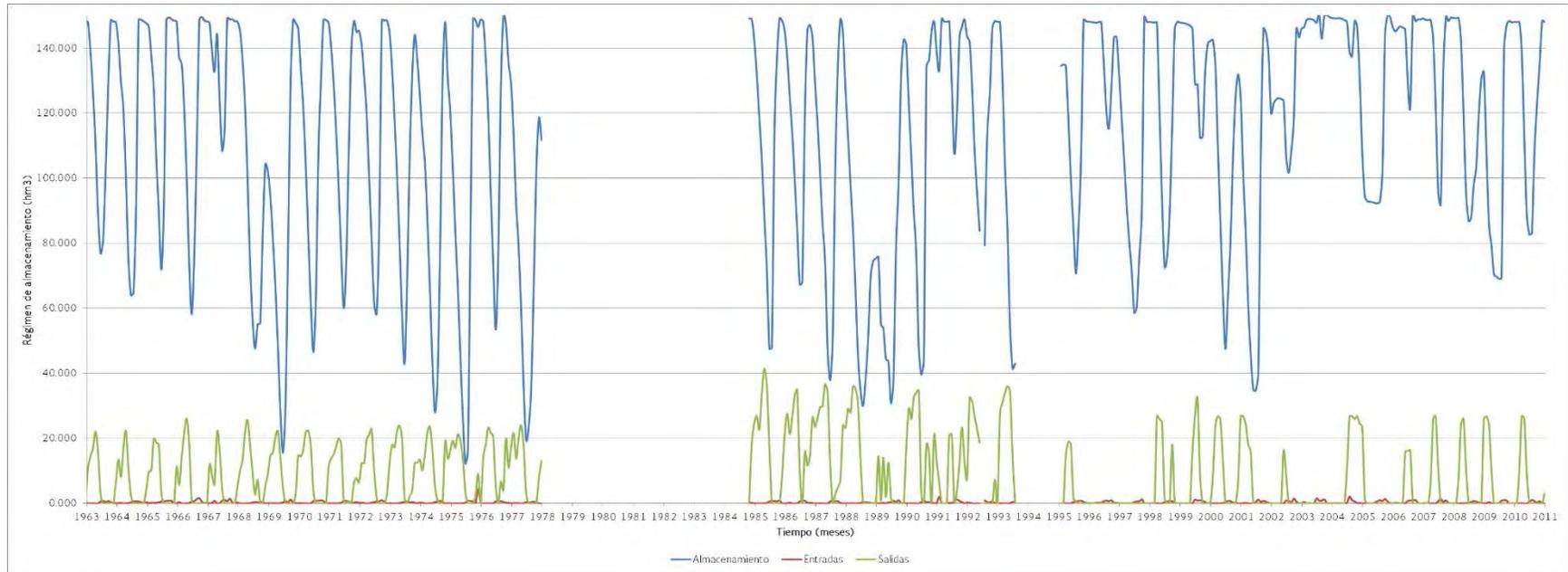
Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

3.2.2 Volúmenes almacenados y extracciones

Los volúmenes almacenados, las entradas y extracciones se realizaron para cada una de las presas más importantes de la zona hidrológica de Costa Pacífico Centro, obtenidas del SIAS (Sistema de Información de Aguas Superficiales). Las presas incluidas son: Presa Basilio Badillo, Laguna de Amela y Tacotán.

La Figura 3.16 muestra el resultado del almacenamiento, entradas y salidas por obra de toma para la presa Tacotán, las presas faltantes se anexan en un archivo digital.

Figura 3.16. Almacenamiento, entradas y salidas de la presa Tacotán.



3.2.3 Extracción de agua subterránea: caudal, calidad y niveles piezómetros

De acuerdo al Programa Hídrico Regional, dentro de la Subregión Pacífico se localizan 40 acuíferos, de los cuales uno se encuentra en condiciones de sobreexplotación, con un déficit de 1.65 hm³, además se cuenta con una recarga de 1,772 hm³/año y un índice de explotación promedio de 0.34; dentro de esta condición destacan el acuífero Valle de Ixtlahuacán en el estado de Colima.

3.2.4 Volúmenes de agua residual tratada para reúso

Tabla 3.5.- Plantas de tratamiento.

Subregión	No. de plantas	Capacidad instalada (m ³ /s)	Caudal tratado (m ³ /s)
Costa de Jalisco	70	2.4	1.9
Costa de Michoacán	65	1.4	1.0
Total	135	3.7	2.9

Fuente: Programa Hídrico Regional, 2012.

3.2.5 Calidad del agua

En cuanto al monitoreo de la calidad del agua, se ha identificado que en la subregión Pacífico existen registros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) y es de 15,712.50 mg/l.

Con respecto a las evaluaciones de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), es de 18.426.9 mg/l ubicada en el río Tamazula.

3.3. Evaluación histórica de la demanda de agua, durante periodos de sequía

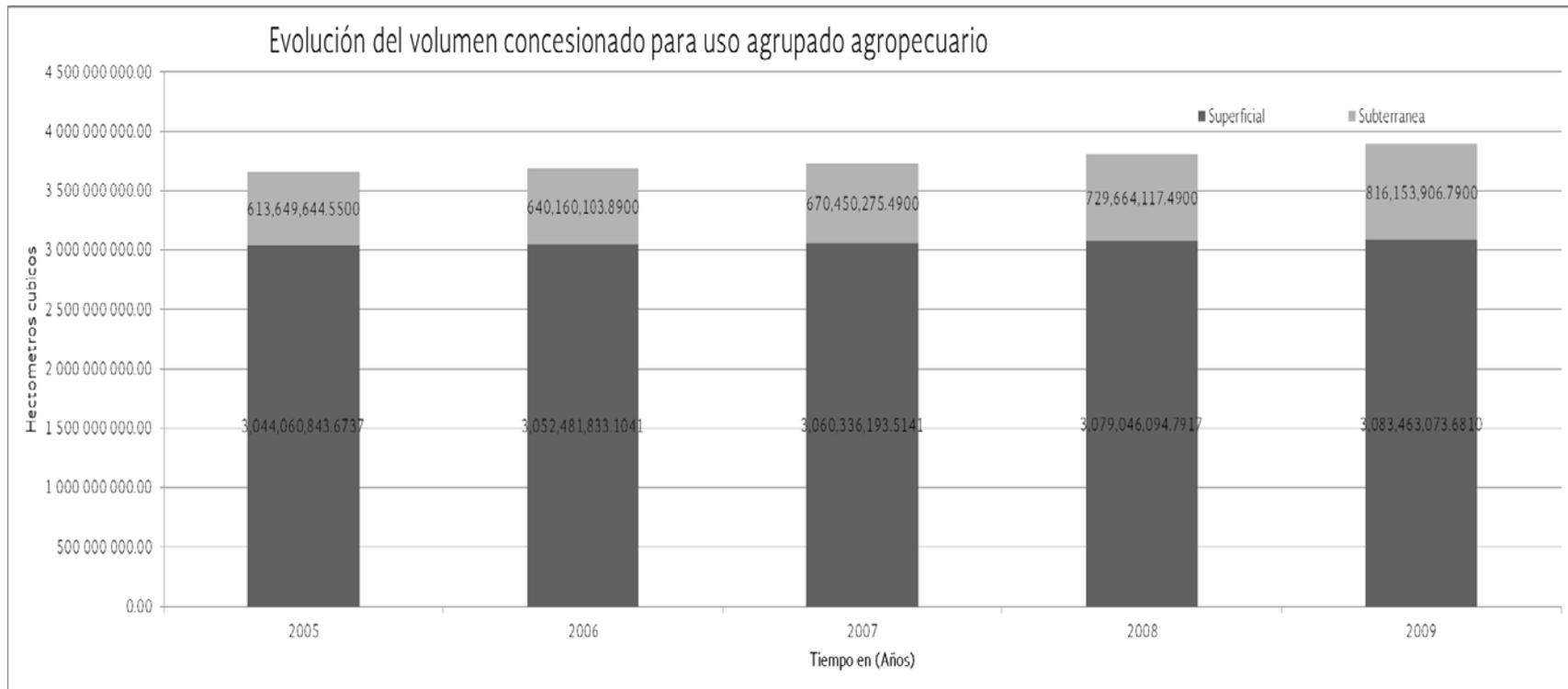
3.3.1 Demanda total de agua por sector

Las demandas de agua en el ámbito de la Cuenca Costa Pacífico - Centro alcanzan una cifra global de 4,235hm³ en el año 2009, siendo el uso principal el agrícola (agropecuaria), con 3,900 hm³/año, lo que representa aproximadamente el 92% de la demanda total. Le siguen en importancia el uso de abastecimiento público, con 241 hm³/año (5.7%) y el uso industrial integrado, con sólo 94 hm³/año (2.2%).

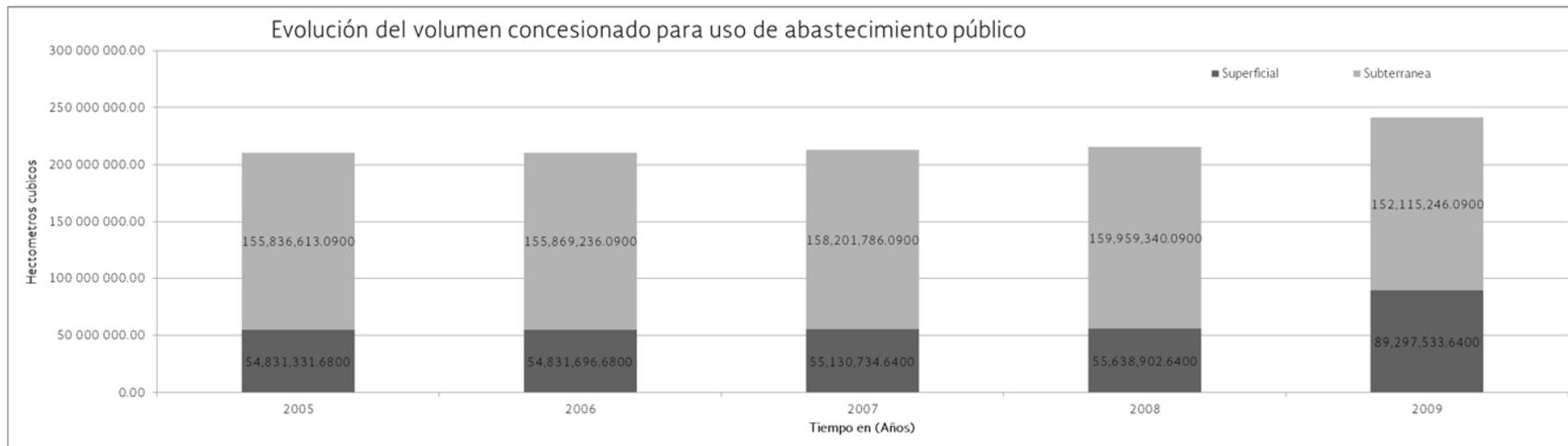
A continuación se muestra la evolución de la demanda de agua por sector para el periodo 2005 a 2009 de Améca y Armería

3.3.1.1 Améca y Armería uso agrupado agropecuario

Nota: Incluye los usos agrícola, acuicultura, pecuario, múltiple y otros de la clasificación del REPGA.

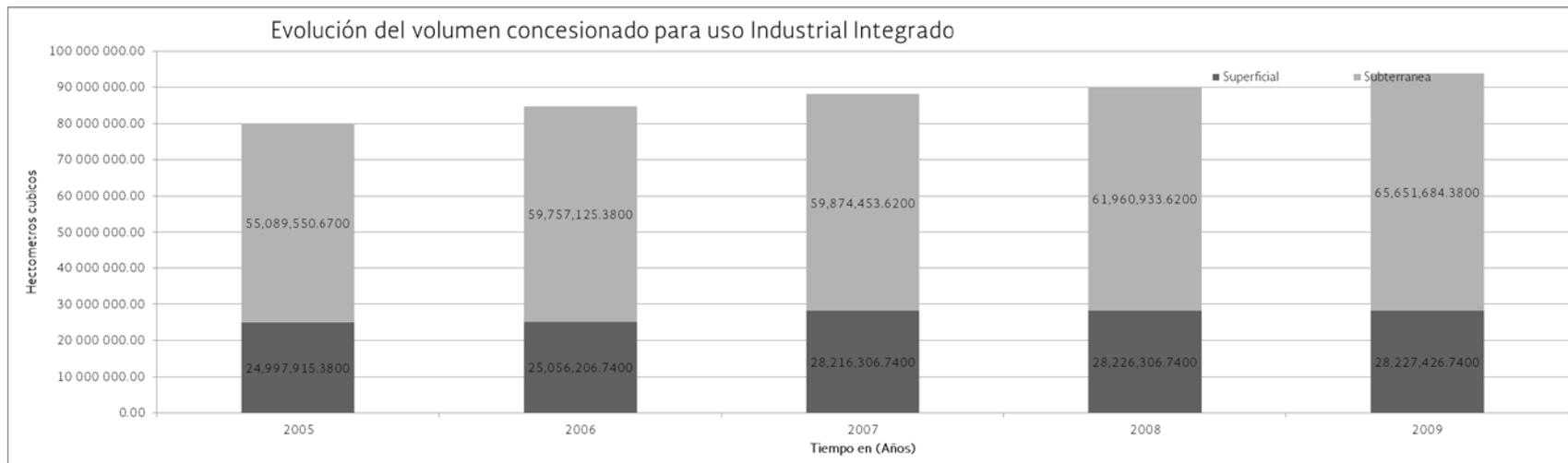


3.3.1.2 Améca y Armería uso abastecimiento público

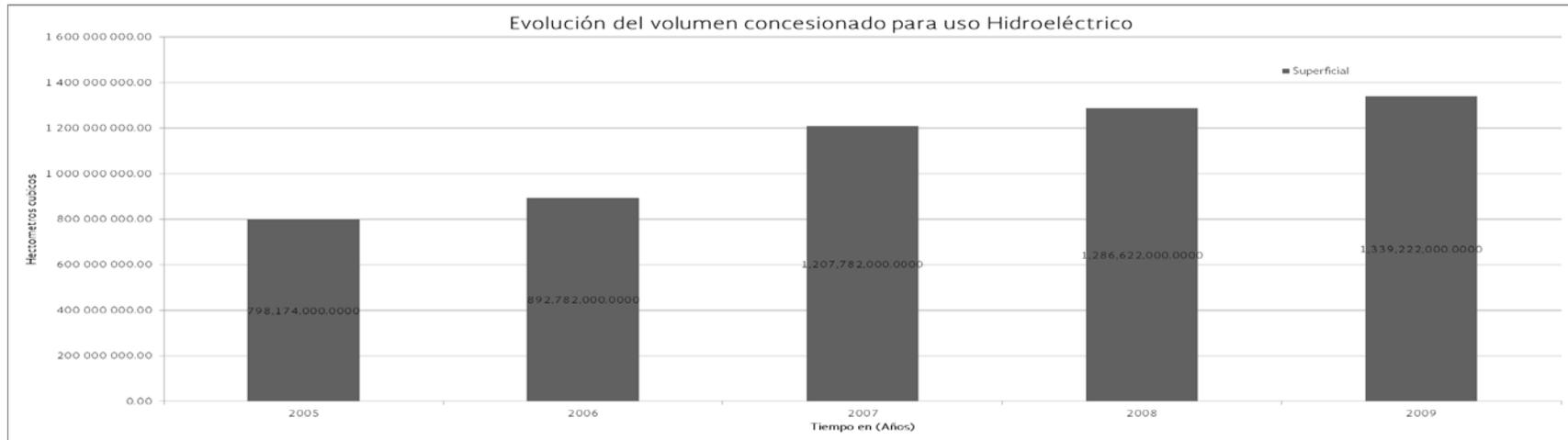


3.3.1.3 Améca y Armería uso industrial integrado

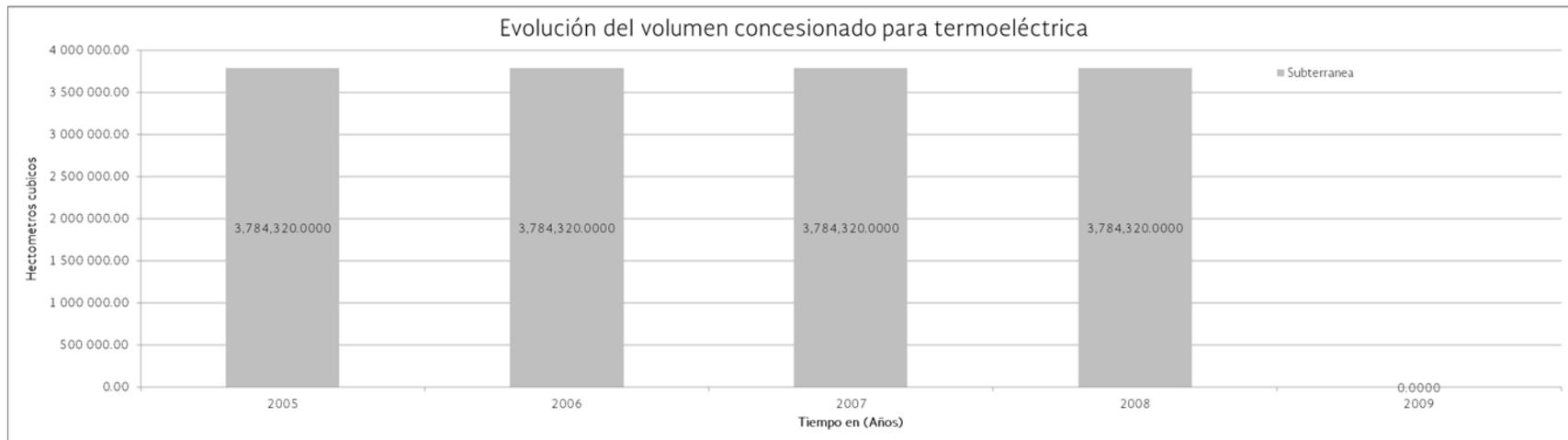
Nota: Incluye los usos industrial, servicios, agroindustrial y comercio de la clasificación del REPGA.



3.3.1.4 Améca y Armería uso hidroeléctrico



3.3.1.5 Améca y Armería uso termoeléctrico



3.4. Impacto histórico de la sequía y evaluación de las medidas de mitigación y respuesta

En las tablas 3.6 y 3.7 aparece una reseña histórica, así como los impactos económicos y sociales en los estados pertenecientes a la Subregión Pacífico Centro. Las tablas fueron elaboradas a partir de información de la Comisión Nacional del Agua sobre los principales acontecimientos debidos a las sequías de los períodos 60-64 y 70-78.

Tabla 3.6.- Efectos de la sequía de 1960 – 1964.

Año	Mes	Área geográfica afectada	Efectos económicos y sociales
1960	Junio	Nacional	En el norte llovió poco, en el resto del país ha empezado a llover.
1960	Junio	Centro Occidente: Michoacán	Miles de cabezas perdidas; afectando al maíz, especialmente en Huetamo, Apatazingán y Artega
1962	Octubre	Norte, Noreste: Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nayarit, Sinaloa, Baja California, Nuevo León, Durango, (Comarca Lagunera) y Zacatecas.	Miles de muertos por falta de agua. Pérdidas superiores a 100 millones de pesos en algodón, maíz y frijol, etc.

Fuente: Sequías, Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2007.

Tabla 3.7.- Efectos de la sequía de 1970 – 1978.

Año	Mes	Área geográfica afectada	Efectos económicos y sociales
1970	Mayo	Nacional	Se busca dar empleo a los desempleados en las zonas de desastre.
1977	Octubre	Pacífico Sur: Colima, Manzanillo, Ixtlahuacán y la capital	Pérdidas cuantiosas. Sólo se cosecharán 35 mil toneladas de maíz en vez de 66 mil que se habían programado

Fuente: Sequías, Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2007.

El año de 1998 fue crítico en casi todo el territorio nacional en lo que respecta a sequías, ondas de calor e incendios forestales. A principios del mes de mayo de este año se presentó en la Ciudad de México la temperatura más alta que se haya observado con un valor de 34.7°C, rebasando en más de 1° C la máxima histórica. En la periferia de la Ciudad de México se tuvo el mayor número de incendios forestales ocasionando un valor alto de contaminación. En la tabla 3.8 se presenta una reseña, producto de una investigación hemerográfica, de los efectos más sobresalientes de la sequía de 1998 en los estados pertenecientes a la subregión Pacífico.

Tabla 3.8.- Efectos de la sequía de 1998.

Año	Mes	Área geográfica afectada	Efectos económicos y sociales
1998	Abril	Norte, centro y sur	Jalisco: afecta la sequía a productores de trigo y las pérdidas ascienden a más de \$170 millones.
1998	Mayo	Norte, centro y sur	Michoacán: afectados más de 600 mil habitantes en Morelia por la escasez de agua.

1998	Junio	Norte, centro, noroeste,	Jalisco: El lago de Chapala está casi seco, la arquidiócesis pide a la gente que rece para que llueva.
------	-------	--------------------------	--

Fuente: Sequías, Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2007.

Con base en una investigación hemerográfica se recabó información sobre daños por sequía, para los años de 1999 y 2000 en los estados pertenecientes a la Subregión Pacífico, de los cuales en la tabla 3.9 se presenta un resumen.

Tabla 3.9.- Daños por sequía para los años de 1999-2000.

Año	Mes	Área geográfica afectada	Efectos económicos y sociales
1999	Octubre	Nayarit	<p>Cuando menos el 25% de la superficie cultivada de maíz en la zona serrana del municipio de El Nayar se perdió.</p> <p>El sector ganadero perdió \$50 millones de pesos y la muerte de 1000 cabezas de ganado.</p>

Fuente: Sequías, Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2007.

3.4.1 Medidas de mitigación contra las sequías según el CENAPRED, 2007

Las medidas de mitigación para disminuir los efectos negativos de las sequías se pueden dividir en dos grandes ramas: estructurales y no estructurales.

Medidas estructurales

Son las construcciones y obras de ingeniería que ayudan a controlar, almacenar, extraer y distribuir el agua, con el fin de optimar el uso del vital recurso en época de sequía. Entre estas obras de ingeniería están: presas, tanques de almacenamiento, sistemas de abastecimiento de agua potable, plantas de tratamiento de aguas negras, perforación de pozos, canales revestidos y sistemas de irrigación. Las presas son las obras de ingeniería de mayor importancia para almacenar agua. El diseño de estas obras debe estar en función de la hidrología del lugar y su topografía, así como de las actividades humanas cercanas a esta obra, como es la ganadería, la agricultura y la industria.

Otra obra de ingeniería, de igual importancia que las presas, son las plantas de tratamiento de aguas negras. Un gran recurso que se puede usar en cierta clase de industria, riego, sanitario y en la jardinería son las aguas negras después de ser tratadas. En la ciudad de México, se desalojan alrededor de 40 m³/s de aguas negras y 4.5 m³/s de ellas son tratadas en plantas, de ellas, 2.5 m³/s se obtienen de la planta de tratamiento "La Estrella" y los restantes 2 m³/s de otras plantas de menor tamaño.

Debe mencionarse que un sistema de drenaje doble, uno sanitario (aguas negras) y otro pluvial (agua de lluvia), es lo más recomendable ya que un buen porcentaje del agua que se va por el drenaje es agua de lluvia, y ésta no necesita un tratamiento tan complicado como el de las aguas negras para depurarla, es más, en algunas ocasiones sin tratamiento se podrían inyectar al subsuelo para recargar los mantos acuíferos.

En general, todas las obras de ingeniería para mitigar las sequías son costosas y por sí solas no son la solución que evite las sequías, más bien son el complemento de otras medidas que en conjunto ayuden a contrarrestar los efectos negativos de este fenómeno.

Medidas no estructurales

Las medidas no estructurales o institucionales son aquellas acciones que se adoptan antes y durante la sequía para disminuir sus efectos negativos, sin involucrar la construcción de obra alguna. Estas medidas son socioeconómicas, legales, de planeación y se refieren principalmente a reglamentos sobre uso del agua.

Las medidas institucionales se pueden clasificar a su vez en dos grandes ramas, las cuales son: reactivas y preventivas, o prospectivas.

Medidas reactivas

Son aquéllas que se adoptan durante el evento e implican que la comunidad actúe haciendo algo al respecto. Como ejemplo de este tipo de medidas son: limitar la dotación de agua a la población y a la agricultura, implantar programas de emergencia que ayuden a los agricultores y ganaderos a disminuir las pérdidas económicas dentro de sus actividades, redistribuir el agua entre las diferentes actividades económicas dando prioridad a aquéllos de mayor importancia, teniendo en cuenta que en el escalafón de importancia, debe estar como primer lugar, el uso del agua para consumo doméstico de la población.

Medidas preventivas o prospectivas

Son aquéllas que se implantan mucho antes de que suceda una sequía, como es crear una cultura en la población para cuidar el agua. Por ejemplo, se recomienda que en las escuelas de nivel básico se impartan clases sobre el uso adecuado de los recursos naturales; repartir folletos en los mercados, en la calle, en los centros de trabajo, en los lugares recreativos, etc., que hablen sobre el uso adecuado del agua.

Otras medidas son la implantación de técnicas de irrigación para reducir la cantidad de agua en la agricultura y que las cosechas sean satisfactorias; introducir en el campo algún tipo de ganado o de cultivo que se adapte mejor al clima; poner en marcha programas de supervisión continua en las industrias para que no viertan desechos a los ríos, y cuidar que éstos no se contaminen, entre otras.

El trabajo conjunto entre los diferentes sectores económicos (agricultura, ganadería e industria), así como con los centros de investigación, la Comisión Nacional del Agua, la población en general y los sectores gubernamentales será la clave del éxito de las acciones.

Medidas opcionales

Existen otras medidas para contrarrestar los efectos negativos de las sequías, éstas son:

Obtener agua de sitios cada vez más alejados

En muchas áreas geográficas del país se están agotando los recursos hidráulicos de las cuencas y algunas poblaciones, como la ciudad de México, deben obtener el vital líquido de lugares cada vez más alejados; esto implica problemas tanto económicos como sociales, ya que el transporte del agua, debido a las distancias, es cada vez más caro y el agua de donde se obtiene es un recurso de los lugareños y, por tanto, se tienen disputas políticas por saber quién y cómo debe usarse.

Desalinización del agua de mar

Otra de las medidas opcionales para mitigar los efectos negativos de las sequías es la desalinización del agua de mar. Debido a que más del 70% de la superficie de nuestro planeta es agua, se cuenta con un recurso a gran escala, pero desgraciadamente es agua salada no apta para el consumo humano; por tal motivo es necesario separar la sal del agua de mar. Esta técnica ha sido investigada en casi todo el mundo por más de cinco décadas, siendo costoso el proceso, pero a la vez, representa una de las mejores opciones para la obtención de agua potable. En Israel, esta técnica se utiliza con buenos resultados debido a que las fuentes de abastecimiento son escasas, lo que ha provocado que la desalinización sea más económica que cualquiera de las otras alternativas. En México, ya se han hecho algunos estudios sobre la desalinización del agua de mar, pero aún no es aplicable a gran escala.

Lluvia artificial

Algunas veces la generación de lluvia artificial puede mitigar los efectos de las sequías; esta técnica consiste en esparcir sobre las nubes, por medio de avionetas, yoduro de plata, para provocar la condensación de las partículas de agua en suspensión en gotas suficientemente grandes para caer por su propio peso y, en su movimiento, dan lugar a una especie de reacción en cadena que causa la unión de más gotas. Esta medida es poco exitosa y no es aún un método firmemente establecido, puesto que se requieren de condiciones ambientales especiales para tener resultados satisfactorios; además, la lluvia obtenida puede causar la disminución de la precipitación en otra región. Los estados con mayores problemas por sequías son los del norte del país, Chihuahua, Durango y Coahuila, entre otros.

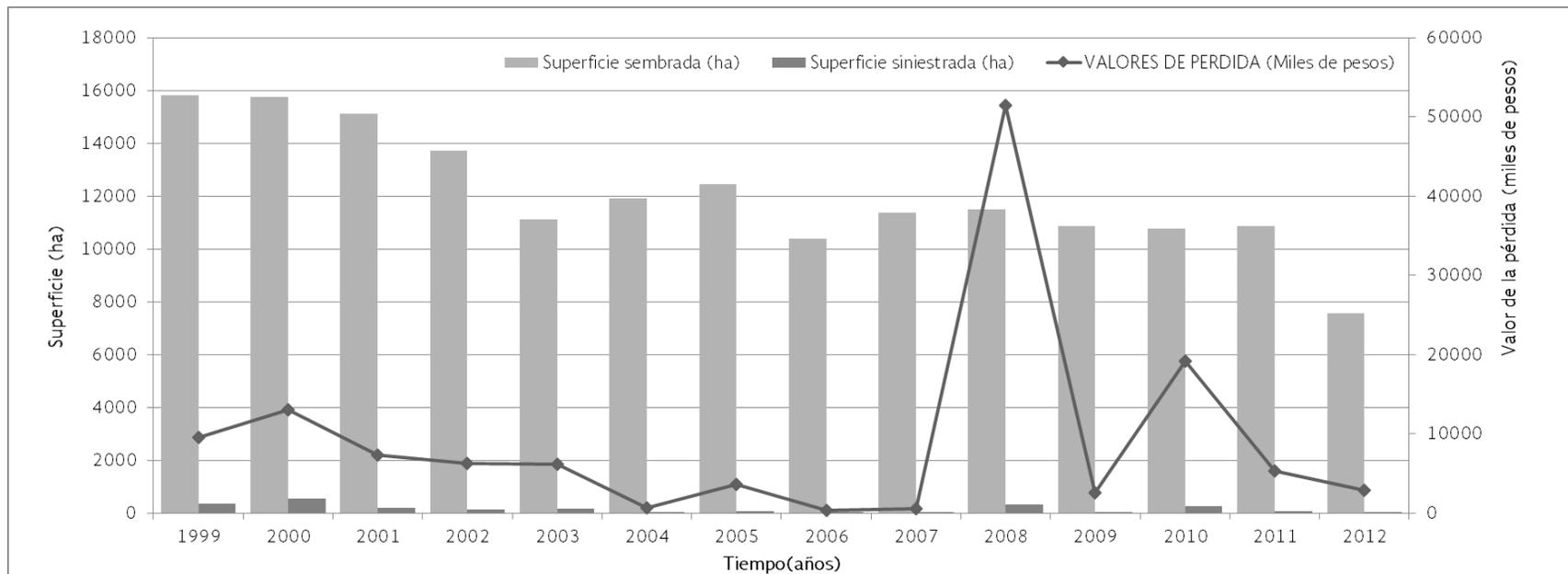
En estas regiones, por ser zonas de alta presión, predominan los cielos despejados en la mayor parte del año, y como no hay nubes, esta técnica no sería útil.

3.5 Análisis de los cultivos de riego y temporal para la cuenca Pacífico - Centro

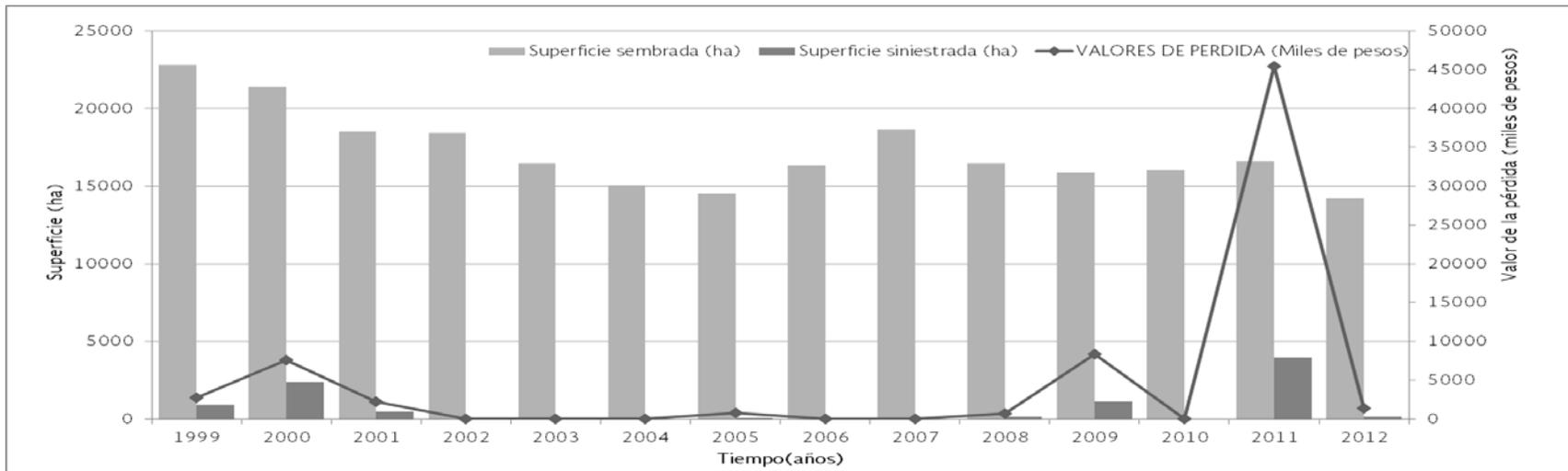
En las siguientes gráficas se muestra un análisis de la superficie sembrada y siniestrada, además de los valores de pérdidas tanto del cultivo de riego como de temporal para el periodo 1999 a 2012, dicho análisis nos servirá para identificar los periodos más secos y los impactos en la agricultura. Los datos se obtuvieron del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) elaborado por la SAGARPA.

En este análisis se incluyen todos los municipios que quedan dentro de la cuenca de estudio, pertenecientes a los estados de Jalisco, Nayarit, Colima y Michoacán.

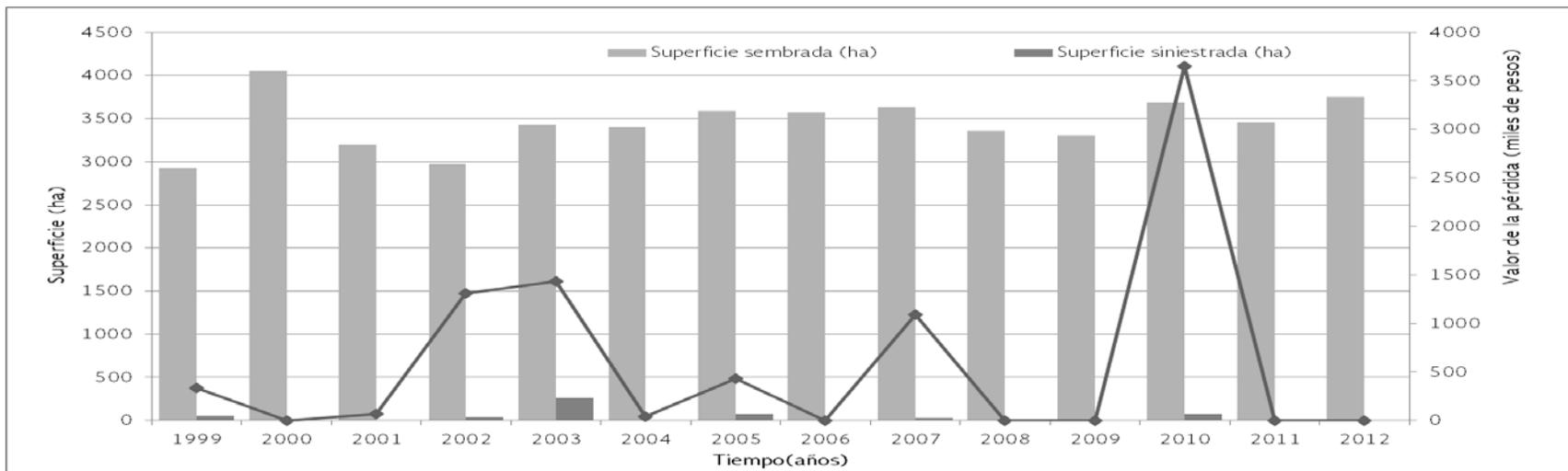
3.5.1 Cultivo de riego para el estado de Colima



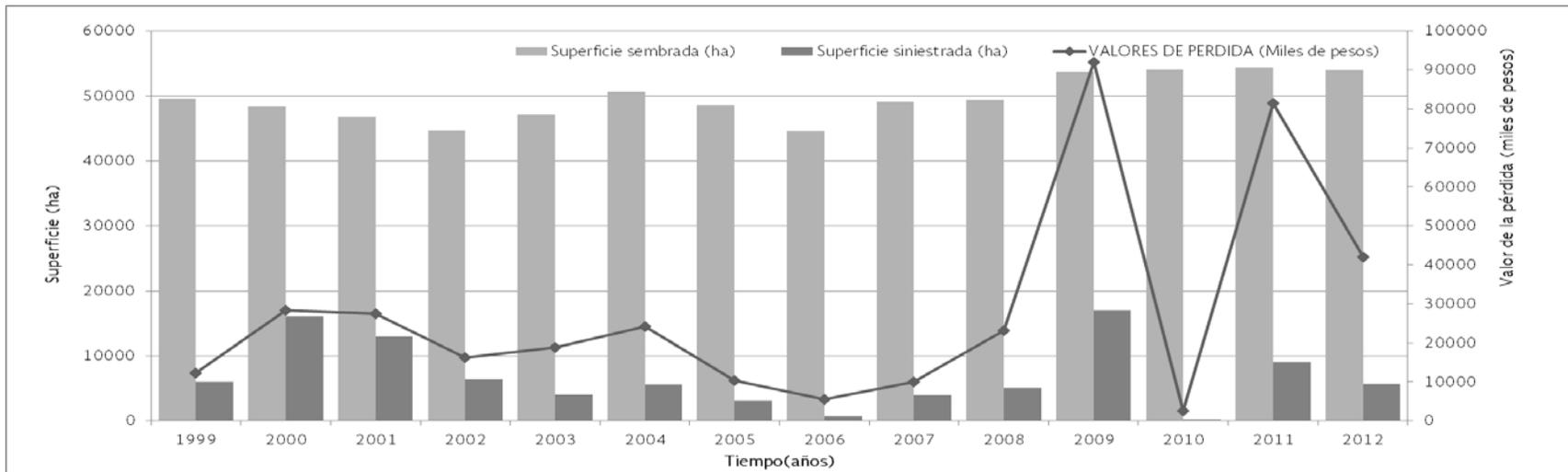
3.5.2 Cultivo de temporal para el estado de Colima



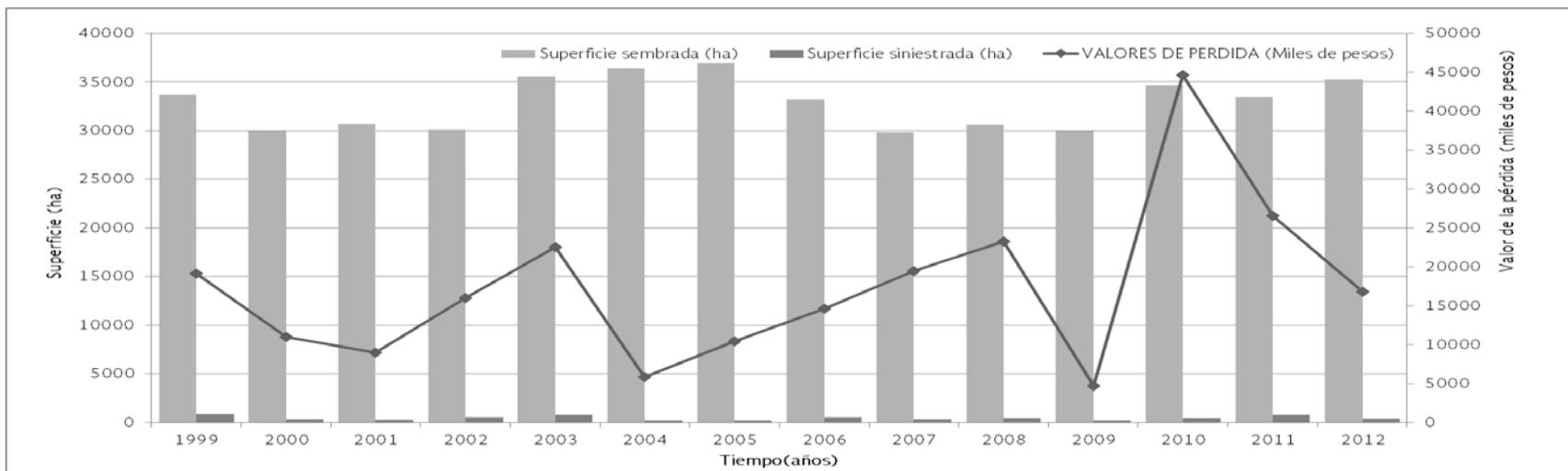
3.5.3 Cultivo de riego para el estado de Michoacán



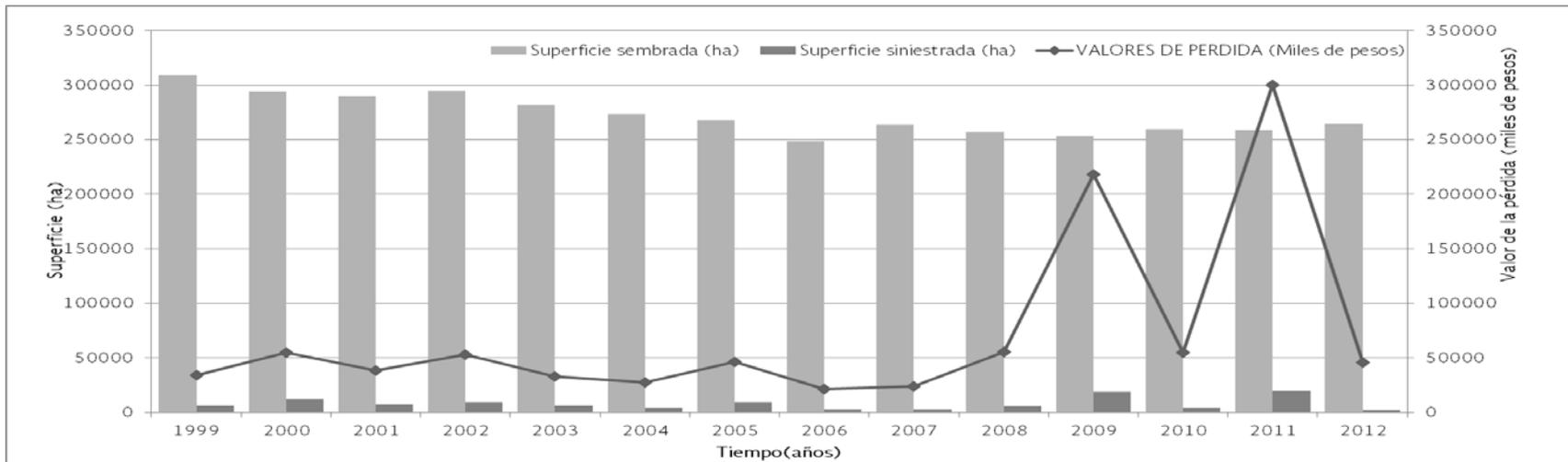
3.5.4 Cultivo de temporal para el estado de Michoacán



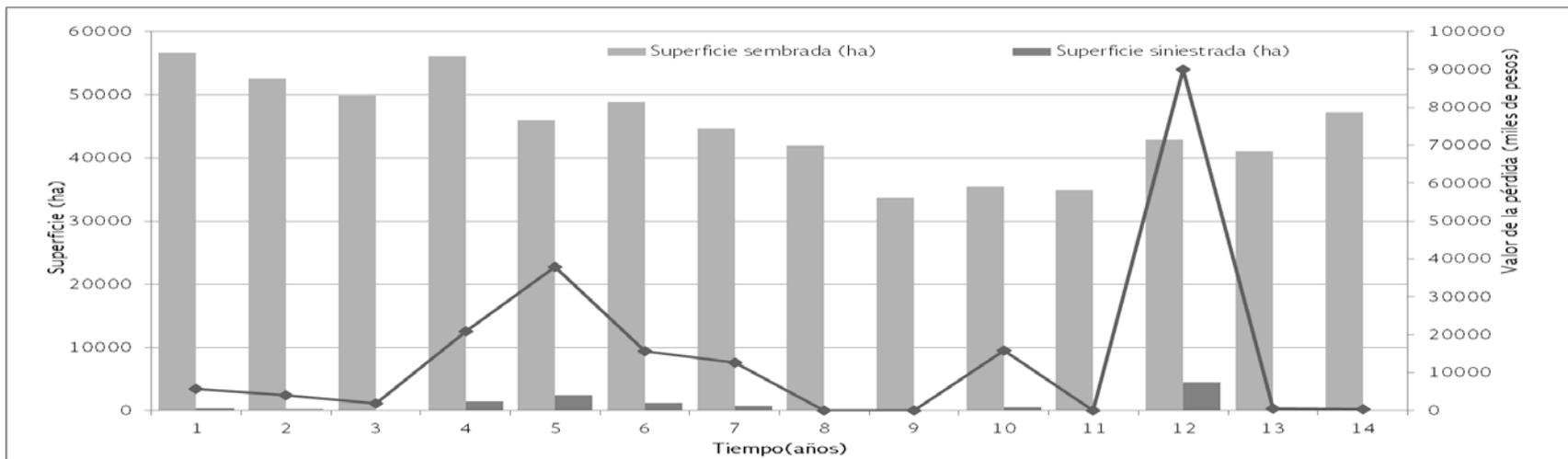
3.5.5 Cultivo de riego para el estado de Jalisco



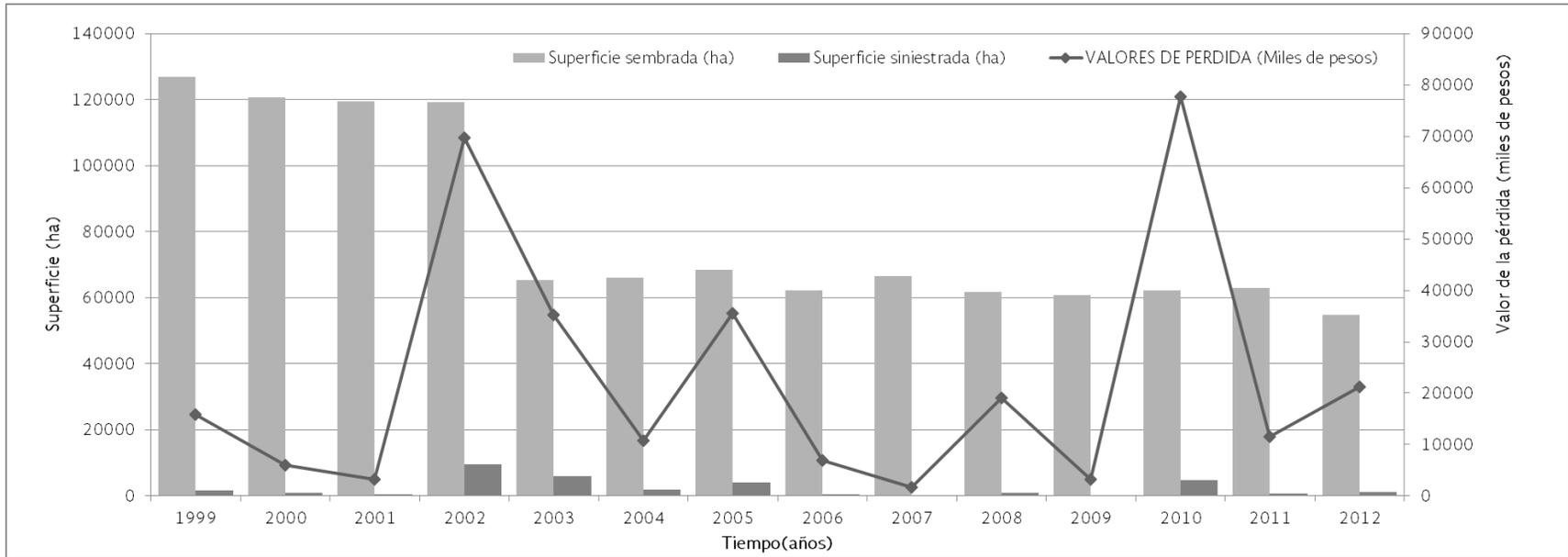
3.5.6 Cultivo de temporal para el estado de Jalisco



3.5.7 Cultivo de riego para el estado de Nayarit



3.5.8 Cultivo de temporal para el estado de Nayarit

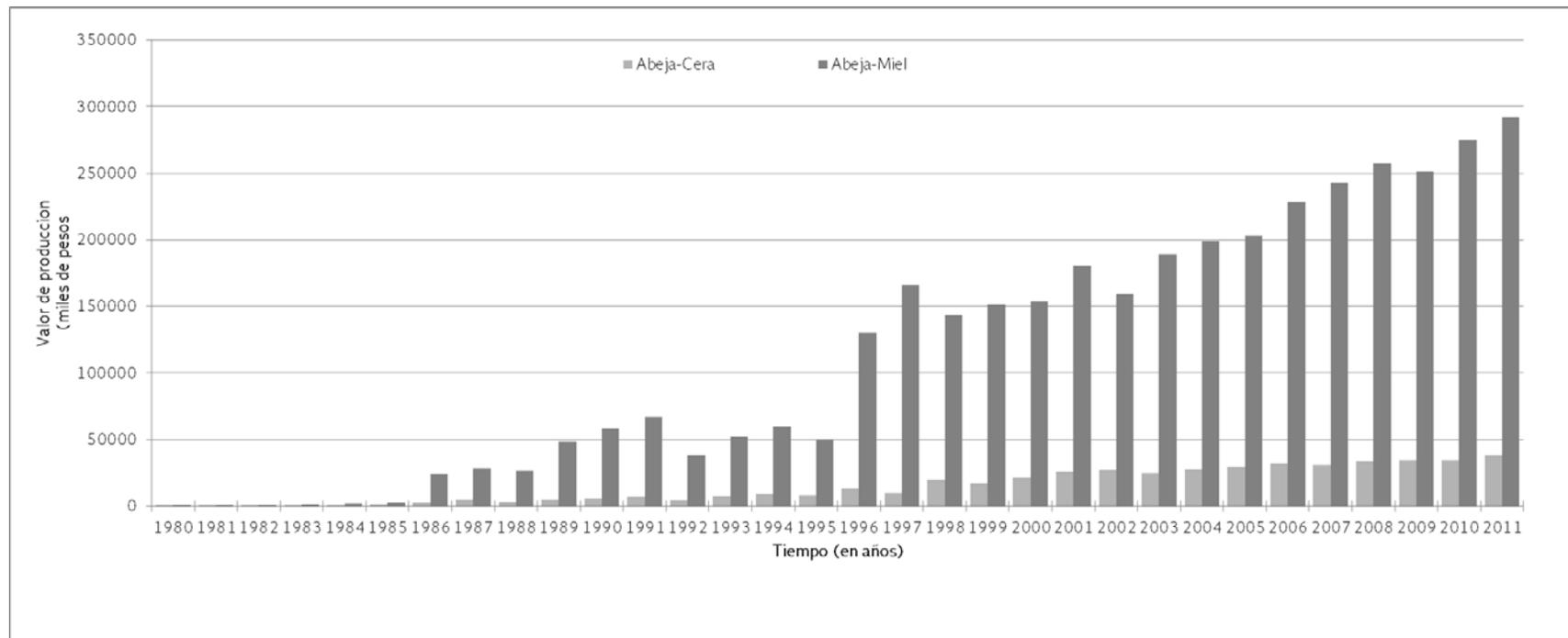


3.6 Análisis pecuario para la cuenca Pacífico - Centro

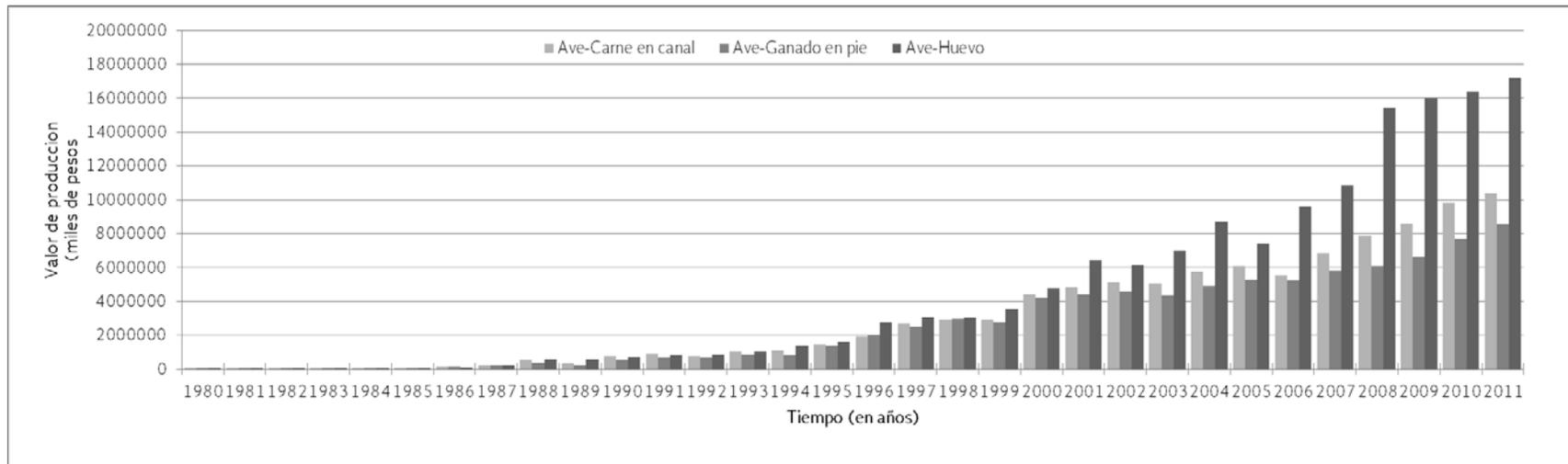
En las siguientes gráficas se muestra un análisis del valor de producción por especie y producto para el periodo 1980 a 2011, dicho análisis nos servirá para identificar los impactos en el sector pecuario. Los datos se obtuvieron del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) elaborado por la SAGARPA.

El análisis concentra información a nivel estatal de los cuatro estados dentro de la cuenca Pacífico - Centro: Jalisco, Nayarit, Colima y Michoacán, esto debido a que no se cuenta con información a nivel municipal, que para el caso de estudio sería lo más indicado.

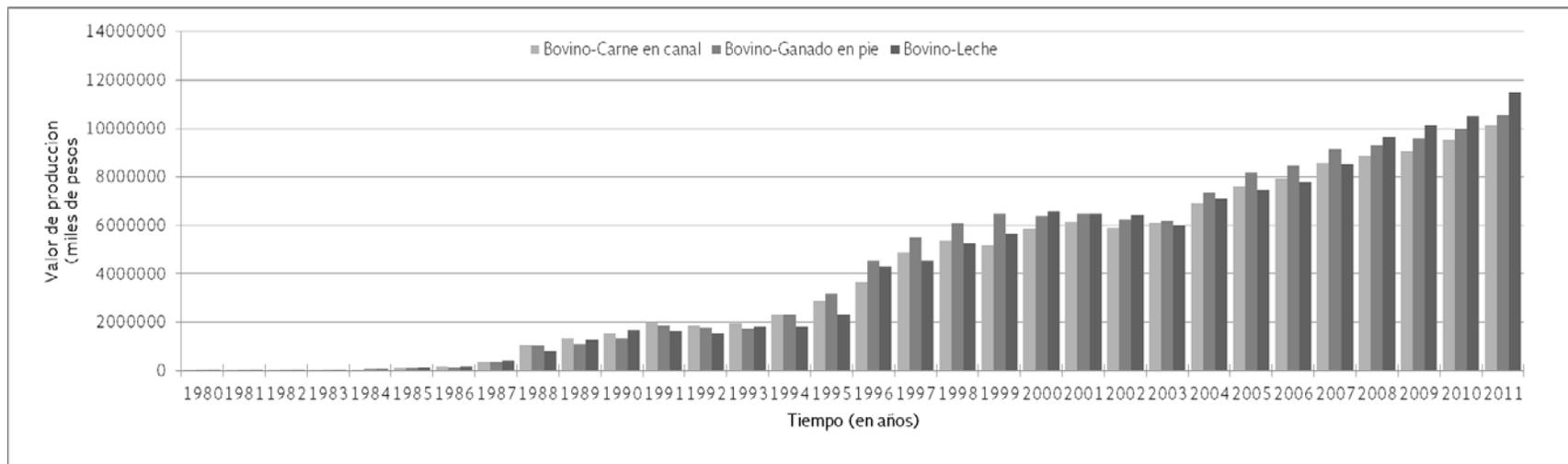
3.6.1 Producción de cera y miel de abeja



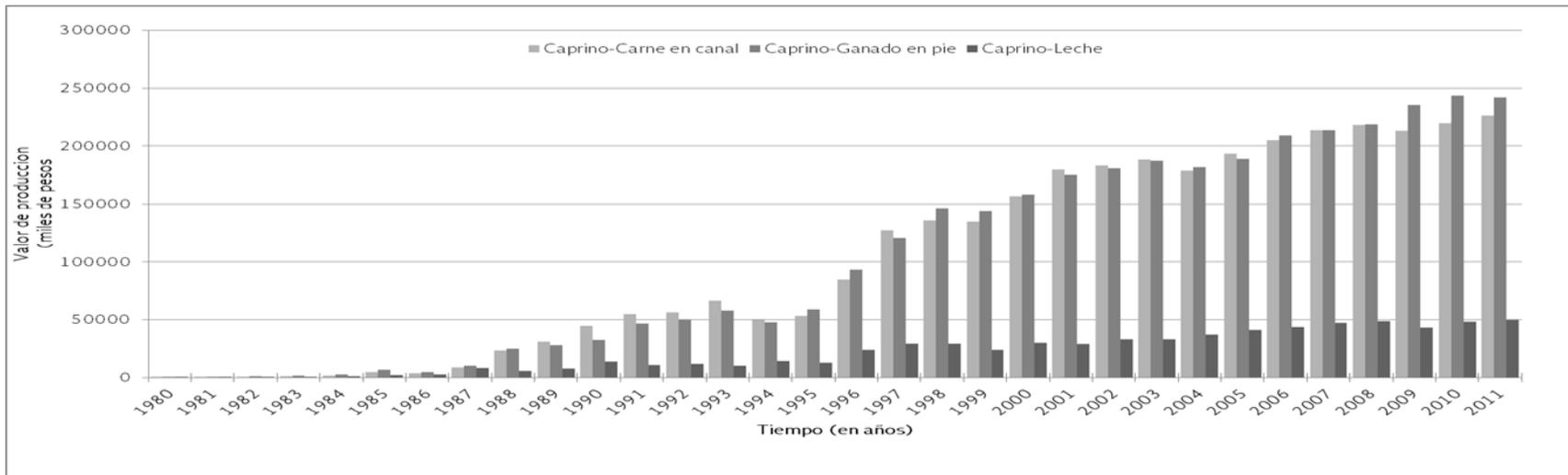
3.6.2 Producción carne en canal, ganado en pie y huevo de ave



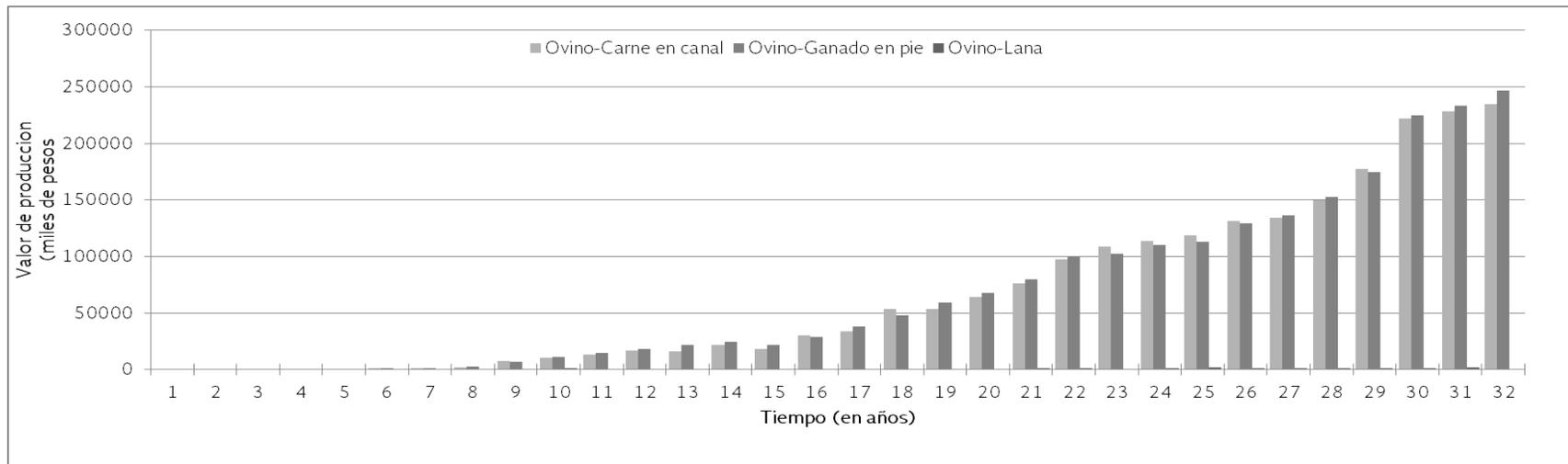
3.6.3 Producción carne en canal, ganado en pie y leche de bovino



3.6.4 Producción carne en canal y ganado en pie de caprino



3.6.5 Producción carne en canal y ganado en pie de ovino



3.6.6 Producción carne en canal y ganado en pie de porcino

