

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA

**Consejo de Cuenca
Baja California Sur**

1^a Versión

Contenido

Presentación	17
1.1. Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA)	17
Capítulo 1. Caracterización del Consejo de Cuenca Baja California Sur (CC-01).....	19
1.1. Descripción general del Consejo de Cuenca de Baja California Consejo de Cuenca (CC-01).....	19
1.2. Fisiografía CC-01 Baja California Sur.....	20
1.3. Geomorfología e hidrografía CC-01 Baja California Sur.....	21
1.4. Edafología CC-01 Baja California Sur.....	25
1.5. Climas	26
1.6. Recursos naturales	27
1.6.1. Flora y Fauna.....	29
1.6.2. Oasis.....	33
1.7. Oferta y demanda de agua; estrés hídrico.....	33
1.7.1. Usos y calidad del recurso hídrico.....	34
1.8. Distribución y disponibilidad del recurso hídrico	35
1.8.1. Hidrología superficial.....	36
1.8.2. Hidrología subterránea.....	41
1.9. Demografía, economía, nivel de desarrollo.....	45
1.9.1. Demografía.....	45
Referencias	55
Capítulo 2. Evaluación histórica de las sequías	59
2.1. Causas de las sequías en Baja California Sur y su evolución histórica	59
2.2. Monitoreo actual de la sequía en el CC-01	61
2.3. Situación de la sequía en la región del CC-01.....	63
2.4. El índice de precipitación estandarizada (o SPI por sus siglas en inglés).....	64
2.5. Índice de severidad de Sequía de Palmer (PDSI) y variantes.....	74

2.6. Escenarios y modelos climáticos para evaluar la vulnerabilidad por Sequía meteorológica (INE, 2007).....	74
2.7. Revisión y análisis de registros históricos de precipitación.....	76
2.8. Revisión y análisis de registros históricos de temperatura.....	87
2.9. Revisión y análisis de registros de evapotranspiración.	88
Referencias.....	92
Capítulo 3. Evaluación histórica de la disponibilidad de agua	95
3.1. Disponibilidad de agua en el CC-01	95
3.1.1. Aguas superficiales.....	96
3.1.2. Aguas subterráneas	100
3.2. Revisión y análisis del estado y capacidad de producción de plantas potabilizadoras.	103
3.3. Revisión y análisis de los volúmenes de agua residual tratada para reúso.....	104
3.4. Calidad del agua.	107
3.5. Análisis y diagnóstico de la sequía histórica en Baja California Sur.	109
Referencias.....	110
Capítulo 4. Evaluación histórica de la demanda de agua	115
4.1. Demanda de agua en el CC-01.	115
4.2. Demanda total de agua por sector en el CC-01	118
4.3. Infraestructura de abastecimiento.....	121
4.4. Calidad del agua en el CC-01.....	124
4.5. Diagnóstico de la demanda de agua en el CC-01.....	124
Referencias.....	125
Capítulo 5. Impacto histórico de las sequías, mitigación y valoración de las acciones realizadas	127
5.1. Revisión y análisis de la información existente en relación con el impacto histórico de las sequías, considerando aspectos sociales, económicos y ambientales.....	127

5.1.1. Comportamiento de los principales sectores, productos y servicios	128
5.2. Medidas implementadas en periodos de sequía	132
Referencias	135
Capítulo 6. Evaluación de la vulnerabilidad para el Consejo de Cuenca	137
6.1. Sequía y vulnerabilidad en el CC-01	137
6.2. Vulnerabilidad para el Consejo de Cuenca - 01	138
6.2.1. Factor 1: Exposición	138
6.2.2. Factor 2. Sensibilidad	140
6.2.3. Factor 3. Capacidad de adaptación	141
6.3. Cálculo global del grado de vulnerabilidad	141
6.4. Evaluación de la vulnerabilidad por acuífero del CC-01	142
6.4.1. Índice de exposición a la sequía	143
6.4.2. Índice de sensibilidad	144
6.4.3. Índice de capacidad de adaptación	146
6.4.4. Resultados del índice de vulnerabilidad por acuíferos (IV)	148
Referencias	149
Capítulo 7. Evaluación de los impactos de la sequía	151
7.1. Evaluación de los impactos de la sequía	151
Capítulo 8. Etapas de la sequía	155
8.1. Definición de etapas de la sequía	155
8.2. Punto de inicio de los niveles o estados de la sequía	155
Referencias	156
Capítulo 9. Estrategias de prevención y respuestas esperadas ante la sequía	157
9.1. Propuesta de medidas de prevención y respuesta por etapa de sequía para el CC-01	157
Referencias	197
Capítulo 10. Conclusiones generales	199

10.1. La situación del CC-01 ante la sequía e impactos derivados	199
10.2. Escenarios de gestión ante la sequía	200
10.2.1. Déficit de recarga de los acuíferos.....	200
10.2.2. Vulnerabilidad de los acuíferos.....	202
10.2.3. Acuíferos críticos.....	202
10.3. Monitor de sequía del CC-01	205
10.4. Evaluación de las medidas	205
Referencias	205

Índice de tablas

Tabla 1.1. Extensión de las áreas naturales protegidas de Baja California Sur. Fuente: CONANP (2013).....	29
Tabla 1.2. Superficie cubierta por tipo de vegetación para Baja California Sur.	30
Tabla 1.3. Cuencas hidrológicas en Baja California Sur, con su disponibilidad media anual de aguas superficiales publicada; actualización al 31 de diciembre de 2009 (Millones de metros cúbicos por año, hm ³ /año). Fuente: Diario Oficial de la Federación. Varias fechas. México D.F y CONAGUA. Subdirección General Técnica. México D.F. 2010.	37
Tabla 1.4. Acuíferos (hidrología subterránea) en Baja California Sur, con su disponibilidad / déficit medio anual publicada; actualización a octubre de 2013 (Millones de metros cúbicos por año, hm ³ /año). Fuente: CONAGUA (2013).....	42
Tabla 1.5. Superficie, población total y densidad por municipio y total en Baja California Sur para los años 2005 y 2010. Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico del INEGI, 2005; Censo del INEGI, 2010.....	45
Tabla 1.6. Población total en el estado de Baja California Sur (1950-2010). Fuente: Censo del INEGI, 2010.	46
Tabla 1.7. Tasa de crecimiento geométrico anual intercensal de población en el estado de Baja California Sur (1950-2010). INEGI (2010).....	49
Tabla 1.8. Población total por municipio según sexo, 2010. INEGI (2010).....	49
Tabla 2.1. Valores de clasificación del SPI.....	65
Tabla 2.2. Clasificación de sequía según Palmer (1965).....	71
Tabla 2.3. Clasificación de sequía según el Índice de Sequía Hidrológica de Palmer.	72
Tabla 2.4. Índice Z Palmer: mide la sequía a corto plazo en una escala mensual.....	73

Tabla 2.5. Estaciones climatológicas totales y de referencia (amarillo-azul) distribuidas en todo Baja California Sur.....	77
Tabla 3.1. Volumen total inscrito en el REPDA de aguas superficiales y subterráneas, actualizado al 2013. CONAGUA (2013).....	95
Tabla 3.2. Títulos y volúmenes de aguas nacionales y bienes inherentes por uso de agua en Baja California Sur.	95
Tabla.3.3. Las 12 cuencas hidrológicas más importantes del estado de Baja California Sur y su contribución al escurrimiento total anual, según CONAGUA 2011 (datos publicados en el Diario Oficial de la Federación, 2007 y 2011). Fuente (Wurl y García, 2012)	97
Tabla.3.4. Las 4 presas más grandes en BCS, sus especificaciones técnicas, capacidades y usos según CONAGUA (2011).Vol = 34.7 Mm ³	98
Tabla.3.5. Relación de volúmenes de aguas subterráneas por acuífero identificados en el estado de Baja California Sur. La base de datos que se utilizó para dar respuesta a la presente consulta es con fecha de corte al 31 de marzo de 2013. CONAGUA (2013)	100
Tabla.3.6. Plantas potabilizadoras para Baja California Sur.	103
Tabla 3.7. Plantas Municipales de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación en el estado de Baja California Sur.	105
Tabla 4.1. Volúmenes de extracción de agua superficial y subterránea por sector. Hoja electrónica, CONAGUA (2013).....	117
Tabla 4.2. Tomas del municipio de La Paz al 2011. Fuente: OOMSAPA-La Paz, 2013.....	122
Tabla 4.3. Tomas del Municipio de La Paz al 2012. Fuente: OOMSAPA-La Paz, 2013	122
Tabla 4.4. Tomas del Municipio de La Paz al 2013. Fuente: OOMSAPA-La Paz, 2013	123

Tabla 5.1. Número de pipas en operación en Baja California Sur (Información proporcionada por CONAGUA).....	134
Tabla 6.1. Grado de exposición del CC-01.....	139
Tabla 6.2. Proporción histórica de años con sequía para el CC-01. Fuente: CONAGUA (2011).....	139
Tabla 6.3. Población y PIB afectados por la sequía. *Se desconoce la información de PIB afectado por la sequía.....	140
Tabla 6.4. Impacto económico en la actividad agropecuaria.....	140
Tabla 6.5. Capacidad de adaptación de aguas subterráneas.....	141
Tabla 6.6. Grados y rangos de vulnerabilidad.....	141
Tabla 6.7. Evaluación de la vulnerabilidad de CC-01.....	142
Tabla 7.1. Impactos existentes y potenciales producidos como consecuencia de la sequía.....	151
Tabla 8.1. Detonantes de etapas de sequía actualmente medidos para el CC-01.....	155
Tabla 8.2. Detonantes de etapas de sequía propuestos para el CC-01.....	156
Tabla 9.1. Medidas de prevención y respuesta por etapa para el organismo operador.....	158
Tabla 9.2. Medidas de prevención y respuesta por etapa para el sector doméstico.....	164
Tabla 9.3. Medidas de prevención y respuesta por etapa para sector agrícola.....	174
Tabla 9.4. Medidas de prevención y respuesta por etapa para sector pecuario. N/A = No aplica.....	178
Tabla 9.5. Medidas de prevención y respuesta por etapa para la industria.....	180
Tabla 9.6. Medidas de prevención y respuesta por etapa para el comercio.....	181
Tabla 9.7. Medidas de prevención y respuesta por etapa para sector ambiental.....	184

Tabla 9.8. Medidas de prevención y respuesta por etapa para sector turismo. NA = No aplica	191
Tabla 9.9. Medidas de prevención y respuesta por etapa para sector institucional. NA = No aplica.....	196
Tabla 10.1. Escenario prospectivo de gestión de sequía para los acuíferos con déficit del CC-01 (difieren por menos de 3 acuíferos considerados con déficit de los publicados en los Diarios Oficiales de la Federación, debido a que los datos presentados de usos por sector y total están actualizados a abril de 2013, y el de los DOF son de fechas anteriores).....	201
Tabla 10.2. Disponibilidad de acuíferos para el CC-01	202
Tabla 10.3. Acuíferos críticos determinados en el CC-01.	204

Índice de figuras

Figura 1.1. Consejo de Cuenca Baja California Sur y entidades municipales. Fuente: CONAGUA (2012).	19
Figura 1.2. Fisiografía, Baja California Sur. Fuente: CONAGUA, 2012.	21
Figura 1.3. Geomorfología, Baja California Sur. Fuente: CONAGUA, 2012.	22
Figura 1.4. Geología en Baja California Sur. Fuente: CONAGUA (2012).	24
Figura 1.5. Edafología en Baja California Sur. Fuente: CONAGUA (2012).	25
Figura 1.6. Climas de Baja California Sur. Fuente: García y CONABIO (1998).	27
Figura 1.7. Áreas Naturales Protegidas en Baja California Sur. Fuente: CONANP (2013b).	28
Figura 1.8. Tipos de vegetación para Baja California Sur. Fuente: INEGI (2007).	32
Figura 1.9. Porcentaje de superficie de vegetación 2007 para Baja California Sur. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2011, con base en: INEGI, Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación, Serie IV, escala 1: 250 000 (Conjunto Nacional), México, 2007.	32
Figura 1.10. Usos del agua en B.C.S. CONAGUA (2012).	34
Figura 1.11. Regiones hidrológicas, Baja California Sur. Fuente: CONAGUA, 2012.	36
Figura 1.12. Cuencas hidrológicas, Baja California Sur. CONAGUA, 2012.	37
Figura 1.13. Disponibilidad media anual de agua superficial en las cuencas hidrológicas, RH B.C. Centro-Oeste.	39
Figura 1.14. Disponibilidad media anual de agua superficial en las cuencas hidrológicas, RH B. C. Suroeste.	40
Figura 1.15. Disponibilidad media anual de agua superficial en las cuencas hidrológicas, RH B. C. Centro – Este.	40
Figura 1.16. Disponibilidad media anual de agua superficial en las cuencas hidrológicas, B. C. Sureste.	41

Figura 1.17. Acuíferos en Baja California Sur. Fuente: CONAGUA, 2012.....	42
Figura 1.18. Población total por estado en México para el 2010. INEGI (2010).....	46
Figura 1.19. Densidad de población 2005 y 2010. INEGI (2010). Cifras correspondientes a las fechas censales del 17 de octubre (2005) y 12 de junio (2010).....	47
Figura 1.20. Tasas de crecimiento medio anual de la población, 2000-2005 y 2005-2010. INEGI (2010). La tasa se calculó en el modelo geométrico. Cifras correspondientes a las correspondientes a las siguientes fechas censales: 14 de febrero (2000); 17 de octubre (2005) y 12 de junio (2010).....	48
Figura 1.21. Tasa neta migratoria, 2005 y 2010. INEGI (2010)	50
Figura 2.1. Estaciones climatológicas totales y de referencia en el CC-01.....	60
Figura 2.2. Estaciones climatológicas utilizadas para el cálculo experimental de los índices de sequía para Baja California Sur. Nota: En la tabla se muestra el período de años utilizado. Fuente: Información del North American Drought Monitor (NOAA, 2012)	63
Figura 2.3. Distribución normal estándar del SPI con una media de cero y una varianza de uno.....	64
Figura 2.4. Localización de las estaciones de referencia para el cálculo del Índice de Precipitación Estandarizada (SPI), existentes para Baja California Sur.....	66
Figura 2.5. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3035.....	67
Figura 2.6. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3038.....	67
Figura 2.7. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3056.....	67

Figura 2.8. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3063.	68
Figura 2.9. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3066.	68
Figura 2.10. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3068.	68
Figura 2.11. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3074.	69
Figura 2.12. Resumen de periodos de sequía severa y extrema (-1.5 y menos) en 31 estaciones del CC-BCS de acuerdo a los resultados del SPI (ciclos de ~15 años según óvalos punteados). Los números en las celdas indican los meses con sequía.	69
Figura 2.13. Porcentaje de años con sequía en el período evaluado para cada una de las 31 estaciones climatológicas de referencia.	70
Figura 2.14. Índice de Sequía Modificado de Palmer; promedio histórico mensual por cada una de las seis estaciones climatológicas en Baja California Sur. Con datos generados por el <i>North American Drought Monitor</i>	72
Figura 2.15. Índice de Sequía Hidrológica de Palmer; promedio histórico mensual por cada una de las seis estaciones climatológicas en Baja California Sur. Con datos generados por el <i>North American Drought Monitor</i>	73
Figura 2.16. Índice Z de Palmer; promedio histórico mensual por cada una de las seis estaciones climatológicas en Baja California Sur. Con datos generados por el <i>North American Drought Monitor</i>	74
Figura 2.17. Severidad de la sequía meteorológica. Escenario Base.	75
Figura 2.18. Severidad de la sequía meteorológica. Modelo CCCM.	75
Figura 2.19. Severidad de la sequía meteorológica. Modelo GFDL-R30.	76

Figura 2.20. Mapa de la ubicación de las estaciones climatológicas totales y de referencia para el estado de Baja California Sur (25.6175, 2013).....	79
Figura 2.21. Precipitación histórica promedio mensual para Baja California Sur. Se observan tres periodos hidrológicos bien definidos: invernal (nov-feb), de secas (mar-jun), y de lluvias (jul-oct).....	80
Figura 2.22. Precipitación histórica promedio por mes por estación.	80
Figura 2.23. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Secas en Baja California Sur (Marzo). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máximo = 7-18 mm.....	81
Figura 2.24. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Secas en Baja California Sur (Abril). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máximo = 7-18 mm.....	82
Figura 2.25. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Secas en Baja California Sur (Mayo). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máximo = 7-18 mm.....	82
Figura 2.26. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Secas en Baja California Sur (Junio). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máximo = 7-18 mm.....	83
Figura 2.27. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Lluvias en Baja California Sur (Julio). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 47-187 mm.....	83
Figura 2.28. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Lluvias en Baja California Sur (Agosto). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 47-187 mm.....	84
Figura 2.29. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Lluvias en Baja California Sur (septiembre). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 47-187 mm.....	84

Figura 2.30. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Lluvias en Baja California Sur (Octubre). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 47-187 mm.....	85
Figura 2.31. Precipitación Histórica Promedio para la temporada Invernal en Baja California Sur (Noviembre). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 17-32 mm.	85
Figura 2.32. Precipitación Histórica Promedio para la temporada Invernal en Baja California Sur (Diciembre). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 17-32 mm	86
Figura 2.33. Precipitación Histórica Promedio para la temporada Invernal en Baja California Sur (Enero). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 17-32 mm	86
Figura 2.34. Precipitación Histórica Promedio para la temporada Invernal en Baja California Sur (Febrero). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 17-32 mm	86
Figura 2.35. Temperatura histórica promedio total en Baja California Sur.	88
Figura 2.36. ETP según Thornthwaite, para Mulegé (Troyo-Diéguez, 2013).	89
Figura 2.37. ETP según Thornthwaite, para Loreto (Troyo-Diéguez, 2013).	90
Figura 2.38. ETP según Thornthwaite, para Santo Domingo (Troyo-Diéguez, 2013).	90
Figura 2.39. ETP según Thornthwaite, para La Paz (Troyo-Diéguez, 2013).	91
Figura 2.40. ETP según Thornthwaite, para Todos los santos (Troyo-Diéguez, 2013).	91
Figura 2.41. ETP según Thornthwaite, San José del Cabo (Troyo-Diéguez, 2013).	92
Figura 3.1. Mapa de presas y represas distribuidas en Baja California Sur.	99

Figura 3.2. Distribución porcentual de obras de captación en Baja California Sur. 25.6175 (2013).....	99
Figura 3.3. Disponibilidad y déficit de los acuíferos (Repda, 2013).	102
Figura 3.4. Registros de niveles de aguas subterráneas. Disponibilidad vs Déficit.	102
Figura 3.5. Volúmen de descarga concesionado de aguas residuales por uso, para Baja California Sur.....	107
Figura 3.6. Concentración de arsénico por muestra de agua. Resultados del estudio de la calidad del agua de 500 pozos en BCS. Niparajá-25.6175 (2005)	108
Figura 3.7. Mapa de zonas afectadas por Arsénico en B.C.S. Niparajá-CONAGUA (2010)	109
Figura 4.1. Usos del agua en Baja California Sur. Fuente: CONAGUA, 2012.	116
Figura 4.2. Usos del agua en Baja California Sur, Municipio Mulegé	118
Figura 4.3. Usos del agua en Baja California Sur, Municipio Loreto.....	119
Figura 4.4. Usos del agua en Baja California Sur, Municipio Comondú	119
Figura 4.5. Usos del agua en Baja California Sur, Municipio La Paz.....	120
Figura 4.6. Usos del agua en Baja California Sur, Municipio Los Cabos.	121
Figura 4.7. Acueducto El Carrizal-La Paz. Fuente: OOMSAPA-La Paz, 2013b	123
Figura 5.1. Grado de severidad de las zonas históricamente afectadas por la sequía (CENAPRED, 2002).....	127
Figura 5.2. Áreas agrícolas en Baja California Sur (Gob.BCS, 2012).....	128
Figura 5.3. Áreas pecuarias Baja California Sur (Gob.BCS, 2012).	130
Figura 5.4. Población beneficiada de la distribución de agua en pipas en atención a la Sequía 2012.	134
Figura 6.1. Índice de exposición por acuífero del CC-01	144
Figura 6.2. Índice de sensibilidad por acuífero del CC-01.....	146
Figura 6.3. Índice de capacidad de adaptación por acuífero del CC-01.....	147
Figura 6.4. Índice de vulnerabilidad por acuífero del CC-01.	148
Figura 10.1. Priorización de acuíferos para su atención inmediata.	203

Presentación

La escasez de agua afecta a casi todos los continentes y más del 40% de las personas del planeta. En 2025, 1.8 millones de personas vivirán en países o regiones con escasez absoluta de agua, y dos tercios de la población mundial podría vivir bajo condiciones de estrés (UNU-INWEH, 2013).

Anualmente México recibe del orden de 1,489 miles de millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación. De esta agua, se estima que el 73.1% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, el 22.1% escurre por los ríos o arroyos, y el 4.8% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos. Tomando en cuenta las exportaciones e importaciones de agua con los países vecinos, así como la recarga incidental (véase glosario), anualmente el país cuenta con 460 mil millones de metros cúbicos de agua dulce renovable (CONAGUA, 2011).

Para el caso específico del estado de Baja California Sur, el recurso hídrico por naturaleza es escaso y si a esto se le adiciona el crecimiento de la población de los últimos años, el grado de presión sobre el recurso resulta cada vez mayor, ya que los distintos sectores demandan más volumen de agua para satisfacer sus requerimientos (CONAGUA, 2012).

Por lo anterior, enero de 2013, la CONAGUA da a conocer el Proyecto de implementación del Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), que tiene como elementos base el monitoreo de la sequía y la elaboración de programas por cuencas y usuarios para afrontar sequías.

Para ello se pretende elaborar Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía, a través de los Consejos de Cuencas coordinado junto con las instituciones de investigación involucradas.

Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA)

Para fines de administración y preservación de las aguas nacionales, a partir de 1997 el país se ha dividido en 13 RHA, las cuales están formadas por agrupaciones de cuencas, consideradas las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos, pero sus límites respetan los municipales, para facilitar la integración de la información socioeconómica. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), órgano administrativo, normativo, técnico y consultivo encargado de la gestión del agua en México, desempeña sus funciones a través de 13 organismos de cuenca, cuyo ámbito de competencia son las RHA (CONAGUA, 2011).

El estado de Baja California Sur se encuentra dentro de la Región Hidrológica Administrativa I Península de Baja California (RHA I PBC), que comprende además la totalidad de los estados de Baja California y Baja California Sur, y el municipio de San Luis Río Colorado en Sonora. Limita al norte con la frontera de los Estados Unidos de América que se extiende a lo largo de 265 kilómetros. La RHA I PBC se ubica en una de las zonas del país con menor precipitación media anual, 77% menor que la media nacional, lo cual limita sus posibilidades de desarrollo social, económico y ambiental (CONAGUA, 2012).

1. Caracterización del Consejo de Cuenca Baja California Sur (CC-01)

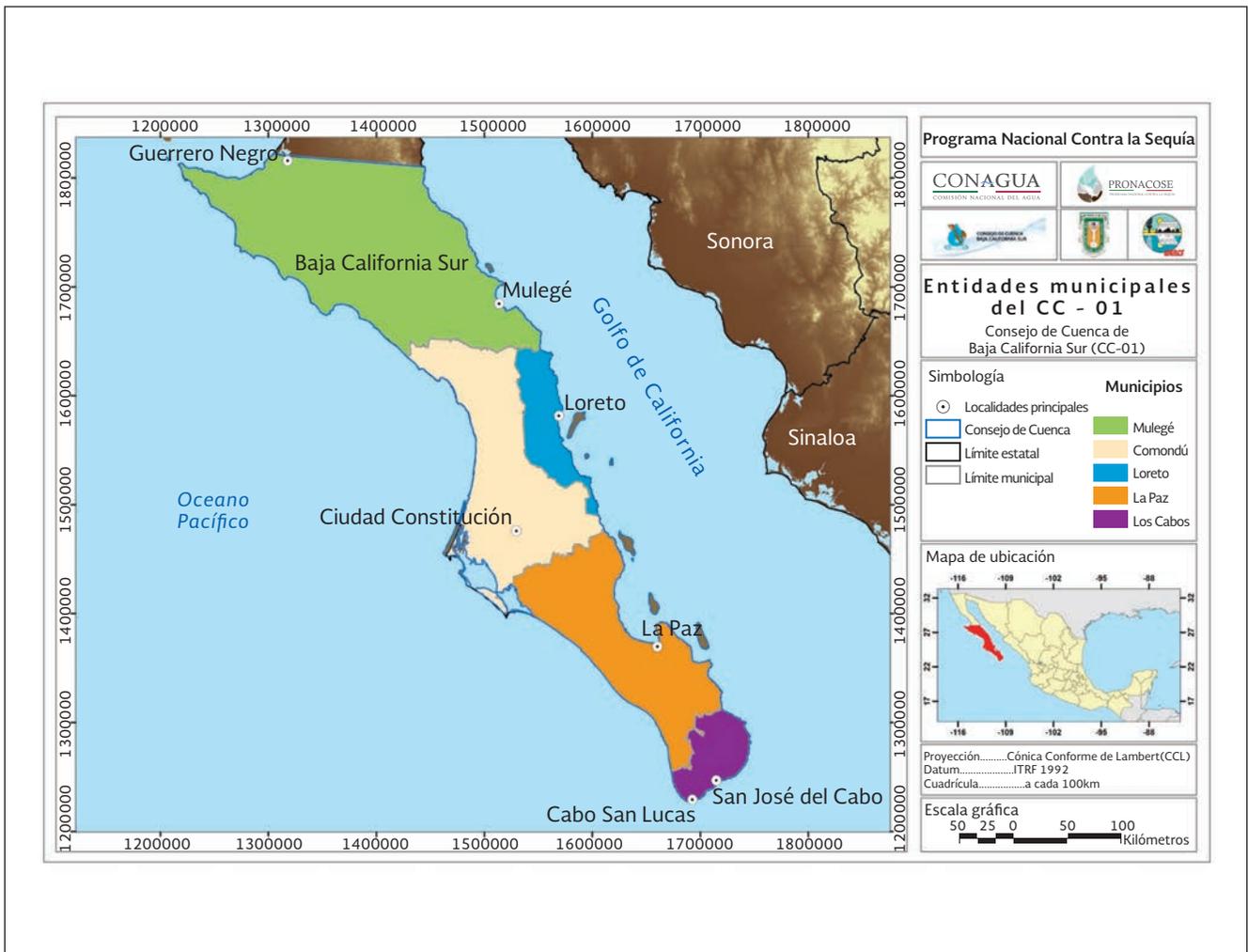
1.1. Descripción general del Consejo de Cuenca de Baja California Consejo de Cuenca (CC-01).

Para la administración y gestión del agua en las diferentes cuencas, existen los Consejos de Cuenca (CC), que están comprendidos por varios grupos de trabajo. La Ley de Aguas Nacionales establece que los Consejos de Cuenca son órganos colegiados de integración mixta, para la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica o por región hidrológica. De acuerdo a la Ley, constituyen instancias de apoyo,

concertación, consulta y asesoría entre la CONAGUA y los diferentes usuarios del agua a nivel nacional. En la actualidad el país está organizado en 26 CC, y desde el 3 de Mayo de 2000, el estado de Baja California Sur constituye uno de ellos (CONAGUA, 2012).

El CC-01 Baja California Sur se ubica al noroeste del territorio nacional ocupando la mitad sur de la Península de Baja California. Limita al norte con el estado de Baja California, al este con el Mar de Cortés y al sur y oeste con el Océano Pacífico. Se encuentra entre los meridianos 109°22' y 115°4' de longitud oeste, y las latitudes 28°16' y 22°33' norte (Figura 1.1).

Figura 1.1. Consejo de Cuenca Baja California Sur y entidades municipales. Fuente: CONAGUA (2012).



1.2. Fisiografía CC-01 Baja California Sur.

El estado de Baja California Sur presenta rasgos fisiográficos diversos. Al centro de la entidad se revelan fenómenos orográficos conspicuos como sierras y mesetas de gran altura. El carácter volcanoclástico de las rocas que constituyen las serranías, infieren al terreno una topografía caracterizada, hacia su porción central por mesas alargadas con cantiles verticales disectados por la erosión de los arroyos que en ocasiones vierten sus aguas a cuencas endorreicas. Hacia el flanco oriental presenta una topografía abrupta con cantiles verticales mayores a los 200 m con arroyos que drenan hacia la vertiente del Golfo de California, y hacia su flanco occidental una topografía más suave conformada por mesas alargadas cortadas abruptamente por los arroyos que drenan hacia la vertiente del Océano Pacífico (Ávalos et al., 1999). Baja California Sur forma parte de la provincia fisiográfica denominada “Península de Baja California”, que a su vez se diferencia en cuatro subprovincias:

“Desierto de San Sebastián Vizcaíno” se localiza al noroeste del estado y es compartida con la entidad de Baja California. Hacia el oriente limita con la Sierra de La Giganta, al oeste y sur con el Océano Pacífico. Se caracteriza por ser una llanura desértica, con dunas y piso rocoso o cementado. La recarga de agua subterránea de ésta subprovincia se origina en las mesetas basálticas de la subprovincia Sierra de La Giganta (SEMARNAT, 2009).

“Sierra la Giganta” se encuentra casi en su totalidad dentro del estado, aunque también una

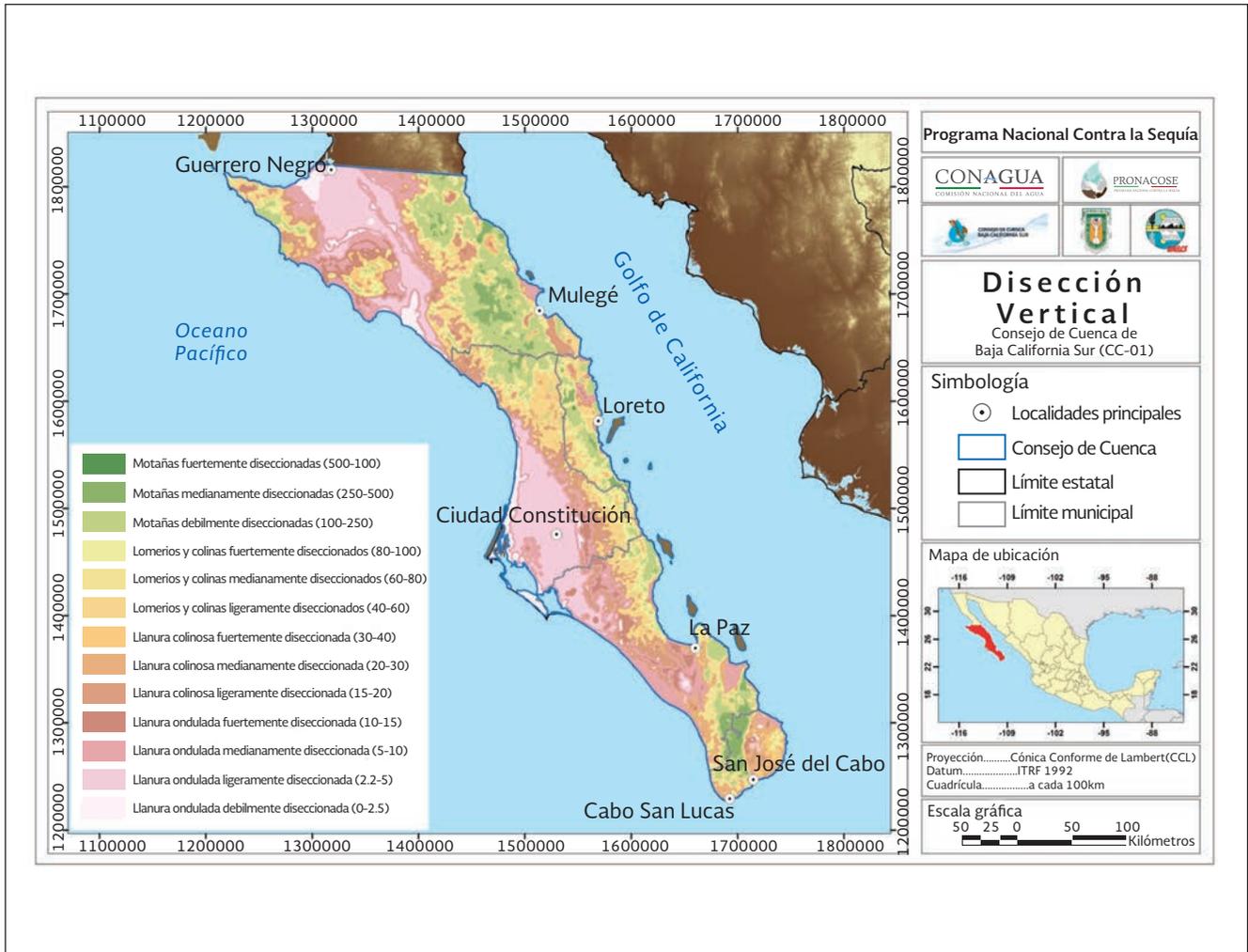
pequeña porción es compartida con Baja California. La Sierra La Giganta forma parte de la Cordillera Peninsular y dominan las sierras con altas mesetas por el lado de la costa del Golfo de California, y en el occidente, mesetas basálticas con cañadas. Es un área de recarga de agua subterránea, especialmente para el distrito de riego de Santo Domingo (SEMARNAT, 2009).

“Discontinuidad Llanos de la Magdalena” se distribuye en la porción central y suroeste del estado, las topofomas más sobresalientes consisten de llanuras comúnmente con desarrollo de dunas y suelos residuales. El límite oeste de esta subprovincia consiste de una serie de barras arenosas costeras que encierran las Bahías de Santo Domingo y Magdalena. Hacia el este la topografía que conforma los Llanos de Magdalena aumenta en elevación progresivamente hacia la frontera con la subprovincia de la Sierra La Giganta, predominando, lomeríos, mesetas y bajadas, en una etapa de erosión avanzada, hasta pasar paulatinamente a las sierras con mesas planas características de la Sierra La Giganta (Ávalos et al., 1999).

“Del Cabo” presenta un conjunto de sierras que se extienden de norte a sur. Se caracteriza por sierras y lomeríos que vierten hacia el Pacífico. La mayor proporción de la recarga de agua subterránea alimenta a la vertiente del Golfo de California, presenta un conjunto de sierras de origen plutónico, con una orientación norte-sur (SEMARNAT, 2009).

La Figura 1.2 muestra la disección vertical del CC-01.

Figura 1.2. Fisiografía, Baja California Sur. Fuente: CONAGUA, 2012.



1.3. Geomorfología e hidrografía CC-01 Baja California Sur.

En la región ubicada entre los paralelos 27°00' a 28°00' latitud Norte, y los meridianos 114°00' a 116°00' longitud oeste, limitada al norte-noreste por la Laguna Ojo de Liebre y la Bahía Sebastián Vizcaíno y al suroeste por el Océano Pacífico, se presentan sierras caracterizadas por una topografía abrupta; presentan a partir del nivel del mar un fuerte ascenso, las serranías son fuertemente disectadas por los arroyos en dirección norte-oriente, surponiente y en otros casos al norte poniente, produciendo en ocasio-

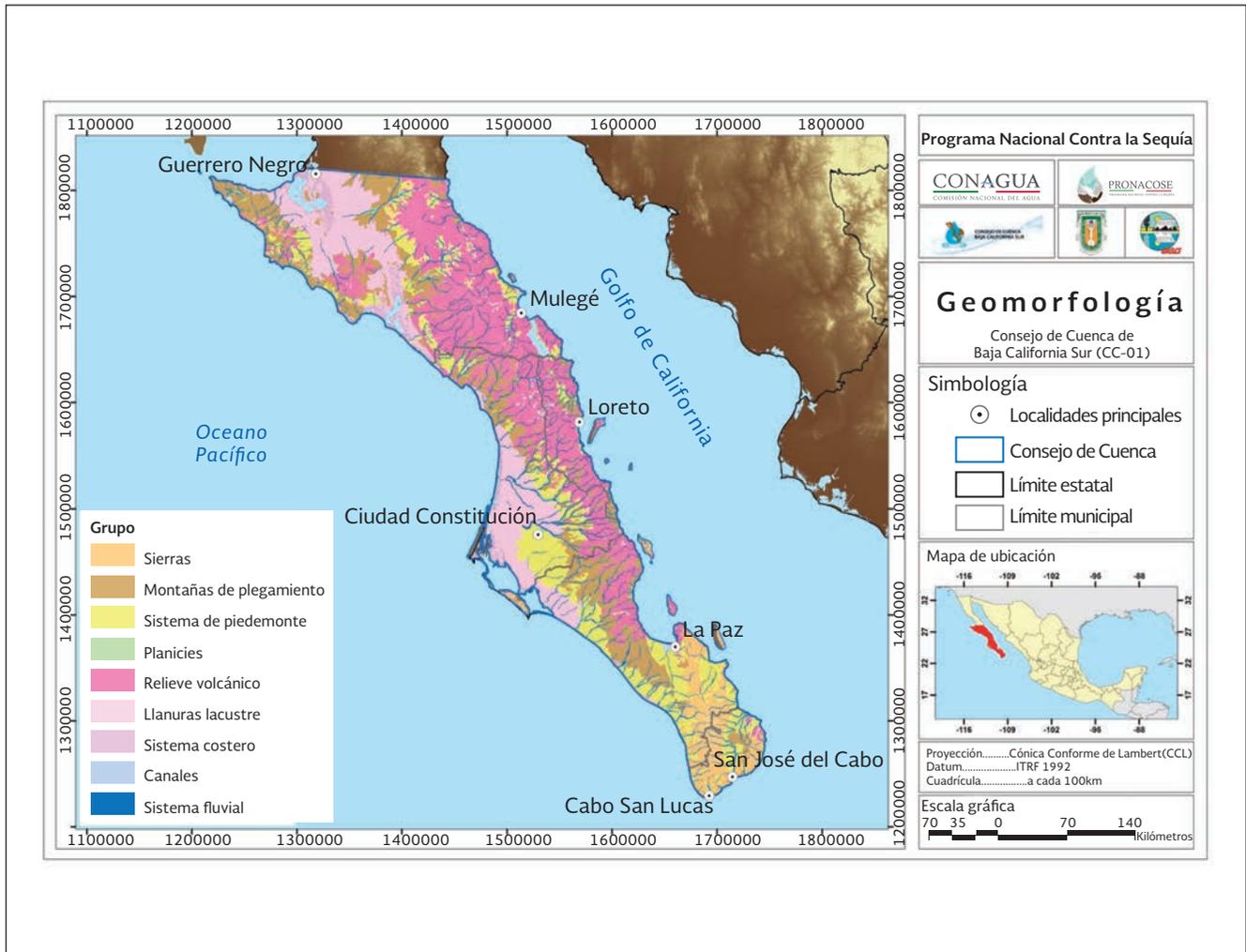
nes acantilados mayores a 50 m. A su vez, el extremo oriente presenta una topografía constituida por dunas, escasos lomeríos y amplias planicies (Figura 1.3). La red de drenaje es de alta densidad, tipo dendrítico en su mayoría, con menor densidad en la planicie del desierto donde ocasionalmente los arroyos se desintegran en las dunas (Aparicio *et al.*, 1997).

En la región noroeste del estado, entre los paralelos 27°00' a 28°00' latitud Norte, y los meridianos de 112°00' a 114°00' longitud Oeste se encuentran elevaciones sobresalientes como los volcanes El Azufre y Las Tres Vírgenes, con alturas de 1,920

metros sobre el nivel del mar (msnm). La red hidrográfica está conformada por un drenaje de baja densidad y carácter intermitente; en el extremo oriente el patrón es dendrítico, mientras que en las Sierras de San Francisco y Santa Clara es radial. Geomorfo-

lógicamente la etapa es de madurez; hacia el poniente las pendientes son suaves, a partir de las cuales se inicia la planicie donde se ha desarrollado la acumulación eólica del Desierto de Vizcaíno (Aparicio et al., 1997).

Figura 1.3. Geomorfología, Baja California Sur. Fuente: CONAGUA, 2012.



De igual manera, al noroeste de la entidad, el carácter volcanoclástico de las rocas que constituyen las serranías inferen al terreno una topografía caracterizada hacia su porción central por mesas alargadas con cantiles verticales disectadas por la erosión de los arroyos, hacia el flanco nororiental presenta una

topografía abrupta con cantiles verticales mayores a los 200 m, con arroyos que drenan hacia la Vertiente del Golfo, y hacia su flanco sur-occidental una topografía más suave conformada por mesas alargadas cortadas abruptamente por los arroyos que drenan hacia la Vertiente del Pacífico. La hidrografía es densa

en su mayoría de tipo dendrítico hacia sus porciones altas y hacia las porciones bajas donde la topografía adquiere forma de mesetas, predomina un drenaje rectangular bajando su densidad. En algunas ocasiones se presenta radial, con orientación general en dirección noreste-suroeste hacia la porción sur-occidental de las serranías drenando sus aguas al Pacífico, entre los principales arroyos se tienen el de San Raymundo, San Martín, El Mezquital, El Patrocinio, La Purísima y San Gregorio. Para el flanco nor-occidental el patrón de drenaje muestra una dirección noreste-este que drena sus aguas a la Vertiente del Golfo de California. En la región los procesos marinos fluviales y eólicos han depositado una gran cantidad de sedimentos que forman barreras y depósitos de dunas, además se tiene un sistema de dunas antiguas, las cuales en la actualidad se encuentran estabilizadas por una cubierta vegetal distribuyéndose estos depósitos principalmente en la margen costera del Pacífico y en la Laguna San Ignacio (Aparicio *et al.*, 1998).

El área localizada al noroeste en la parte central del estado, geomorfológicamente se encuentra dentro de una etapa de juventud para una región árida, dado que prevalece aún la morfología original de casi todos los elementos que la conforman; en donde destaca una topografía compuesta por un macizo serrano asimétrico escarpado hacia el oriente y de pendiente suave hacia el poniente. En la región los procesos marinos, fluviales y eólicos han depositado una gran cantidad de sedimentos que han constituido: barreras, isla de barreras, depósitos de duna y depósitos de terrazas de poca elevación (Maraver *et al.*, 2001).

El área localizada en la porción central sur del estado, está constituida por rocas volcánicas y volcanoclásticas que componen las serranías y definen una topografía caracterizada hacia su porción central por mesetas alargadas con cantiles verticales disectadas por la erosión de los arroyos (Figura 1.4). Hacia el flanco oriental se presenta una topografía abrupta con cantiles verticales hasta de 1,200 m de altitud, con arroyos que drenan hacia la vertiente del Golfo.

Hacia el flanco occidental se manifiesta una topografía más suave conformada por mesetas alargadas cortadas abruptamente por los arroyos que drenan hacia la vertiente del Océano Pacífico. La extensa planicie costera de la región oeste central es el resultado de la acción de los procesos marinos, fluviales y eólicos han depositado una gran cantidad de sedimentos, los cuales rellenaron una antigua cuenca. Además se tiene un sistema de dunas antiguas, las cuales en la actualidad se encuentran estabilizadas por una cubierta vegetal. Estos mismos procesos han desarrollado barras y depósitos de dunas recientes a lo largo de la línea de costa (Ávalos *et al.*, 1999).

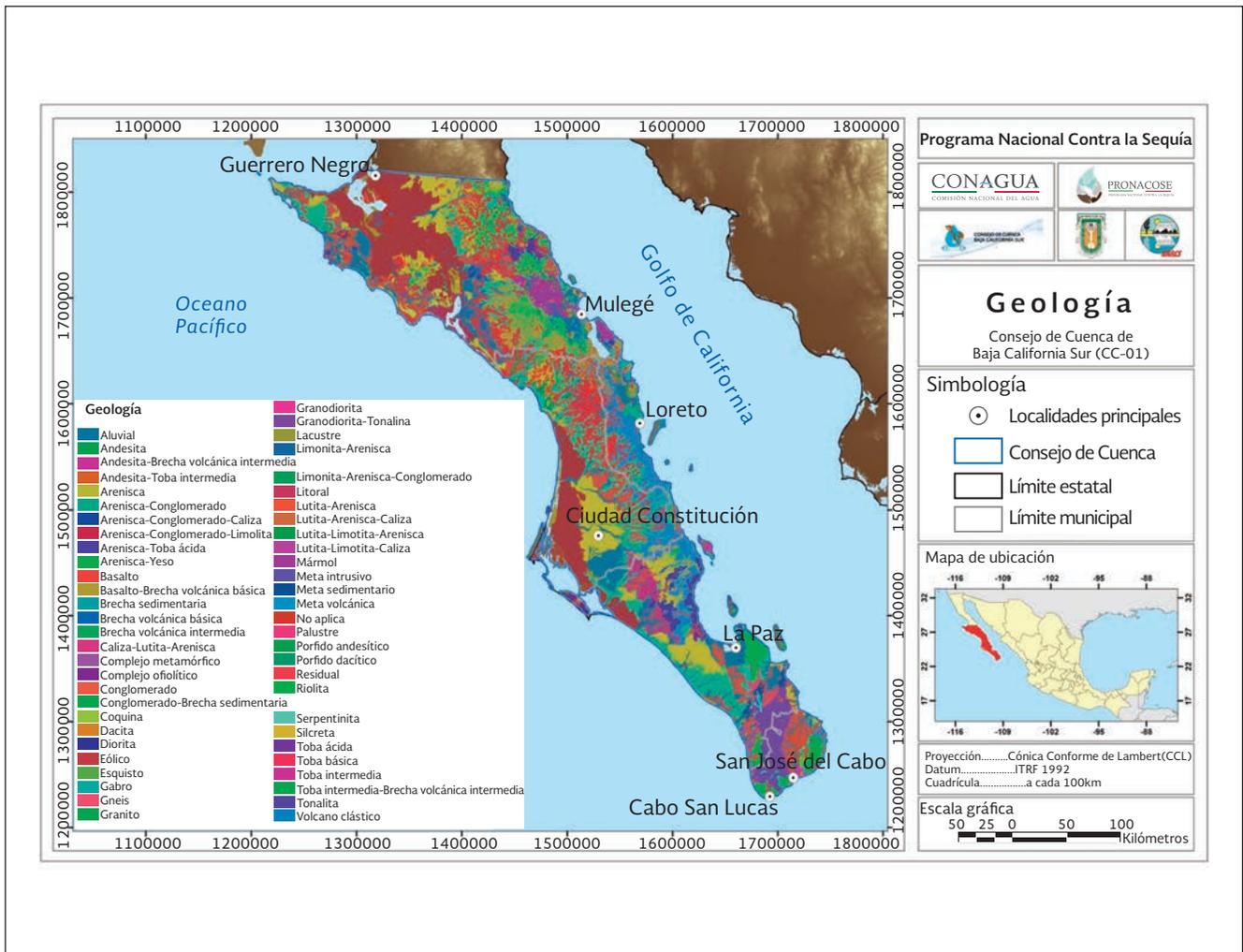
Más al sur de la porción central del estado, entre los 24° a 25° de latitud Norte y 110° a 112°15' de longitud Oeste, la zona se divide en dos vertientes claramente diferenciadas. Al oriente se tiene la vertiente del Golfo de California que se caracteriza por presentar una ladera angosta y escarpada, con escurrimientos de régimen intermitente de corta trayectoria, presentando un drenaje que varía de dendrítico a subparalelo. La vertiente occidental está constituida por una planicie amplia que da origen a escurrimientos de gran longitud e intermitentes con un drenaje de subdendrítico a dendrítico (Rojas *et al.*, 1999).

Hacia el sur del estado, la región conocida como El Cabo, ubicada entre los paralelos 22°45' a 24°00' de latitud Norte y los meridianos 109°00' a 111°00' de longitud Oeste, la geomorfología regional está dominada por geofomas tectónicas que difieren marcadamente con la provincia geomorfológica del centro del área peninsular. El bloque de Los Cabos está constituido por una cordillera central montañosa con orientación norte-sur, la cual forma el espinazo de la región. La cordillera, como se observa en varios lugares está limitada en sus flancos por márgenes rectilíneos que sugieren la presencia de fallas de alto ángulo de las cuales se infiere un gran desplazamiento, desarrollando un paisaje geomorfológico de bloque fallado. Geomorfológicamente se encuentra dentro de dos etapas: una de juventud a juventud

avanzada y otra de madurez temprana. La máxima altitud registrada en ella es el Pico de Santiago, con 2,164m. Las características dominantes del bloque de Los Cabos son sierras altas limitadas por cuencas medianamente definidas. Esta alternancia de sierras y cuencas ha sido interpretada como una secuencia de fosas y pilares. El cuerpo intrusivo central, controlado por un sistema estructural de fallas y fracturas orientado este-oeste, tiene una abrupta topografía, la cual ha influido junto con su naturaleza litológica y los patrones climáticos de la región han creado una red de drenaje orientada de este-oeste. Este fallamiento y fracturamiento divide a la sierra en bloques

estructuralmente controlados, manifestándose en profundos cañones en “v”, los cuales, la erosión fluvial ha cortado a las rocas ígneas y granitoides deformados, depositando enormes cantidades de sedimento areno-conglomerático, formando grandes planicies aluviales o mesas, que a su vez limitan con cuencas tectónicas a ambos lados de la sierra. En la Región del Cabo, la red hidrográfica está conformada por un drenaje denso y de carácter intermitente, con un modelo predominante de semidentrítico a dendrítico y rectangular paralelo en las porciones altas, y en las partes bajas predomina un drenaje paralelo dicotómico (Maraver *et al.*, 2001).

Figura 1.4. Geología en Baja California Sur. Fuente: CONAGUA (2012).

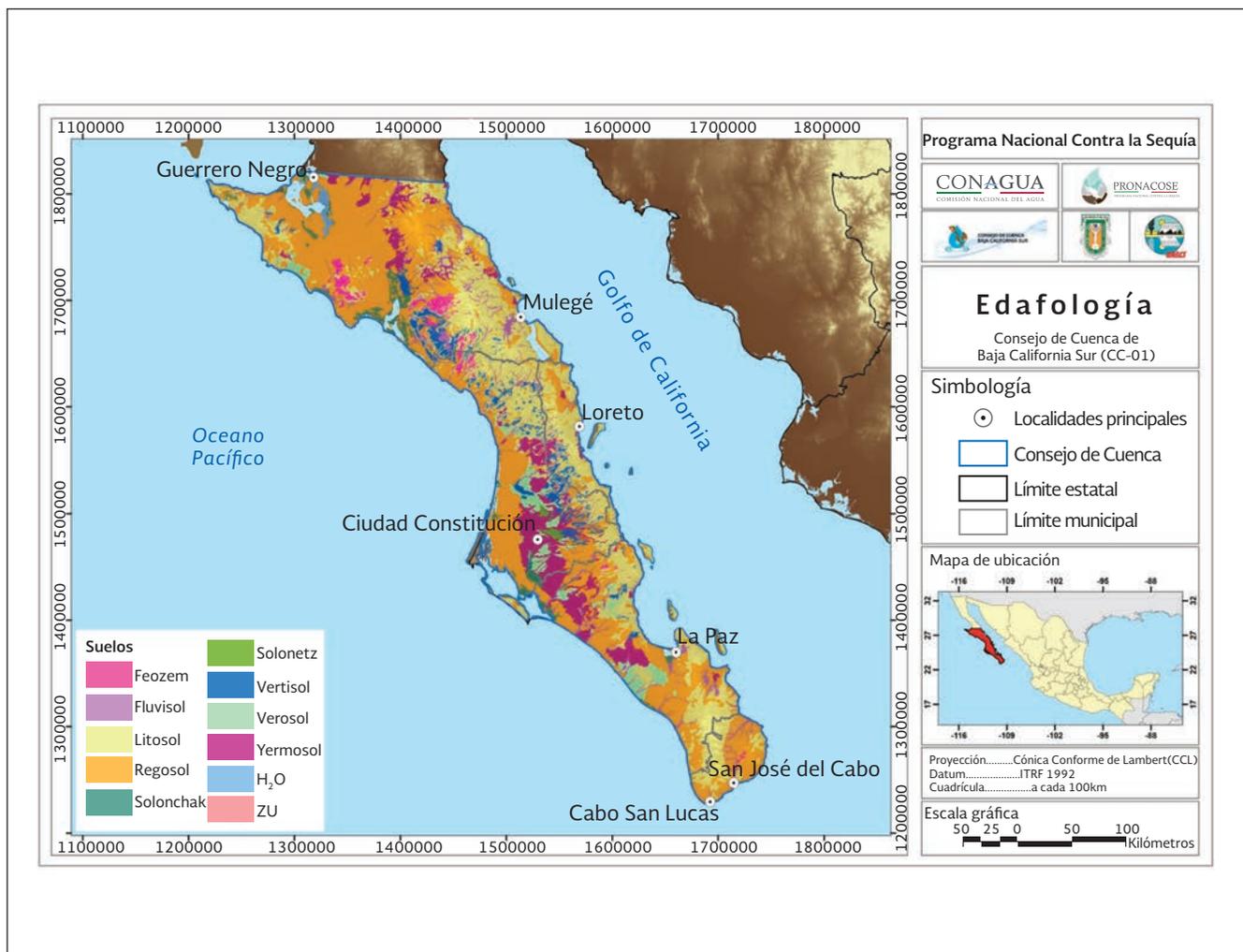


1.4. Edafología CC-01 Baja California Sur.

En el estado de Baja California Sur se encuentran 9 tipos distintos de suelos con variantes en su composición. El suelo con mayor predominancia es el regosol, con una presencia de 41.81% del total de la superficie del territorio, seguido por el litosol con 31.34% de predominancia. Asimismo, en menor medida se encuentran representados los suelos tipo yermosol (8.92%), fluviosol (4.71%), vertisol (4.16%), xerosol (3.94%), solonchak (2.79%), feozem (1.51%) y solonetz (0.27%) (Figura 1.5).

Los regosoles son suelos con poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. Se encuentra presente en el estado el regosol de tipo eútrico y calcárico. Los litosoles por su parte consisten en suelos no evolucionados formados sobre roca madre presentes principalmente en las sierras. Por otro lado, los suelos tipo fluviosol se caracterizan por estar formados de materiales acarreados por agua. Son suelos muy poco desarrollados, medianamente profundos y presentan generalmente estructura débil o suelta (INEGI, 2004).

Figura 1.5. Edafología en Baja California Sur. Fuente: CONAGUA (2012).



Los fluvisoles presentan capas alternadas de arena con piedras o gravas redondeadas, como efecto de la corriente y crecidas del agua en los ríos. A su vez, los yermosoles son suelos localizados en las zonas más áridas, como los Llanos de la Magdalena y Sierra de la Giganta. En ocasiones presentan capas de cal, yeso y sales en la superficie o en alguna parte del subsuelo. La capa superficial de los yermosoles es aún más pobre en humus y generalmente más clara que los xerosoles (INEGI, 2004).

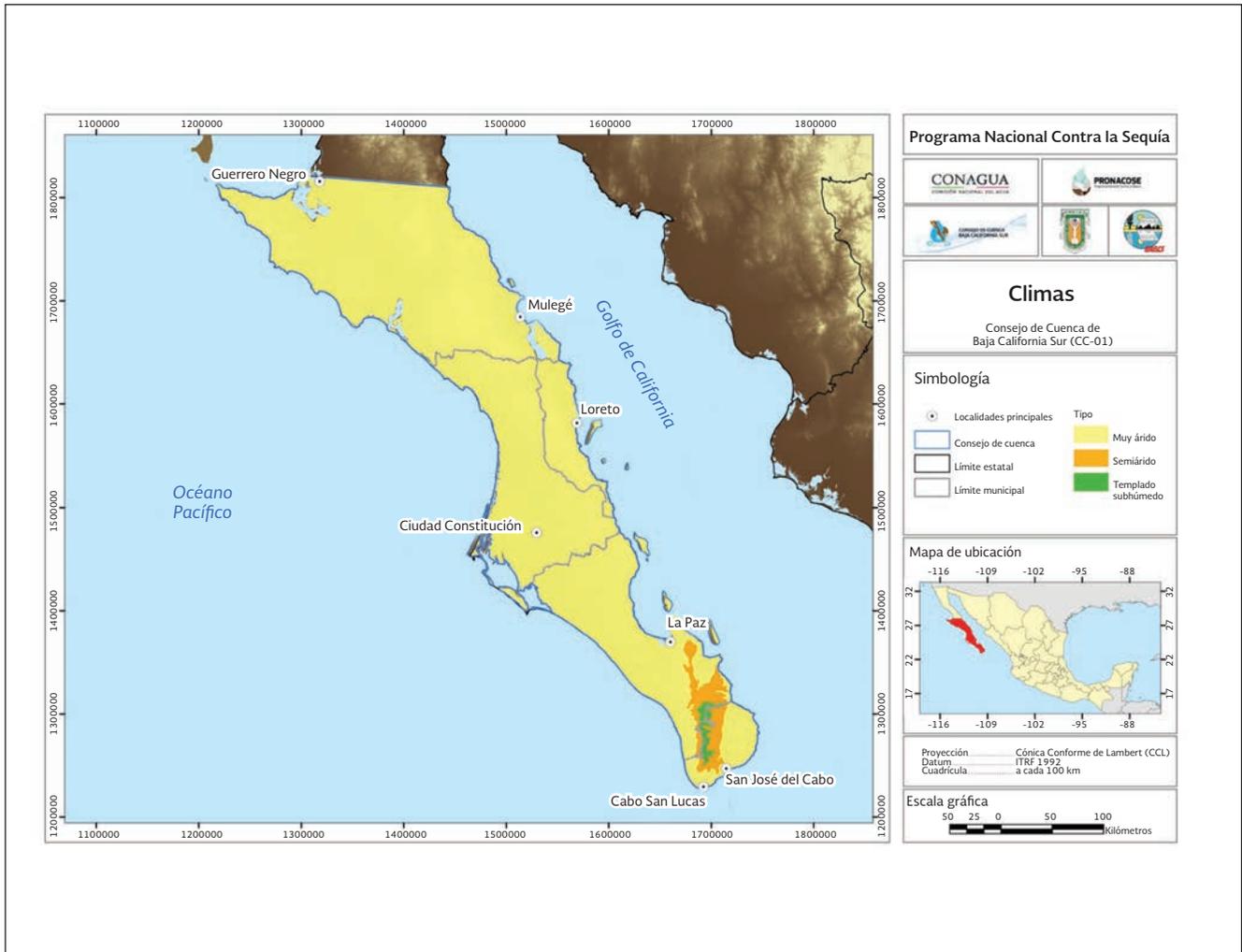
En lo referente al feozem háplico, éste se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Asimismo, el solonchak se presenta en zonas donde se acumula el salitre, tales como las lagunas San Ignacio, Ojo de Liebre. Un suelo similar al anterior, con altas concentraciones de sal es el llamado solonetz, se caracterizan por tener un subsuelo arcilloso con terrones duros en formas de columnas o prismas debido al alto contenido de sales de sodio. Por su parte, los vertisoles se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas, y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización. Los xerosoles son suelos que tienen por lo general una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza (INEGI, 2004).

1.5. Climas

En Baja California Sur los climas que prevalecen son los muy secos semicálidos y cálidos, cuyas características principales son lo extremo de sus

temperaturas diurnas y la gran sequedad ambiental. En algunas de las partes más altas de la Sierra de La Giganta los climas son secos, y en la sierra de San Lázaro varían de los secos y semisecos a los templados, éstos últimos en las zonas de mayor altitud. Tal distribución se debe a la interacción de los factores: latitud, el relieve y las corrientes marinas (Figura 1.6). El primer factor es el más importante, ya que gran parte de la entidad -desde su límite norte hasta las proximidades de Todos Santos- se localiza dentro de la zona subtropical de alta presión, en la cual, los vientos son descendentes, frescos y secos, por lo que no se realizan los procesos de condensación y precipitación. Mientras que la región meridional es atravesada por el Trópico de Cáncer, línea que marca el inicio de la zona intertropical donde los vientos alisios cuya dirección es del noreste al suroeste, contienen algo de humedad debido a su paso por el Golfo de California. El segundo factor el relieve, influye también en las características de los climas, así, en la zona occidental donde los terrenos son llanos o ligeramente ondulados, la precipitación total anual suma de menos de 100 a 200 milímetros; en tanto que en el oriente la presencia de una serie de cadenas montañosas alineadas paralelamente al litoral del golfo, obliga al viento a ascender y con ello ocasiona la condensación del escaso vapor de agua que contiene, de tal modo que es ahí donde la precipitación total anual alcanza valores hasta de 400 milímetros con excepción de la sierra de San Lázaro -situada en la región meridional- en la cual la precipitación excede los 600 milímetros anuales. Como tercer factor las corrientes marinas imprimen condiciones particulares al clima, en el caso de las costas occidentales del estado, las temperaturas son más bajas con relación a las del interior, debido a la corriente oceánica fría de California. Esta además en el verano torna estables a los vientos secos que llegan a la costa, es decir, que impide sus movimientos verticales, que no dejan se realicen los procesos de condensación y precipitación en esa temporada.

Figura 1.6. Climas de Baja California Sur. Fuente: García y CONABIO (1998).



Heladas

En los meses de invierno las masas de aire polar invaden a la península y enfrían aún el ambiente durante la noche, por lo cual se producen las heladas en el estado; excepto en la franja costera occidental, comprendida desde el paralelo 26 grados norte hasta la Bahía Sebastián Vizcaíno, donde imperan los climas muy secos semicálidos.

En la entidad, las heladas ocurren en un promedio de siete a diez veces al año, con una incidencia mayor en

los meses de noviembre y diciembre. De acuerdo con los datos reportados en el Atlas de Agua de la República Mexicana, en Loreto se registran ocho heladas al año; diez en La Paz y siete en San José del Cabo.

1.6. Recursos naturales

Baja California Sur está rodeado de agua por tres lados, y en el límite norte se une territorialmente al estado de Baja California, a la altura del paralelo 28°. Es la entidad con mayor longitud de costa con 2,200

kilómetros (aproximadamente 700 por el Golfo de California y 1,500 por el Océano Pacífico). Su jurisdicción incluye un conjunto de 15 islas, seis en el litoral del Pacífico y nueve en el Golfo de California. De norte a sur se encuentran las sierras de San Francisco, Guadalupe, de la Giganta y la de La Laguna. En Baja California Sur existen dos volcanes de origen reciente, el de las Vírgenes y el del Azufre, este último en actividad.

La línea de costa del Pacífico posee tres grandes complejos lagunares, ricos en recursos marinos, El de Bahía Magdalena-Bahía Almejas, en el municipio de Comondú, La Laguna de San Ignacio en Mulegé y el complejo Ojo de Liebre en Guerrero Negro. Entre los cuerpos de agua más significativos están, las bahías de San Sebastián de Vizcaíno, Loreto, Magdalena, Almejas, Todos Santos, La Paz, Concepción y el corredor

de Los Cabos, La Caleta-Laguna de Balandra.

Baja California Sur es el estado de mayor extensión costera y el de mayor diversidad de recursos marinos de México. Cuenta con grandes riquezas naturales y actividades económicas importantes a nivel nacional e internacional: turismo, pesca, acuicultura, actividades de recreación y empresariales, todo lo cual ha proporcionado el escenario ideal para crear Áreas Naturales Protegidas, protegiendo los recursos naturales, pero al mismo tiempo respetando, instruyendo y apoyando las actividades socioeconómicas de las localidades. En la Figura 1.7 y Tabla 1.1 se resumen las diferentes ANP del estado, su extensión y modalidad de protección, desde las de nivel federal y municipal, como las que poseen un status internacional como son las establecidas por la UNESCO y Ramsar (Ivanova y Gámez ed., 2012).

Figura 1.7. Áreas Naturales Protegidas en Baja California Sur. Fuente: CONANP (2013b).

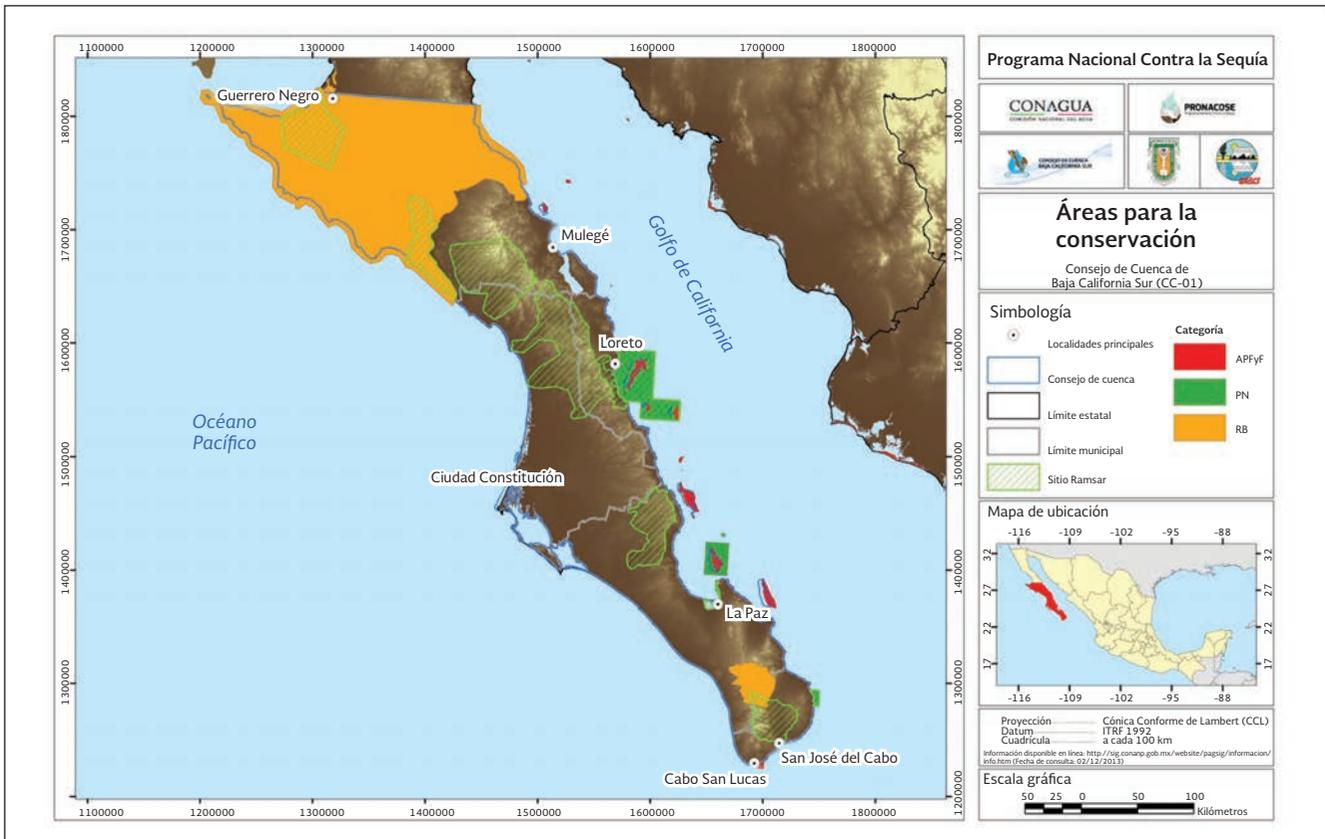


Tabla 1.1. Extensión de las áreas naturales protegidas de Baja California Sur. Fuente: CONANP (2013).

Área Natural Protegida	Modalidad	Superficie (Ha)
Reserva de la Biosfera "El Vizcaíno"	Reserva de la Biosfera. A su vez, Laguna San Ignacio y Laguna Ojo de Liebre: Sitios Ramsar, MaB UNESCO y Patrimonio natural	2 493 091
Reserva de la Biosfera "Complejo Lagunar Ojo de Liebre"	Reserva de la Biosfera. 14-ene-72 Decreto de creación como zona de refugio para ballenas y ballenatos	60 343
Reserva de la Biosfera "Sierra La Laguna"	Reserva de la Biosfera	112 437
Parque Nacional Bahía de Loreto	Parque Nacional, sitio Ramsar, MaB UNESCO y Patrimonio Natural	206 581
Parque Nacional Cabo Pulmo	Parque Nacional, sitio Ramsar y Sitio de Patrimonio Mundial Natural (UNESCO)	7 111
Parque Nacional Archipiélago de Espíritu Santo	Parque Nacional	48 655
Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California	Área de Protección de Flora y Fauna. En conjunto con los estados de Baja California, Sonora y Sinaloa. Sitio Ramsar y Man and Biosphere reserve (MaB)	321 631
Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas	Área de Protección de Flora y Fauna.	3 996
Área de Protección de Flora y Fauna Balandra	Área de Protección de Flora y Fauna, decreto de creación: 30 de noviembre de 2012. Sitio Ramsar	2 513
Santuario Ventilales Hidrotermales de la Cuenca de Guaymas y de la Dorsal del Pacífico Oriental	Santuario. Decreto de creación: 05 de junio de 2009. Localizadas en el Golfo de California y en el Pacífico Norte, respectivamente. Región CONANP: Península de Baja California y Pacífico Norte	145 565
Laguna San Ignacio	Sitio Ramsar. Fecha de designación: 02/02/04	17 500
Laguna Ojo de Liebre	Sitio Ramsar. Fecha de designación: 02/02/04	36 600
Humedales Mogote-Ensenada de La Paz	Sitio Ramsar	9 184
Oasis Sierra de la Giganta	Sitio Ramsar	41 181
Sistema Ripario de la Cuenca y Estero de San José del Cabo	Reserva Ecológica Estatal. Sitio Ramsar	124 219
Oasis de la Sierra El Pilar	Sitio Ramsar	180 803
Humedal La Sierra de Guadalupe	Sitio Ramsar	348 087
Humedal Los Comondú	Sitio Ramsar	460 959

1.6.1. Flora y Fauna

El estado cuenta con una pobre dotación de recursos hídricos, forestales, pastizales y suelos fértiles,

lo que se relaciona con diversos factores, entre los que destaca la posición geográfica del territorio, la cual condiciona el predominio de los climas muy secos y cálidos, situación que genera un déficit de

humedad, lo que repercute en el desarrollo de los suelos y la biota.

Flora

La flora sudcaliforniana se caracteriza por una biodiversidad de especies y comunidades vegetales, muchas de ellas únicas en el mundo. La distribución de especies y las asociaciones de plantas depende de muchos factores, pero principalmente de las condiciones climáticas y la configuración del terreno.

La vegetación que se desarrolla en la mayor parte del estado (Figura 1.8 y Tabla 1.2), corresponde al tipo genérico denominado matorral xerófilo (Rzedowski, 1978). Este tipo de vegetación se desarrolla principalmente en el extremo sur y medio de la península de Baja California; se ha clasificado por diversos autores con términos similares que aluden a la características fisonómica de las especies vegetales dominantes, dichas clasificaciones son: desierto sarcocaulo (sarcocaulo desert) por Shreve (1964), matorral sarcocaulo o sarcocrasicaule por INEGI (1988) y matorral sarcocaulo por León de la Luz *et al.* (1999).

Tabla 1.2. Superficie cubierta por tipo de vegetación para Baja California Sur.

Tipo de vegetación	Hectáreas
Acuícola	1 560.88
Agricultura de riego	194 504.28
Agricultura de temporal	740.431
Bosque de encino	49 805.20
Bosque de encino-pino	3 541.84
Bosque de galería	117.289
Bosque de mezquite	10 643.71
Bosque de pino-encino	4 405.24
Manglar	29 17.20
Matorral desértico micrófilo	262 566.27
Matorral sarcocaulo	3 318 333.50
Matorral sarco-crasicaule	996 813.64
Matorral sarco-crasicaule de neblina	554 262.45
Mezquital desértico	97 387.22
No aplicable	33 965.27
Palmar inducido	302.91
Pastizal cultivado	11 301.53
Pastizal inducido	6 438.59
Selva baja caducifolia	376 637.34
Sin vegetación aparente	116 402.27

Tipo de vegetación	Hectáreas
Vegetación de desiertos arenosos	302 353.89
Vegetación de dunas costeras	41 465.21
Vegetación de galería	36 284.35
Vegetación halófila hidrófila	8 191.93
Vegetación halófila xerófila	623 608.90
Total	7 080 813.32

En el matorral xerófilo destacan por su diversidad de especies las familias: Asteraceae, Fabaceae (leguminosas), Poaceae, Cactaceae, Chenopodiaceae y Euphorbiaceae; los géneros más comunes, que se pueden observar en este tipo de vegetación son: *Larrea*, *Agave*, *Lycium*, *Cylindropuntia*, *Fouquieria* y *Jatropha*.

En las regiones desérticas, se compone de asociaciones de plantas conocidas como matorral xerófilo, plantas principalmente arbustivas adaptadas a las condiciones áridas, como: cardonales, izotales, bosques de torotes y copales, de palo verde, mezquites, matorrales de gobernadora y choyales. En las regiones serranas, como la sierra de San Francisco, al Noroeste de BCS, matorrales de palo Adán, pitaya agria y de cardón, datilillo, cochal, diversas especies de siemprevivas, algunas biznagas y mezcalillos, sotol, cardón, cirios. Por los cañones de esta sierra corre un arroyo con diversas pozas de agua, lo que permite el desarrollo de palmares, sauzales y numerosas especies de plantas acuáticas y subacuáticas como juncos, tules y berros. En el oasis de San Ignacio también se encuentra un gran número de palmas nativas, datileras y otras especies; hay palo fierro, palo blanco, copales y torotes. Hacia el Sur del estado se pueden encontrar ciruelos, palo escopeta, chino y zorrillo,

bosques de encino, pino piñonero endémico, madroño y el nopal de la laguna. En las zonas de arroyos se pueden encontrar palmeras, carrizos y tules.

El estado de Baja California Sur se divide en dos grandes regiones fitogeográficas: el Desierto Sonorense y la Región del Cabo (Brandegge, 1892; Shreve, 1937; Shreve y Wiggins, 1964). De acuerdo con esta información, la mayor parte del estado se ubica dentro de la región de Desierto Sonorense (denominado elemento florístico o Región Xerofítico-Mexicana por la clasificación de Peinado et al., 1994), la cual es dominante en casi el 70% de la península (Figura 1.9). En este elemento florístico se presentan 61 familias, 259 géneros y 880 taxones específicos o subespecíficos de manera exclusiva o casi exclusiva. Algunos de los géneros de esta región o elemento florístico, aunque no son endémicos, están ligados exclusivamente a estos territorios, tales como: *Bursera*, *Colubrina*, *Echinocactus*, *Fouquieria*, *Jatropha*, *Lemaireocereus*, *Lophocereus*, *Maytenus*, *Pachycereus*, entre otros.

De acuerdo con la clasificación de Peinado et al., (1994), el estado de Baja California Sur comprende a la Provincia Bajo Californiana, Sectores Vizcaíno, Angelino-Loretano, Magdalenense; y la Provincia Sanlucana, Sector Sanlucano.

Figura 1.8. Tipos de vegetación para Baja California Sur. Fuente: INEGI (2007).

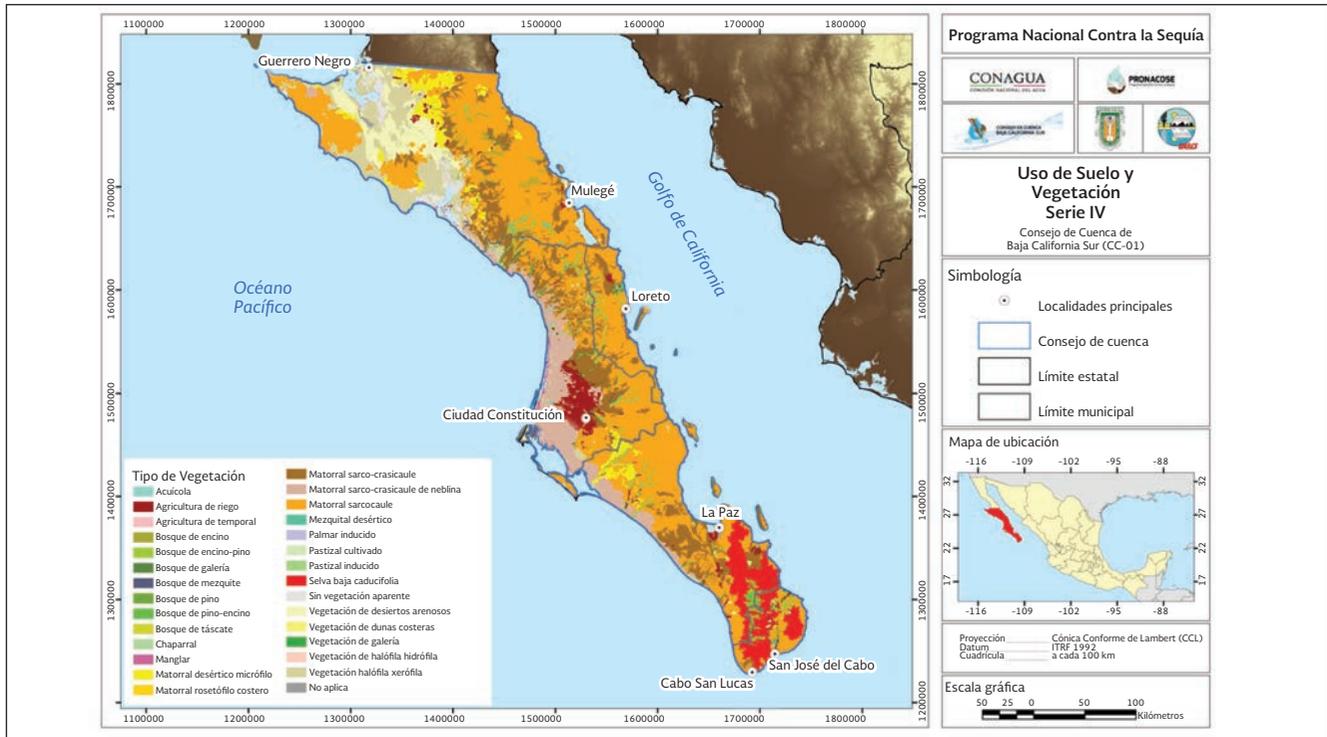
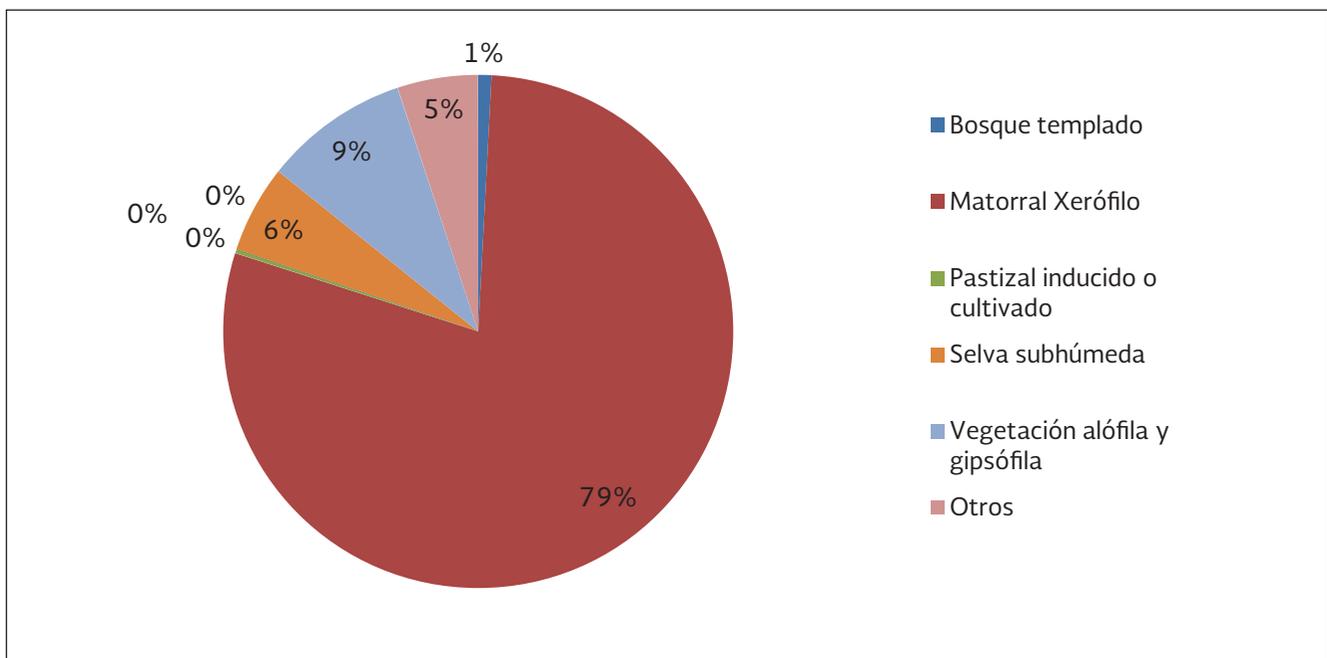


Figura 1.9. Porcentaje de superficie de vegetación 2007 para Baja California Sur. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2011, con base en: INEGI, Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación, Serie IV, escala 1: 250 000 (Conjunto Nacional), México, 2007.



Fauna

La fauna también se distingue por su biodiversidad, de acuerdo a las condiciones físicas y bióticas particulares del estado y sus regiones, tipo de vegetación, altitud y orografía. Se encuentran mamíferos terrestres como liebres, conejos, musaraña gris, murciélagos, coyotes, mapache, cacomixtle, zorrillo manchado, zorras, puma, gato montés, ardilla de bolsillo de valle, ratón de bolsillo Bailey, rata canguro, ratón de cactus y ratón piel de venado, entre otros. En las llanuras desérticas se encuentran varias especies de aves, roedores, carnívoros y herbívoros, como la chacuaca, codorniz, huilota, liebre, conejo, coyote, zorra, berrendo peninsular y venado. En las regiones desérticas con vegetación densa arbustiva y de matorral, generalmente se encuentran especies como paloma torcaza, mapache, babizuri o cacomixtle, gato montés, coyote, zorra y especies de aves como el águila, aura o zopilote, lechuza y gavilán.

Existen más de 250 especies de aves residentes y migratorias; rapaces (el halcón peregrino y águila pescadora), canoras (cardenales, gorriones pecho rojo, amarillo, calandrias y otras como colibrí, mascarita, tecolotito y cuervos), acuáticas y de playa (pelícanos, gaviotas, tijeretas, pájaro bobo, garzas, águila pescadora, golondrina de mar entre otras); invertebrados y vertebrados terrestres como anfibios (sapos y ranas), reptiles (serpientes y diversas lagartijas) y mamíferos pequeños (cabras, gato doméstico, caballos, burros). En 1995, Álvarez-Castañeda et al. (1995) hicieron un análisis de la composición de especies de mamíferos del noroeste de México, así como de las características climáticas, fisiográficas y de vegetación de esa región del país. Sus resultados concluyen que el Noroeste de México está dividido en 13 provincias. El ordenamiento de las provincias está relacionado con el efecto de la peninsularidad ocasionado por la presencia de mamíferos provenientes de la región del desierto de Mohave y un gradiente altitudinal que se presenta en las serranías. El origen tectónico de la Península de Baja California influyó en las características

actuales de las provincias. El estado presenta cinco de estas provincias: Tierras bajas de Los Cabos, Sierra de La Laguna, Santo Domingo, Magdalena y Desierto de Vizcaíno. Lo anterior concuerda con las provincias bióticas propuestas por Nelson (1922) y las fitogeográficas propuestas por Wiggins (1980).

En cuanto a la fauna marina, esta se distribuye en ambas costas y representa un elemento esencial, no solo por su alto valor comercial si no porque es el sostén de las economías varias economías locales y la estatal, pues aporta el 50% de la producción pesquera nacional. Entre las más importantes están la langosta, abulón, caracoles, camarón, ostión de piedra, atún, almejas, calamar gigante, pelágicos menores, tiburón, algas, especies de pesca deportiva entre otros. Los peces que más se explotan, son la sardina, el atún, barrilete, jurel, macarela, pez sierra, cornuda o azul.

1.6.2. Oasis

A media península se ubican 171 oasis, que representan el uno % del territorio peninsular, que representan una riqueza biológica y cultural aun no valorada. Muchas poblaciones dependen de los recursos naturales de los oasis, principalmente del agua, que emplean en agricultura de zonas áridas y materiales de construcción rural. Los oasis de mayor extensión son: San Ignacio (2.7 Km²), La Purísima (2.5 km²), San José del Cabo (1.4 km²) y Mulegé (1.03 km²) principalmente. Existen otros 54 oasis de entre 50 a 600 m², con ojos de agua de hasta 2 x 5 m, que se caracterizan por ser intermitentes con la vegetación asociada.

1.7. Oferta y demanda de agua; estrés hídrico.

La oferta hídrica se denomina al análisis de las distintas variables hidrológicas a través del tiempo que aportan en la determinación de la disponibilidad de agua en un territorio, lo anterior establece una relación importante con la calidad y cantidad de agua disponible en el tiem-

po y espacio (Vargas et al, 2009), mencionan que tal situación determina la oferta de agua para determinado sector usuario. Faith and Sustainable Technologies, FAST (s.f.) (2013), indica que la “oferta aprovechable de agua subterránea y superficial es aquella porción de agua apta para un fin específico, que puede utilizarse de manera económicamente eficiente, que estaría disponible a largo plazo y cuyo desvío del circuito natural es ecológicamente aceptable”.

La oferta hídrica natural está directamente asociada a la disponibilidad de agua que el ciclo hidrológico provee en un período y lugar dados. Por otro lado si una sociedad posee una demanda de agua creciente y una oferta constante estará afectada por problemas de escasez. Se entiende por escasez a la limitante o dificultad que se presenta en determinado sitio para acceder a agua con calidad óptima.

La disponibilidad del agua depende de la dinámica del ciclo hidrológico, en el cual los procesos de evaporación, precipitación, transpiración e infiltración dependen del clima, de las características del suelo, de la vegetación y de la ubicación geográfica. El hombre ha alterado el ciclo del agua para satisfacer las crecientes necesidades de la industria, la producción de alimentos y en general las necesidades de la población y de sus patrones de consumo, cada vez menos sustentables. Por ello es necesario hacer un mejor aprovechamiento del agua, por ejemplo en la agricultura (CONAGUA, 2007).

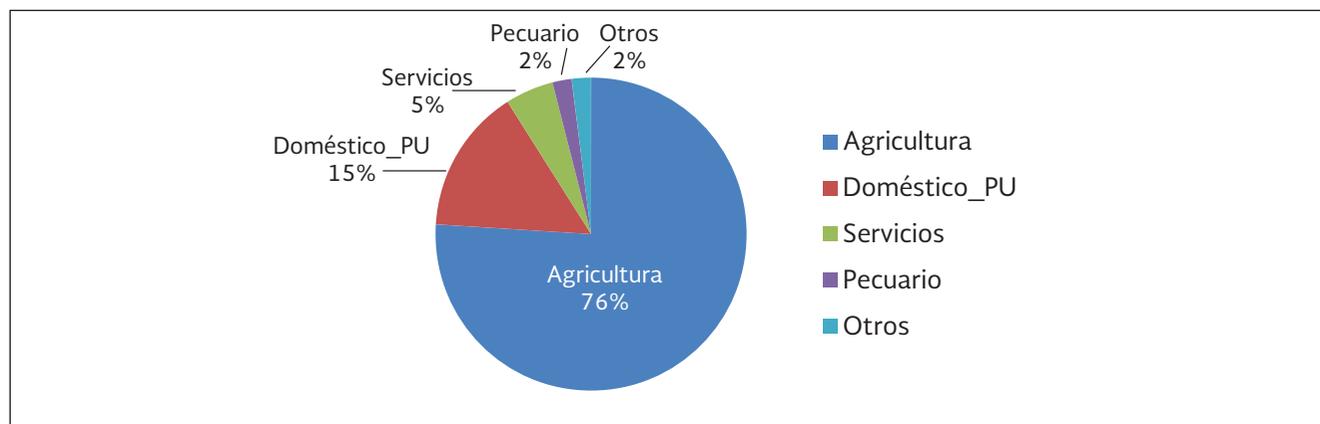
El agua es un recurso de inestimable valor, todas las formas de vida en la tierra dependen de ella. También forma parte de muchas de las actividades económicas, como la agricultura, ganadería, industria, obtención de energía, ocio, etc., por lo que condiciona el desarrollo económico con sus consecuencias sociales y políticas.

Baja California Sur es uno de los estados con menor disponibilidad de agua para consumo humano, debido a nuestra geografía, clima semidesértico, escasa precipitación y poca recarga en los mantos acuíferos (CONAGUA, 2011).

1.7.1. Usos y calidad del recurso hídrico

De acuerdo con la información del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) al 31 de diciembre de 2010 se utilizan 407 hm³ sin considerar la generación de energía, y a nivel estatal el principal usuario del agua es el sector agrícola con 76% del volumen concesionado, seguido del abastecimiento público-urbano y doméstico con 15%. El uso agrícola se da principalmente en el DR066 Santo Domingo, que demanda un volumen cercano a los 165 hm³, sembrando una superficie aproximada de 30,000 ha, con una eficiencia promedio en el uso de agua estimada de 52% (Figura 1.10). El DR066 se abastece principalmente del acuífero Valle de Santo Domingo.

Figura 1.10. Usos del agua en B.C.S. CONAGUA (2012).



La agricultura es la actividad que consume la mayor cantidad de agua en la entidad, representa el 76% de la demanda total, seguida por el uso doméstico, público y urbano, con el 15% de la demanda total, en tanto que todas las demás actividades equivalen al 5% a servicios y el 4% al resto de dicha demanda. El distrito de riego Santo Domingo consume 229 hm³ año⁻¹ y se abastece de agua subterránea. Las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural (Urderales), que se ubican sobre los cauces de los ríos, consumen 941 hm³año⁻¹ y complementan su demanda de agua mediante pozos en 712 hm³ año⁻¹.

El abastecimiento de agua a la población proviene principalmente de fuentes subterráneas, el volumen extraído asciende a 59 hm³, 70% se distribuye en los municipios La Paz y Los Cabos. De fuentes superficiales se utilizan 3 hm³, siendo el municipio Los Cabos el que utiliza 83% del volumen distribuido (CONAGUA, 2012).

La industria utiliza un total de 2.2 hm³, de los cuales 0.7 hm³ provienen de fuentes superficiales y 1.5 hm³ de fuentes subterráneas. El uso identificado como servicios demanda un volumen de 21 hm³, 90% proviene de fuentes subterráneas y el municipio que utiliza mayor volumen para servicios es La Paz.

La creciente demanda social, por un medio ambiente más limpio, ha impuesto en la planificación hidráulica la consideración de que en los cauces regulados circulen caudales ecológicos o caudales mínimos medioambientales, por lo que el caudal ecológico debe ser considerado como un uso (CONAGUA, 2011).

En cuanto al monitoreo de la calidad del agua en el Estado se tienen estaciones que miden la calidad del agua extraída de pozos, así como las aguas de algunas Bahías. Se monitorean alrededor de 30 bahías y todas presentan una clasificación de calidad de agua excelente, midiendo sólidos suspendidos totales (SST).

Con respecto a la contaminación en los acuíferos, la mayoría de los costeros presentan intrusión salina provocada por la sobreexplotación, como es el caso de los acuíferos de Santo Domingo, La Paz y San José del Cabo. En estas zonas costeras se han obtenido registros de DBO5 y DQO con rangos entre 1.0 y 6.5 veces arriba de la norma.

Así mismo, algunos acuíferos ya presentan contaminación por coliformes fecales (Cabo San Lucas), agroquímicos (La Matanza) y contaminantes procedentes de las descargas de plantas de tratamiento de aguas residuales (San José del Cabo) (CONAGUA, 2012).

La contaminación en arroyos y cuerpos de agua se debe principalmente a las descargas de aguas residuales e industriales sin algún tipo de tratamiento previo. En el Estado existen 23 plantas de tratamiento; la capacidad total instalada es de 1,447 l/s y el caudal tratado es del orden de los 1,063 l/s. Con respecto a las aguas residuales industriales el caudal tratado es muy pequeño, 8 l/s, ya que solo se cuenta con 7 plantas de tratamiento.

1.8. Distribución y disponibilidad del recurso hídrico

Baja California Sur es uno de los estados con menor disponibilidad de agua para consumo humano, debido a su posición geográfica, clima semidesértico, escasa precipitación y poca recarga en los mantos acuíferos. Se estima que el consumo promedio en la entidad, es 150 a 200 litros de agua por habitante por día, siendo la fuente principal de abastecimiento la que proviene principalmente de los mantos subterráneos cuyo volumen asciende a 376´379,905 m³. El escenario actual que presenta el Estado, es de una situación preocupante ya que la demanda de agua rebasa a la disponibilidad natural en las principales ciudades y acuíferos del Estado. (Gobierno del Estado de Baja California Sur, 2012).

1.8.1. Hidrología superficial

Regiones Hidrológicas

El estado de Baja California Sur, es una de las entidades más áridas del país por lo que la necesidad por el recurso agua es mayor, sobre todo si se considera que la existencia de corrientes superficiales permanentes es casi nula debido a la escasez de lluvias y bajos escurrimientos generados principalmente en la época de ciclones (INEGI, 1995). El análisis del comportamiento del recurso hídrico superficial y de las condiciones hidrológicas del estado, se puede abordar desde la naturaleza de la red hidrográfica y los componentes principales del escurrimiento, partiendo de su ubicación dentro del marco de la división hidrológica establecida por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Para el estado de Baja California Sur están presentes 4 (Figura 1.11): la RH2 (B.C. Centro-Oeste), RH3 (B.C. Suroeste), RH5 (B.C. Centro-Este) y RH6 (B.C.

Sureste) (CONAGUA, 2012). En la Tabla 1.3 se presentan los datos de disponibilidad media anual de agua superficial por Región Hidrológica y sus cuencas correspondientes en millones de metros cúbicos por año ($hm^3/año$).

De acuerdo con la CONAGUA, en el Estado están registradas 42-43 cuencas hidrológicas de las cuales cuatro están compartidas con el Estado de Baja California (Figura 1.12). El volumen de escurrimiento natural medio superficial asciende a $891 hm^3$ (SEMARNAT, 2012; CONAGUA, 2012b). Las cuencas más importantes, en cuanto a volumen de escurrimiento natural superficial, son Punta Eugenia y San Ignacio con un volumen de 182 y $96 hm^3/año$, respectivamente. Los municipios con mayor escurrimiento natural son Mulegé y La Paz, y el de menor volumen es Loreto. La RH02 B.C. Centro-Oeste incluye 4 Cuencas Hidrológicas con una disponibilidad de $287.549 hm^3/año$. Siendo la de mayor importancia Punta Eugenia con $163.961 hm^3/año$ (57%) (Figura 1.13).

Figura 1.11. Regiones hidrológicas, Baja California Sur. Fuente: CONAGUA, 2012.

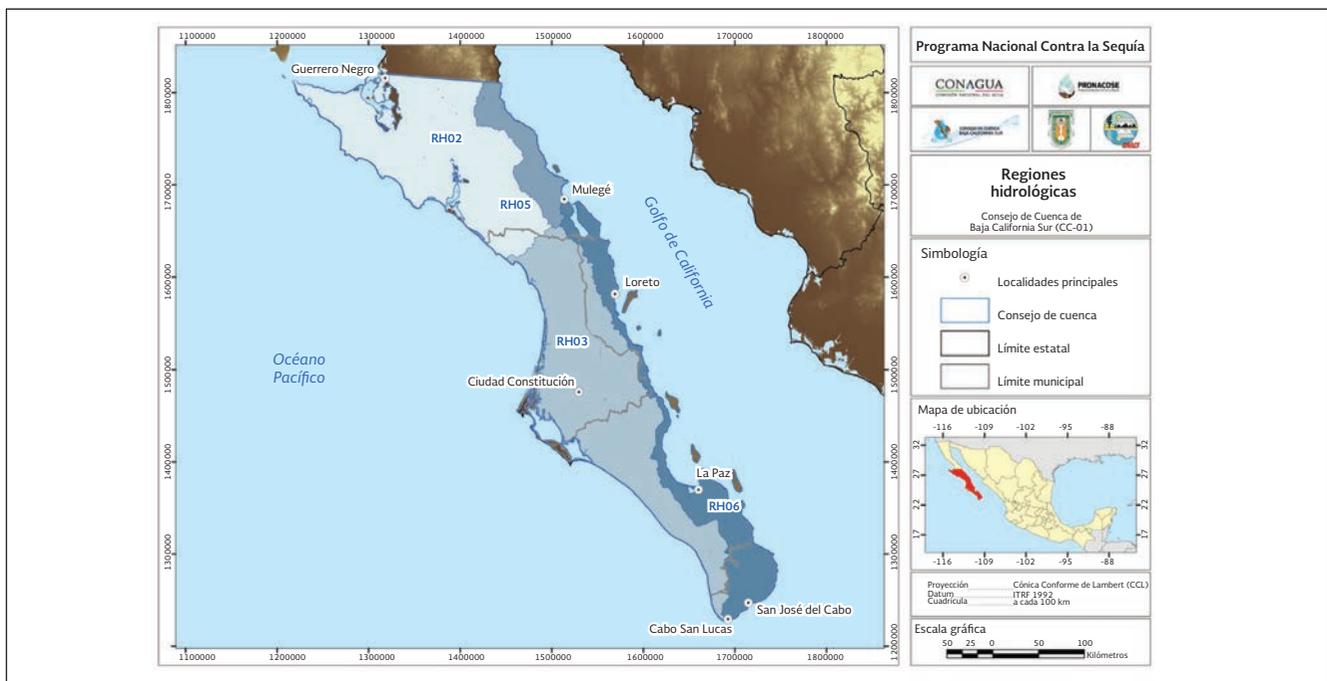


Figura 1.12. Cuencas hidrológicas, Baja California Sur. CONAGUA, 2012.

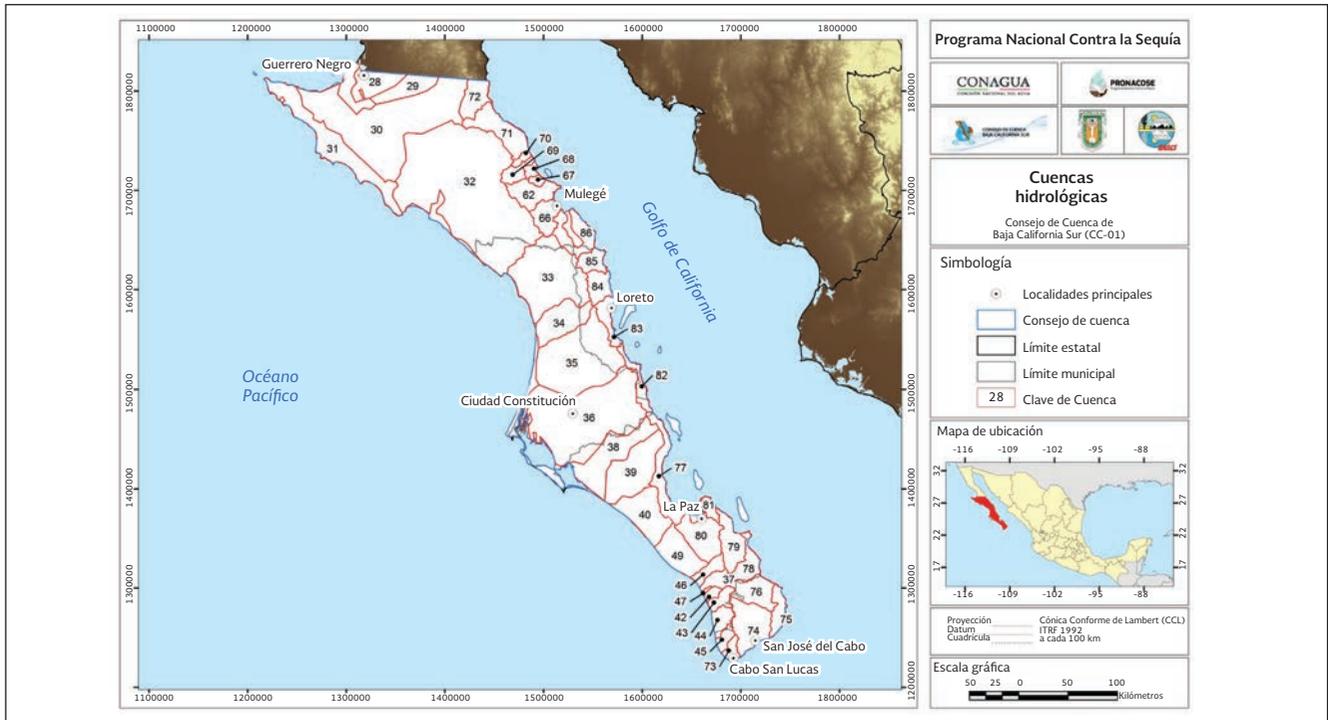


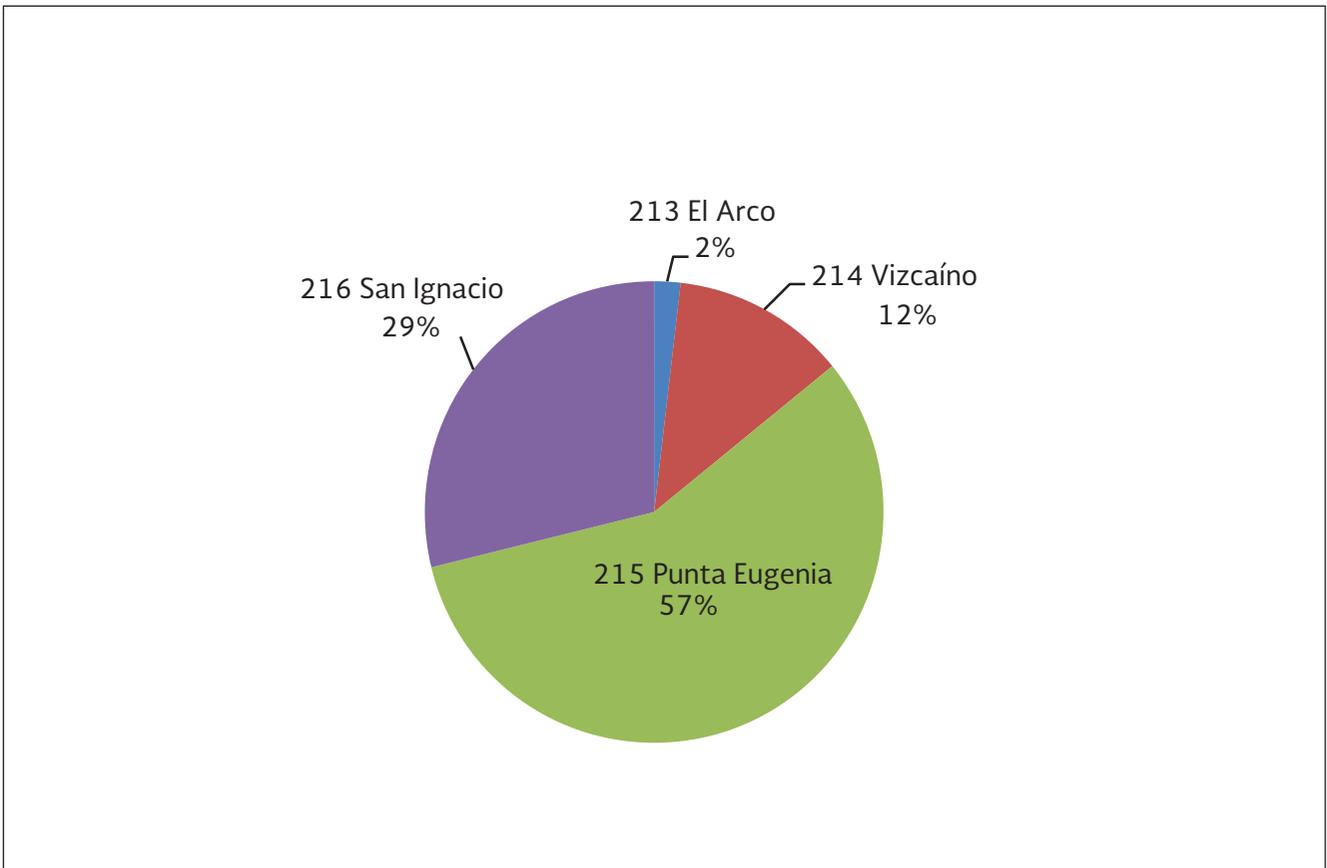
Tabla 1.3. Cuencas hidrológicas en Baja California Sur, con su disponibilidad media anual de aguas superficiales publicada; actualización al 31 de diciembre de 2009 (Millones de metros cúbicos por año, hm³/año). Fuente: Diario Oficial de la Federación. Varias fechas. México D.F. y CONAGUA. Subdirección General Técnica. México D.F. 2010.

Clave Región Hidrológico-Administrativa	Número de Cuencas	Nombre Región Hidrológico-Administrativa	Clave de Región Hidrológica	Nombre de Región Hidrológica	Clave de Cuenca	Nombre de Cuencas Hidrológica	D. Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica	Clasificación
1	1	I.Península de Baja California	2	B.C. Centro-Oeste	212	San Luis	12.803	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	2	B.C. Centro-Oeste	213	El Arco	5.309	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	2	B.C. Centro-Oeste	214	Vizcaíno	35.334	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	2	B.C. Centro-Oeste	215	Punta Eugenia	163.961	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	2	B.C. Centro-Oeste	216	San Ignacio	82.945	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	301	La Purísima	28.58	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	302	Mezquitil Seco	12.555	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	303	Santo Domingo	58.684	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	304	Bramonas	60.172	Disponibilidad

Clave Región Hidrológico-Administrativa	Número de Cuencas	Nombre Región Hidrológico-Administrativa	Clave de Región Hidrológica	Nombre de Región Hidrológica	Clave de Cuenca	Nombre de Cuencas Hidrológica	D. Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica	Clasificación
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	305	Santa Rita	20.647	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	306	Las Pocitas-San Hilario	23.699	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	307	Conejos-Los Viejos	12.776	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	308	Melitón Albañez	14.08	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	309	La Matanza	13.656	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	310	Cañada Honda	0.427	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	311	Todos Santos	0	Déficit
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	312	Pescaderos	8.834	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	313	Plutarco E Calles	11.419	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	314	Migriño	9.544	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	3	B.C. Suroeste	315	El Carrizal	2.389	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	5	B.C. Centro-Este	507	El infernito	4.501	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	5	B.C. Centro-Este	508	Mulegé	3.161	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	5	B.C. Centro-Este	509	San Marcos-Palo Verdertés	1.816	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	5	B.C. Centro-Este	510	San Bruno	0.387	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	5	B.C. Centro-Este	511	San Lucas	0.291	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	5	B.C. Centro-Este	512	Santa Agueda	0.35	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	5	B.C. Centro-Este	513	Santa Rosalía	0.446	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	5	B.C. Centro-Este	514	Las Vírgenes	3.804	Disponibilidad
1	1	I.Península de Baja California	5	B.C. Centro-Este	515	Paralelo 28	3.228	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	601	San Lucas	5.622	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	602	San José del Cabo	66.93	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	603	Cabo Pulmo	11.311	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	604	Santiago	26.936	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	605	San Bartolo	15.211	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	606	Los Planes	19.587	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	607	La Paz	20.826	Disponibilidad

Clave Región Hidrológico-Administrativa	Número de Cuencas	Nombre Región Hidrológico-Administrativa	Clave de Región Hidrológica	Nombre de Región Hidrológica	Clave de Cuenca	Nombre de Cuencas Hidrológica	D. Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica	Clasificación
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	608	El Coyote	2.717	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	609	Alfredo B. Bonfil	4.242	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	610	Tepentu	1.651	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	611	Loreto	3.733	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	612	San Juan B. Londo	0.78	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	613	Rosario	2.565	Disponibilidad
1		I.Península de Baja California	6	Sureste	614	Bahía Concepción	1.556	Disponibilidad

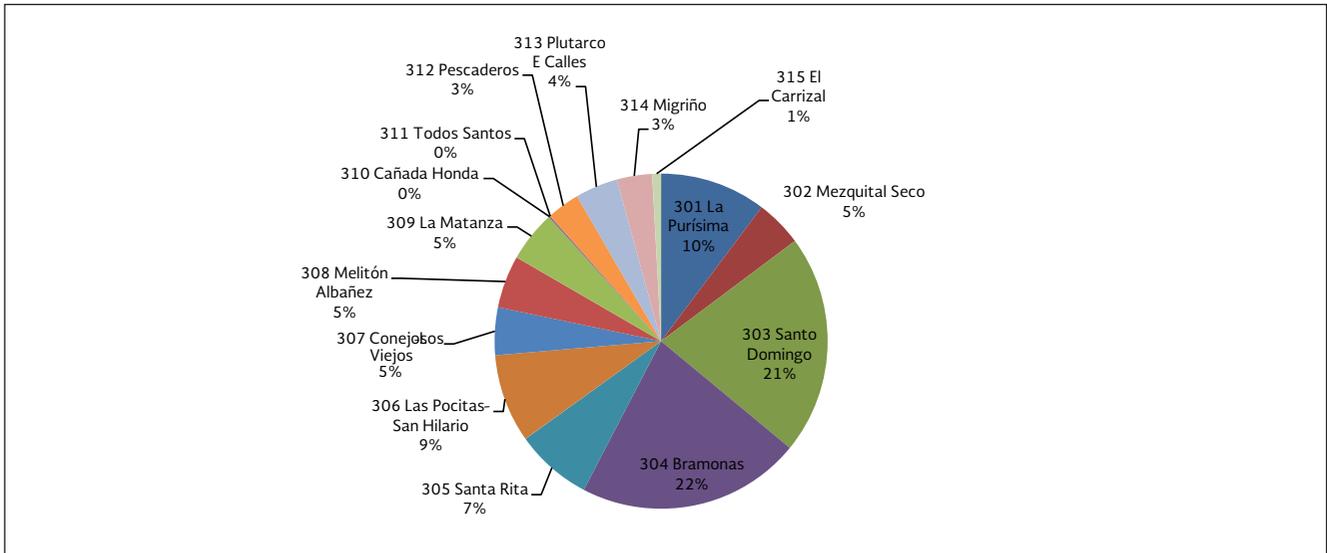
Figura 1.13. Disponibilidad media anual de agua superficial en las cuencas hidrológicas, RH B.C. Centro-Oeste.



La RH03 B.C. Suroeste incluye 15 Cuencas Hidrológicas con una disponibilidad de 277.462 hm³/año. Siendo la de mayor importancia la Bra-

monas con 60.172 hm³/año (22%), seguida de Santo Domingo con 58.684 hm³/año (21%) (Figura 1.14).

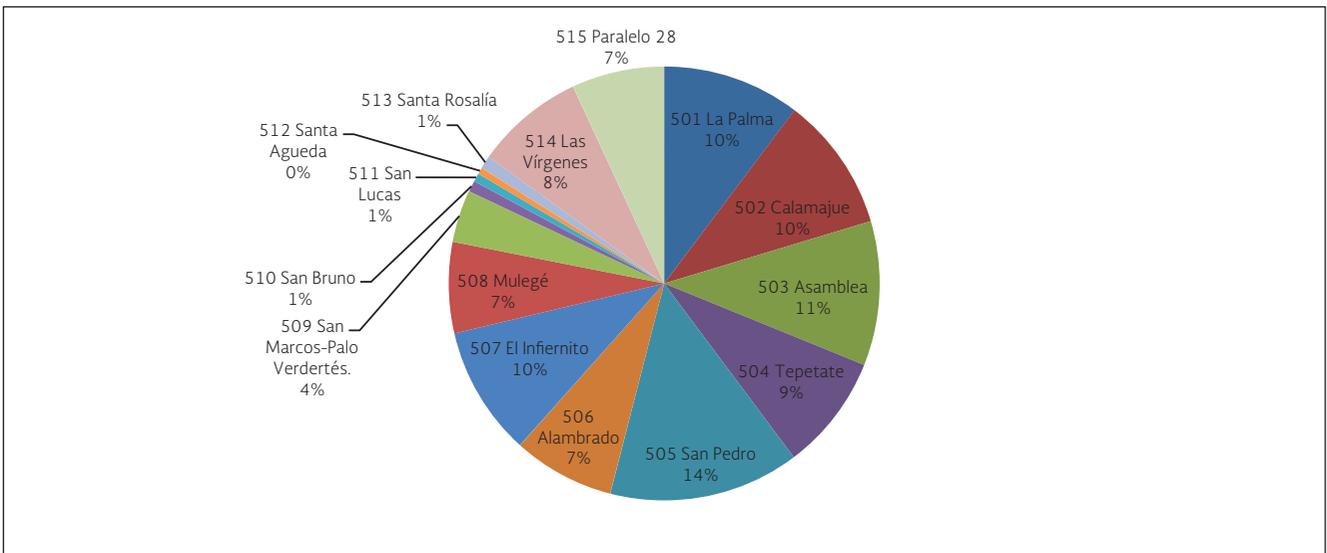
Figura 1.14. Disponibilidad media anual de agua superficial en las cuencas hidrológicas, RH B. C. Suroeste.



RH05 B.C. Centro-Este incluye 15 Cuencas Hidrológicas con una disponibilidad de 46.576 hm³/año. Siendo la de mayor importancia San Pedro con 6.656

hm³/año (14%), seguida de Asamblea con 5.015 hm³/año (11%), así como La Palma, Calamajue y El Infernito cada una con 10% (Figura 1.15).

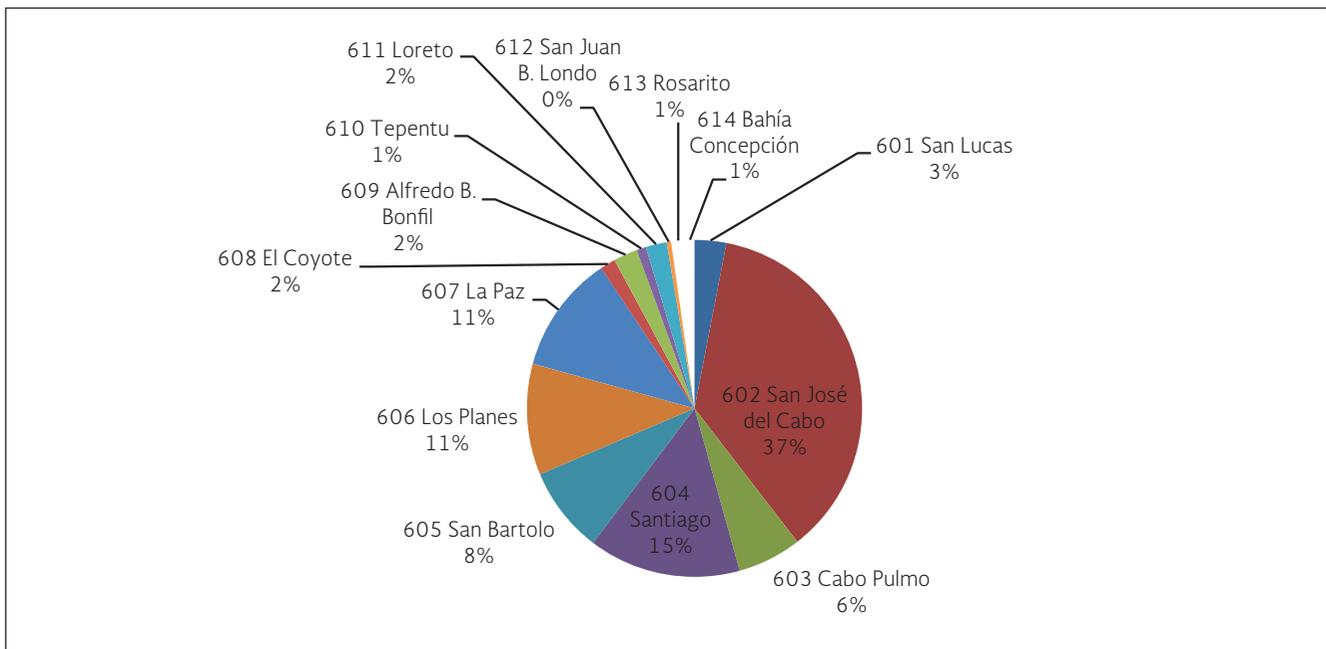
Figura 1.15. Disponibilidad media anual de agua superficial en las cuencas hidrológicas, RH B. C. Centro – Este.



La RH06 B.C. Sureste incluye 14 Cuencas Hidrológicas con una disponibilidad de 183.667 hm³/año. Siendo la de mayor importancia San

José del Cabo con 66.93 hm³/año (37%), seguida de Santiago con 26.936 hm³/año (15%) (Figura 1.16).

Figura 1.16. Disponibilidad media anual de agua superficial en las cuencas hidrológicas, B. C. Sureste.



1.8.2. Hidrología subterránea

Debido a la falta de ríos permanentes en Baja California Sur (BCS), el agua se obtiene principalmente de fuentes subterráneas. La suma del agua subterránea concesionada en BCS coincide con la suma del agua que se recarga anualmente lo que indica que ya no existe disponibilidad de agua subterránea (en 18 de los 39 acuíferos, se presenta un déficit dada una mayor extracción y descarga natural comprometida, que la recarga del mismo sólo en época de huracanes y lluvias invernales de poca intensidad en el norte del estado) (CONAGUA, 2013).

Acuíferos.

Nuestro país se ha subdividido en 653 acuíferos y para el CC-01 Baja California Sur, le corresponden 39

acuíferos los cuales se pueden visualizar en la figura 1.17 y tabla 1.4.

De los 39 acuíferos, 18 están sobreexplotados (El Conejo-Los Viejos, Vizcaíno, San Bruno, San Lucas, Mezquital Seco, Santo Domingo, Melitón Albañez, La Matanza, Todos Santos, Los Planes, La Paz, El Coyote, San José del Cabo, Migriño, Alfredo B. Bonfil, San Juan Bautista-London, San Ignacio, Mulegé y San Marcos Palo Verde) y 10 con intrusión salina (Santo Domingo, Melitón Albañez, Los Planes, La Paz, Alfredo B. Bonfil, Loreto, Mulegé y San Marcos Palo Verde, San Bruno, San Lucas). Del total de los acuíferos, el 100% ha publicado su disponibilidad en el Diario Oficial de la Federación (CONAGUA, 2012).

Figura 1.17. Acuíferos en Baja California Sur. Fuente: CONAGUA, 2012.

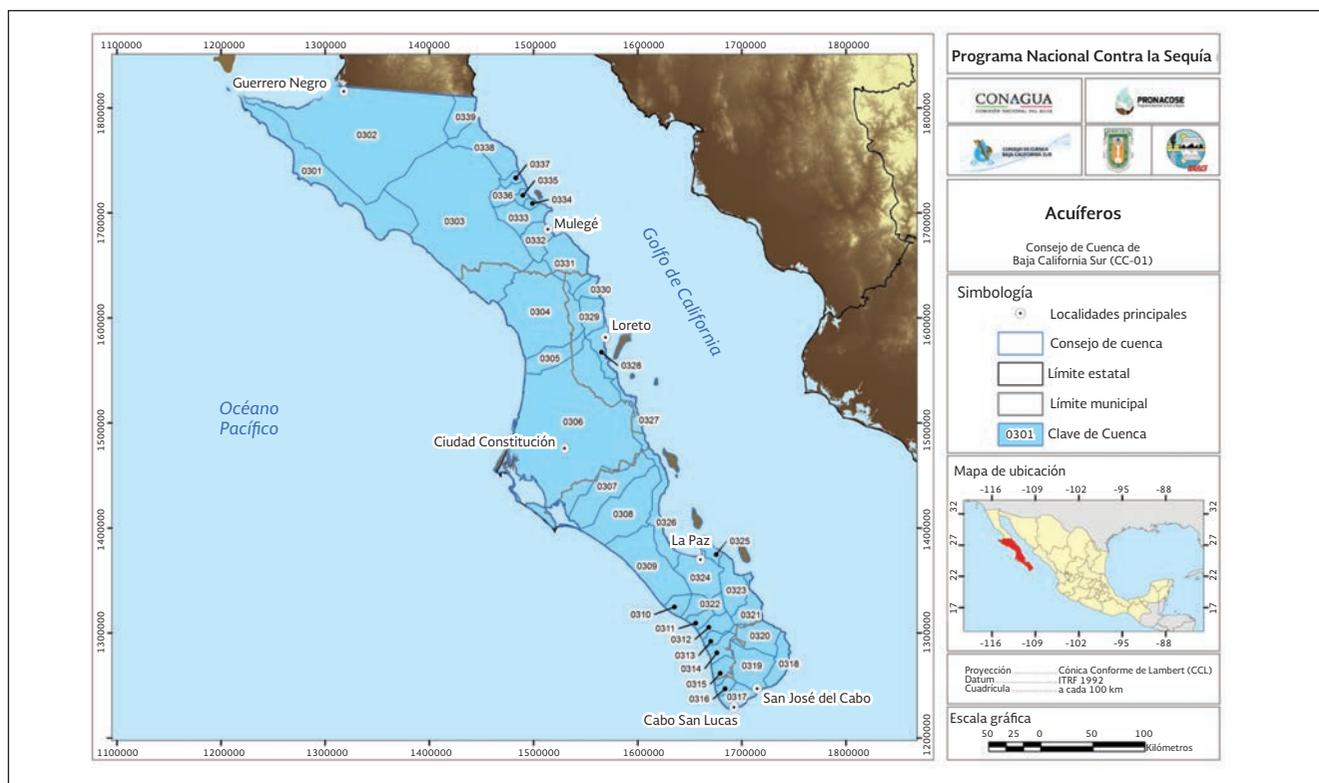


Tabla 1.4. Acuíferos (hidrología subterránea) en Baja California Sur, con su disponibilidad / déficit medio anual publicada; actualización a octubre de 2013 (Millones de metros cúbicos por año, hm³/año). Fuente: CONAGUA (2013)

Acuíferos en Baja California Sur

Num. B.C.	Región Hidrológ.	Nombre del acuífero	Recarga (Rt) (hm ³)	Descarga natural comprometida (DNCOM) (hm ³)	Extracción (VCA S) (hm ³)	Disponibilidad (DAS) (hm ³)	Déficit (hm ³)	Sobre-explotado	Usuario Principal
301	2	Punta Eugenia	3.300000	1.8000 000	0.122637	1.377363	0.000000	No	Pecuario
302	2	Vizcaíno	41.200000	3.500 000	37.827523	0.000000	-0.127523	No	Agrícola
303	2	San Ignacio	9.200000	4.300 000	8.112522	0.000000	-3.212522	No	Agrícola
304	3	La Purísima	9.500000	9.000 000	2.893991	0.000000	-2.393991	No	Agrícola
305	3	Mezquitál Seco	2.600000	0.800 000	0.527229	1.272771	0.000000	No	Agrícola
306	3	Santo Domingo	188.000000	10.400 000	176.762742	0.837258	0.000000	Sí	Agrícola
307	3	Santa Rita	3.200000	2.000 000	0.726354	0.473646	0.000000	No	Agrícola
308	3	Las Pocitas-San Hilario	4.000000	0.300 000	1.557544	2.142456	0.000000	No	Agrícola

Num. B.C.	Región Hidrológ.	Nombre del acuífero	Recarga (Rt) (hm³)	Descarga natural comprometida (DNCOM) (hm³)	Extracción (VCA S) (hm³)	Disponibilidad (DAS) (hm³)	Déficit (hm³)	Sobre-explotado	Usuario Principal
309	3	El Conejo Los Viejos	5.800000	3.700 000	2.474815	0.000000	-0.374815	No	Agrícola
310	3	Meliton Álbañez	2.500000	0.400 000	1.164500	0.935500	0.000000	Sí	Agrícola
311	3	La Matanza	5.100000	2.600 000	3.851039	0.000000	-0.930680	No	Agrícola
312	3	Cañada Honda	2.800000	1.800000	0.901587	0.98413	0.000000	No	Agrícola, Doméstico
313		Todos Santos	18.400000	14.700000	3.851039	0.000000	-0.151039	No	Doméstico y Pecuario
314		El Pescadero	8.200000	5.100000	2.374629	0.725371	0.000000	No	Agrícola, Doméstico-ABRV
315		Plutarco Elías Calles	2.800000	1.800000	0.779380	0.220620	0.000000	No	Doméstico y Pecuario
316		Migriño	0.900000	06.00000	0.332710	0.000000	-0.032710	No	Doméstico y Pecuario
317		Cabo San Lucas	2.700000	2.200000	4.371599	0.000000	-3.871599	No	Servicios
318		Cabo Pulmo	2.200000	2.000000	0.927018	0.000000	-0.727018	No	Pecuario
319		San José del Cabo	24.000000	3.000000	26.909850	0.000000	-5.909850	No	Agrícola y Público Urbano
320		Santiago	24.500000	4.600000	15.746967	4.153033	0.000000	No	Agrícola, Doméstico-ABRV
321		San Bartolo	10.900000	6.900000	1.027015	2.972986	0.000000	No	Pecuario-Doméstico
322		El Carrizal	14.200000	0.000000	10.463297	3.736703	0.000000	No	Agrícola
323		Los Planes	9.400000	1.000000	12.428117	0.000000	-4.028117	Si	Agrícola
324		La Paz	27.800000	0.000000	30.386662	0.000000	-2.586662	Si	Pecuario-Doméstico
325		El Coyote	3.200000	2.700000	5.224790	0.000000	-4.724790	No	Agrícola
326		Alfredo V. Bonfil	2.400000	0.000000	3.200000	0.000000	-0.800000	Si	Doméstico
327		Tepentu	3.800000	2.700000	0.006000	1.094000	0.000000	No	Doméstico
328		Loreto	3.900000	1.300000	0.155617	2.444383	0.000000	No	Doméstico-ABRV, Público- Urbano
329		San Juan B. Londo	6.700000	1.000000	7.948950	0.000000	-2.248950	No	Doméstico
330		Rosarito	2.500000	2.200000	0.089320	0.210680	0.000000	No	Pecuario-Doméstico
331		Bahía Concepción	5.700000	4.900000	0.096025	0.703975	0.000000	No	Pecuario
332		Mulegé	10.100000	3.300000	4.783492	2.016508	0.000000	No	Agrícola

Num. B.C.	Región Hidrológ.	Nombre del acuífero	Recarga (Rt) (hm ³)	Descarga natural comprometida (DNCOM) (hm ³)	Extracción (VCA S) (hm ³)	Disponibilidad (DAS) (hm ³)	Déficit (hm ³)	Sobre-explotado	Usuario Principal
333		San Marcos-Palo Verde	1.700000	0.500000	3.375235	0.000000	-2.175235	No	Doméstico y Pecuario
334		San Bruno	1.100000	0.440000	1.058149	0.000000	-0.398149	No	Público-Urbano y Agrícola
335		San Lucas	0.500000	0.370000	0.238130	0.000000	-0.108130	No	Doméstico y Pecuario
336		Santa Agueda	6.100000	5.900000	0.392846	0.000000	-0.192846	No	Público- Urbano
337		Santa Rosalía	0.870000	0.770000	0.059314	0.040686	0.000000	No	Agrícola
338		Las Vírgenes	4.700000	0.000000	3.266691	1.433309	0.000000	No	Sin Información
339		Paralelo 28	5.400000	4.000000	0.000000	1.400000	0.000000	No	Sin Información
		Total	481.870000	112.580000	375.994966	28.289661	-34.994626		

La recarga media anual, calculada al 2013, es de 481.8 hectómetros cúbicos¹ (hm³). La extracción, la cual casi se iguala a la recarga (y en 18 acuíferos la supera), es de 375.9 hm³, mientras que la disponibilidad total de agua subterránea es muy baja ya que solo alcanza 29.5 hm³.

De acuerdo con información disponible de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el volumen de escurrimiento natural medio superficial en Baja California Sur es de 1,517 hm³/año, esto implica un volumen muy alto de aguas precipitadas que no son aprovechadas para la recarga de los acuíferos, ya que más del 80% de las precipitaciones ocurridas en época de tormentas tropicales se pierde por escurrimientos hacia el mar y evaporación. Las cuencas más importantes, en cuanto a volumen de escurrimiento superficial, son Punta Eugenia y San Ignacio con un volumen de

182 y 96 hm³, respectivamente (Gobierno del Estado de Baja California Sur, 2012). Aunque estos datos deben considerarse como reservados, ya que la misma cuenca de Punta Eugenia presentó los valores más bajos de precipitación histórica promedio. Aunado a esto, muchas de las cuencas hidrológicas del Golfo de California presentan un parteaguas muy corto, lo que ocasiona que el agua precipitada fluya rápidamente hacia el mar, no existiendo el tiempo ni las obras necesarias para la recarga de los acuíferos de esta región.

Aunado a este contraste de disponibilidad, el volumen concesionado a los usuarios resulta ser en ocasiones superior a la propia disponibilidad media. De acuerdo a los datos de la CONAGUA (2012), se observa que la disponibilidad de agua subterránea para todo el Estado presenta un déficit de -34.19 hm³ correspondiente a un -52%, y una disponibilidad de 29.58 hm³ (48%).

1. El hectómetro cúbico es una unidad de volumen. Se corresponde con el volumen de un cubo de cien metros (un hectómetro) de lado. Equivale a un Giga litro (mil millones de litros) o un millón de m³.

1.9. Demografía, economía, nivel de desarrollo.

1.9.1. Demografía.

El estado de Baja California Sur, aún cuando cuenta con una gran superficie territorial continental, lo que lo sitúa en el 9° lugar con respecto al porcentaje total nacional (3.8%), presenta administrativamente una conformación municipal dispar al resto del país, ya que sólo cuenta con 5 municipios: Mulegé, Comondú, Loreto, La Paz y Los Cabos; y con 2,850 localidades esparcidas irregularmente en el territorio estatal, con una ubicación coincidente con los puntos principales históricos de acceso al agua, como los oasis, ojos de agua, esteros, pozos y otros cuerpos de agua superficiales principalmente. Esta dispersión de la población, aunada a la centralización de las principales actividades económicas y políticas del estado en unos cuantos núcleos urbanos (La Paz, Cabo San Lucas y San José del Cabo principalmente); a una baja densidad poblacional promedio pero con tasas de crecimiento focalizadas en estos centros urbanos (Tabla 1.5); y con períodos de lluvia asociadas tanto a anomalías climatológicas oceánicas como a fenómenos hidrometeorológicos y tormentas tropicales, entre otros procesos asociados al cambio climático; ha propicia-

do una problemática peculiar en torno a la sequía en nuestro estado y al aseguramiento del suministro del recurso agua, muy distinta al de otros estados de la República Mexicana, por lo que abordar y pretender resolver dicha problemática conlleva a su análisis e interpretación a una escala más fina.

Datos de la Población

La población es objeto y sujeto fundamental del desarrollo, en su dinámica de crecimiento natural, en su movilidad y en su patrón de distribución territorial. De acuerdo a los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda (INEGI, 2010), el estado de Baja California Sur presentó una población de 637,026 habitantes (Tabla 1.5 y 1.6; Figura 1.18), siendo el menos poblado del país, con un porcentaje muy similar entre hombres y mujeres (50.1 y 49.3% respectivamente). Esta relación se mantuvo relativamente constante en todos los municipios, excepto Comondú donde el porcentaje de hombres fue menor (48%). Los dos municipios más poblados del estado son La Paz y Los Cabos (Tabla 1.5), quienes concentran al 77% de la población estatal, siendo Loreto el municipio menos poblado. La densidad promedio de la población en el estado es de ≈ 9 hab/km², siendo la más baja de todo el país (Figura 1.19).

Tabla 1.5. Superficie, población total y densidad por municipio y total en Baja California Sur para los años 2005 y 2010.

Fuente: Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico del INEGI, 2005; Censo del INEGI, 2010.

Clave	Nombre	Área (km ²) 2005	Población 2010	Población 2005 (hab/km ²)	Densidad 2010 (hab/km ²)	Densidad
3001	Comondú	18 187.42	63 830	70 816	3.51	3.89
3002	Mulegé	31 832.15	52 743	59 114	1.66	1.86
3003	La Paz	15 645.79	219 596	251 871	14.03	16.10
3008	Los Cabos	3 709.71	164 162	238 487	44.25	64.29
3009	Loreto	4 588.97	11 839	16 738	2.58	3.65
Total		73 964.04	512 170	637 026	6.92	8.61

Tabla 1.6. Población total en el estado de Baja California Sur (1950-2010). Fuente: Censo del INEGI, 2010.

Población Total								
	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005	2010
Baja California Sur	60 864	81 594	128 019	215 139	317 764	424 041	512 170	637 026

Figura 1.18. Población total por estado en México para el 2010. INEGI (2010)

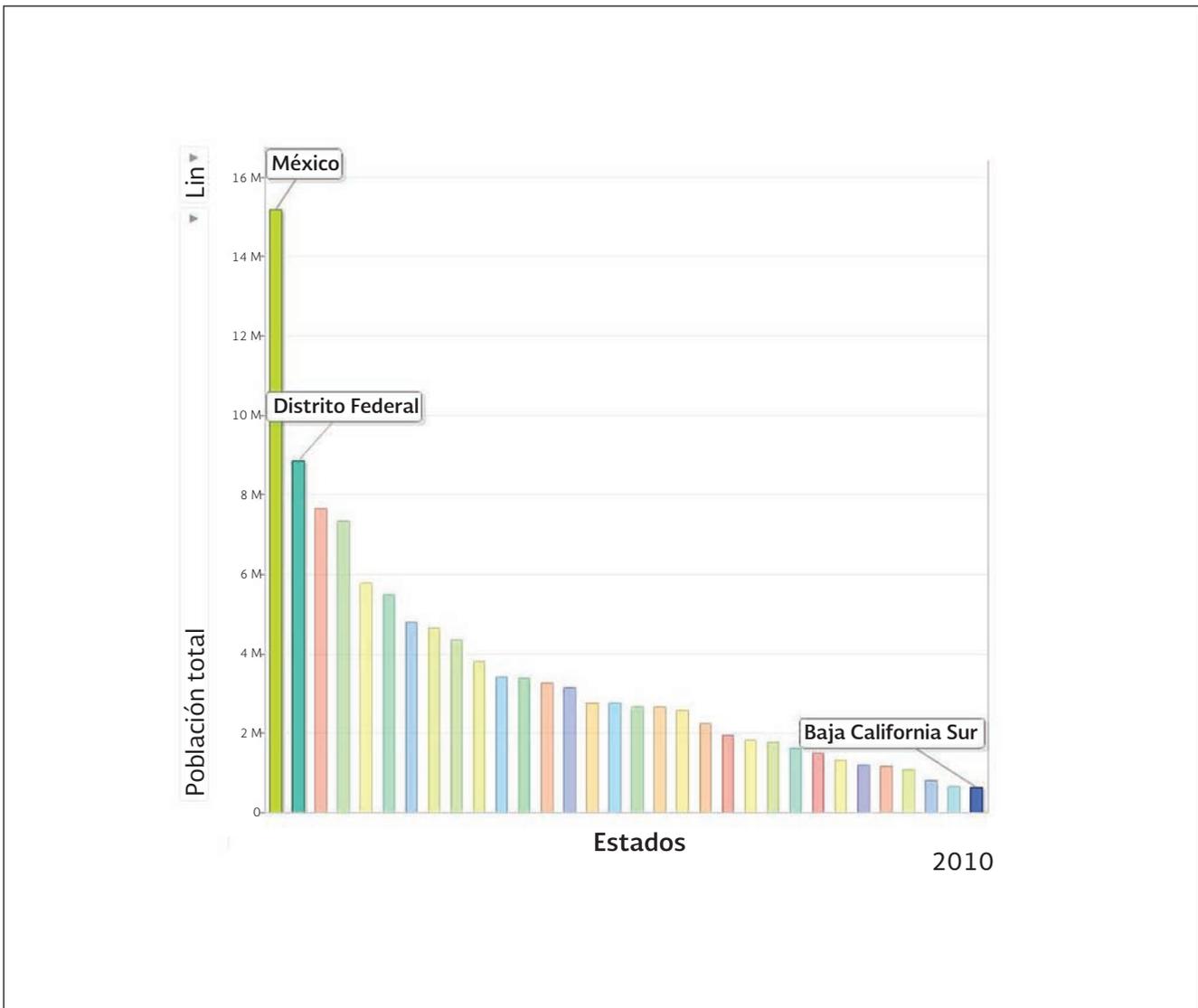
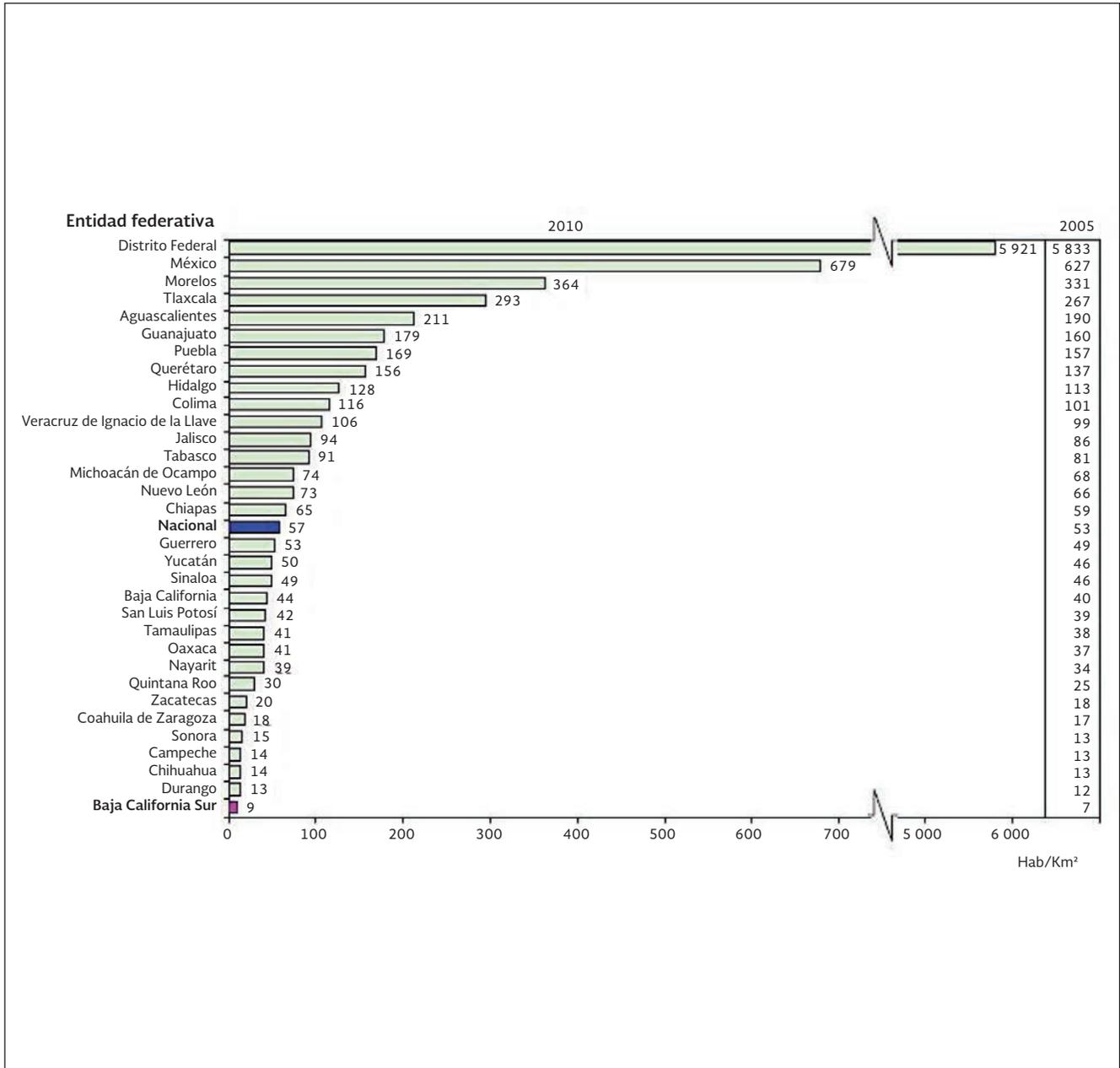


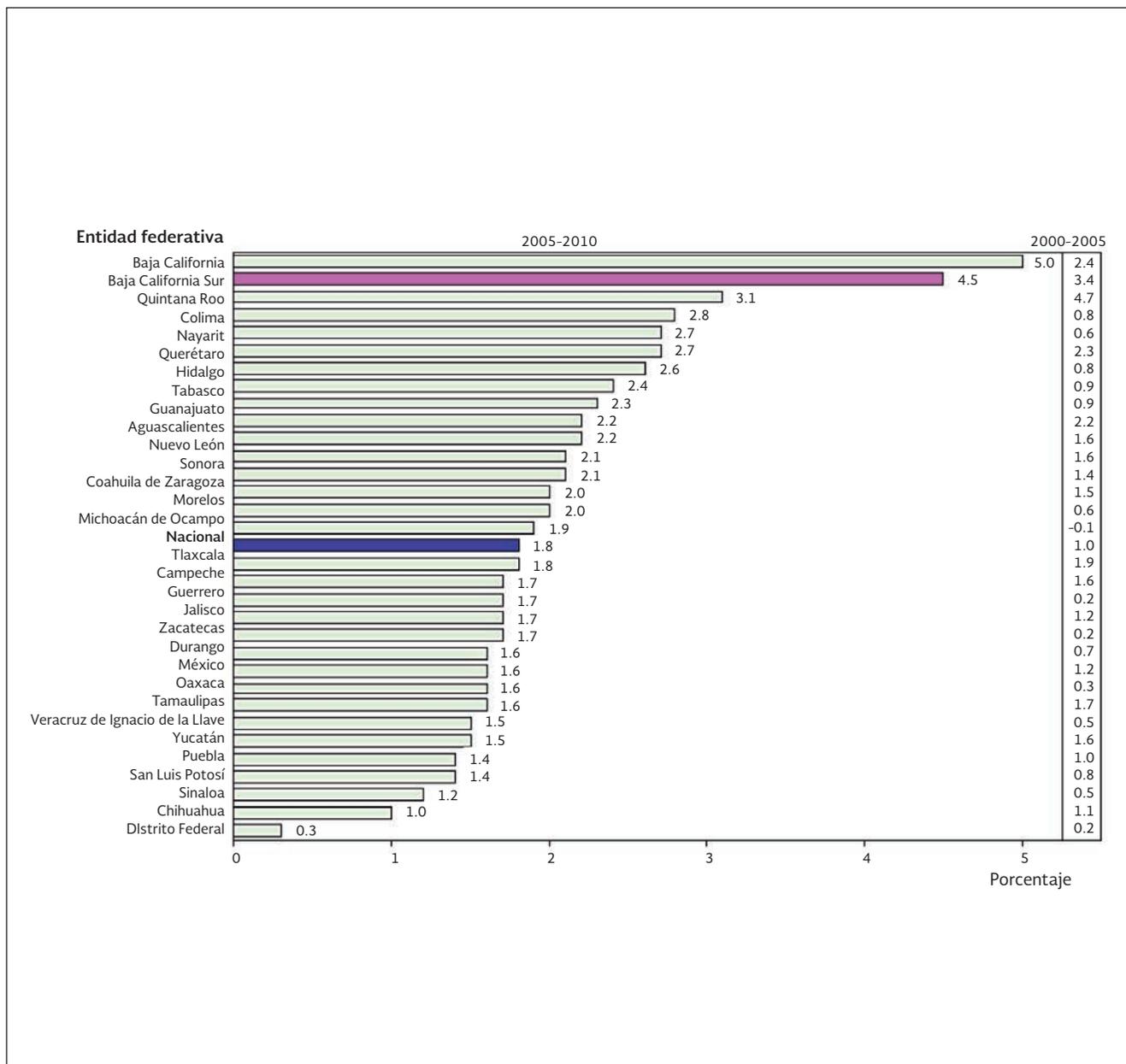
Figura 1.19. Densidad de población 2005 y 2010. INEGI (2010). Cifras correspondientes a las fechas censales del 17 de octubre (2005) y 12 de junio (2010).



Al analizar los resultados de los censos del 2005 y 2010, se observa que la población del estado creció en aproximadamente 125,000 habitantes, con una tasa de crecimiento media anual de la población de 4.5 para este período, por encima de la media nacional

de 1.8 (Figura 1.20), siendo el municipio de Los Cabos quien más ha experimentado el mayor crecimiento y densidad poblacional, con alrededor de 74,000 habitantes y 20 hab/km² más que en el 2005 (Tabla 1.7 y 1.8).

Figura 1.20. Tasas de crecimiento medio anual de la población, 2000-2005 y 2005-2010. INEGI (2010). La tasa se calculó en el modelo geométrico. Cifras correspondientes a las correspondientes a las siguientes fechas censales: 14 de febrero (2000); 17 de octubre (2005) y 12 de junio (2010).



En general, las tasas medias de crecimiento anual son elevadas desde 1950-1960 con 3.0 %, 1960-1970 con 4.6 %, registrándose el punto más alto en 1970-1980 con 5.3 %, para luego descender ligeramente entre 1980-1990 a un 4.0 % y drásticamente entre

1990-2000, donde se presenta un crecimiento del 2.9 %, manifestándose una recuperación al registrarse 4.1 % en la década 2000-2010 (Tabla 1.7 y 1.8). En este lapso, la tasa de crecimiento demográfico del estado ha rebasado con mucho al promedio nacional.

Tabla 1.7. Tasa de crecimiento geométrico anual intercensal de población en el estado de Baja California Sur (1950-2010). INEGI (2010)

Tasa de crecimiento geométrico anual 1950-2010 (%)								
	1950-1960	1960-1970	1970-1980	1980-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010
Baja California Sur	3.0	4.6	5.3	4.0	3.4	2.5	3.8	4.5

Tabla 1.8. Población total por municipio según sexo, 2010. INEGI (2010)

Municipio	Total	%	Hombres	Mujeres
Entidad	637 026	100	325 433	311 380
Comodú	70 816	11.1	36 436	34 380
La Paz	251 870	39.5	126 397	125 474
Loreto	16 738	2.6	8 882	7 856
Los Cabos	238 487	37.4	123 101	115 386

Nota: Incluye una estimación de población de 9 099 personas que corresponden a 3 033 viviendas sin información de ocupantes cifras al 12 de junio

El fenómeno de la Migración

Durante el 2010, la entidad registró el primer lugar nacional en porcentaje de saldo neto migratorio con un valor de 11.2%; es decir, la diferencia entre la población inmigrante o que llega al Estado y la población emigrante, la que sale del Estado (Figura 1.21). Lo anterior significa, que la entidad es una de las regiones que más inmigrantes recibe y también de la que menos población sale hacia otros destinos de residencia. Durante el más reciente censo, se obtuvo el cuarto lugar en números absolutos detrás del Estado de México, Quintana Roo y Nuevo León (INEGI, 2010).

El Municipio de Los Cabos, es la región que más población migrante recibe; es así que en el 2000 la población no nativa representó el 48.1%, mientras que en el 2010 representó el 56.4%. Por su parte, Mulegé

y Loreto en estos años también mostraron incrementos importantes al pasar de 28.3% y 20.7% respectivamente, en el 2000; a 36.7% y 26.7% en el 2010. No así el Municipio de Comondú, que disminuyó su indicador (de 28.3% a 26.9%). El Municipio de La Paz mantuvo un ligero incremento de 28.7% a 29.1% en los años referidos.

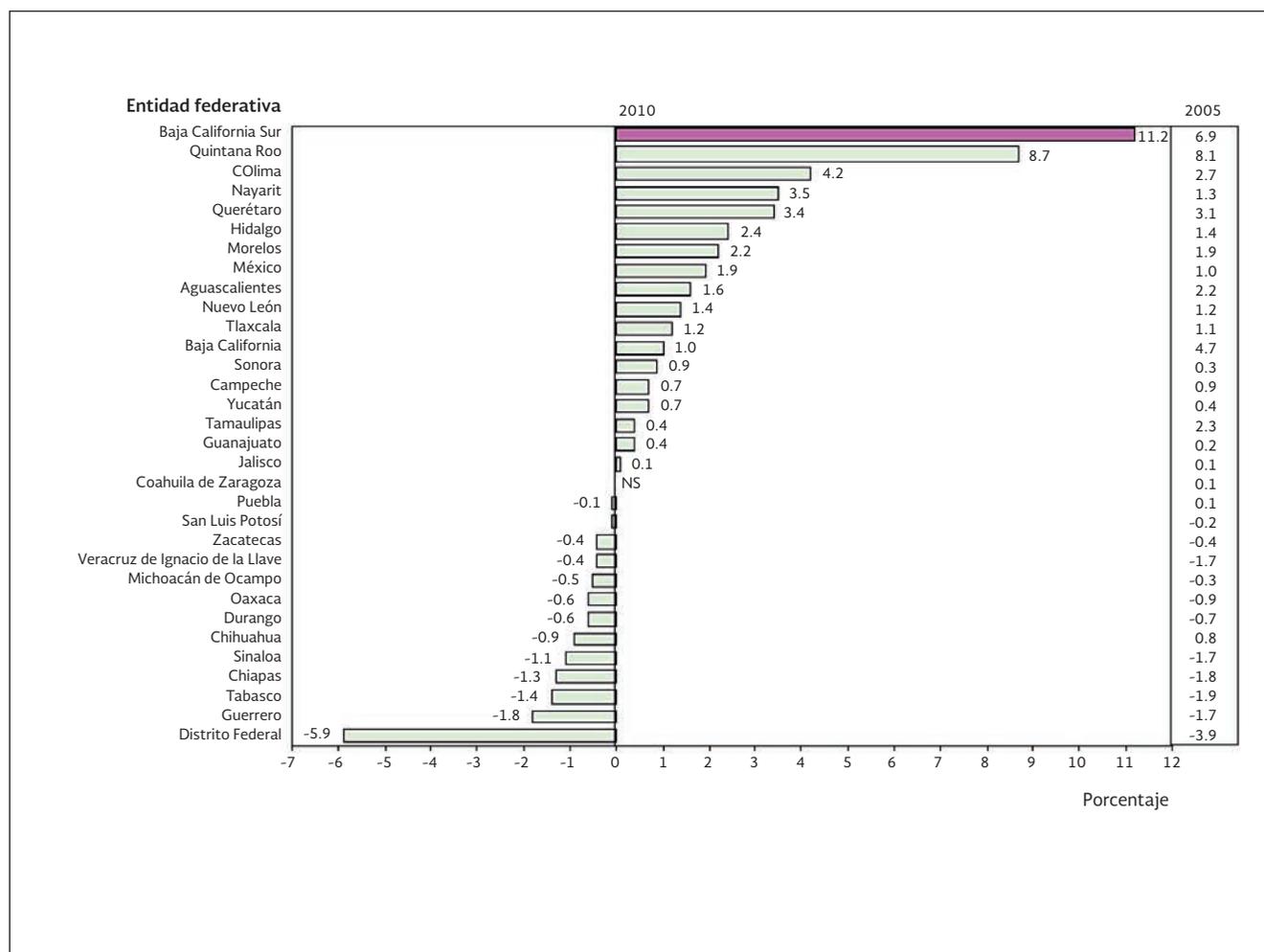
El flujo de migrantes se debe principalmente a la búsqueda de mejores oportunidades de desarrollo económico y social (trabajo), y por el nivel de seguridad pública imperante en el Estado. En las 2 últimas décadas ha destacado un tipo de migración particular estrechamente ligado a la actividad económica predominante. La reconversión de la agricultura que requiere mano de obra barata y con experiencia, inexistente en la población local, para realizar las labores de cultivo y cosecha en la producción de hortalizas para

la exportación. Esto principalmente, en los municipios de La Paz y Mulegé.

Asimismo, el modelo de turismo en el municipio de Los Cabos, lleva implícito un ritmo acelerado en la creación de obras de infraestructura. Dichas actividades, han sido posibles con el trabajo de migrantes que provienen en su mayoría de la zona centro y sur del país. Por último, otro segmento de la población

cuya participación ha crecido recientemente, es el de los extranjeros residentes en el Estado, donde las cifras relativas indican un aumento poco significativo en estos 10 años (de 3,113 a 6,438 personas, período 2000-2010). En Baja California Sur, los cinco municipios carecen de población indígena, y no existen zonas de etnias originales, de acuerdo con la clasificación de la Comisión de Desarrollo de Pueblos Indígenas.

Figura 1.21. Tasa neta migratoria, 2005 y 2010. INEGI (2010)



Nota: Es el porcentaje que representa la diferencia entre emigrantes (personas que cinco años antes de la fecha de levantamiento residían en la entidad y que a esta última fecha residen en otra) e inmigrantes (personas que a la fecha de levantamiento residen en la entidad, pero que cinco años antes a esa fecha residían en otra). Para su cálculo se excluye a la población migrante internacional y a quienes no especificaron su lugar de residencia en esas fechas.

Economía y nivel de desarrollo (GEBCS, 2011a; GEB-
CS, 2011b).

En la actualidad, a nivel nacional, se atraviesa por una etapa donde al disminuir la fecundidad (el número de hijos por mujer) la población infantil (menor de 15 años) va disminuyendo su proporción, a diferencia de la de edad adulta, que va aumentando. Esto tiene repercusiones importantes, ya que el peso de la población improductiva (niños y adultos mayores) se reduce, mientras que la de la edad productiva se incrementa. A esta dinámica, los especialistas la han denominado bono demográfico, o ventana de oportunidad, lo que significa que al haber una mayor proporción de personas en edad productiva, en relación con las personas en edad potencialmente inactiva, representa una ventaja para la economía en su conjunto, ya que las posibilidades de ahorro e inversión se incrementan, al aligerarse la carga o dependencia económica para este segmento de la población.

Esta transición demográfica también está presente en Baja California Sur. La población de 0 a 14 años representa el 28.0% (nacional 29.3%), la población productiva de 15 a 64 años representa un 67.2% (nacional 64.4%) y el sector de 65 años y más representa solo el 4.4% (nacional 6.3%). Se observa que el estado tiene una mejor posición que los promedios nacionales, ya que la población dependiente es menor, y la productiva mayor.

Esta oportunidad, se mide a través del índice de dependencia (infantes y personas de la tercera edad que dependen económicamente de los que trabajan). A nivel nacional este índice es de 55 personas por cada 100 habitantes en edad de trabajar, y para la entidad es de 49. Esto posiciona a Baja California Sur en el tercer sitio de los estados con menor índice de dependencia.

Comercio

Al término del año 2010, el sector comercio y servicios en la entidad estaba conformado por 8,193

empresas de diversos tamaños, el 83.1% corresponden a las microempresas que generan 10 empleos en promedio, seguidas por las pequeñas empresas que emplean entre 11 y 30 trabajadores (10% del total), por su parte las medianas empresas (de 31 a 100 empleos) representan el 4.5% de los establecimientos y la gran empresa que absorbe a más de 100 empleados solo significa el 1.8 %.

Cada municipio tiene marcadas sus actividades enfocadas a distintos sectores, desde Mulegé y Comondú con la pesca y agricultura; hasta La Paz, Loreto y Los Cabos con el turismo, comercio y servicios; además de la minería en algunas regiones muy específicas del Estado. Dentro de los sectores potenciales de la entidad, existen actividades en particular que apenas comienzan a surgir, pero que cuentan con grandes oportunidades para detonarse como la acuicultura, los cultivos orgánicos (invernaderos), cultivos de perennes, turismos especializados; así como la ciencia y tecnología.

Agricultura

Baja California Sur por su condición insular, sus recursos naturales y su localización, propicia que se registren diversos microclimas que hacen factible cultivar en el estado más de 100 tipos y variedades de productos hortícolas, hierbas aromáticas, granos básicos e industriales, forrajes y frutales.

En la entidad, las principales zonas agrícolas se ubican en los Valles de Santo Domingo en el Municipio de Comondú, de Vizcaíno en el Municipio de Mulegé, El Carrizal, Los Planes y Todos Santos en el Municipio de La Paz y San José del Cabo en el Municipio de Los Cabos.

La actividad agrícola dispone de un potencial de superficie regable de hasta 61,725 hectáreas; sin embargo en base al volumen de agua concesionado,

solo es factible sembrar en promedio 36,000 hectáreas anualmente. Cabe destacar, que dicho volumen de 277.9 millones de metros cúbicos proviene de los 11 principales acuíferos de los 39 existentes, extrayéndose a través de bombeo en 1,336 pozos profundos, en beneficio de 4,245 agricultores.

El volumen de producción en el año agrícola 2010, fue de 549 mil toneladas, conformándose por perennes con un 44.2%, granos básicos 18.7%, hortalizas 16.1 %, cultivos de invernadero 10.4%, orgánicos 4.2% y el 6.4% restante corresponde a otros cultivos. La producción de cultivos orgánicos en los últimos años, se ha mantenido de forma ascendente, colocando a la entidad como el principal productor a nivel nacional. Asimismo, por su superficie y valor de la producción sobresalen los cultivos de garbanzo y tomate con un tercer lugar a nivel nacional y el cultivo espárrago en cuarto lugar.

De acuerdo con cifras del INEGI, durante el año 2009 las actividades primarias (agricultura, ganadería y pesca) contribuyeron con 2,941 millones de pesos, en la integración del producto interno bruto equivalentes al 3.9% del PIB Estatal.

Ganadería

Las condiciones agroecológicas restringen de manera determinante el desarrollo de esta actividad, por ello prevalece una ganadería extensiva y tradicional sujeta principalmente a la disponibilidad de los recursos naturales.

Se desarrolla en una superficie de 4.7 millones de hectáreas de agostadero y praderas que representan el 45% de la superficie estatal, mediante la utilización de aproximadamente 2,520 aprovechamientos hidráulicos y un consumo anual cercano a los 2.4 millones de metros cúbicos de agua.

La alimentación del ganado es un problema recurrente de la actividad pecuaria, ya que se sustenta

en su mayoría del forraje que proporciona el agostadero, cuya capacidad depende principalmente de las precipitaciones pluviales, las cuales son en promedio escasas.

Actualmente, la condición que presenta el agostadero es de regular a pobre con un coeficiente de pastoreo promedio de 39 hectáreas por unidad animal; asimismo, por las escasas y de baja intensidad de las precipitaciones pluviales que se han presentado en toda la geografía del estado, ha propiciado que se presenten condiciones de sequía normal y recurrente.

La escasa precipitación pluvial, alta evaporación, topografía accidentada, baja producción forrajera del agostadero y dispersión de los núcleos ganaderos, se refleja en el bajo inventario ganadero actual de 200,069 cabezas de ganado bovino, 122,107 de caprinos y 21,786 de ovinos, estimándose un padrón de 4,521 ganaderos. Por lo que, el valor de la producción pecuaria registró 624.9 millones de pesos.

En la entidad la producción de carne, leche y huevo es insuficiente para cubrir la demanda de la población. Durante el año 2010 la introducción de productos y subproductos pecuarios tanto del mercado nacional como externo ascendió a 31 mil 482.1 toneladas de carne de bovino, porcino, ovinos y aves; 1,724.7 toneladas de huevo; 7,785.2 toneladas de embutidos (de cerdo, bovinos y de aves); 1,112.4 de vísceras de bovinos y 5,340.2 miles de litros de leche de bovinos.

La introducción de carne superó en 4 veces el volumen de producción local; la de huevo fue 3.8 veces mayor que el volumen producido en la entidad, mientras que en el caso de la producción de leche fresca pasteurizada, ésta ha venido contribuyendo en las últimas dos décadas con un 85 y 90 % del consumo local, registrando una producción de 44.3 millones de litros de leche de vaca y 2.5 millones

de litros de leche de cabra, así como la producción de 455.9 toneladas de huevo y 278.5 toneladas de miel.

La ganadería enfrenta, además de las situaciones adversas que impone el entorno ecológico, una insuficiencia de infraestructura, escaso manejo del ganado y una deficiente organización de los productores para la producción y comercialización, propiciando que la actividad mantenga bajos niveles de crecimiento.

Sector Pesquero

Baja California Sur se distingue en el contexto pesquero mexicano, por disponer de los más amplios litorales, cuenta con una línea de costa de 2,705 km incluyendo las islas, lo que corresponde al 23% del total nacional, esta ubicación ha propiciado la creación de diversos ambientes, por un lado en la costa occidental se ubica la zona de transición entre el clima templado y tropical, mientras que en la costa oriental el ambiente del Golfo de California es característico de una cuenca de evaporación con temperaturas cálidas.

Las localidades pesqueras en su mayoría, están integradas por pequeños asentamientos humanos (cerca de 418 comunidades pesqueras) diseminadas a lo largo de la costa. Casi la totalidad, se encuentran en regiones que registran baja densidad poblacional y alejada de la zona de mercado. La actividad pesquera se encuentra conformada por el sector social, público y privado.

De acuerdo con registros de la SAGARPA durante el año 2010, 5,753 habitantes se dedicaron a esta actividad, en su mayoría concentrados en los Municipios de Mulegé, Comondú y La Paz.

Las unidades económicas pesqueras que cuentan con permiso de pesca son 466, de las cuales 245 pertenecen al sector social, mientras que 221 al privado.

La flota pesquera en la vertiente occidental de Baja California Sur está constituida por 2,518 embarcaciones para la pesca ribereña mismas que representan el 99 %, y 18 de embarcaciones corresponden a las dedicadas a la pesca de altura. Cabe señalar, que la mayor proporción de las embarcaciones se encuentran concentradas en los Municipios de Mulegé y Comondú.

Respecto a la infraestructura pesquera, la región incluye los Puertos de Adolfo López Mateos, que cuenta con un muelle de 68 metros de longitud y San Carlos que dispone de un muelle de 233 metros de largo.

En el Estado, la infraestructura industrial se encuentra conformada por 32 plantas de congelación, 10 de enlatado, 2 de reducción y 8 plantas en donde se realizan diversos procesos. El volumen de producto procesado alcanza las 50,122 toneladas, que equivalen al 9% del total nacional.

Durante el año de 2010, la producción pesquera ascendió a 142,754 toneladas, cifra superior a la del año 2009. Estos niveles colocan al Estado entre los 4 principales productores pesqueros, ya que participa con el 9.8% de la producción nacional. Puntualizando que el mayor volumen de la producción pesquera está integrado por sardina (58,307 toneladas), seguida por el calamar.

Con respecto a la pesca deportiva, durante el periodo del 2001-2009, los permisos de pesca individual y para embarcación se incrementaron en un 1,685.38%, al pasar de 7,785 a 131,207 respectivamente. Para el año 2010 se registraron en Los Cabos 121,000 permisos individuales de pesca deportiva.

Sector Acuícola

La acuicultura, en los últimos años, se ha convertido en una alternativa real e importante para ampliar la

oferta alimentaria del estado y crear fuentes permanentes de empleo, así como un medio para disminuir la presión sobre los recursos pesqueros, en particular los de las riberas.

La ubicación geográfica de la entidad, le confiere la condición de un estado libre de plagas y enfermedades propias de la acuicultura. Esto permite el cultivo de especies de elevado valor comercial entre los que destacan el camarón y el ostión, entre otras.

La producción acuícola en el 2010, fue de 5,406 toneladas de productos que incluyen el cultivo de camarón y de ostión. El 88% del volumen obtenido correspondió al cultivo de camarón, actividad con alta rentabilidad que exhibe rendimientos en el estado de hasta 5.9 ton/ha. El valor reportado durante el año de 2010 por la comercialización de estas cosechas de camarón fue de 179.5 millones de pesos. Por lo que concierne a la acuicultura de ostión en el 2010 generó 668 toneladas y un valor de 10.9 millones de pesos. Esta actividad ha permitido diversificar las opciones productivas en las regiones de Bahía Magdalena y Pacífico Norte, aprovechando la disponibilidad de aguas ricas en nutrientes para el desarrollo de los cultivos.

Cabe destacar que en el Estado Sur existen tres laboratorios de producción de larvas y semillas de moluscos bivalvos; tres laboratorios de producción de larvas y semillas de abulón; once granjas de engorda de ostión japonés; dos granjas de engorda de almeja mano de león; una de madre perla, una de cultivo de jurel y una de pargo lunarejo.

Turismo

La industria del turismo ha llegado a ser la principal actividad económica en Baja California Sur durante el último medio siglo. Los principales centros turísticos son la ciudad capital de La Paz, Loreto, y Los Cabos (Herrera-Ulloa et al., 2003). El 44% del PIB y el 72% del empleo estatal se derivan de la importante

derrama que genera al sector hotelero, restaurantero, de pesca deportiva y la cadena de valor que se crea para la generación de servicios a la misma.

Del año 2005 al 2010, Baja California Sur recibió el 10% del turismo internacional del País; a su vez recibió el 20% de la derrama económica de este mismo y más de 4 millones de cruceristas, posicionándonos como uno de los destinos turísticos más importantes y el de más alto valor de México. La oferta de cuartos hoteleros asciende a más de 18,580, los cuales más de 6,100 fueron construidos del 2005 al 2010; el 76% se encuentra en Los Cabos, 13% en La Paz y 11% en el resto del territorio estatal. De acuerdo a cifras oficiales, del 2005 al 2010 se llevó a cabo una inversión privada identificada de más de 709 millones de dólares en el Estado.

Industria de la Construcción

En los últimos años la industria de la construcción, ha mostrado un comportamiento que ha ido a la alza aumentando su aportación al Producto Interno Bruto. En el 2005 significó el 10.1%, colocándose en el 18.4% durante el 2009. Estos datos ponen de manifiesto el dinamismo que ha caracterizado esta rama industrial, debido a la creación de obras de apoyo a sectores económicos fuertes, tal es el caso de la industria turística, la infraestructura carretera, así como los programas de vivienda.

Industria Manufacturera

Por su parte, la industria manufacturera, ha sido de las ramas que más ha resentido la crisis, aunque en términos de producción sólo representa el 2.9% de la economía estatal. Durante 2008 y 2009 su desempeño fue negativo, ya que sus tasas de crecimiento fueron del -2.9 y -7.6 %, respectivamente. De éstas, las de mayor peso son la industria alimentaria, de bebidas y tabaco, y en menor proporción la fabricación de productos a base de minerales no metálicos, así como las industrias metálicas. Estas

ramas registraron tasas de crecimiento negativas de -4.9%, -19.9 %, y -13.0%, cada una de ellas, mismas que revelan la repercusión mayúscula que ha tenido la crisis en este sector.

Por lo que corresponde a la distribución de las empresas en el ámbito municipal, cabe mencionar que en el Municipio de La Paz se encuentran asentadas 744 empresas industriales que significan el 48.4 % del total y a diciembre del 2010 éstas generaron el 41.3% de los empleos.

De acuerdo con datos a diciembre del 2010, la rama de la construcción es la actividad industrial con mayor dinamismo en la entidad, pues en ese año tanto el registro de empresas y la población ocupada significaron del 49.3% respectivamente.

El desarrollo de la industria se concentra principalmente en las cabeceras municipales, excepto la industria pesquera, que se encuentra ubicada principalmente en comunidades de la Zona Pacífico Norte como son Isla Natividad, Bahía Tortugas, Bahía Asunción y Punta Abreojos, así como en Puerto Adolfo López Mateos y Puerto San Carlos, ambos del Municipio de Comondú, en donde se llevan a cabo procesos de enlatado de diversos productos del mar.

La agroindustria está representada por plantas pasteurizadoras de leche y sus derivados, empaque de diversas hortalizas y productos orgánicos en empresas industriales que se sitúan en los Municipios de Mulegé, Comondú, La Paz y Los Cabos.

REFERENCIAS

Aparicio C., Ávalos Z. 1997: Informe final de la carta geológico-minera y geoquímica hoja Guerrero Negro G11-3 escala 1: 250 000, estado de Baja California Sur. Disponible en: http://www.sgm.gob.mx/publicaciones_sgm/Informe_b.jsp

Aparicio C., Ávalos Z., Maraver R. 1998: Informe de la cartografía geológico-minera y geoquímica escala 1:250,000, carta San Isidro clave G12-4, estado de Baja California Sur. Disponible en: http://www.sgm.gob.mx/publicaciones_sgm/Informe_b.jsp

Aparicio C., Ávalos Z., Maraver R., Romero., De la O Burrola F. 1997: Informe de la carta geológico-minera y geoquímica hoja Santa Rosalía G12-1, escala 1: 250 000, estado de Baja California Sur. Disponible en: http://www.sgm.gob.mx/publicaciones_sgm/Informe_b.jsp

Ávalos Z., Rojas S., Álvarez A., Prieto M., Schwennicke T., Sevilla Unda. 1999: Informe de la carta geológico-minera Villa Constitución G12-7-8, escala 1:250,000, estado de Baja California Sur, convenio COREMI/UABCS. Disponible en: http://www.sgm.gob.mx/publicaciones_sgm/Informe_b.jsp

CONABIO. 2010. Catálogo de metadatos geográficos. Consultado en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/zeem4mgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no (15/10/2010)

CONAGUA. 2005. Bases de datos proporcionados.
CONAGUA. 2007. Estadísticas del agua en México.
CONAGUA. 2010. Consulta estadística del agua site: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Comisión Nacional del Agua. Subdirección General de Administración. 2010>

CONAGUA. 2010. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional.

CONAGUA. 2011. Agenda del Agua 2030. México, D.F.

CONAGUA. 2011. Determinación de la disponibilidad de agua subterránea por acuífero en BCS. Página de internet (última visita 10 de mayo del 2013) <http://www.conagua.gob.mx/dis>

- ponibilidad.aspx?id=Disponibilidad%20por%20acu%C3%ADfero
- CONAGUA. 2011. Estadísticas del agua en México. Edición 2011. SEMARNAT (Ed). México. 185 pp.
- CONAGUA. 2012. Atlas del agua en México.
- CONAGUA. 2012. Programa Hídrico Estatal. Visión 2030. Gobierno del Estado de Baja California Sur. 173 Pp.
- CONAGUA. 2012. Programa Hídrico Regional Visión 2030. México. SEMARNAT 126 pp.
- CONAGUA. 2012. Cuencas Hidrológicas. Atlas Digital del Agua en México 2012. Sistema Nacional de Información. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/atlas/index.html>
- CONAGUA. 2013. Datos oficiales actuales tomados de la página de CONAGUA, consultada en noviembre de 2013 y corregidos con información de DOF. <http://www.conagua.gob.mx/disponibilidad.aspx?n1=3&n2=62&n3=94>. Consultado en octubre de 2013.
- CONANP. 2013. Áreas protegidas decretadas. Última modificación 14 de Octubre del 2013. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/index.php. Consultado en octubre de 2013.
- CONANP. 2013b. Polígonos shape de ANPs federales y sitios Ramsar. Última modificación 14 de Octubre del 2013. <http://sig.conanp.gob.mx/website/pag-sig/informacion/info.htm>. Consultado en octubre de 2013.
- Diario Oficial de la Federación. (2010). Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 36 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológicas que se indican (Segunda Sección) 8 Jul.- No. 6.- 5. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 44 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológicas que se indican (Segunda Sección).
- Faith and Sustainable Technologies, FAST (s.f.) <http://www.fastonline.org/content/section/4/29>. Consultado en 2013.
- FAO. 2007. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. Para el caso de México, Comisión Nacional del Agua. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- García de Miranda, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 2ª Ed. México, D.F. Instituto de Geografía UNAM.
- García de Miranda, E. 1986. Apuntes de Climatología. 5a. Ed. México, D.F., Talleres Offset Larios S.A.
- García, E. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. "Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García)". Escala 1:1 000 000. México.
- GEBCS. 2011a. Programa Estatal de Población. Plan Estatal de Desarrollo 2011-2015, Gobierno del Estado de BCS. 17 pp.
- GEBCS. 2011b. Plan Estatal de Desarrollo Baja California Sur 2011-2015. Gobierno del Estado de Baja California Sur. 250 pp.
- Gobierno del estado de Baja California sur. 2012. Plan Estatal de desarrollo 2011-2015. Actualización de las líneas de acción 2012. 246 pp.
- Herrera-Ulloa, A.F., S. Lluch-Cota, H. Ramírez-Aguirre, S. Hernández-Vázquez, y A. Ortega-Rubio. 2003. Sustainable performance of the tourist indus-

try in the state of Baja California Sur, Mexico. *Inter-ciencia*, Vol. 28, No. 5. 5 pp.

INEGI. 2004. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología. México. Talleres gráficos INEGI. 28 pp.

INEGI. 2008. Carta Actual de Uso y Vegetación; Serie IV. La tasa de cambio (%) entre la Serie I y Serie IV, se obtuvo de Boco, G., Mendoza, M. y Masera O.R., 2001. Metodológica propuesta por La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán: una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 44., pp. 18-38. <http://www.conagua.gob.mx/atlas/impacto46.html>

INEGI. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Baja California Sur. México en Cifras. Información Nacional, por entidad federativa y municipios. Consultado en mayo de 2013. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=3>

INEGI. 2011a. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales. Módulo 5: Agua Potable y Saneamiento, 2012.

INEGI. 2011b. Perspectiva estadística de Baja California Sur. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 87 pp.

INEGI. 2013. Estadísticas a propósito del día mundial del agua <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Contenidos/estadisticas/2013/agua0.pdf>

Ivanova, A. y A.E. Gámez. 2012. Vulnerabilidad percibida por los habitantes de las ANP. Parte V. Vulnerabilidad Social; Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur. UABCS; CIB; CICESE; CICIMAR-IPN; SEMARNAT; CONACYT; INE; Gobierno del Estado de Baja California Sur. 120 pp.

Maraver R., Sevilla U., Meléndez R. 2001: Informe

de la cartografía geológico-minera y geoquímica de la carta San José del Cabo F12-2-3-5-6, escala 1:250,000, Baja California Sur. Disponible en: http://www.sgm.gob.mx/publicaciones_sgm/Informe_b.jsp

Maraver R.D.A., J.C. Aguilera-Hale. 2001. Informe de la carta geológico-minera Loreto G12-5, escala 1:250,000, estado de Baja California Sur. Disponible en: http://www.sgm.gob.mx/publicaciones_sgm/Informe_b.jsp

Peinado, M., F. Alcaráz, J. Delgadillo e I. Aguado. 1994. Fitogeografía de la península de Baja California, México. *Anales Jard. Bot. Madrid* 51(2): 255-277.

PNUD. 2006. Informe sobre desarrollo humano. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua. Disponible en: <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2006/chapters/spanish/>

Rojas S., Romero R., Álvarez A., De la O Burrola F., Schwennicke T. 1999. Informe de la carta geológico-minera La Paz, G12-10-11, escala 1:250,000, estado de Baja California Sur. Disponible en: http://www.sgm.gob.mx/publicaciones_sgm/Informe_b.jsp

SEMARNAT. 2008. Plan estatal de educación capacitación y comunicación ambientales para el desarrollo sustentable de BCS.

SEMARNAT. 2012. Programa de Acciones y Proyectos para la Sustentabilidad Hídrica Visión 2030. Estado de Baja California Sur. En conjunto con la CONAGUA. 102 pp.

SRH. 1976. Atlas del Agua de la República Mexicana. México, DF (s/e).

UNU-INWEH. 2013. Water security & the global water agenda. A UN-Water Analytical Brief. Hamilton,

Ontario Canadá. 37 pp. Disponible en: http://www.unwater.org/downloads/watersecurity_analytical-brief.pdf

Vargas-Velázquez, S., Güitrón de los Reyes A. y C. Hernández-Arce. 2010. Guía para la construcción

de consensos en la gestión integrada del agua- Jiutepec, Morelos: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 178p.

WIGGINS, IRA L., 1980. Flora of Baja California; Stanford University Press.

2. Evaluación histórica de las sequías

2.1. Causas de las sequías en Baja California Sur y su evolución histórica

El estudio histórico de las sequías es un tema relativamente reciente en la historiografía mexicana. Una sequía, por su parte, se define como una disminución de la precipitación pluvial o de los escurrimientos, que afecta las actividades humanas y constituye un fenómeno temporal, causado por “fluctuaciones climáticas” (García-Acosta, 1997). Actualmente, la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 1992), en su Vocabulario Meteorológico Internacional, define a la sequía como: “Un periodo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico”. Asimismo la Organización de las Naciones Unidas, en su documento de la Convención de Lucha Contra la Desertificación (ONU, 1994) define la sequía como: “fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción de recursos de tierras”. En éstas definiciones se observa un denominador común, que es la “escasez de precipitación”, con respecto a un comportamiento “normal” de la misma, considerando “comportamiento normal” a valores promedio de una serie de tiempo histórica (Crespo-Pichardo, 2010).

En la actualidad el agua ha alcanzado niveles magños de importancia hasta constituirse como un elemento fundamental en el desarrollo social y económico de toda colectividad, ya que constituye un indicador infalible del grado de mejora con que cuenta una sociedad determinada. Junto con Baja California, somos de los dos estados con menor disponibilidad de agua para consumo humano, debido a nuestra geografía, clima semidesértico, relativamente escasa precipitación (222 mm al año, valor doce veces menor a los 2,410 mm que se presentan en el estado de Tabasco), y una muy baja a nula disponibilidad del recurso superficial y subterráneo, ya que carecemos de escurrimientos su-

perficiales perennes (casi el 100% son de índole intermitente y de muy corta duración, con lluvias presentes sólo en 4 meses del año, de julio a octubre durante la época de huracanes), con una muy baja recarga en los acuíferos y una alta y creciente demanda poblacional. La sequía en Baja California Sur, históricamente no ha presentado registros importantes, no tanto por la ausencia de ésta en la península, sino más bien porque la información que se utilizaba para caracterizarla se centraba en los registros de las pérdidas que ésta ocasionaba en los cultivos tradicionales de gran importancia para el país, y al no ser una tierra apta para cultivos de importancia en aquella época, no se registraron estos eventos en cuanto a su intensidad, magnitud y sus impactos a la sociedad. Para toda la península de Baja California, García-Acosta (1997) sólo consiguió registros de la presencia de sequía en el período de 1886-1887, afectando a 22 estados más del país: Por su parte, Sosa-Nájera et al. (2010) presentaron en sus resultados del análisis espectral de los datos de concentración de Titanio (Ti), la existencia de sequías recurrentes en periodicidades de 25, 39, 50, 70 y 117 años, y sugieren que dichas periodicidades pueden estar asociadas a la actividad solar y/o a factores climáticos como El Niño. Este registro de Ti (700 años) fue validado como indicador de escurrimiento con registros históricos y datos de anillos de árboles relacionados con sequías importantes en diferentes regiones de México. El documento presenta una compilación de información sobre sequías históricas proveniente de documentos históricos y de anillos de árboles reportadas por diferentes autores. En ella se observa que Díaz et al. (2001) registró con anillos de árboles, para el caso de Baja California Sur, 5 períodos de sequía durante el siglo XX (1905, 1912, 1939-1958, 1957 y 1983).

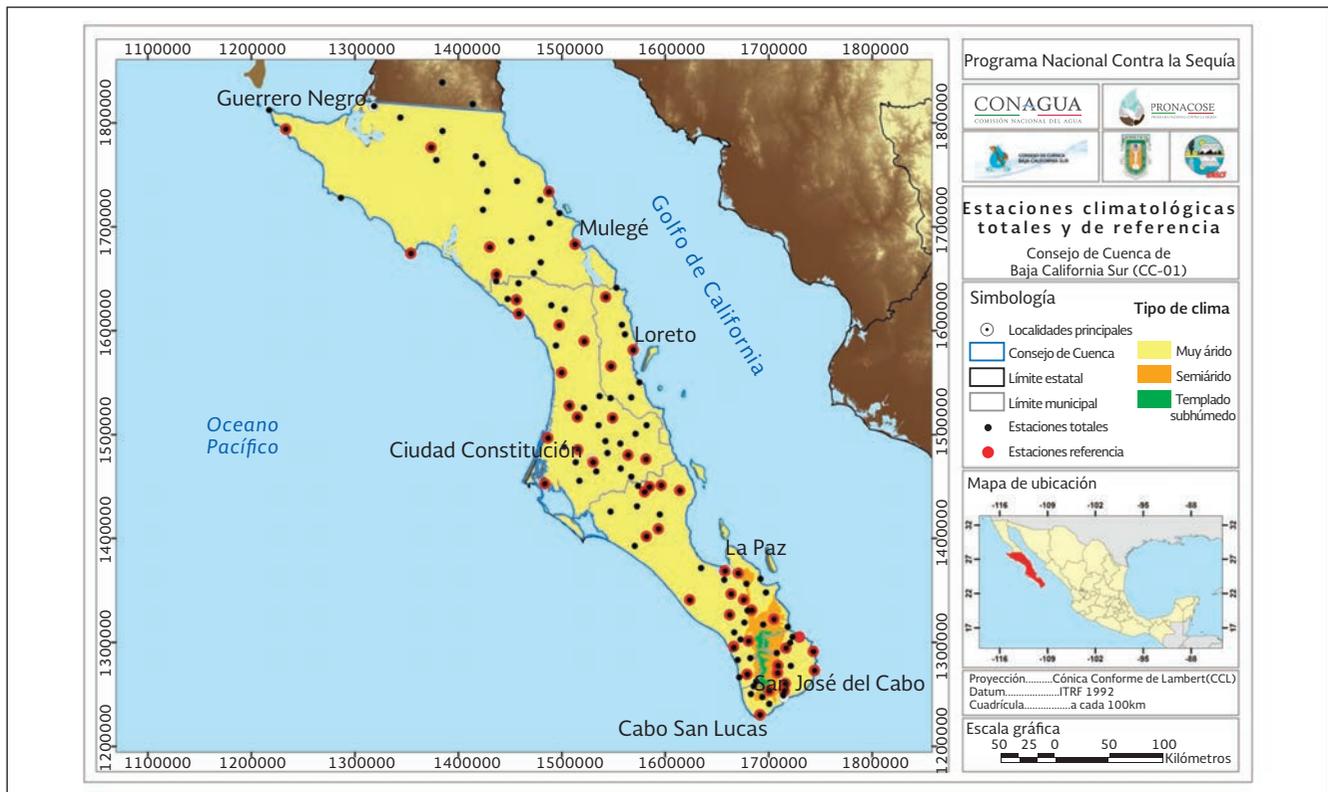
Si bien se han caracterizado los períodos de sequía desde finales del siglo XIX en México, ésta no presenta registros suficientes como para evaluarla tanto en su magnitud como en sus impactos sociales, y más para el estado cuya presencia en el ámbito político-económico es relativamente “reciente”.

En general, Baja California Sur se caracteriza por presentar periodos de sequía prolongados, que son interrumpidos drásticamente por la incidencia de tormentas tropicales y huracanes. Esta condición climatológica afecta la forma de clasificar y abordar el término de sequía para Baja California Sur, ya que si bien las precipitaciones históricas promedio obtenidas de 51 estaciones climatológicas de referencia ubicadas a lo largo del estado (Figura 2.1), muestran que la precipitación promedio mensual histórica (17.5 mm), varía según el mes y la región: desde sin lluvias en todo BCS, hasta máximos de 393.1 mm en la parte sureste del Estado (estación Los Divisaderos).

El promedio máximo mensual fue de 68.4 mm en septiembre; muy por debajo de la media del país, que es de 760 mm. Sin embargo, si tomamos en cuenta la precipitación histórica acumulada (precipitación his-

tórica total anual) de las 51 estaciones de referencia, vemos que en algunas estaciones del sur de la entidad (circundantes a la Sierra La Laguna), la precipitación anual acumulada alcanzó poco más de los 500 mm en el 2012 (promedio total anual para el Baja California Sur = 221.75 mm), lo que permite inferir que existe una cantidad importante de agua en cierta época del año, sobre todo al sur del estado, que no es aprovechada para recarga de los acuíferos, por lo que la sequía del estado no sería de tipo meteorológica, sino hidrológica o de otro tipo; por lo que los resultados de los índices frecuentemente utilizados para el cálculo de la sequía meteorológica (SPI, PDSI, etc.) no se ajustan ni reflejan la situación de sequía que vive el estado. Por lo cual se propondrá el uso posterior de algún otro índice o indicador que refleje esta situación de forma más real, tal como los utilizados para caracterizar la sequía geológica. Este punto será tratado más adelante.

Figura 2.1 Estaciones climatológicas totales y de referencia en el CC-01.



En general las lluvias son escasas en la mayor parte del estado, con tres etapas climatológicas bien marcadas a lo largo del año: la etapa de lluvias en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre; la etapa invernal con lluvias esporádicas y de menor escala, en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero; y la etapa de secas durante los meses de marzo, abril, mayo y junio, de hasta 2.0 mm o sin registro de precipitaciones en todo el estado.

En resumen, la mayor concentración de lluvia en Baja California Sur se registra durante el verano, durante los meses de julio a octubre, la cual está muy relacionada con las lluvias que se generan con la actividad ciclónica del Pacífico (GEBCS, 2011).

2.2. Monitoreo actual de la sequía en el CC-01

La sequía es uno de los principales riesgos relacionados con el agua. Sin embargo, no existe una definición universalmente aceptada de sequía. Quizás la definición más general es la que considera la sequía como una disminución significativa de la disponibilidad de agua durante un largo período de tiempo y en una gran superficie. Esto implica que la sequía debe considerarse como un evento de tres dimensiones, caracterizada por su gravedad, duración y el área afectada.

Se han propuesto varias metodologías para la identificación, cuantificación y monitoreo del fenómeno de la sequía. Entre ellos, los más populares parecen ser los índices de sequía, que son combinaciones especiales de los indicadores que comprenden datos meteorológicos, hidrológicos, entre otros. Estos índices pueden ser utilizados para describir todos los tipos de sequías. De acuerdo con el tipo de sequía, se debe seleccionar el índice apropiado. Wilhite y Glantz, (1985) definen cuatro tipos de sequía:

Sequía Meteorológica: Se presenta en un período cuando la lluvia registrada es menor al promedio. Referida al grado de desviación de la precipitación en comparación a un comportamiento “normal”, de una serie de tiempo preestablecida. La magnitud de la desviación y del tiempo no son fijos, y dependen de la forma como regionalmente evalúan el fenómeno. Existe un consenso general de que la sequía meteorológica es la primera indicadora del fenómeno de sequía (Crespo-Pichardo, 2010; CENAPRED, 2012).

Sequía Hidrológica: Se presenta en un período cuando los escurrimientos tanto superficiales como subterráneos están por debajo del promedio. Referida a los efectos de periodos de precipitación relativamente cortos, es decir los escurrimientos a nivel de superficie y subsuelo, su impacto se ve reflejado en la recarga de acuíferos, lagos, presas, y es de largo plazo, pudiendo afectar la producción agrícola de varios años, la producción hidroeléctrica o la extracción de agua del subsuelo (Crespo-Pichardo, 2010; CENAPRED, 2012).

Sequía Agrícola: Se presenta en un período cuando la humedad contenida en el suelo es insuficiente para producir una cosecha. Referida a su impacto en los cultivos, considera el proceso en términos de balance de humedad, evaluando la evapotranspiración real, potencial, el déficit de agua en el suelo que a su vez depende de características físicas del mismo, los niveles de reserva de agua, y considera la especificidad del cultivo en cuanto a sus requerimientos de humedad, en función de la etapa de crecimiento y la biología de la planta. Este tipo de sequía puede presentarse posterior a una sequía meteorológica; pero en Baja California Sur, donde los cultivos agrícolas dependen más de las disposiciones de agua subterránea (riegos por goteo), éste tipo de sequía se podría presentar posterior a la hidrológica (Crespo-Pichardo, 2010; CENAPRED, 2012).

Sequía Socioeconómica: Ocurre cuando la demanda de agua de un grupo social, en un lugar determinado excede el suministro (suministro-demanda de agua), por lo tanto está muy relacionada con los efectos de corto y largo plazo de los otros tipos de sequía. Es una combinación entre disminución de la precipitación y el crecimiento de las necesidades de la población o de las actividades productivas, de la eficiencia en el uso del agua y de la tecnología disponible (Crespo-Pichardo, 2010).

Sequía Geológica (*Groundwater drought*): parte de la sequía hidrológica, referida específicamente a la sequía en aguas subterráneas. Dentro del ciclo hidrológico, el agua subterránea suele ser el último en reaccionar ante una situación de sequía, a menos que el agua superficial se alimente principalmente por aguas subterráneas. En los acuíferos profundos, la lenta respuesta del agua subterránea implica que sólo las grandes sequías meteorológicas finalmente se mostrarán como sequías subterráneas. El desfase entre la sequía meteorología y la sequía de aguas subterráneas puede equivaler a meses o incluso años, mientras que el desfase entre la sequía meteorología y la de las escorrentías superficiales varía de días en una cuenca de captación importante, a meses en una cuenca alimentada por aguas subterráneas (Marsh y Lewis, 2009; Machlica y Stojkovicova, 2008).

La importancia de éstos índices radica en su facilidad de comunicar la información sobre las anomalías climáticas a diversas audiencias de usuarios, así como permitir a los científicos evaluar cuantitativamente dichas anomalías en función de su intensidad, duración, extensión espacial y la frecuencia.

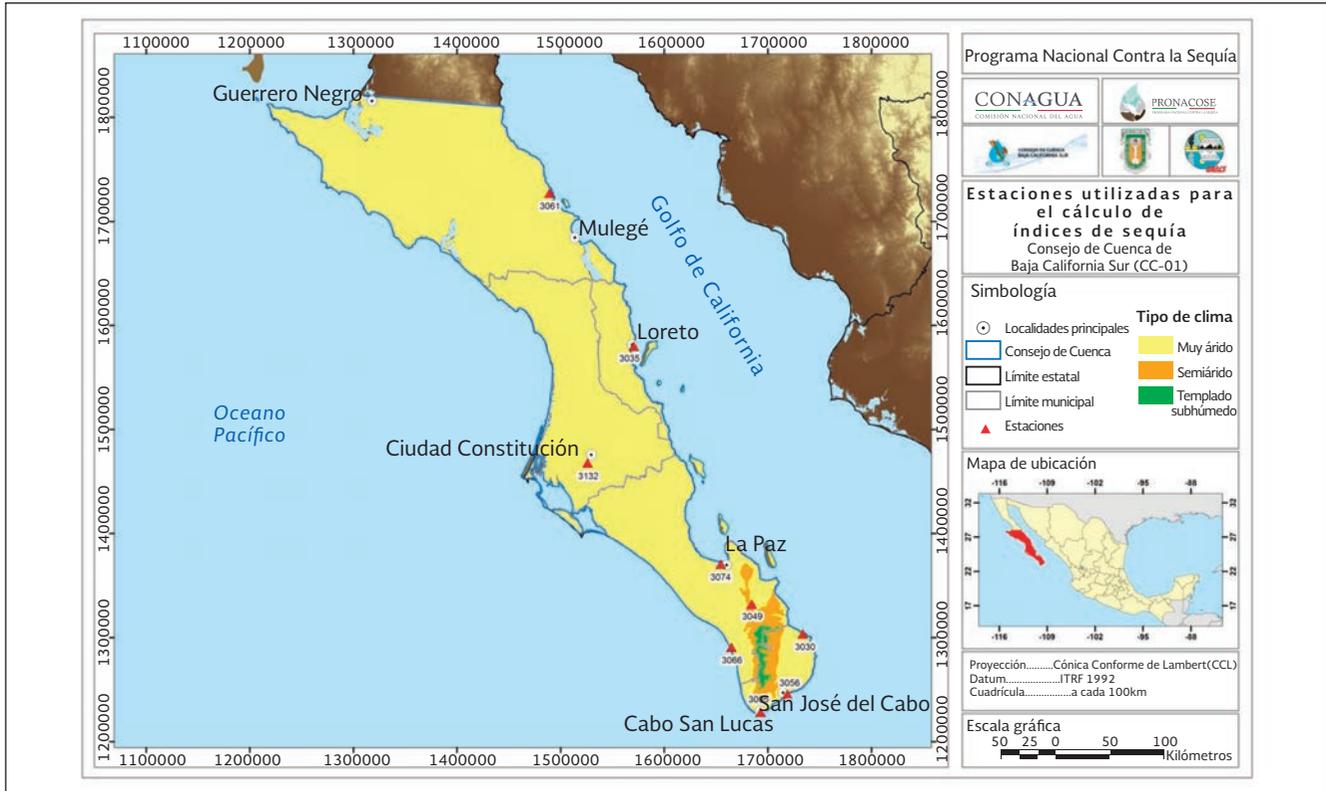
Precipitación

Uno de los indicadores más sencillos para determinar sequía en un sitio, es la medición y comparación de los valores de precipitación promedio.

El Porcentaje de Precipitación Promedio de Largo Plazo (PPLP) es un indicador de las condiciones de sequía en un lugar. La PPLP se calculó con base en los datos de 9 estaciones climatológicas (Figura 2.2) obtenidas del Monitor de Sequía Norteamericano (**North American Drought Monitor**) de la NOAA (2012), dentro del período base 1951-2001.

Uno de los análisis del Monitor de Sequía de Norteamérica muestra el porcentaje de éstos promedios que se han presentado en los períodos que van desde 2008-2013. En éste se observa que las estaciones ubicadas en la parte sur del estado, circundantes a la sierra más alta del mismo (Sierra La Laguna), presentan condiciones más húmedas que lo normal para el período de los últimos 12 meses, pero conforme el análisis toma en cuenta periodos de tiempo más amplios, se observan condiciones de sequía en la misma zona. Para la parte centro y norte del estado se presentan condiciones húmedas para Loreto y Ciudad Constitución en el período del último año y más, excepto Santa Rosalía cuya sequía es más notoria. Para todas las estaciones el período de los últimos seis meses recae siempre en valores más secos que el promedio. Esto es debido probablemente a que en el estado solo existe un período importante de lluvias, relacionadas con los ciclones que se acercan a la península y dejan lluvia en las partes serranas del estado, por lo que si un año los ciclones no se acercan a una cierta distancia de la península, la probabilidad de que dejen precipitaciones es muy baja o nula, afectando con ello todo el siguiente año con sequía muy marcada.

Figura 2.2. Estaciones climatológicas utilizadas para el cálculo experimental de los índices de sequía para Baja California Sur. Nota: En la tabla se muestra el período de años utilizado.



Fuente: Información del North American Drought Monitor (NOAA, 2012)

2.3. Situación de la sequía en la región del CC-01.

De conformidad con el Acta de la Cuarta Sesión de fecha 20 de abril de 2012, del Consejo de Cuenca de Baja California Sur, instalado como tal el 3 de marzo de 2000, se menciona en el apartado VII, Acuerdo Quinto, que con base al Acuerdo Presidencial publicado el miércoles 25 de enero del 2012 en el Diario Oficial de la Federación por el que se instruyen acciones para mitigar los efectos de la Sequía que atraviesan diversas entidades federativas, el pleno del Consejo se da por enterado del Informe de Resultados de la Estrategia de Atención Baja California Sur afectada por la Sequía 2012.

En este informe, se presentó un resumen de las actividades efectuadas (de tipo reactivas), para los 5 municipios del estado, por parte de CONAGUA, SEDESOL y los Municipios. En dicha estrategia, se contempló principalmente el abasto de agua a localidades afectadas por la sequía, mediante pipas, así como los costos del operativo, acciones propuestas a ejecutar y problemática detectada.

En lo referente a las políticas aplicadas de administración del agua, durante los periodos de sequía identificados, se describen enseguida los acuerdos publicados en el DOF en 2012, así como lo referente a la Ley de Aguas Nacionales, en sus Artículos 9 fracción IX, 22 quito párrafo, 29 Bis 3 inciso 4, 39, 39 Bis 96 Bis 2.

De conformidad con el DOF de fecha miércoles 25 de enero de 2012, se emitió el **Acuerdo** por el que se instruyen acciones para mitigar los efectos de la sequía que atraviesan diversas entidades federativas. En éste, se mencionó que en México, al igual que otros países, ha vivido condiciones de sequía excepcionales; en particular, en 2011 se presentó la peor sequía en los estados del norte y centro del país desde 1941, la cual afectó a 1,213 municipios de 19 entidades federativas; entre ellas Baja California Sur.

2.4. El índice de precipitación estandarizada (o SPI por sus siglas en inglés)

Para el cálculo de los índices de sequía propuestos para el presente Programa, se obtuvieron las bases de datos de la *North American Drought Monitor* (NOAA, 2012) de nueve estaciones distribuidas en el sur, centro y noreste de Baja California Sur, así como de 31 de las 51 estaciones climatológicas de referencia existentes para Baja California Sur, lo cual fue generado en MatLab. El cálculo de estos índices es complejo y se requiere de programas y su ajuste para las series de tiempo que se tienen en la CONAGUA,

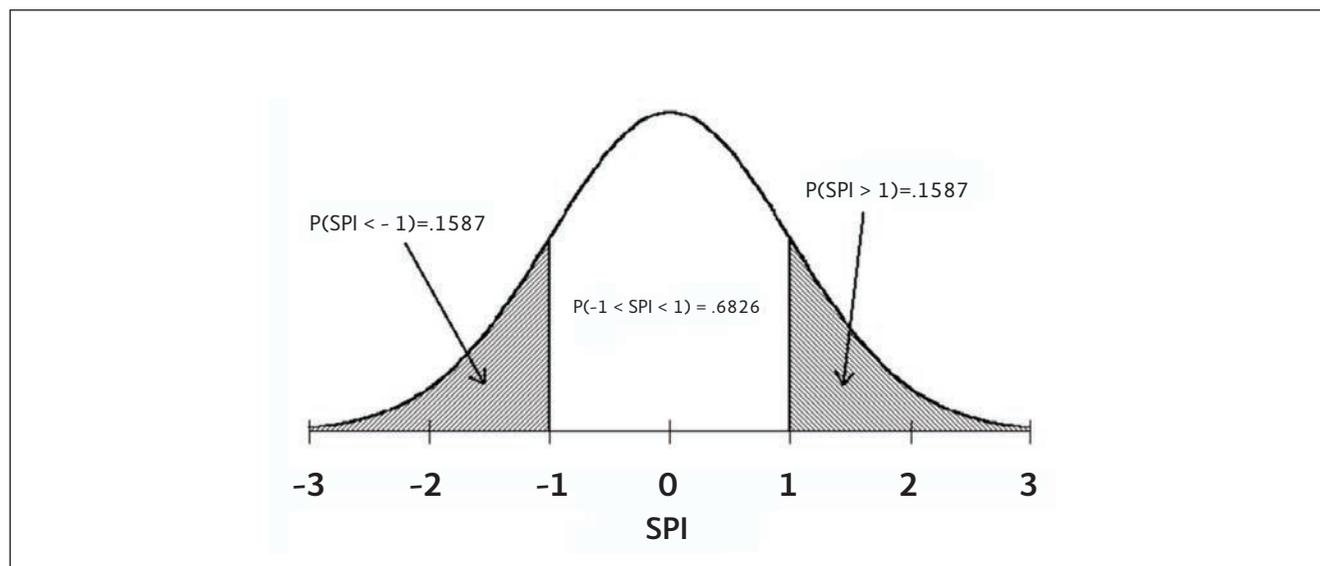
por lo que dados los alcances del presente informe, se presentan los resultados preliminares para usarlos como una valoración de la sequía histórica en el estado, y verificar si dichos índices reflejan la condición real de sequía que ha presentado Baja California Sur, o bien se requiera de algún otro indicador o índice para caracterizarla.

Índice de Precipitación Estándar (SPI)

Uno de los indicadores más utilizados a nivel mundial para caracterizar la sequía hidrológica, es el Índice Estandarizado de la Precipitación (SPI por sus siglas en inglés), y su practicidad radica en la función que tiene como instrumento de ayuda a la toma de decisiones relativas a la gestión de los recursos hídricos de cuencas en diversos países, en concreto, en lo relativo a las reglas de operación de los sistemas de explotación y de uso del dominio público hidráulico.

Este índice fue propuesto por McKe *et al.* (1993), con el fin de definir y monitorear la sequía. Conceptualmente el SPI representa el número de desviaciones estándar que presenta un evento por arriba o por debajo de la media (Figura 2.3).

Figura 2.3. Distribución normal estándar del SPI con una media de cero y una varianza de uno



El Índice de Precipitación Normalizado o Estándar (SPI) fue diseñado para mejorar la detección del inicio y el seguimiento de la sequía (McKe *et al.*, 1993). El SPI es una medida de la sequía mucho más sencilla que otros índices, como el de Severidad de Sequía de Palmer (PDSI) y se basa únicamente en la probabilidad de precipitación para un período determinado. Una característica clave del SPI es la flexibilidad para medir la sequía en diferentes escalas de tiempo. Debido a que las sequías varían ampliamente en su duración, es importante detectarlas y monitorearlas en una variedad de escalas de tiempo. Las sequías de corto plazo son medidas por los instrumentos meteorológicos y se definen de acuerdo a la climatología regional específica.

Los valores de SPI se obtienen comparando la precipitación acumulada total para una estación o región durante un intervalo de tiempo específico (por ejemplo, el último mes, los últimos 3 meses, los últimos 6 meses), con la precipitación acumulada promedio para ese mismo intervalo de tiempo sobre todo el período de registro. Por ejemplo, la precipitación total de mayo de un año determinado para una región se compararía con la precipitación total promedio para esa región para todos los meses de Mayo en un período histórico de registro relativamente largo. La gravedad de una sequía puede ser comparada con la condición promedio para una estación o región particular. Los valores oscilan entre 2.00 y superior (muy húmedo) a -2.00 y menos (muy seco) con condiciones casi normales que van desde 0.99 hasta -0.99 (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Valores de clasificación del SPI.

Valor SPI:	Categoría de Sequía:
2.00 y superior	Extremadamente húmedo
1.50 a 1.99	Muy húmedo
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo
-0.99 a 0.99	Casi normal
-1.00 a -1.49	Moderadamente seco
-1.50 a -1.99	Severamente seco
-2.00 y menos	Extremadamente seco

Un evento de sequía se define cuando el SPI es continuamente negativo y alcanza un valor de -1.0 o menos, y continúa hasta que el SPI se convierte en positivo. La duración de la sequía se define por el intervalo entre el comienzo y el final de ese período. La magnitud del evento de sequía se mide por la suma de los valores de SPI para los meses de la sequía.

Para México, algunas instituciones de Estados Unidos como el *North American Drought Monitor* proporcionan tanto series de tiempo de algunas estaciones cli-

máticas como el proceso de las mismas para genera el SPI y otros índices de sequía.

Para determinar los períodos de sequía existentes en Baja California Sur, se tomó como base la información de 51 estaciones climatológicas de CONAGUA consideradas como de referencia, dado que reúnen los requerimientos de contar con al menos el 80% de los datos, y con un periodo de 30 años. Con esta información, se generó el SPI en MatLab para 31 estaciones ubicadas en todo el estado, identificando los meses donde se

presentó sequía severa y extrema, y graficando dicha información para identificar los períodos de sequía históricos para Baja California Sur (Figura 2.4).

Enseguida se presentan los resultados del SPI (Figura 2.5 a 2.11) generados en MatLab para 7 de las 31 estaciones climatológicas analizadas para Baja California Sur. El Anexo I contiene la totalidad del análisis de SPI para las 31 estaciones. El rango de años utilizado de cada estación no siempre correspondió a toda la serie, debido a que no todas cumplían con el porcentaje de la cantidad de datos requeridos para el cálculo. Esto brindó una idea de la calidad de in-

formación: si el porcentaje era bajo, significaba que faltaban muchos datos de precipitación. Para las 31 estaciones utilizadas, todas se encontraron por arriba del 95%.

Como el SPI se calculó con Matlab, los “vacíos” en la base de datos original se multiplicaban al final del cálculo del SPI, por lo que la solución encontrada fue reconstruir (lo menos posible) la base de datos a partir de medianas y algunas veces con datos de otras estaciones (cuya precipitación fuera muy similar). De manera que se eligieron las estaciones y los intervalos de tiempo más completos.

Figura 2.4. Localización de las estaciones de referencia para el cálculo del Índice de Precipitación Estandarizada (SPI), existentes para Baja California Sur.

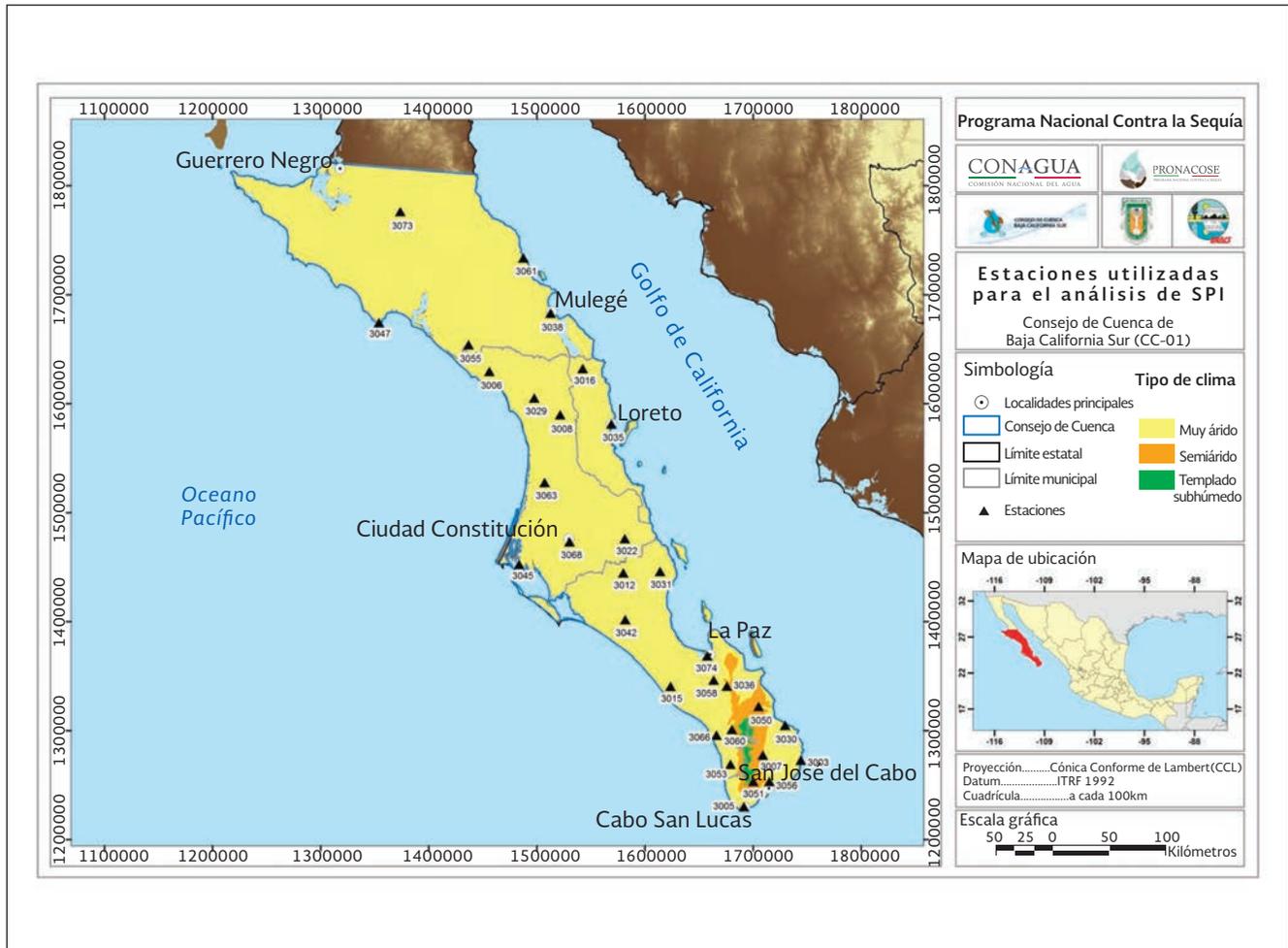


Figura 2.5. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3035.

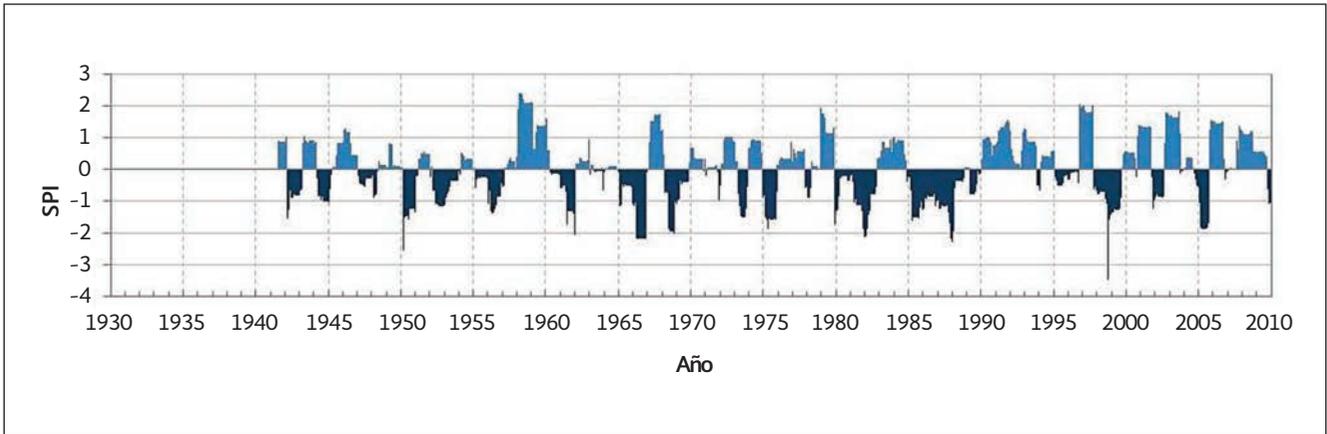


Figura 2.6. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3038.

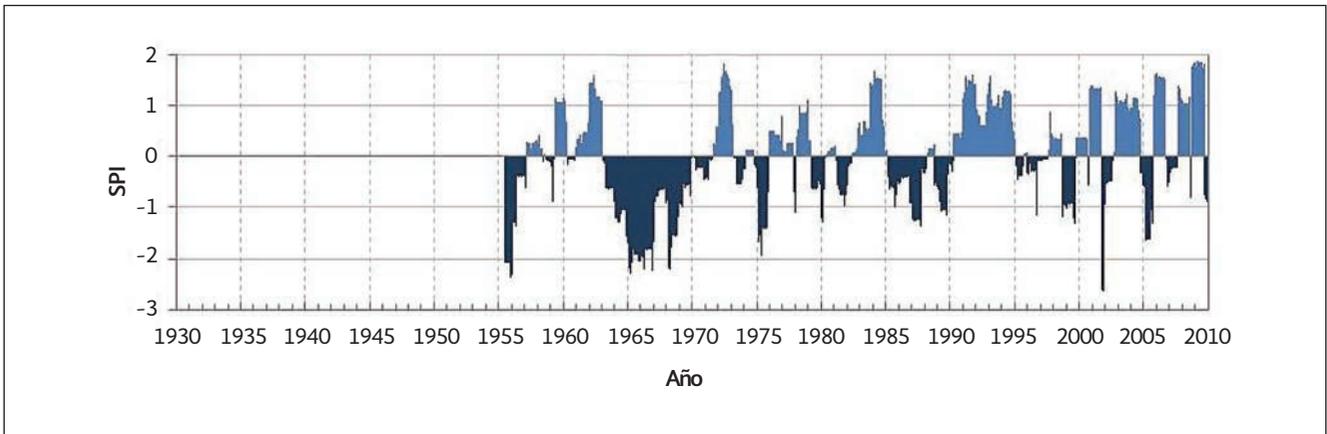


Figura 2.7. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3056.

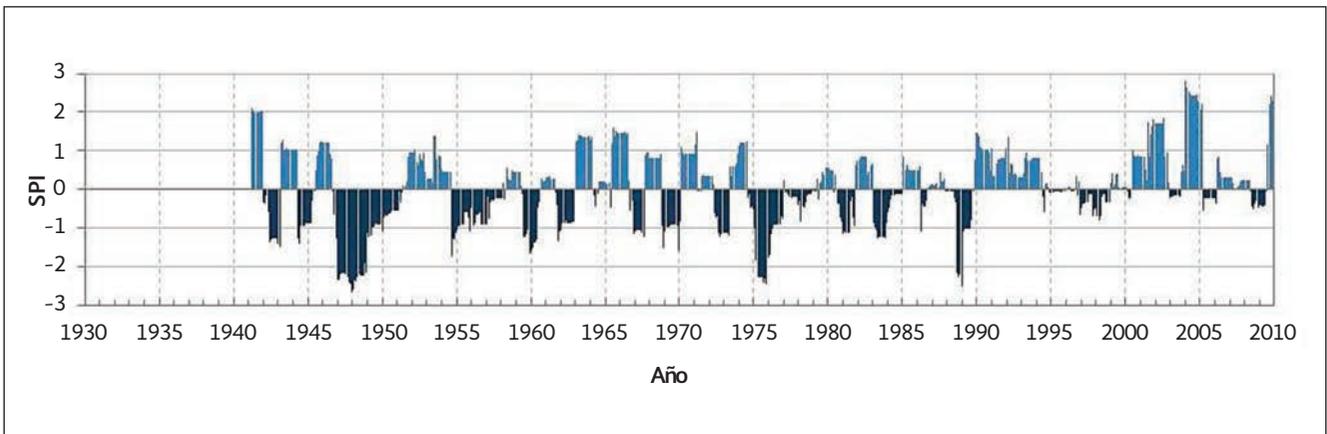


Figura 2.8. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3063.

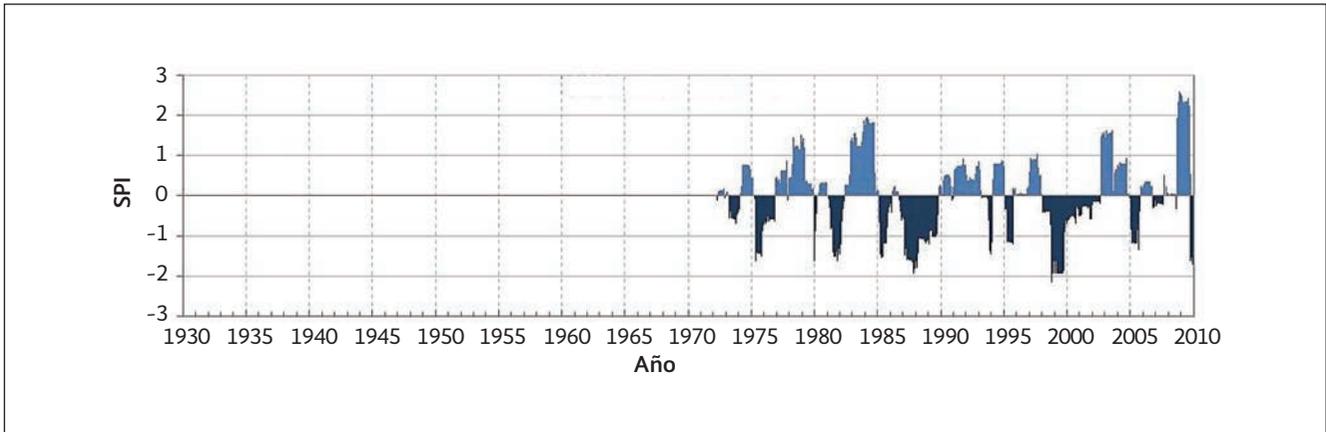


Figura 2.9. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3066.

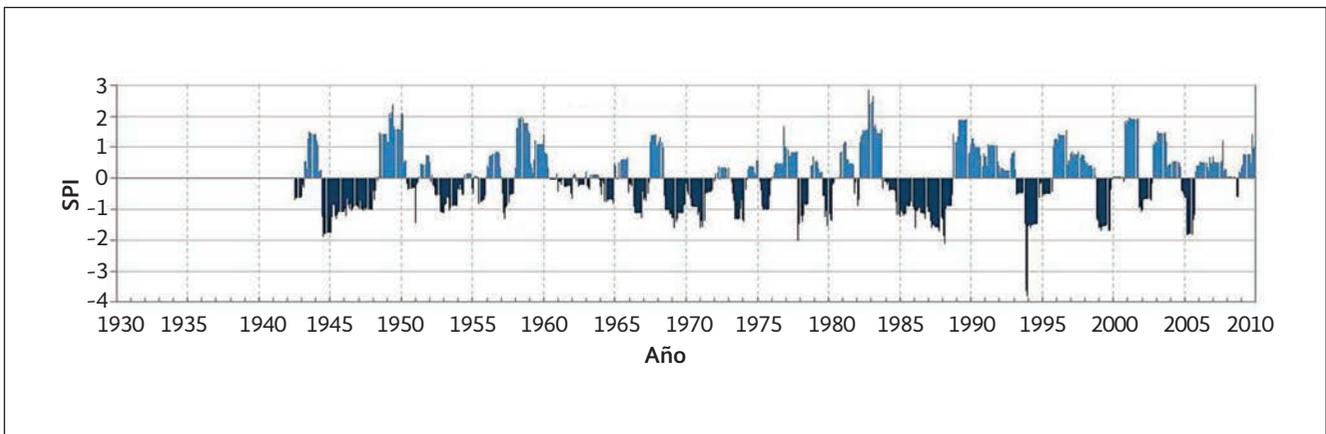


Figura 2.10. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3068.

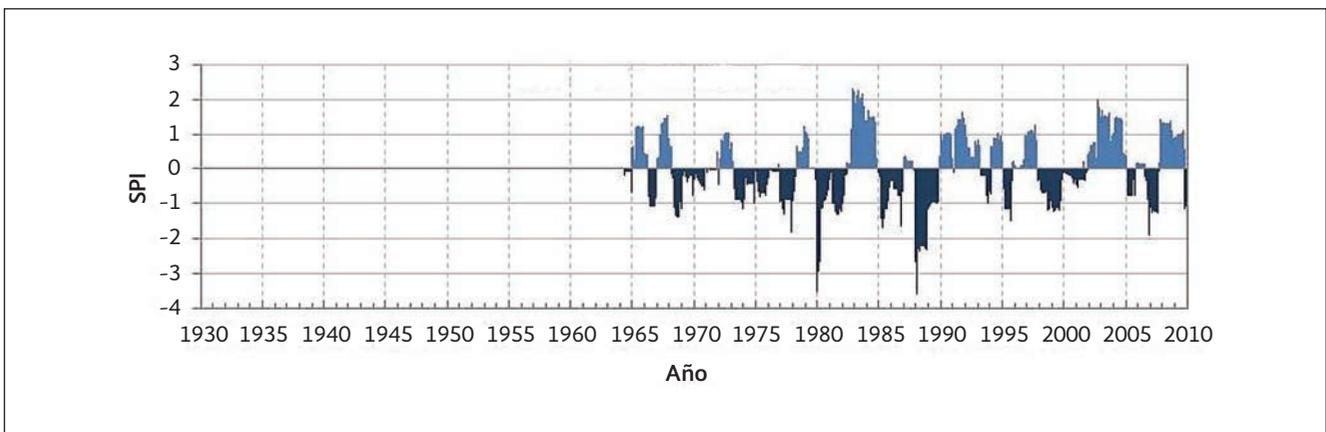


Figura 2.11. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3074.

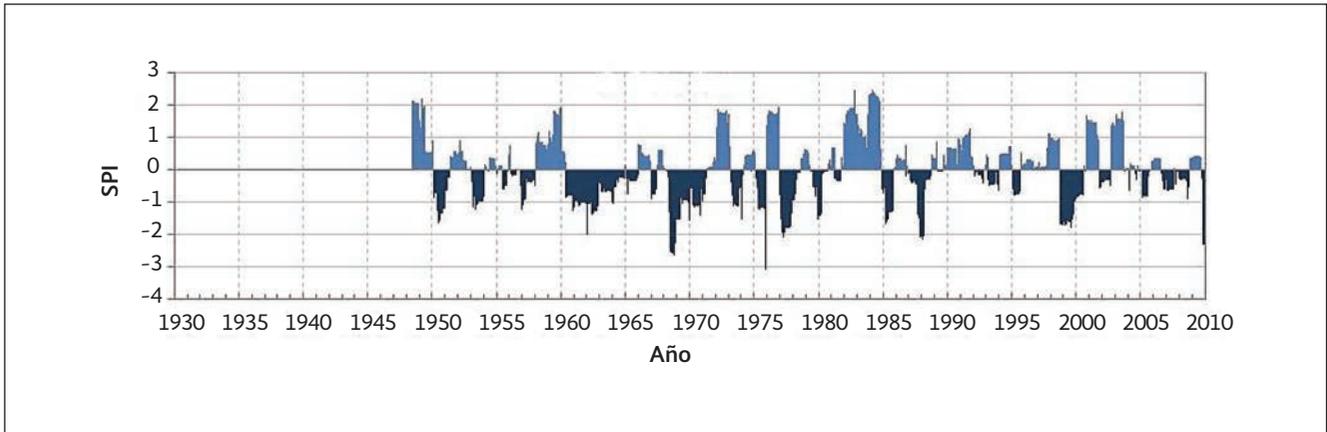
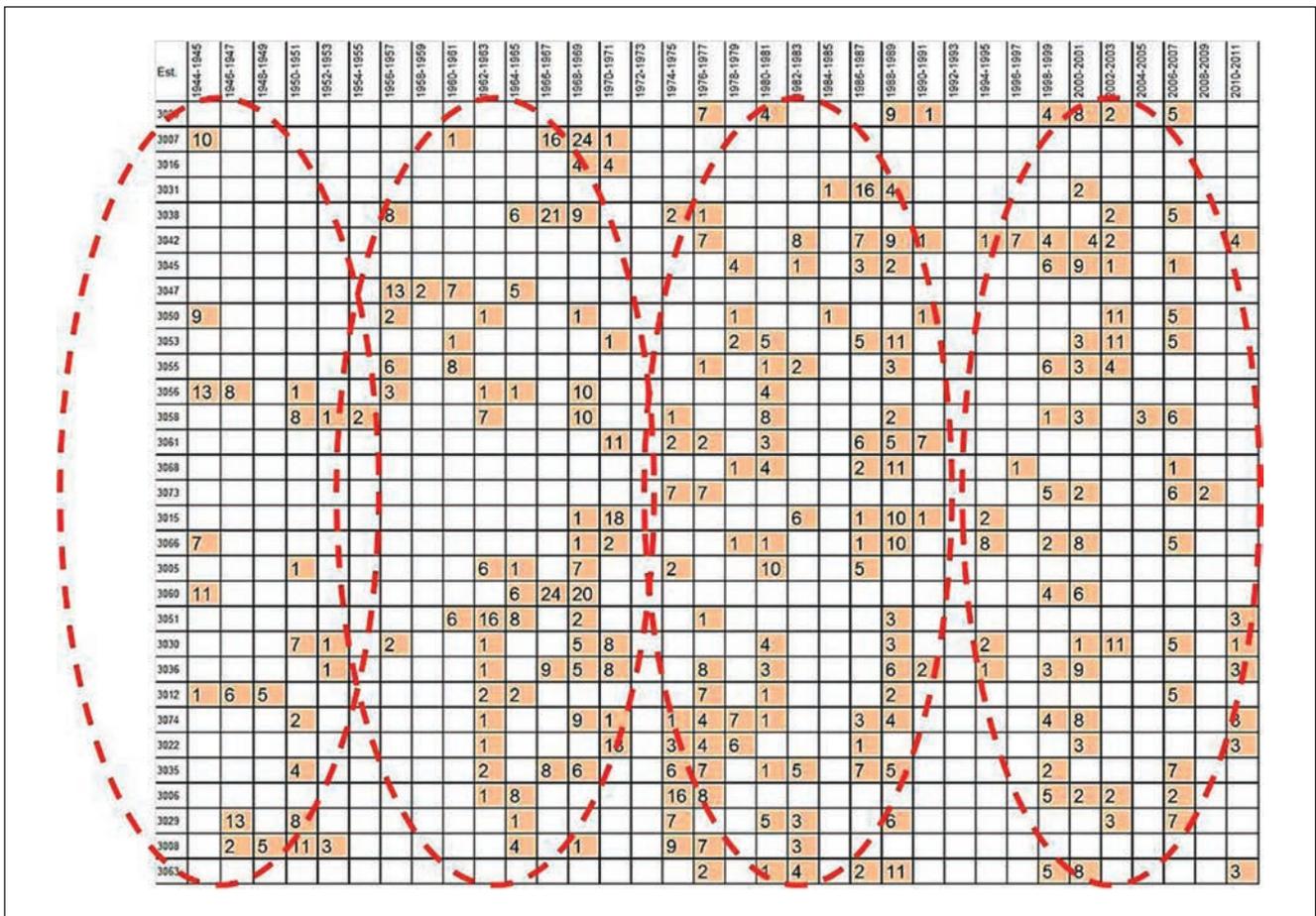


Figura 2.12. Resumen de periodos de sequía severa y extrema (-1.5 y menos) en 31 estaciones del CC-BCS de acuerdo a los resultados del SPI (ciclos de ~15 años según óvalos punteados). Los números en las celdas indican los meses con sequía.



De acuerdo con los datos obtenidos del SPI para las 31 estaciones climatológicas de referencia, se observa que en prácticamente todas las estaciones se ha presentado algún grado de sequía, principalmente severa y/o extrema (-1.5 y menos). Esto permite suponer que el SPI es un buen índice de la sequía histórica que se ha presentado en las diferentes estaciones de referencia para Baja California Sur.

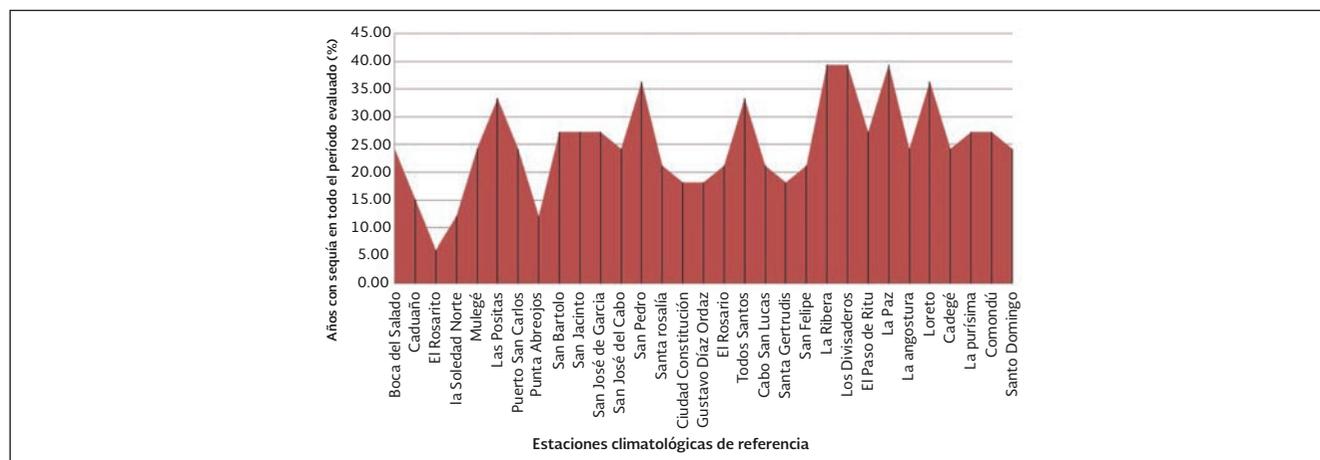
La Figura 2.12, muestra que en Baja California Sur se han presentado eventos muy drásticos de sequía severa y extrema de -1.5 y aún menores de hasta -4.0; y en algunas estaciones se registraron por hasta 24 meses consecutivos (1967-1970), lo que permite inferir aún más su severidad y posibles consecuencias en ese período.

Baja California Sur, al igual que otros estados del noroeste, han padecido de períodos de sequía recurrentes de gran magnitud y duración; sin embargo no se detectaron declaratorias oficiales de las mismas, mucho menos estrategias y evaluaciones de las posibles acciones de mitigación implementadas, dado que no se tiene registro de ello. Esto ha dificultado el poder evaluar la eficacia de las medidas adoptadas (si es que las hubo históricamente), pero permite a partir de este programa tomar en cuenta este índice de sequía como un predictor de los eventos a futuro que se presenten, y proponer desde ahora las posibles medidas que se puedan implementar para mitigarla.

Derivado de una revisión preliminar del SPI, se presume que en BCS la sequía se presenta en ciclos de aproximadamente cada 11 años en promedio, con duraciones de hasta 2 años consecutivos en algunas estaciones. Los periodos de sequía identificados, de manera general para el estado fueron principalmente 1944-1959, 1960-1971, 1974-1983, 1986-1991, 1994.2003, 2006-2007, 2010 (Figura 2.12).

Analizando los períodos evaluados en cada una de las 31 estaciones climatológicas de referencia se observa que el número de meses donde se evaluó la presencia de sequía severa y extrema varió de los 20 hasta los 70, mientras que para el número de años con este rango de sequía varió de 4 a 26 años. Esto representa del 5 hasta el 40% del total del período evaluado con presencia de sequía severa y/o extrema (Figura 2.13), lo que refleja la situación que para los sudcalifornianos es ya algo sabido: En Baja California Sur la situación de sequía severa y extrema es algo muy frecuente y con lo que las personas se han adaptado a vivir. Esto no es algo que sugiera que en Baja California Sur ya se ha resuelto el problema de la sequía, sino más bien es un punto de partida para proponer y mejorar diversas estrategias de mitigación y adaptación de los posibles impactos que a futuro se presentarán en nuestra entidad, lo cual es el propósito de este programa.

Figura 2.13. Porcentaje de años con sequía en el período evaluado para cada una de las 31 estaciones climatológicas de referencia.



2.5. Índice de Severidad de Sequía de Palmer (PDSI) y variantes

En 1965, W. C. Palmer desarrolló un índice para medir la salida del suministro de humedad (Palmer, 1965). Palmer basa su índice en el concepto de oferta y demanda de la ecuación de balance de agua, teniendo en cuenta algo más que el déficit de precipitación en lugares específicos. El objetivo del Índice de Severidad de Sequía de Palmer (PDSI), era proporcionar mediciones de las condiciones de humedad que estaban normalizados, de manera que las comparaciones utilizando el índice podrían hacerse entre los lugares y entre meses (Palmer, 1965).

El PDSI es un índice de sequía meteorológica, y que responde a las condiciones climáticas que han sido anormalmente secas o anormalmente húmedas. Cuando cambian las condiciones de seco a normal o húmedo, por ejemplo, la sequía medida por el PDSI termina sin tener en cuenta los caudales, el depósito de los niveles, y otros impactos hidrológicos a largo plazo (Karl y Knight, 1985). El PDSI se calcula con base en la precipitación y los datos de temperatura, así como el contenido de agua disponible locales (AWC) del suelo.

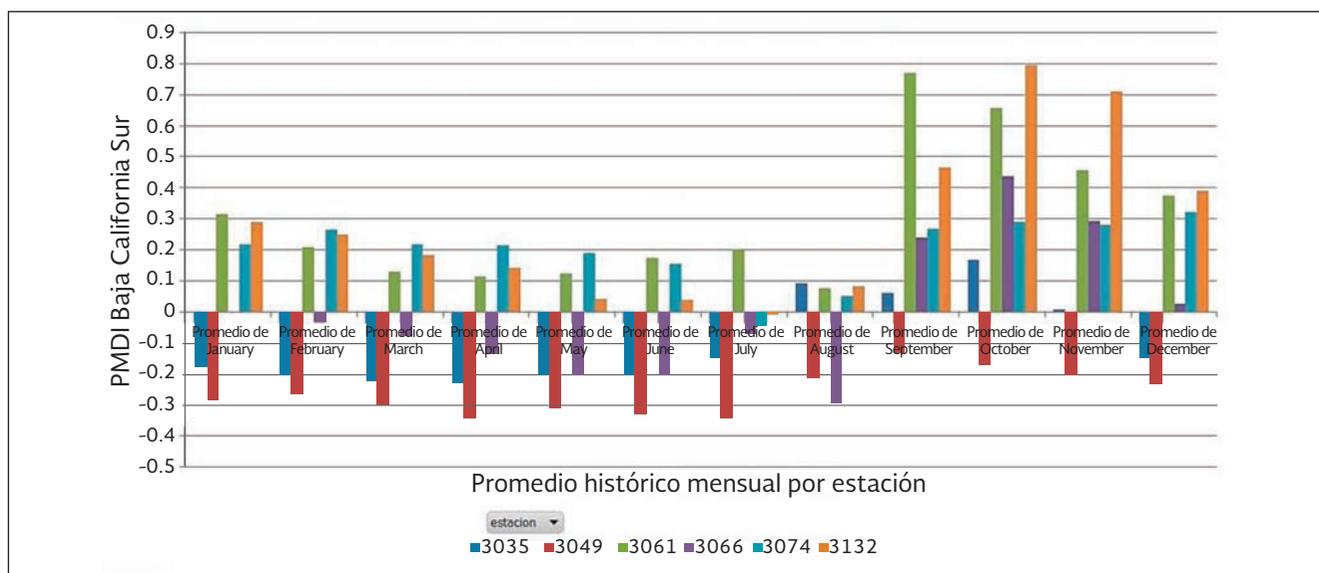
De las entradas, todos los términos básicos de la ecuación del balance de agua se pueden determinar, incluyendo la evapotranspiración, recarga del suelo, escorrentía y pérdida de humedad de la capa superficial. No se consideran los impactos humanos sobre el balance hídrico, como el riego (NDMC, 2013).

El Índice de Sequía Modificado de Palmer (PMDI) y el Índice de Severidad de Sequía de Palmer (PDSI) tienen el mismo valor durante una sequía establecida o período húmedo (Tabla 2.2), pero tendrán valores diferentes en los períodos de transición. Esta es una modificación del PDSI, la cual fue realizada por el Centro Nacional de Análisis Climático y Servicio Meteorológico para fines meteorológicos operacionales. La modificación (PMDI) incorpora un promedio ponderado de los términos de índice húmedo y seco, utilizando la probabilidad como el factor de ponderación. Descripción disponible en Heddinghaus y Sabol (1991). La Figura 2.14 muestra el Índice de Sequía Modificado de Palmer en promedio histórico mensual para cada una de las seis estaciones climatológicas en Baja California Sur (datos generados por el *North American Drought Monitor*).

Tabla 2.2. Clasificación de sequía según Palmer (1965)

Palmer	
+4.00 y más	Extremadamente húmedo
+3.00 a +3.99	Muy húmedo
+2.00 a +2.99	Moderadamente húmedo
+1 a + 1.99	Ligeramente húmedo
+0.5 a +0.99	Periodo húmedo incipiente
-0.49 a -0.99	Cerca de lo normal
-1.0 a -1.99	Periodo de sequía incipiente
-1.99 a +1.99	Sequía leve
-2.00 a -2.99	Sequía moderada
-3.00 a -3.99	Sequía severa
-4.00 y menos	Sequía extrema

Figura 2.14. Índice de Sequía Modificado de Palmer; promedio histórico mensual por cada una de las seis estaciones climatológicas en Baja California Sur. Con datos generados por el *North American Drought Monitor*.



El Índice de Sequía Hidrológica de Palmer (PHDI), mide los impactos hidrológicos de la sequía (por ejemplo, niveles de los embalses, los niveles de agua subterránea, etc.) los cuales toman más tiempo para desarrollarse y más tiempo para recuperarse (Tabla 2.3). Este índice de sequía a largo plazo se ha desarrollado para cuantificar estos efectos hidrológicos, y responde más lentamente a las condiciones cambiantes que el PDSI.

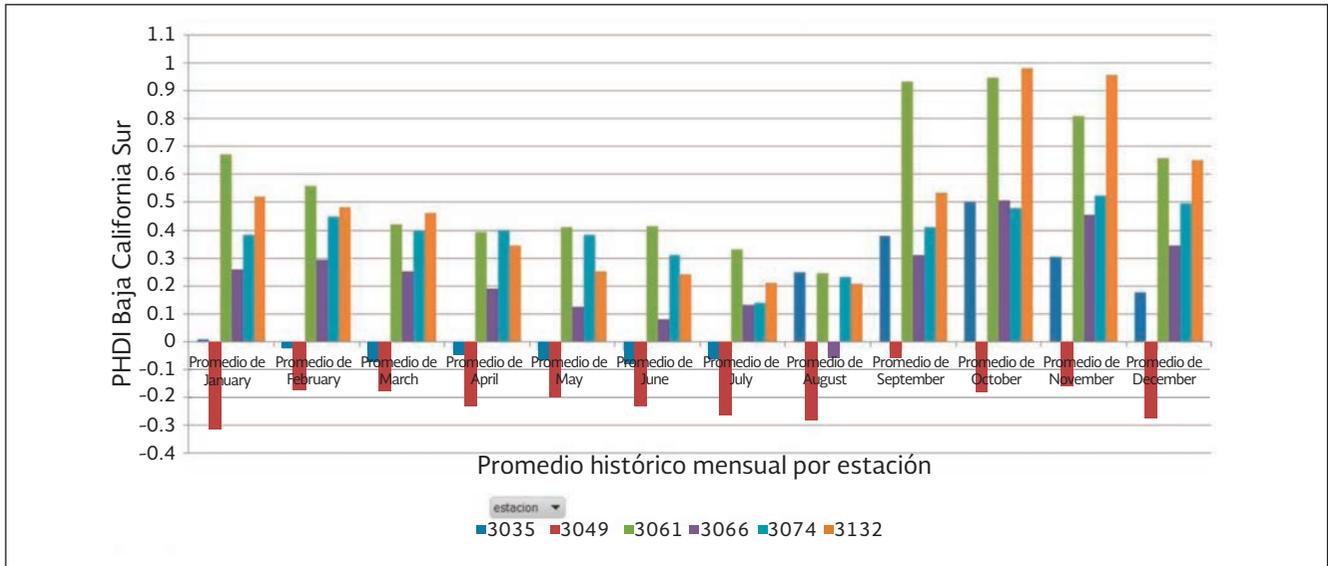
Los mapas hidrológicos del Índice de Sequía de Palmer presentan condiciones hidrológicas (a largo plazo acu-

mulativo) la sequía y la humedad, lo que refleja con mayor precisión las condiciones de las aguas subterráneas, los niveles de embalses, etc. Al igual que el SPI y el PMDI, el índice de Sequía Hidrológica de Palmer también permitió identificar períodos de sequía en las estaciones climatológicas evaluadas, en los rangos de sequía severa y extrema. La Figura 2.15 muestra el Índice de Sequía Hidrológica de Palmer en promedio histórico mensual paracada una de las seis estaciones climatológicas en Baja California Sur (*North American Drought Monitor*).

Tabla 2.3. Clasificación de sequía según el Índice de Sequía Hidrológica de Palmer.

PHDI	
+4.00 y más	Extremadamente húmedo
+3.00 a +3.99	Muy húmedo
+2.00 a +2.99	Moderadamente húmedo
-1.99 a +1.99	Rango medio
-2.00 a -2.99	Sequía moderada
-3.00 A -3.99	Sequía severa
-4.00 y menos	Sequía extrema

Figura 2.15. Índice de Sequía Hidrológica de Palmer; promedio histórico mensual por cada una de las seis estaciones climatológicas en Baja California Sur. Con datos generados por el *North American Drought Monitor*.



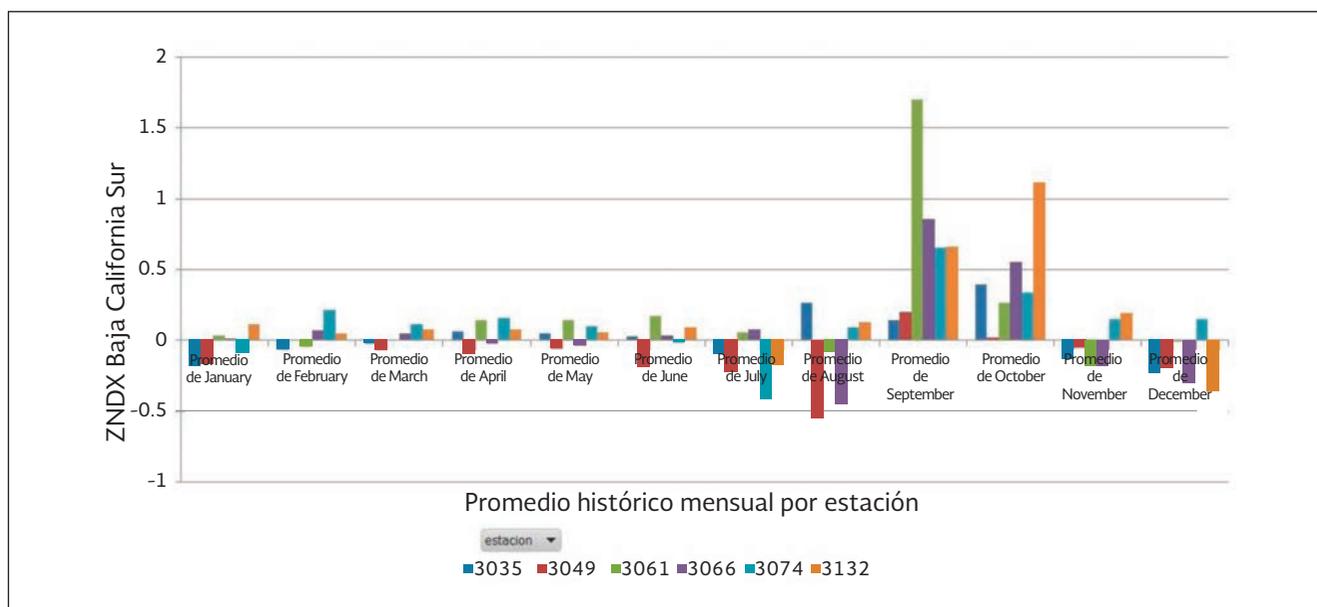
Existe un índice más propuesto por Palmer, el Índice Z Palmer, el cual muestra cómo las condiciones de humedad mensual salen de lo normal (sequía y humedad a corto plazo) (Tabla 2.4). La Figura 2.16 muestra el

Índice Z de Palmer en promedio histórico mensual para cada una de las seis estaciones climatológicas en Baja California Sur (*North American Drought Monitor*).

Tabla 2.4. Índice Z Palmer: mide la sequía a corto plazo en una escala mensual.

Índice Z de Plamer. Condiciones de corto plazo	
+3.50 y más	Extremadamente húmedo
+2.50 a +3.49	Muy húmedo
+1.0 a +2.49	Moderadamente húmedo
-1.24 a +0.99	Rango medio
-1.25 a -1.99	Sequía moderada
-2.00 a -2.74	Sequía severa
-2.75 y menos	Sequía extrema

Figura 2.16. Índice Z de Palmer; promedio histórico mensual por cada una de las seis estaciones climatológicas en Baja California Sur. Con datos generados por el *North American Drought Monitor*.



2.6. Escenarios y modelos climáticos para evaluar la vulnerabilidad por Sequía meteorológica (INE, 2007)

La sequía meteorológica se define en función del déficit de precipitación, expresado en porcentaje, con respecto a la pluviosidad media anual o estacional de largo periodo y de su duración en una región dada.

Para los estudios de vulnerabilidad del estudio de país: México (exceptuando el de zonas costeras), se sugirieron dos métodos para generar escenarios de cambio climático, con el fin de estudiar los posibles impactos de este fenómeno: el método de sensibilidad y el Método con Modelos de Circulación General. El segundo se basa en la utilización de los incrementos en la temperatura y las razones de cambio en la precipitación y la radiación, calculadas a partir de las simulaciones de dos Modelos de Circulación General (MCGs): el GFDL-R30 (Geophysical Fluids Dynamics Laboratory) y el CCCM (Canadian Climate Center Model).

De acuerdo con los resultados obtenidos de los mapas de escenario actual, CCCM y GFDL (Figura 2.17 a la 2.19), se resalta lo siguiente: en el escenario actual, el índice de severidad muy fuerte cubre la mayor proporción de la superficie del país (33.2%), localizado al norte, noreste y centro de la República; los índices de severidad fuerte y severa cubren cada uno 24.4% del territorio en el norte, centro, costas del Pacífico sur y península de Yucatán. Los índices leve y extremadamente severa son los que tienen el menor porcentaje, con 6.3 y 3.6%, respectivamente.

En cuanto al modelo CCCM, 36% del territorio nacional presenta un aumento en la severidad de la sequía meteorológica, 53% no presenta cambios y únicamente en 10% disminuye.

El área más pequeña (0.4%) resulta ser la designada con un índice de severidad leve; en contraste, la que abarca mayor superficie (41.7% del total del país) es aquella que presenta un índice de severidad muy fuerte, mientras que la severa cubre 30% del territorio nacional.

Los resultados de la comparación de los escenarios base y CCCM se presentan en la Tabla 8. Ahí se señalan los cambios por aumento o disminución de la severidad de la sequía meteorológica que sufren las áreas delimitadas en el escenario actual ante un posi-

ble cambio climático. En general, se puede decir que la severidad de la sequía meteorológica aumentaría en los niveles bajos. En el leve, 85.4% de su superficie pasó a la categoría fuerte y de esta última, 78.7% aumentó a muy fuerte.

Figura 2.17. Severidad de la sequía meteorológica. Escenario Base.

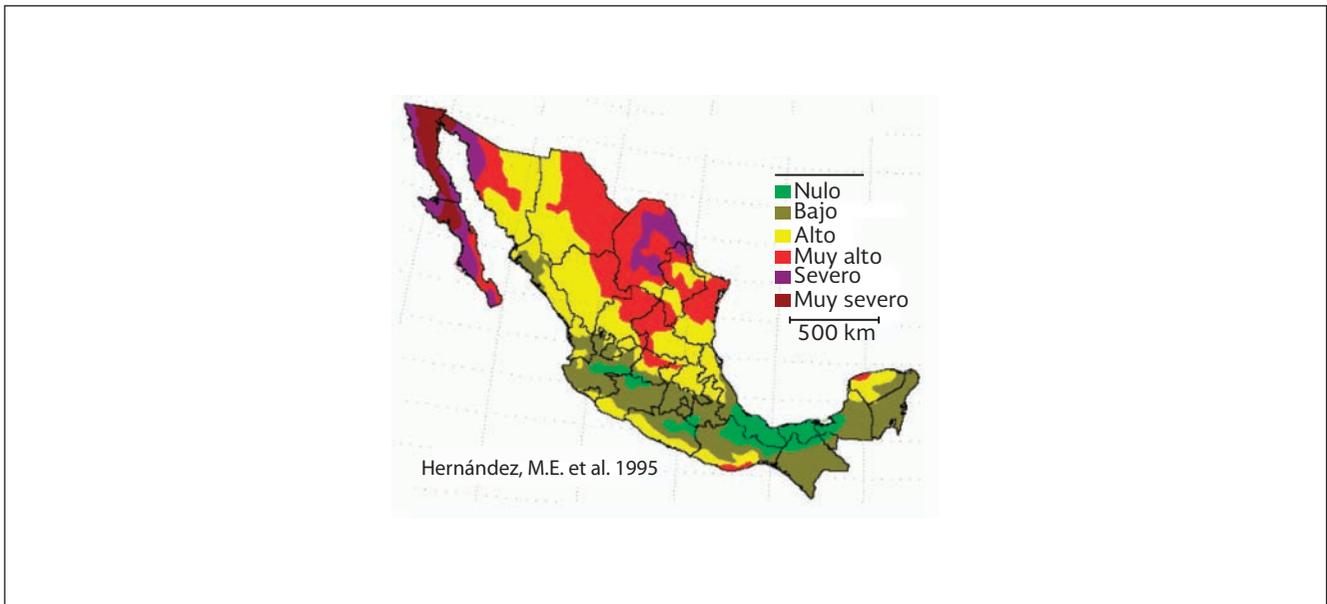


Figura 2.18. Severidad de la sequía meteorológica. Modelo CCCM

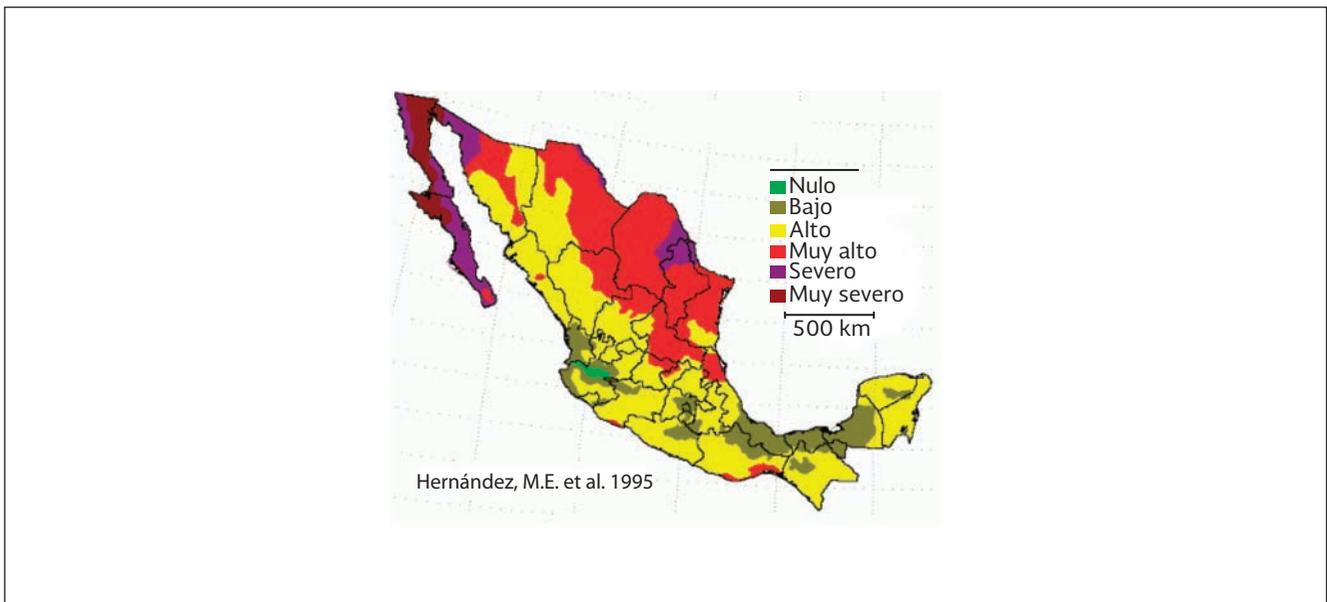
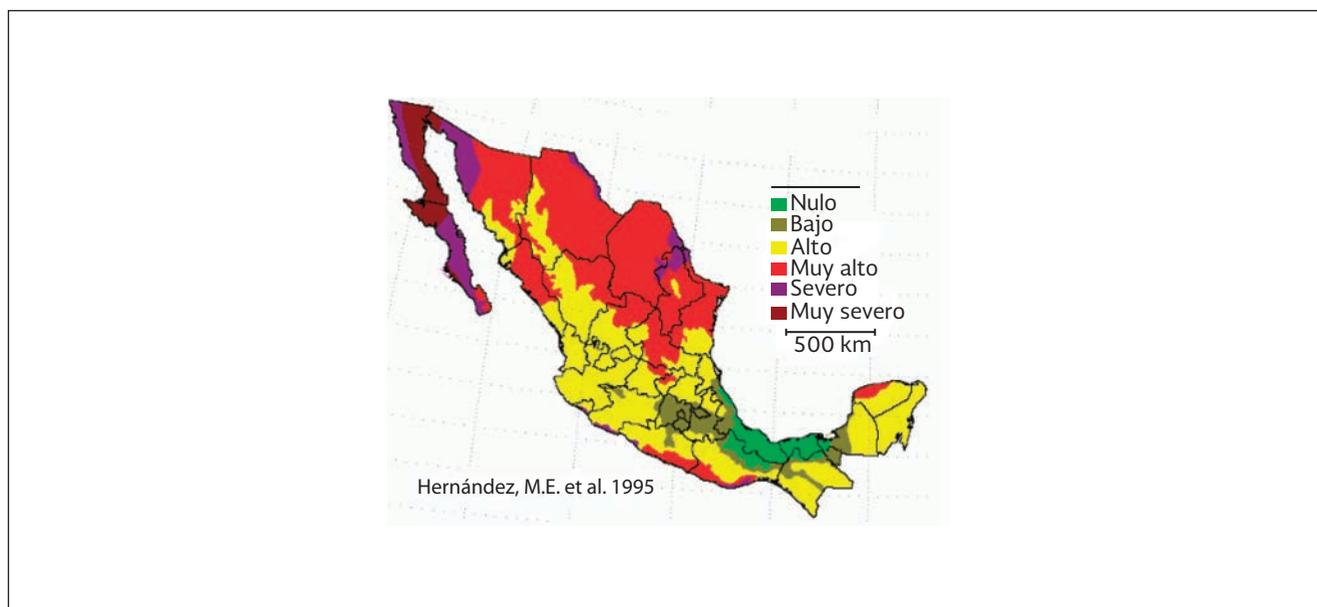


Figura 2.19. Severidad de la sequía meteorológica. Modelo GFDL-R30.



El resultado de la comparación de los dos escenarios muestra que en lo que concierne a la disminución de la sequía, el dato más relevante es el índice muy severo, donde 29.2% de la superficie pasaría a severo. Esta zona de cambio se localiza al norte del país, en el estado de Coahuila. Los demás valores fluctúan entre 0.01 y 12.87%, principalmente, en el norte del país.

En cuanto al modelo GFDL-R30, en 30.5% del territorio nacional se presenta un aumento en la severidad de la sequía meteorológica; en 61.1% no se muestran cambios y en el restante 7.8% del territorio disminuye.

De acuerdo con la proporción de la superficie que abarcan, en este modelo, destacan los índices de severidad muy fuerte y severo, con 28.2 y 39.4% respectivamente. El valor más pequeño corresponde a los índices de severidad leve y extremadamente severo, con 4.4 y 4.3%, respectivamente.

Particularmente para el caso del CC-01, en los tres modelos se presentan valores de sequía que van desde el muy alto al muy severo, siendo predominantes las áreas con valores severo y muy severo.

2.7. Revisión y análisis de registros históricos de precipitación.

Al año 2012 México contaba con 3,817 estaciones oficiales en operación. Estas miden las variables climatológicas e hidrométricas que se registran en el país. De éstas, sólo 1,064 se clasifican como estaciones de referencia, de donde se obtienen los datos que determinan el comportamiento normal del clima nacional. Las estaciones climatológicas miden temperatura, precipitación pluvial, evaporación, velocidad y dirección del viento. Actualmente se tiene una carencia de estaciones climatológicas de referencia en el noroeste, norte, noreste y sureste del país, principalmente entre los estados de Chihuahua y Coahuila (CONAGUA, 2012).

Una estación climatológica es un área o zona determinada de terreno al aire libre, con las condiciones peculiares de clima de la zona, destinada a la medición de los parámetros climatológicos. Está equipada con instrumentos y sensores expuestos al aire libre, para la medición de precipitación, temperatura, evaporación, dirección y velocidad del viento.

En Baja California Sur, en total se encuentran operando 131 estaciones climatológicas, de las cuales 51 se consideran de referencia (Tabla 2.5), con las siguientes características según la CONAGUA (2013):

- se obtiene información para calcular la precipitación media de 30 años y,
- cuentan con más de 80% de los datos.

Tabla 2.5. Estaciones climatológicas totales y de referencia (amarillo-azul) distribuidas en todo Baja California Sur.

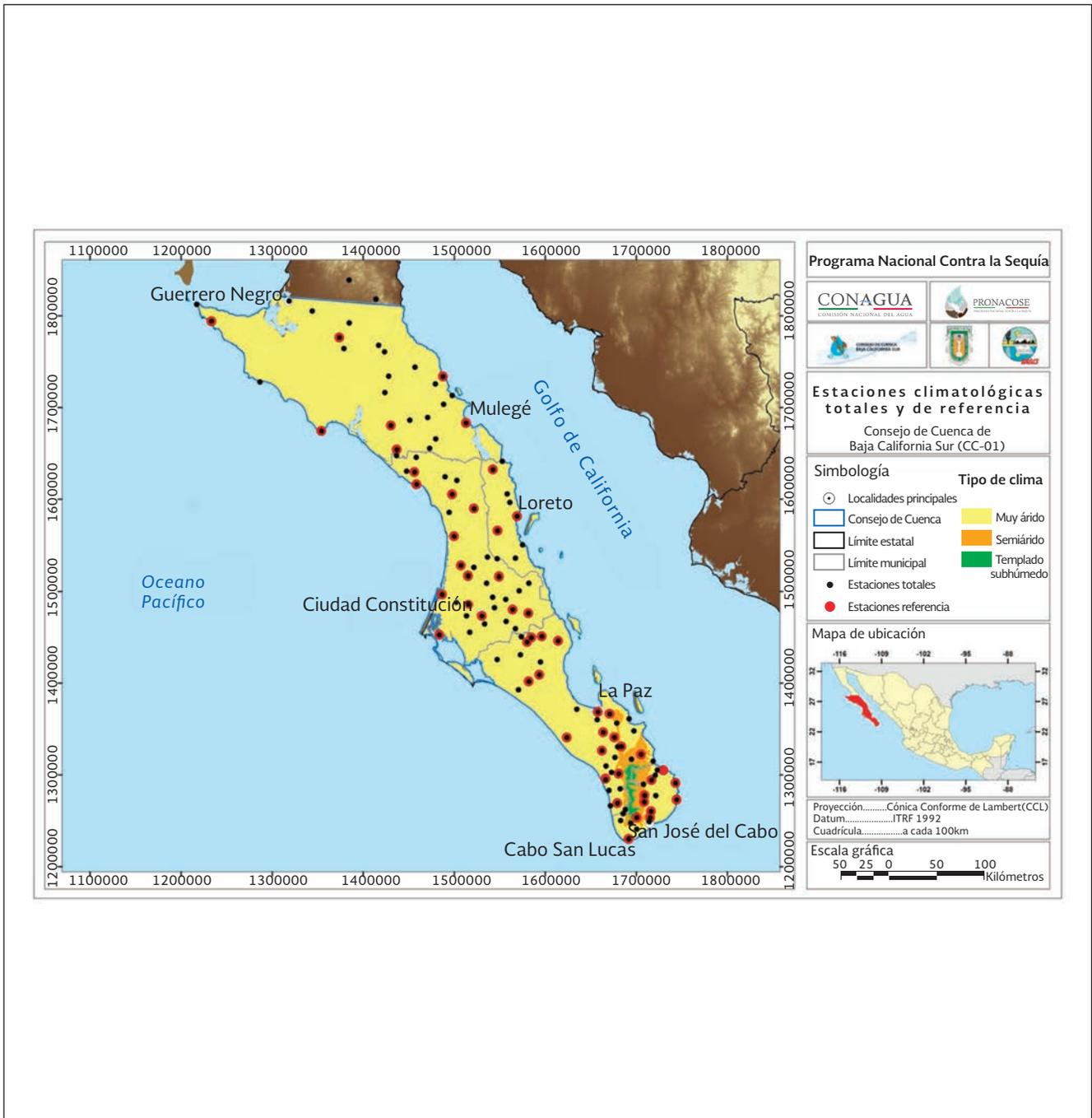
ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre
3123	Punta Eugenia	3108	Huatamote	3167	El Sargento
3002	Bahía Tortugas	3105	San Ignacio de los Romero	3058	San Pedro
3174	Guerrero Negro	3141	San Lucas Norte	3037	Los Planes
3119	Benito Juárez	3063	Santo Domingo	3036	Los Divisaderos
2015	El Arco	3043	Puerto Adolfo López Mateo	3077	El Carrizal
3122	Guillermo Prieto	3124	Ramaditas	3018	El Triunfo
3073	Gustavo Díaz Ordaz	3184	Josefa Ortíz de Domínguez	3049	San Antonio Sur
3102	Emiliano Zapata	3014	El Molino	3175	La Muela
3191	San Francisco de la Sierra	3004	Buenavista de Loreto	3177	Valle Perdido
3185	Santa Martha	3132	Ciudad constitución (obs)	3066	Todos Santos (dge)
3117	Bahía Asunción	3101	Villa Morelos	3178	Santa Inés
3047	Punta Abreojos	3069	Villa Insurgentes	3060	Santa Gertrudis
3041	Patrocinio	3033	Las cruces	3186	Agua de San Antonio
3121	El Datil	3180	Ley Federal de Aguas 4	3050	San Bartolo
3019	Guadalupe	3154	Ley Federal de Aguas 5	3097	El Pescadero
3103	San José de Magdalena	3187	El Ihuajil	3139	C.E.F. La Paz
3093	San Bruno	3128	San Luis Gonzaga	3182	El Crucero
3007	Santa Agueda	3020	Iraky	3143	Las Palmas
3169	Santa Rosalía	3012	El paso de Irito	3076	Todos Santos
3100	San Zucarías	3009	El Aguajito	3120	Colonia Plutarco Elías Calles
3052	San Ignacio	3028	La Poza Honda	3053	San Jacinto
3148	El Mezquital	3116	Los Cerritos	3007	Caduaño
3055	San José de Gracia	3065	Tepentú	3145	San Simón
3098	Los Dolores	3130	San Ramón	3163	Agua Caliente
3155	San Raymundo	3109	La Poza de León	3063	Santiago
3006	Cadege	3150	Tiguana	3096	Las Cuevas
3126	San Antonio de la Sierra	3022	La Angostura	3190	San Lázaro

ID	Nombre	ID	Nombre	ID	Nombre
3158	San Martín	3075	San Pedro de la Presa	3030	La Ribera
3156	San Miguel	3031	La Soledad Nte	3173	San Pedrito (cfe)
3038	Mulegé	3045	Puerto de San Carlos	3135	La Candelaria
3057	San Juanico	3046	Puerto Cortez (obs)	3137	La Soledad Sur
3172	Guajaderní	3146	Santa Rita	3183	San Vicente de La Sierra
3039	Ojo de Agua	3176	La Fortuna	3067	Yeneka
3029	La Purísima	3131	Santa Fé	3144	Mangle
3016	El Rosarito	3042	Las pocitas	3032	Las Barracas
3129	San Nicolás	3013	El Pilar	3189	El Sauzal
3166	Pabellón	3134	Las Cantilitos	3051	San Felipe
3008	Comondú	3110	Alfredo V. Bonfil	3094	Santa Anita
3099	San Juan Londó	3074	La Paz (obs)	3005	Cabo San Lucas
3133	San Antonio Norte	3074	La Paz (dge)	3188	San Javier del Sur
3027	La Poza Grande	3011	El Cajoncito	3056	San José del Cabo
3054	San Javier	3015	El Rosario	3003	Boca del Salado
3035	Loreto (dge)	3023	Lagunillas		
3138	Ligui	3104	Los Robles		

El municipio de Mulegé cuenta con 26 estaciones climatológicas y 7 de referencia; el municipio de Comondú cuenta con 34 estaciones climatológicas, y 14 de referencia; el municipio de Loreto con 8 estaciones climatológicas y 3 de referencia; el municipio de La Paz con 44 estaciones climatológicas y 17 de referencia; y el municipio de Los Cabos con 17 esta-

ciones climatológicas y 10 de referencia (Tabla 2.5). Existen dos estaciones climatológicas que se ubican en el Municipio de Ensenada en el vecino estado de Baja California, pero sus datos pueden ser utilizados para cálculos climatológicos por estar muy cercanos a la frontera entre estos dos estados (Figura 2.20). Se analizaron un total de 31 estaciones.

Figura 2.20. Mapa de la ubicación de las estaciones climatológicas totales y de referencia para el estado de Baja California Sur (CONAGUA, 2013)



Las lluvias en el estado de Baja California Sur se dan principalmente en verano debido al efecto de ciclones tropicales y en menor grado en invierno (Figura 2.21 y

Figura 2.22). Según CNA (2002) la relación entre las lluvias veraniegas e invernales es de 70% y 30% respectivamente.

Figura 2.21. Precipitación histórica promedio mensual para Baja California Sur. Se observan tres periodos hidrológicos bien definidos: invernol (nov-feb), de secas (mar-jun), y de lluvias (jul-oct).

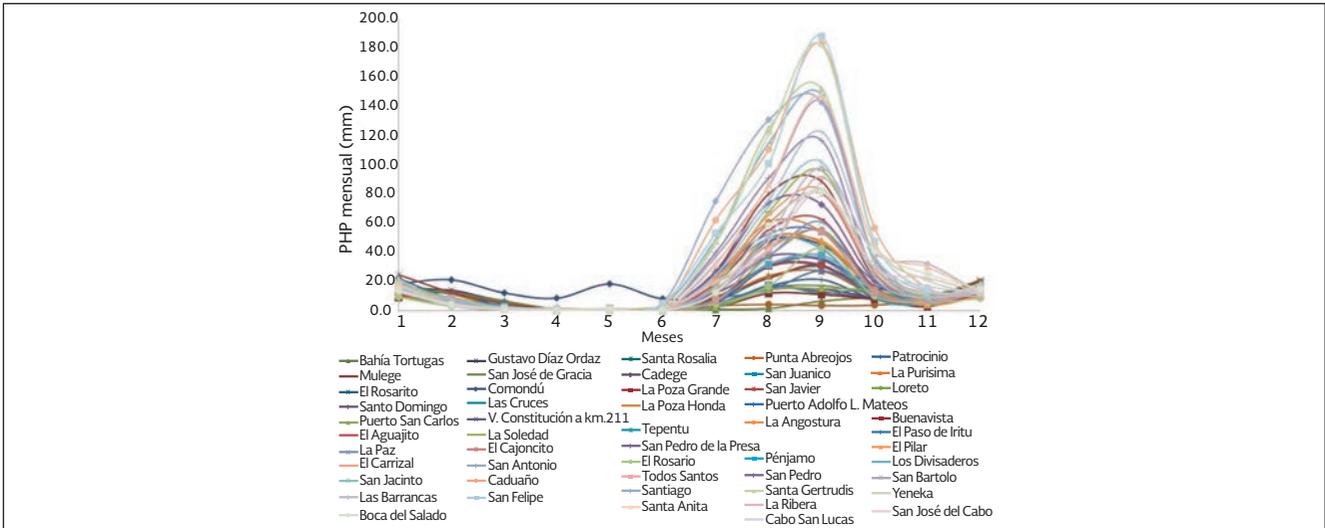
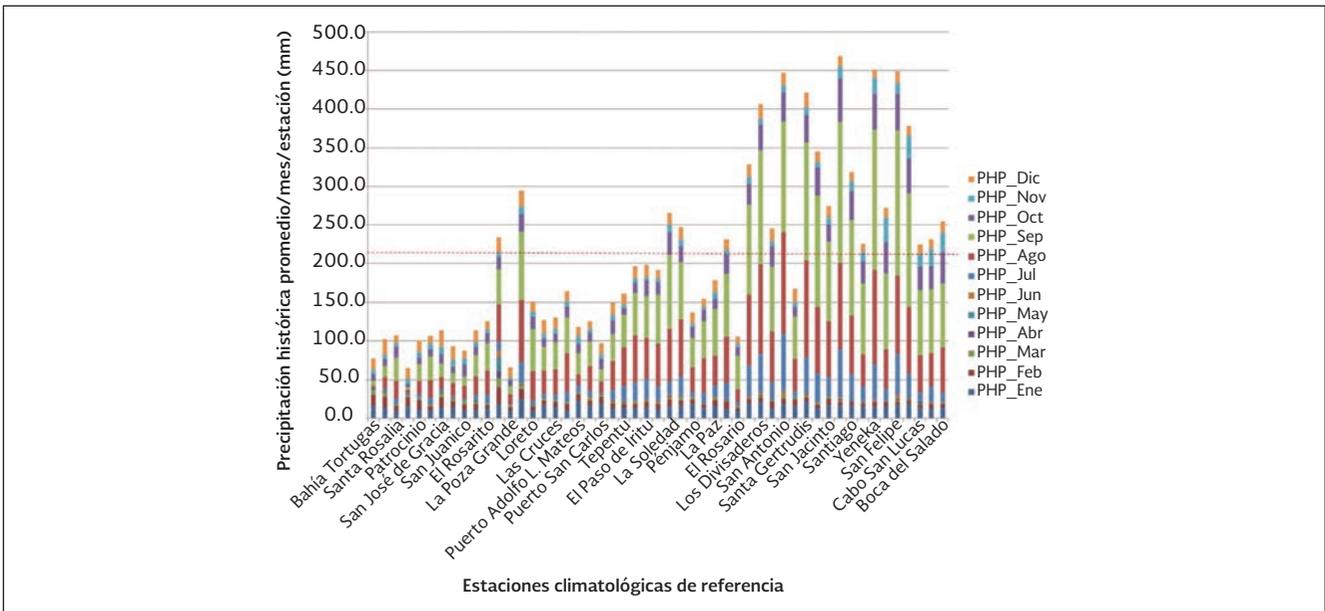


Figura 2.22. Precipitación histórica promedio por mes por estación.



Se observa en general una disminución de la precipitación hacia el norte del estado. García (1998) elaboró un mapa de la precipitación anual total para toda la República Mexicana mediante el trazo de isoyetas, tomando en cuenta el relieve, la dirección principal del viento y los efectos de barrera montañosa como son: la sombra pluviométrica, el embalse y el descen-

so y ascenso orográfico. Sobre el 88% del territorio precipita solo 165 mm/año o menos (Wurl y García, 2012).

Baja California Sur es el estado más árido de la República Mexicana y solo recibe en promedio una cantidad menor a 200 mm de precipitación, menos de la tercera parte

del promedio nacional. En comparación la evaporación potencial (la cantidad máxima que podría evaporarse) en un año es diez veces mayor a la precipitación. En el estado de BCS solo 5.7 mm de la precipitación anual alcanzan recargar los acuíferos en promedio, el resto se evapotranspira (88%) o escurre en los arroyos hacia el mar.

Ocurren en BCS casi anualmente lluvias de alta intensidad y corta duración, provocadas por los ciclones tropicales (tormentas tropicales y huracanes) que causan inundaciones y provocan daños materiales; en algunos casos hasta muertos. Pero estas lluvias extremas también son un factor importante para la recarga de los acuíferos. Existe una relación entre el acercamiento del ojo del huracán y la precipitación en tal manera que para el sur del estado se observa un aumento en la precipitación cuando el ojo del huracán se acerca a menos de 800 km del lugar; en distancias de 300 km la precipitación se aumenta al triple del promedio (Wurl y Martínez 2006).

La precipitación histórica promedio (PHP) para Baja California Sur, presenta un comportamiento espacial muy marcado relacionado con los 3 períodos de lluvia en nuestro estado. En la época de secas (Figura 2.23 a la 34) prácticamente en todo el estado no se presentan lluvias, excepto en algún punto en la parte centro-este de Baja California Sur, donde algunas precipitaciones esporádicas no rebasan los 18 mm al año. En la época de lluvias, en contraste, las precipitaciones más importantes se dan al sur de la entidad, en las inmediaciones de la Sierra La Laguna, con lluvias de hasta 187 mm promedio anual (Figura 2.27 a la 30). Para la época invernal, las precipitaciones se “trasladan hacia el norte del estado, pero en menor cantidad (máximos de 32mm) (Figura 2.31ª la-34).

Enseguida se presentan los mapas con la PHP para el estado de Baja California Sur, generados por interpolación IDW en ArcMap 10.1, tomando en cuenta la información de las 51 estaciones climatológicas de referencia de la CONAGUA.

Figura 2.23. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Secas en Baja California Sur (Marzo). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máximo = 7-18 mm

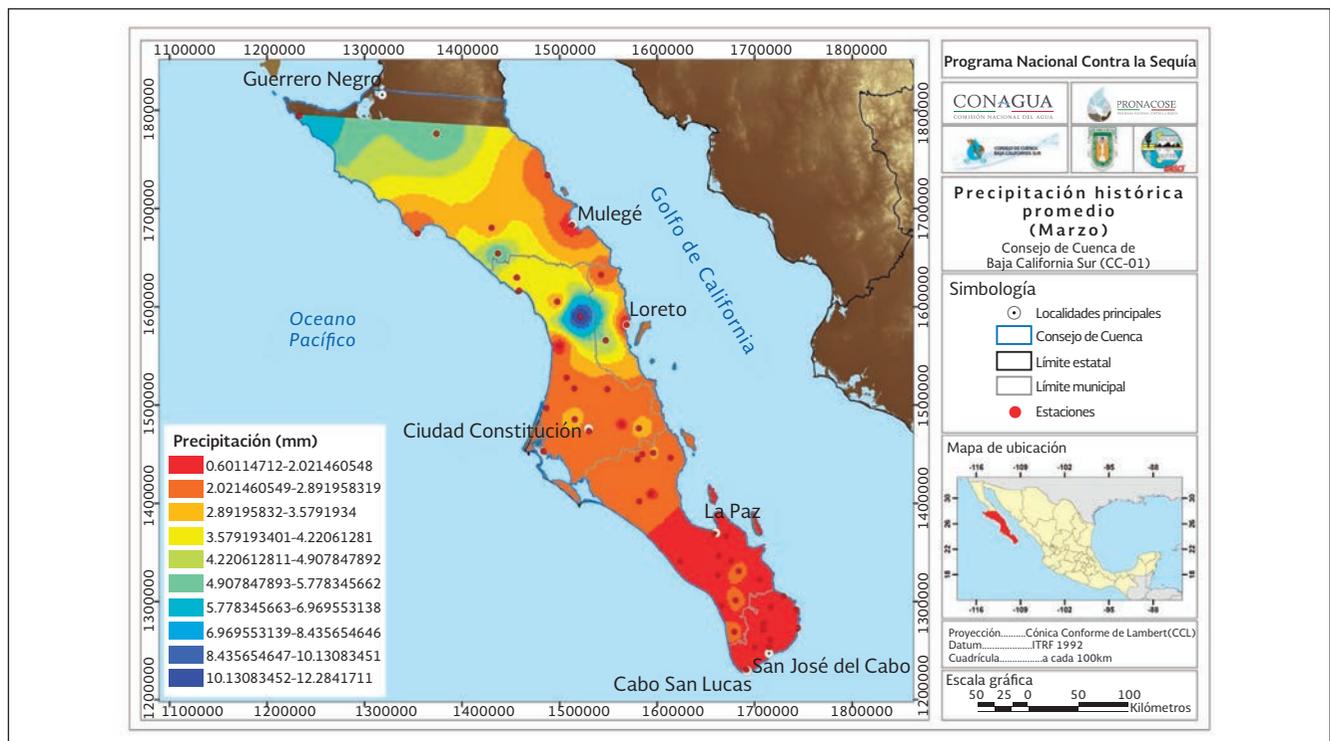


Figura 2.24. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Secas en Baja California Sur (Abril). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máximo = 7-18 mm

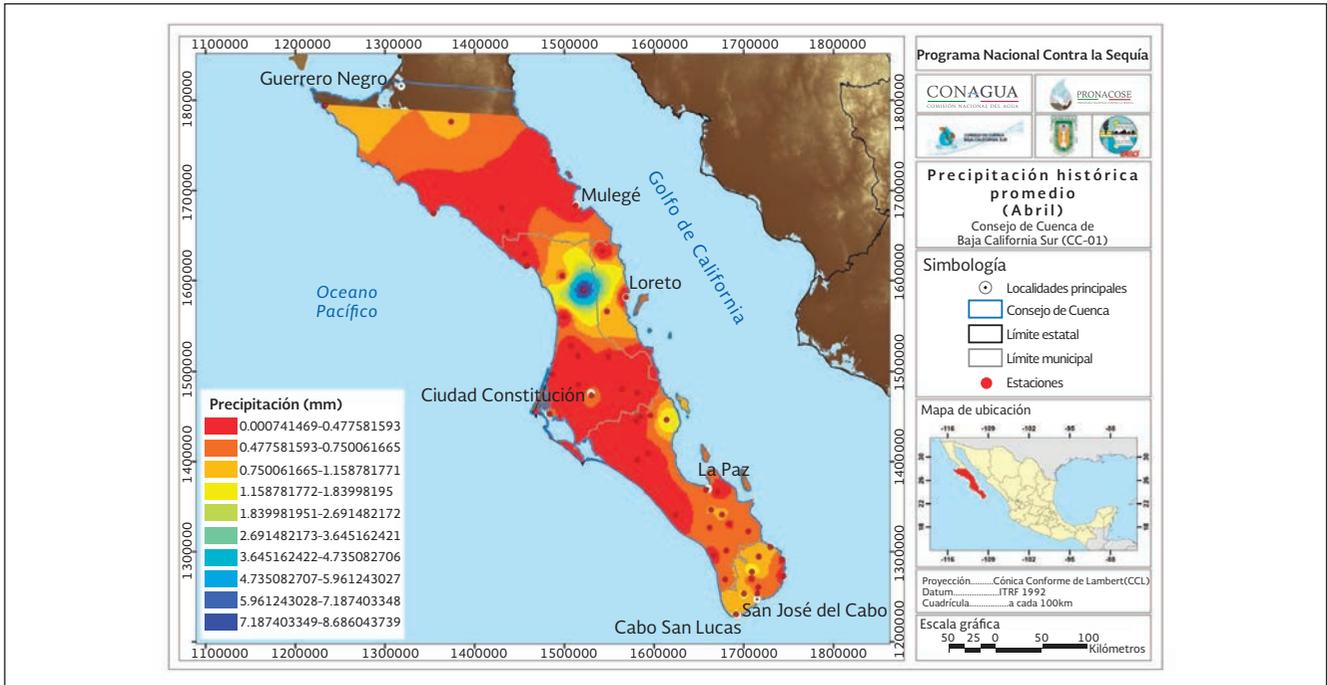


Figura 2.25. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Secas en Baja California Sur (Mayo). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máximo = 7-18 mm

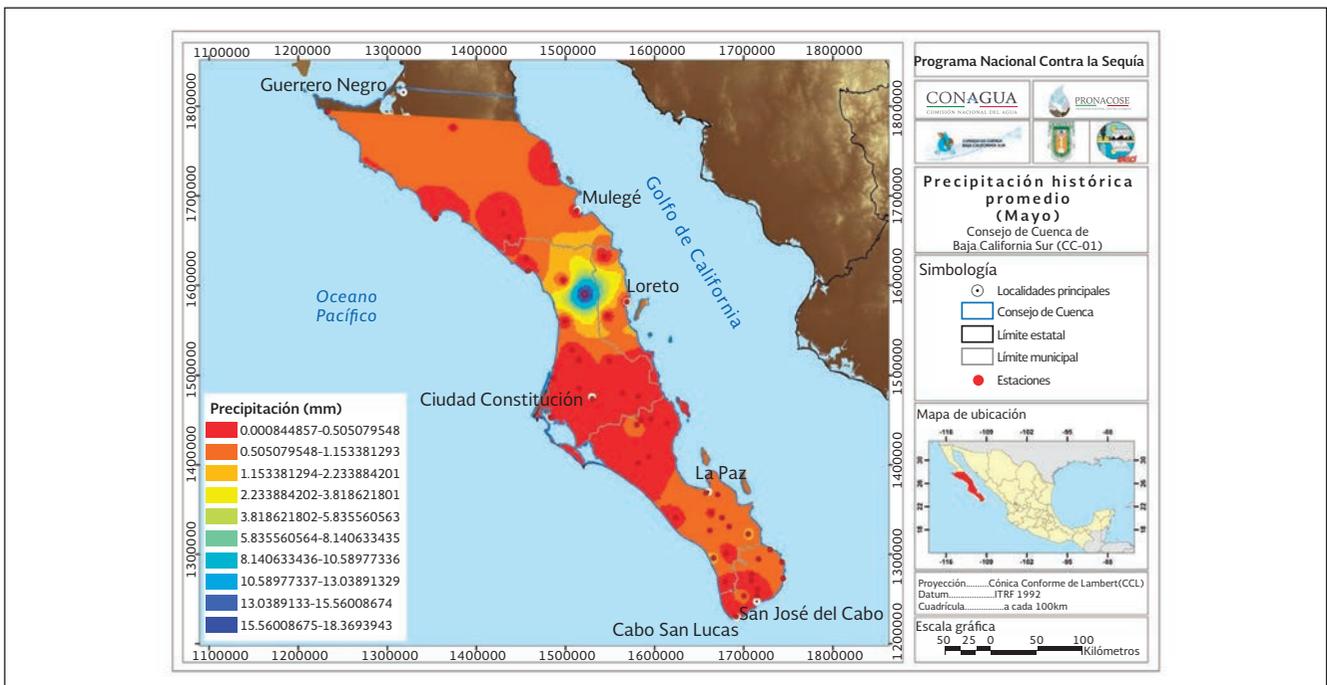


Figura 2.26. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Secas en Baja California Sur (Junio). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máximo = 7-18 mm

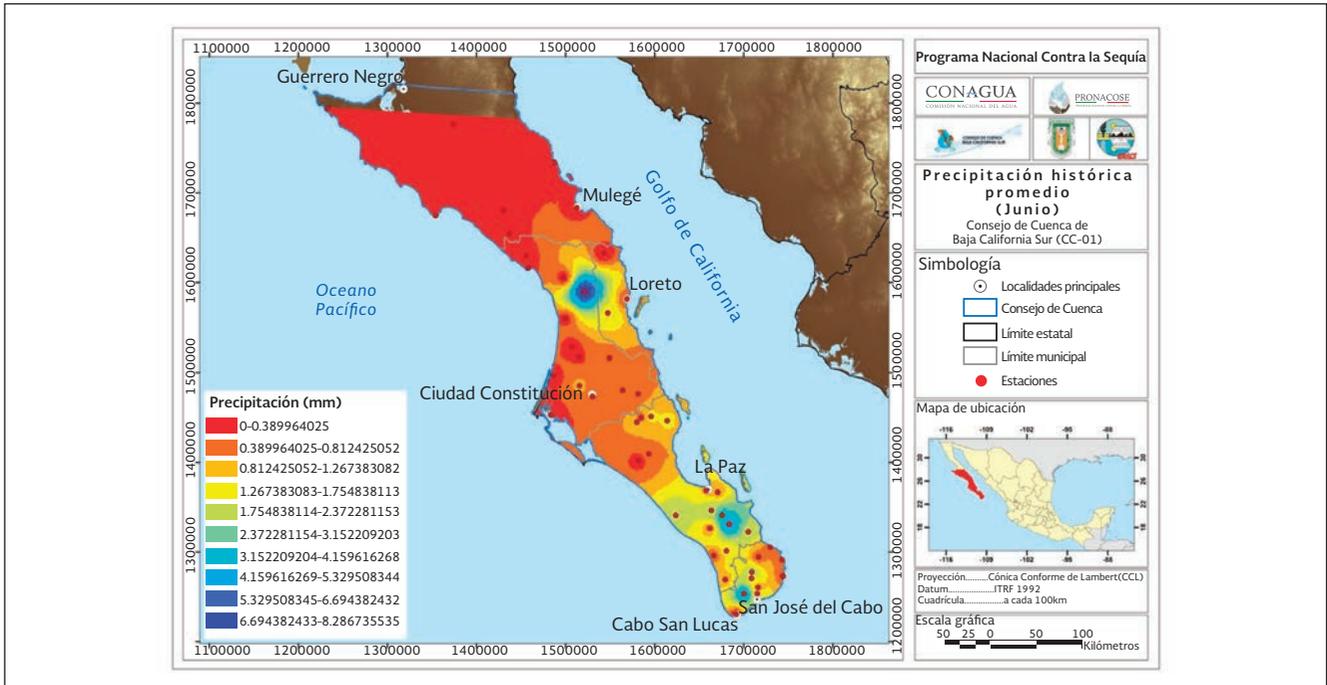


Figura 2.27. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Lluvias en Baja California Sur (Julio). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 47-187 mm

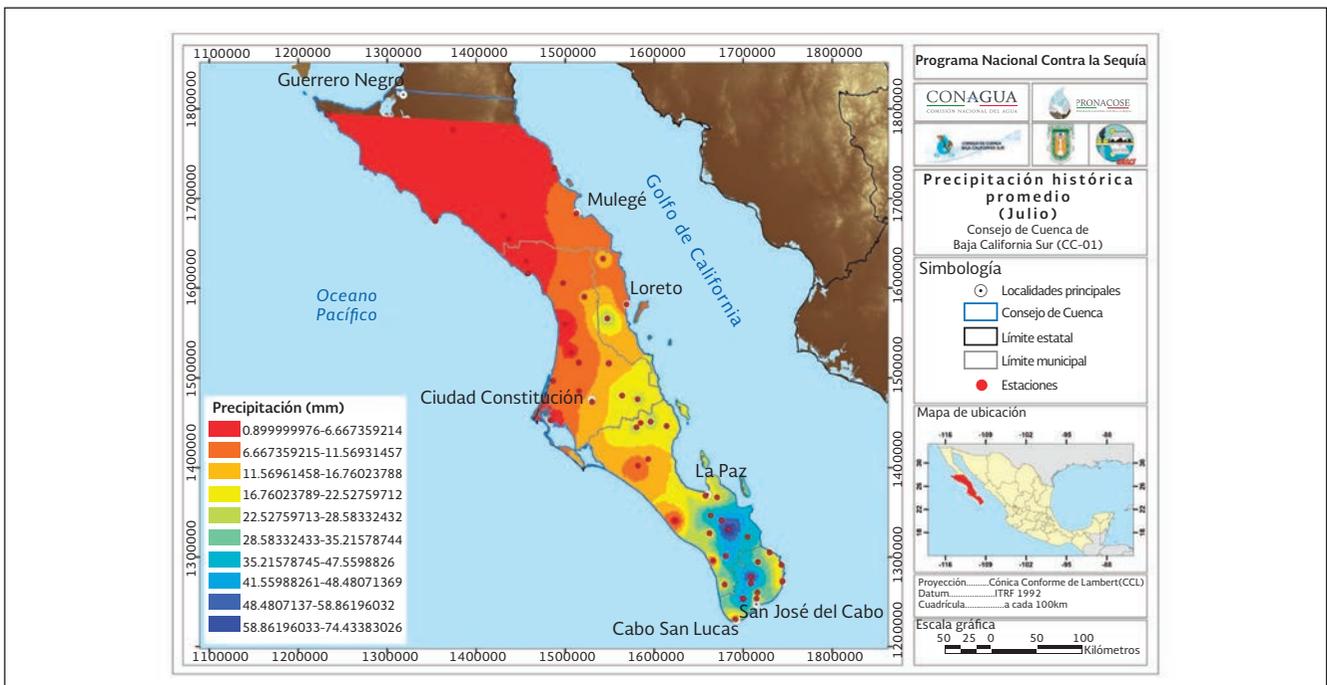


Figura 2.28. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Lluvias en Baja California Sur (Agosto). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 47-187 mm

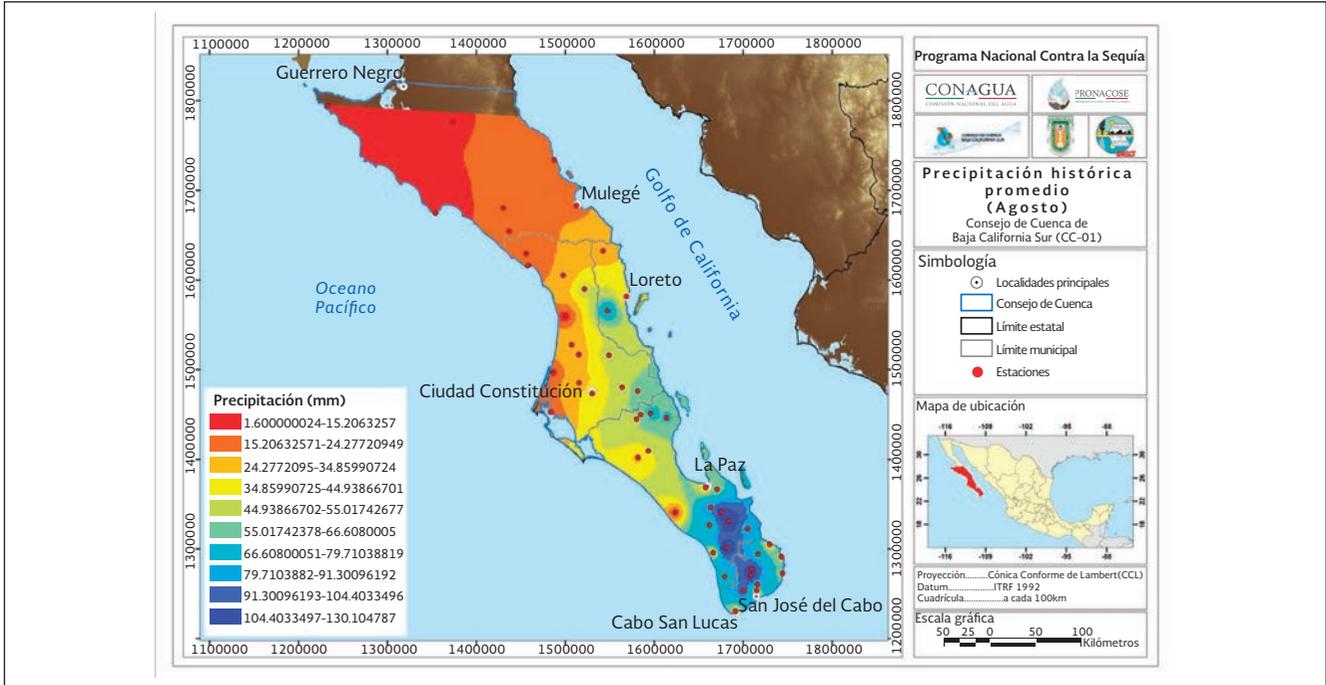


Figura 2.29. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Lluvias en Baja California Sur (septiembre). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 47-187 mm

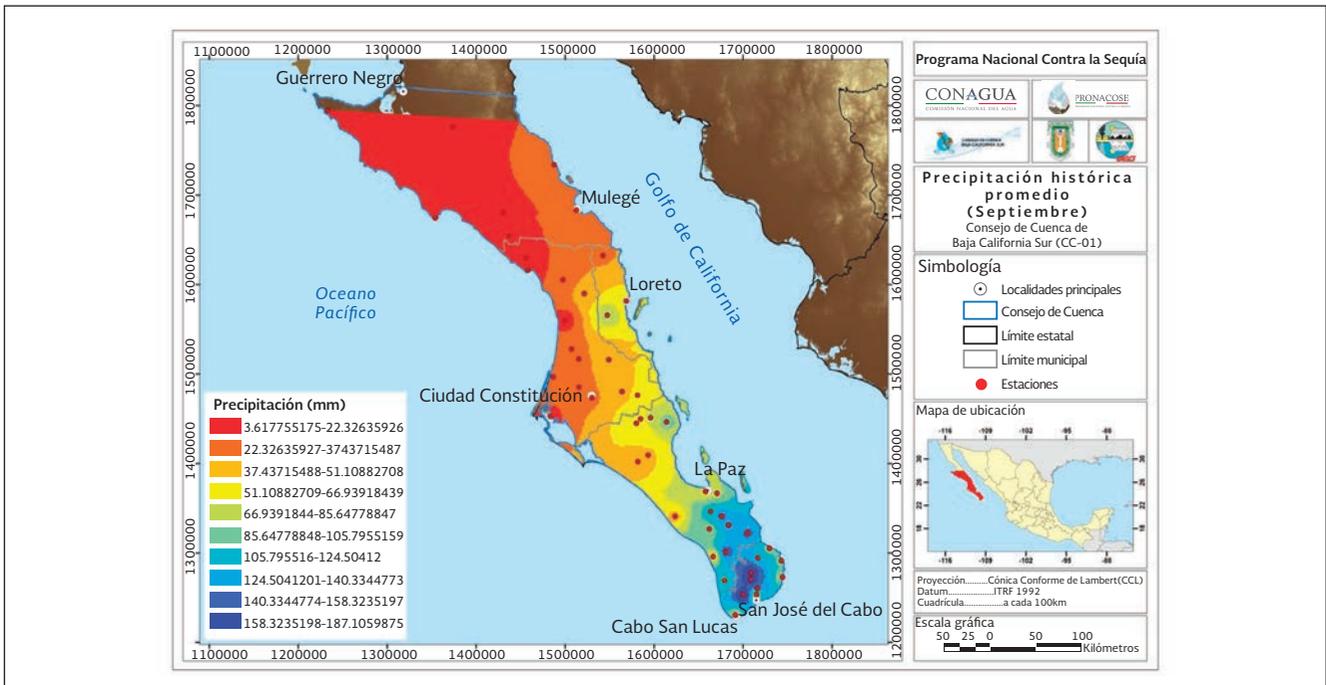


Figura 2.30. Precipitación Histórica Promedio para la temporada de Lluvias en Baja California Sur (Octubre). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 47-187 mm

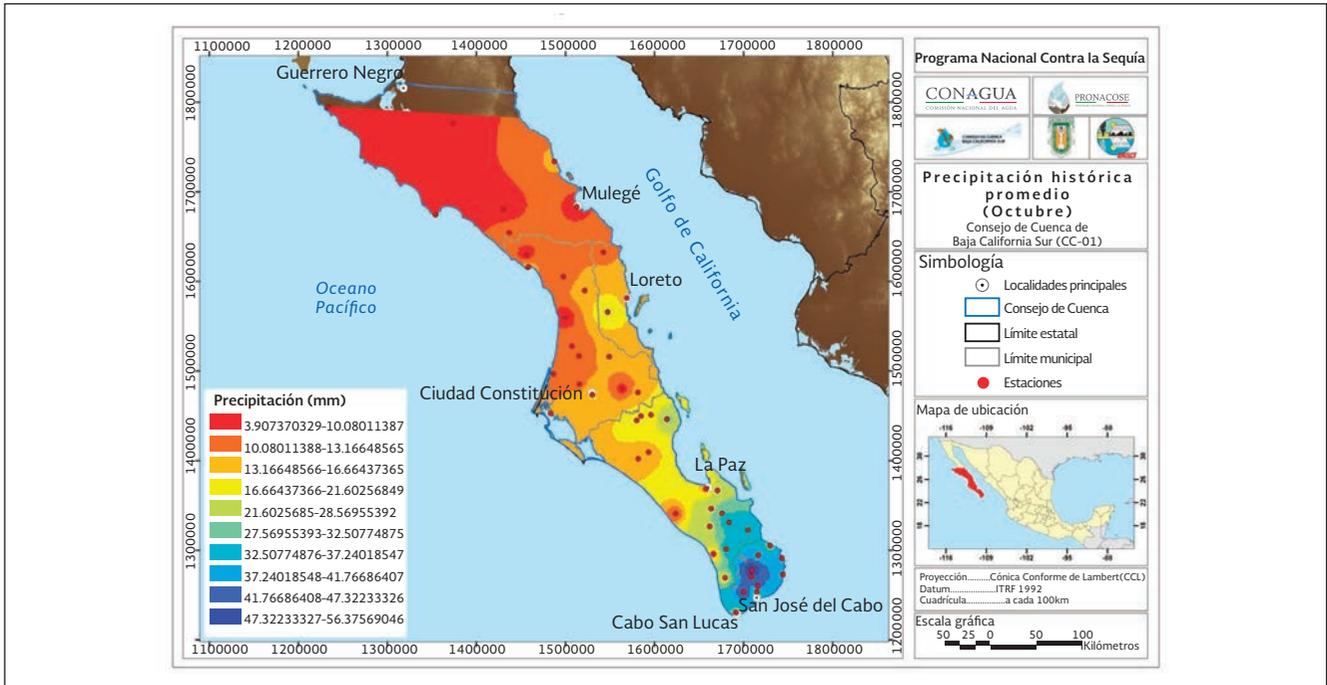


Figura 2.31. Precipitación Histórica Promedio para la temporada Invernal en Baja California Sur (Noviembre). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 17-32 mm.

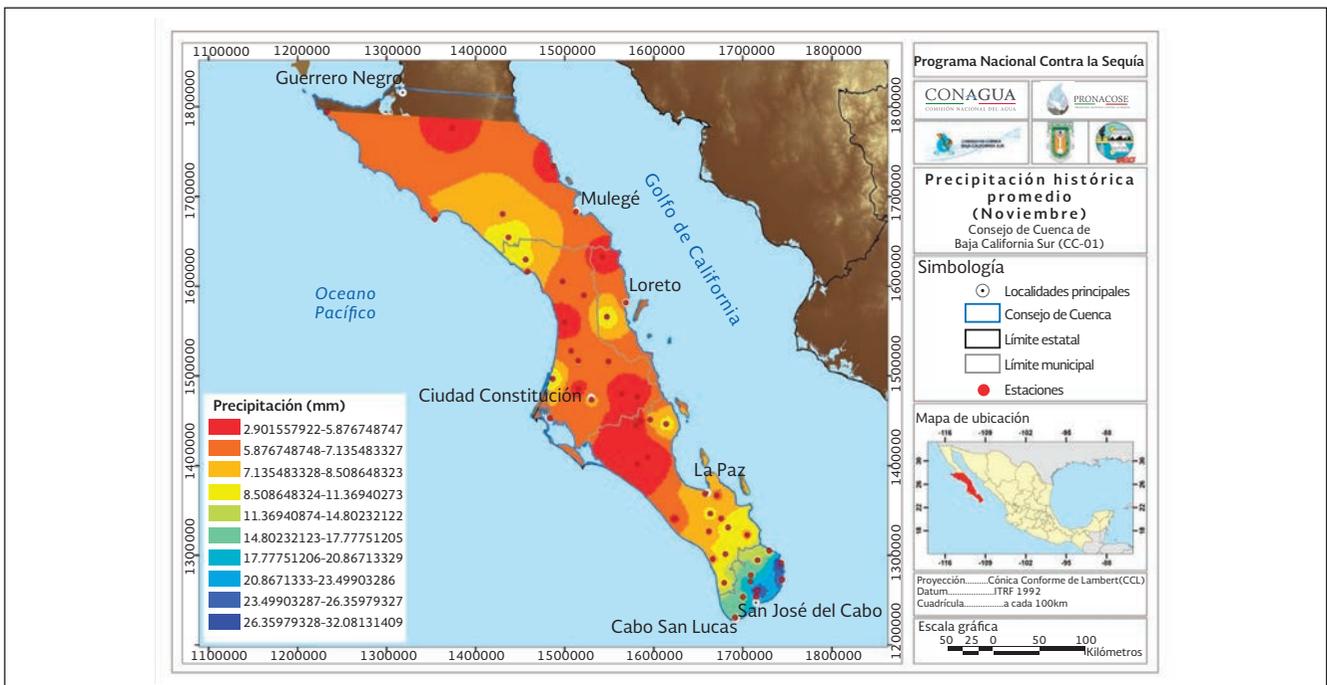


Figura 2.32. Precipitación Histórica Promedio para la temporada Invernal en Baja California Sur (Diciembre). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 17-32 mm

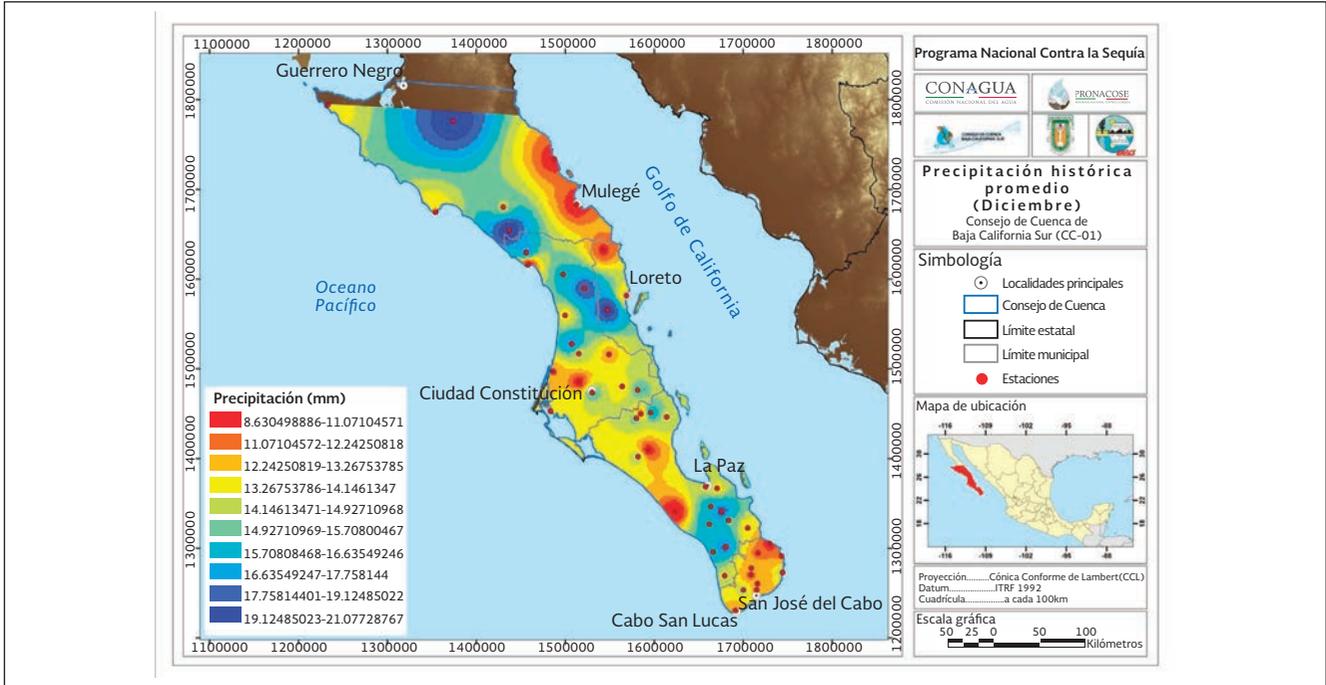


Figura 2.33. Precipitación Histórica Promedio para la temporada Invernal en Baja California Sur (Enero). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 17-32 mm

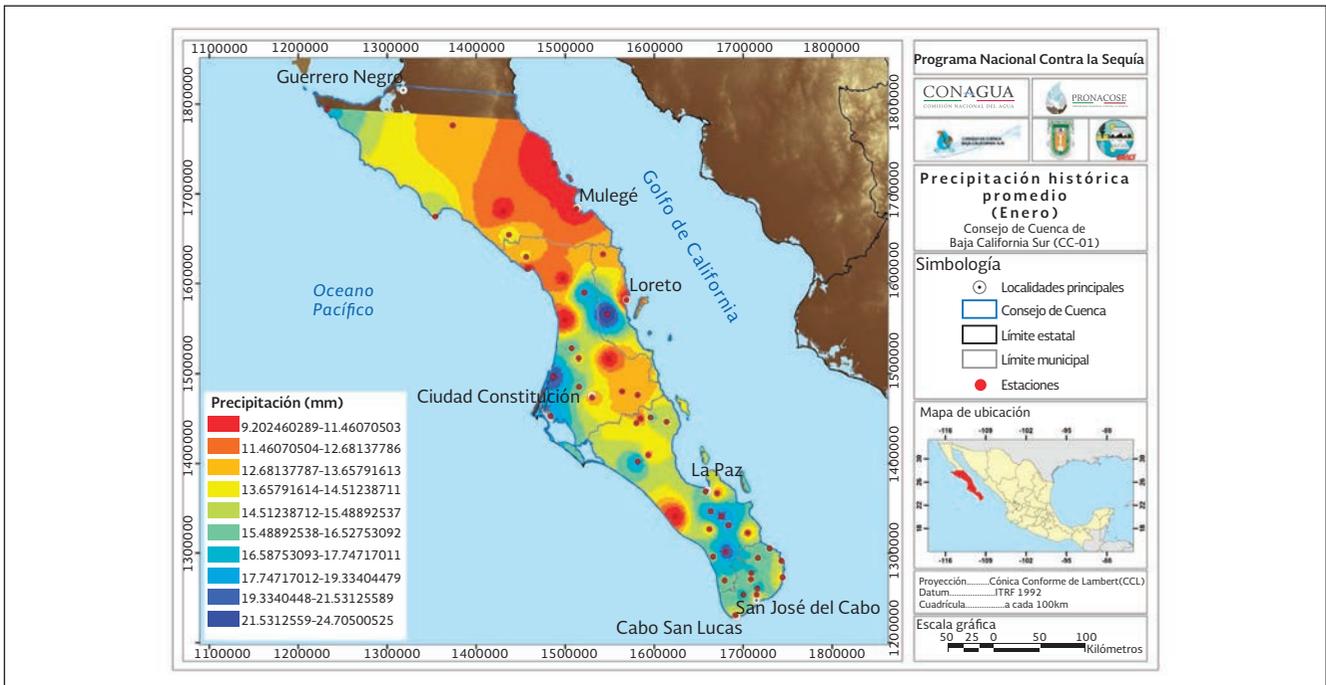
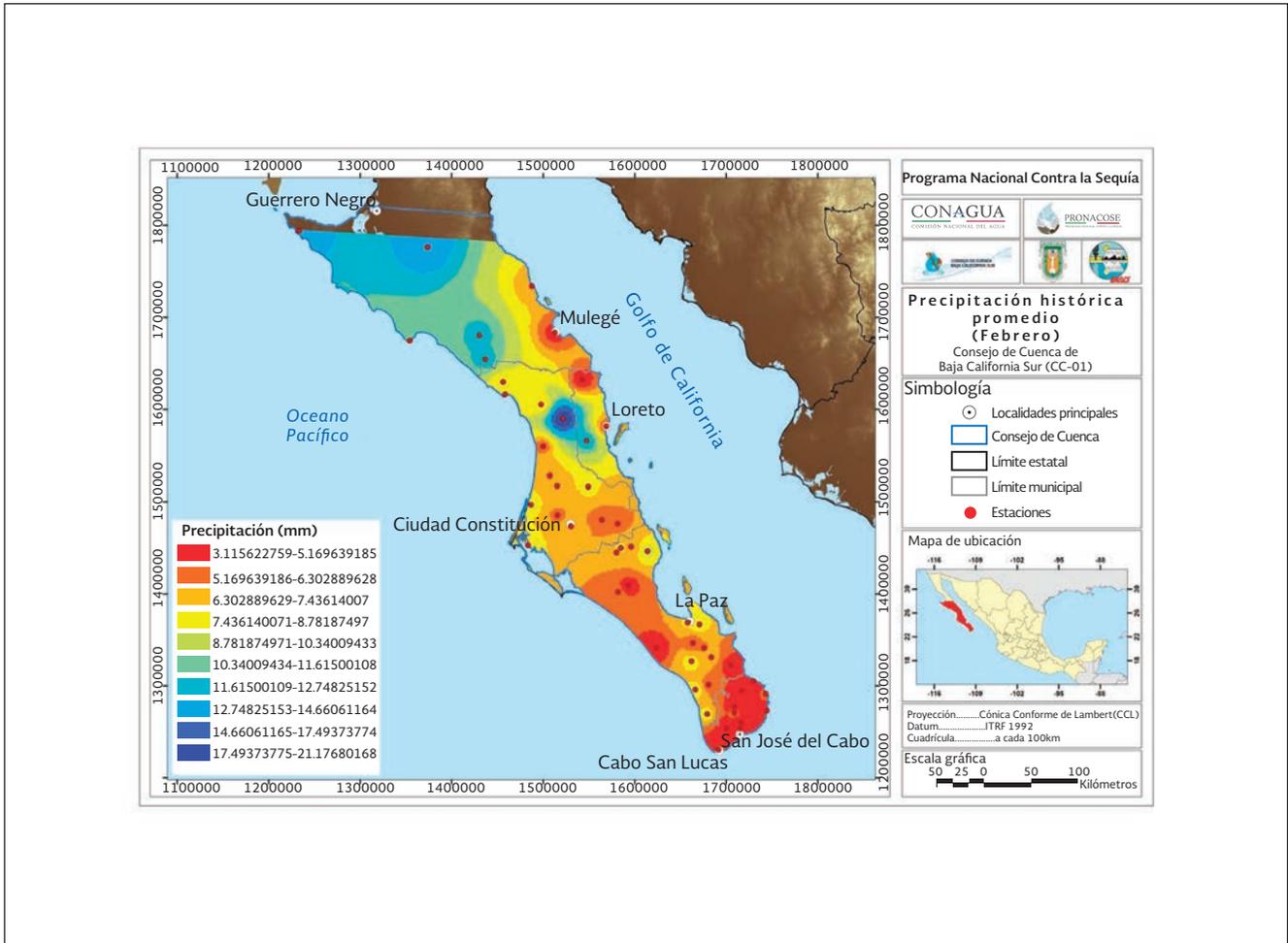


Figura 2.34. Precipitación Histórica Promedio para la temporada Invernal en Baja California Sur (Febrero). Interpolación IDW con datos de 51 estaciones climatológicas de referencia. Máxima = 17-32 mm



2.8. Revisión y análisis de registros históricos de temperatura.

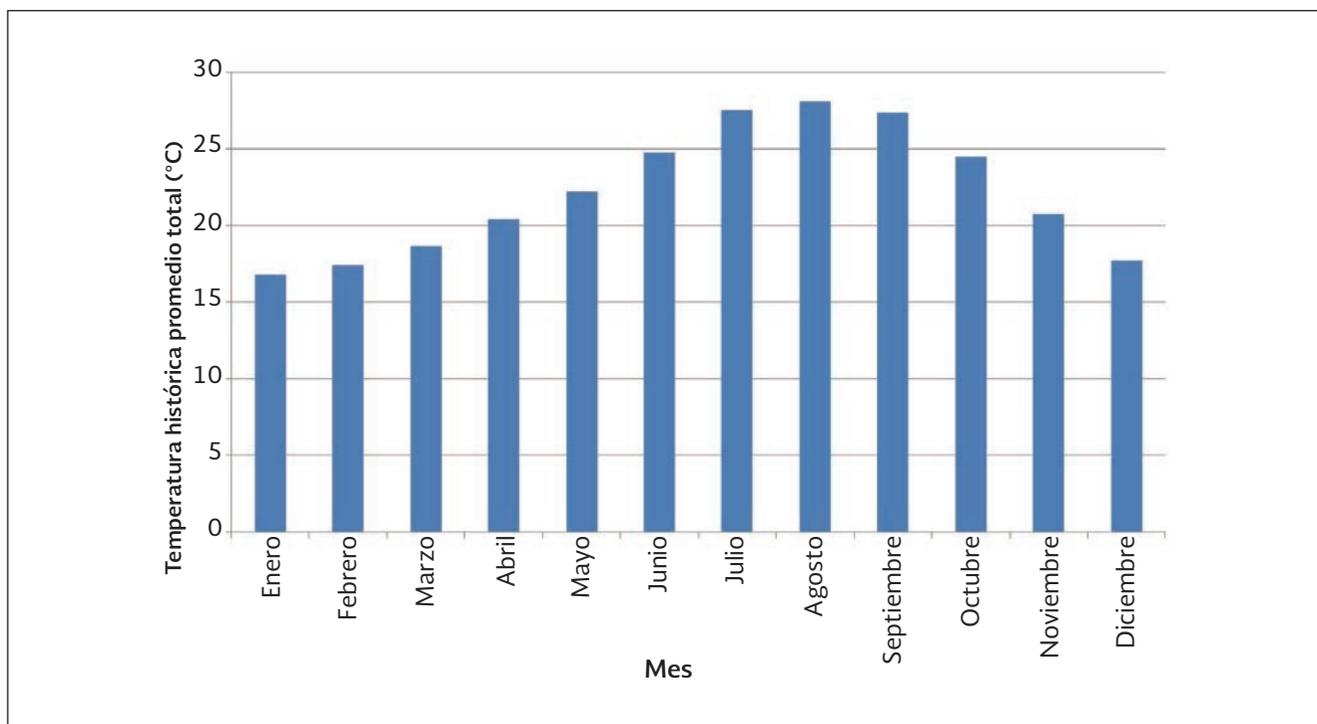
El estado de BCS está afectado de manera periódica por desastres de origen hidrometeorológico tales como: tormentas tropicales, huracanes, tempestades, inundaciones, sequías e incendios, por mencionar solo los más importantes.

Las sequías son anomalías donde el agua no es suficiente para abastecer las necesidades de las plantas, los animales y los humanos. INE (1995) define la sequía como una función del déficit de precipitación con

respecto a la precipitación media anual o estacional de largo periodo, y su duración en una determinada región. En casos extremos se puede llegar a la aridez.

La temperatura promedio histórica va de los 17° hasta los 28° C. Con respecto a la temperatura histórica promedio mensual, ésta presenta tres etapas bien marcadas: temperaturas entre los 15-20° C durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo; temperaturas entre los 20-25° C en abril, mayo, junio, octubre y noviembre; y temperaturas entre los 25-30° en los meses de julio, agosto y septiembre (Figura 2.35).

Figura 2.35. Temperatura histórica promedio total en Baja California Sur.



2.9. Revisión y análisis de registros de evapotranspiración.

Evapotranspiración real

Un referente de la evapotranspiración real media anual es el trabajo de Maderey (1990) quien interpretó datos de 543 estaciones meteorológicas de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para un período de 25 años (1945 - 1980) aplicando el método de Turc y generó una mapa de la evapotranspiración real de México. El método de Turc se basa en la precipitación y la temperatura media anual.

Método de Thornthwaite

La fórmula se basa en la temperatura y en la latitud determinando que esta última constituye un buen

índice de la energía en un lugar específico. Sirve para estimar la evapotranspiración potencial y tiene la ventaja de que la fórmula usa datos climatológicos accesibles. Se obtienen buenos resultados en zonas húmedas con vegetación abundante. Su expresión general es:

$$Et = 1.6 \left[\frac{10T}{I} \right]^a$$

Dónde:

Et = evaporación potencial no ajustada para meses de 30 días de 12 horas luz (mm)

T = temperatura media mensual (°C)

I = suma de (i) para todos los meses del año o semana anual de calor

a = constante que depende del lugar y que es función del índice de eficiencia anual de temperatura, cuyo valor es:

$$a = 0.000000675 \text{ I }^3 - 0.0000771 \text{ I }^2 + 0.017925 \text{ I} + 0.49239$$

i = eficiencia de la temperatura

I = índice anual de calor (o temperatura). Es la suma de las eficiencias mensuales de temperatura.

$$I = \sum_{i=1}^{12} i \quad I = \left[\frac{T}{5} \right]$$

La evapotranspiración potencial no ajustada se corrige por la duración real del día en horas y los días del mes y se obtiene la evapotranspiración potencial ajustada.

Las críticas que pueden hacerse a este método son:

1. La temperatura no es buena indicadora de la energía disponible para la evapotranspiración.

2. La temperatura del aire respecto a la temperatura de radiación puede ser diferente.
3. La evaporación puede cesar cuando la temperatura promedio desciende de cero grados centígrados, lo cual es falso.
4. El viento puede ser un factor importante en algunas áreas requiriéndose en ocasiones para ello, un factor de corrección.
5. La fórmula no toma en cuenta el efecto de calentamiento o enfriamiento del aire por advección.
6. Se obtienen resultados aceptables en zonas húmedas con vegetación abundante, pero los errores aumentan en zonas áridas o semiáridas.

Enseguida se presentan las gráficas de evapotranspiración calculada por el método de Thornthwaite (Figura 2.36 a la 41) para 6 de las 51 estaciones climatológicas de referencia en Baja California Sur. En el Anexo I se puede encontrar el análisis completo de las 51 estaciones de referencia (Troyo-Diéguez, 2013).

Figura 2.36. ETP según Thornthwaite, para Mulegé (Troyo-Diéguez, 2013).

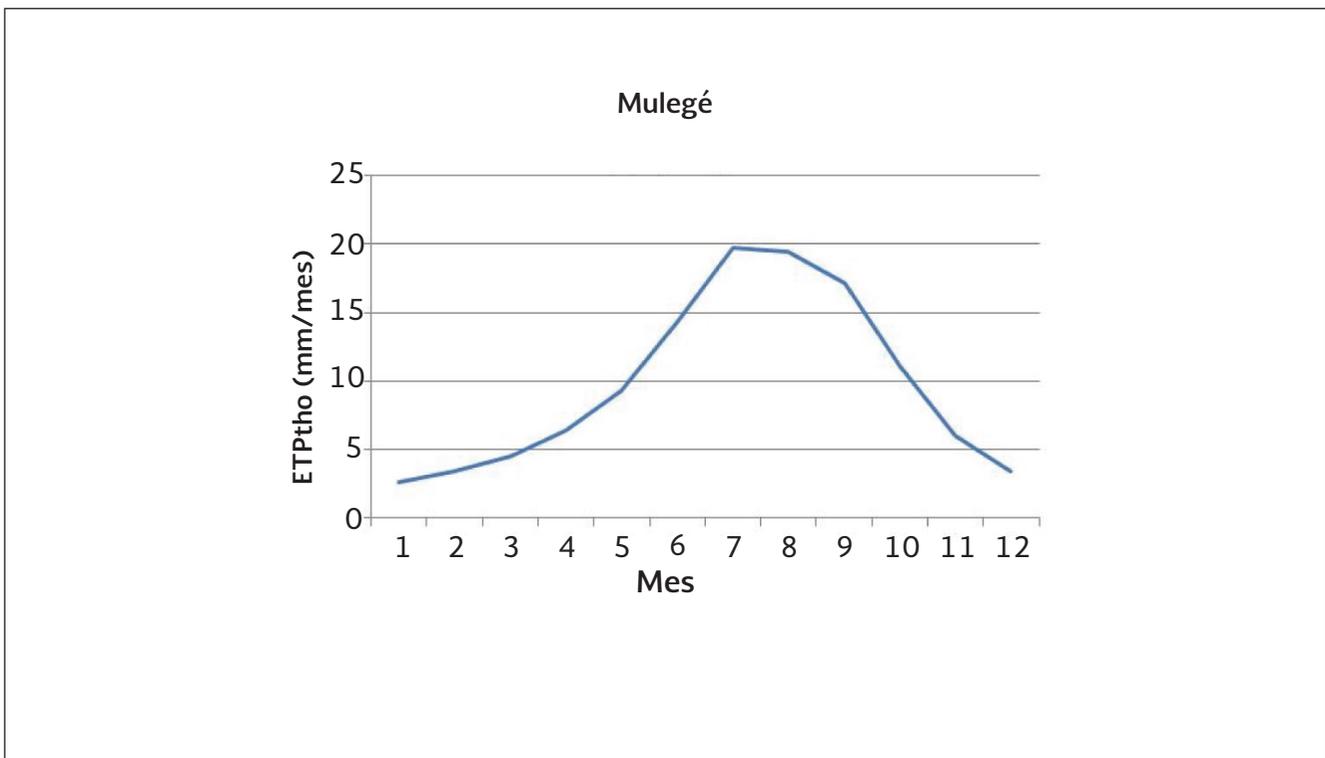


Figura 2.37. ETP según Thornthwaite, para Loreto (Troyo-Diéguez, 2013).

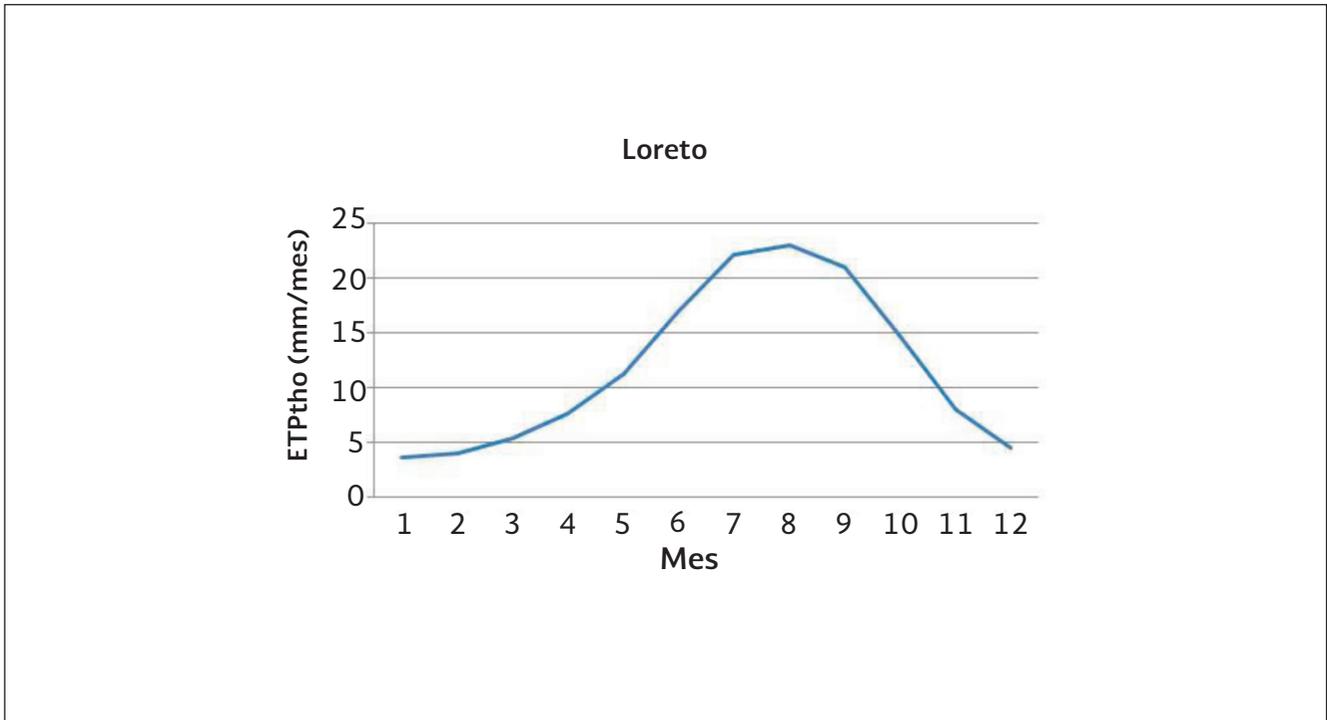


Figura 2.38. ETP según Thornthwaite, para Santo Domingo (Troyo-Diéguez, 2013).

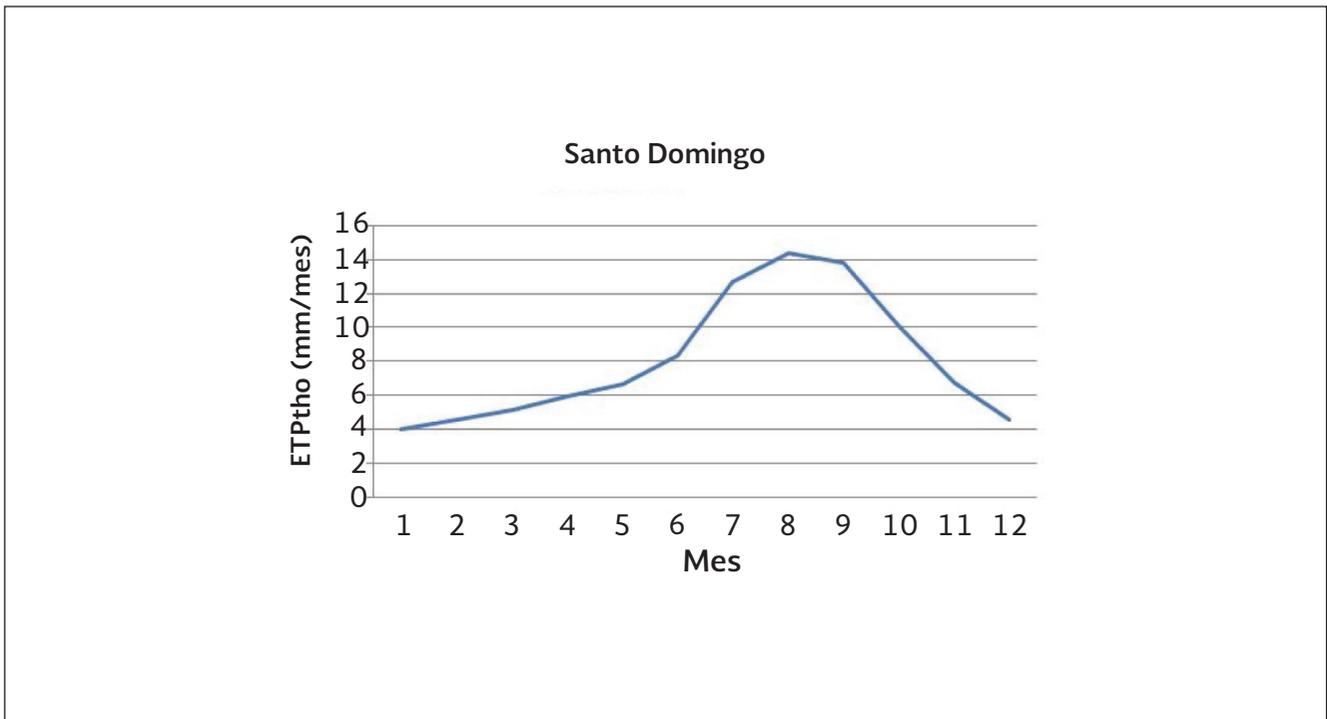


Figura 2.39. ETP según Thornthwaite, para La Paz (Troyo-Diéguez, 2013).

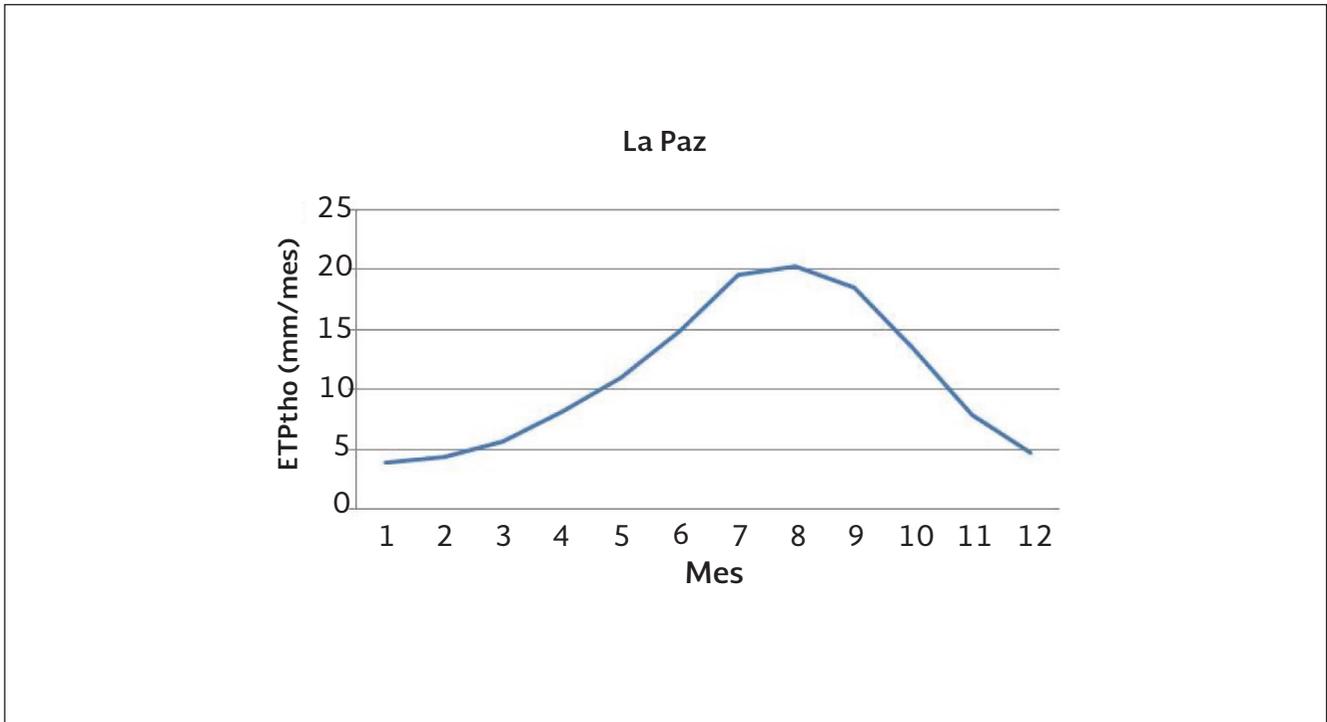


Figura 2.40. ETP según Thornthwaite, para Todos los Santos (Troyo-Diéguez, 2013).

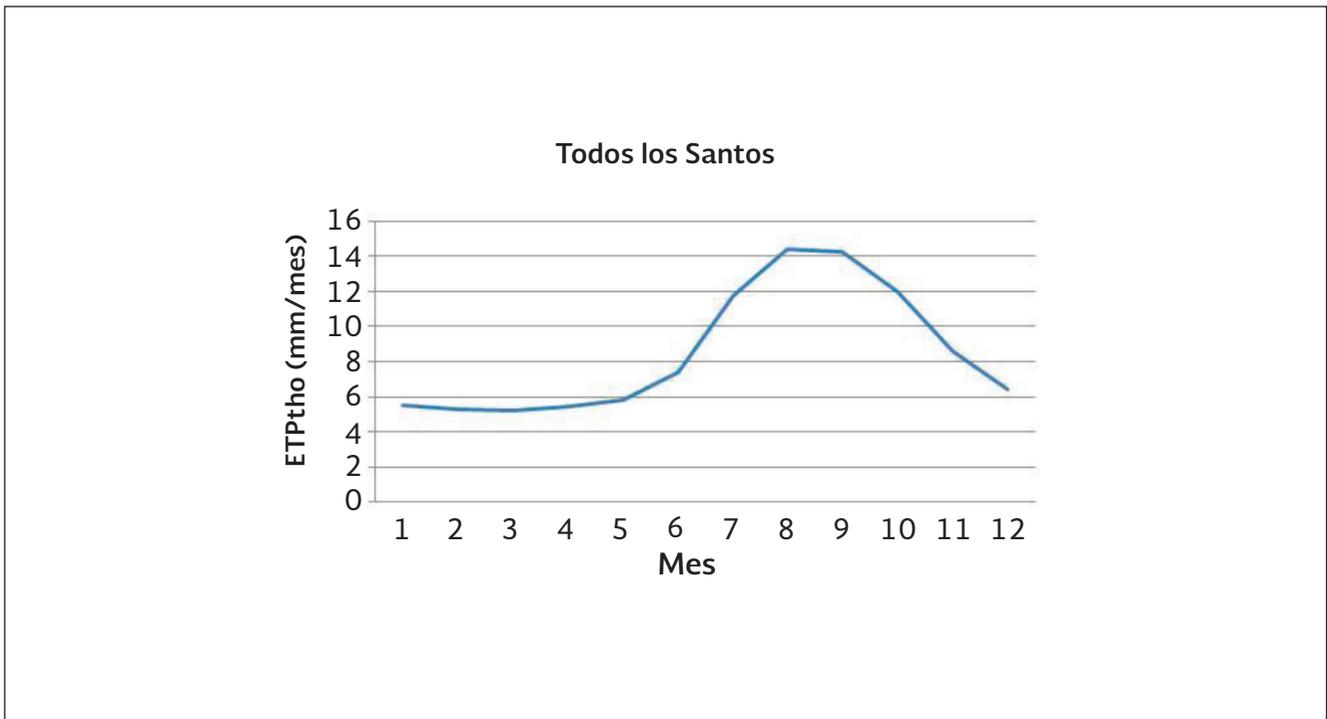
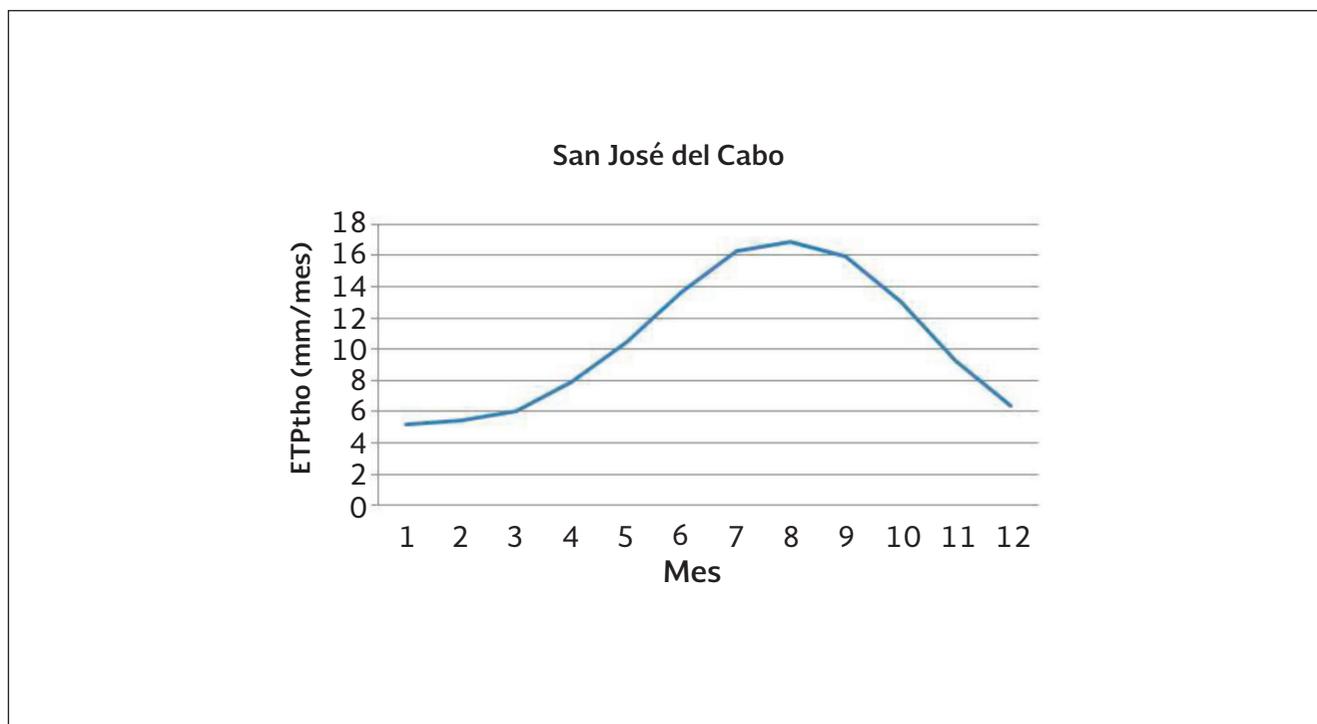


Figura 2.41. ETP según Thornthwaite, San José del Cabo (Troyo-Diéguez, 2013).



Referencias

- CONAGUA. 2011. Estadísticas del Agua en México. Edición 2011. 132 pp.
- CONAGUA. 2012. Red de estaciones climatológicas. Atlas Digital del Agua México 2012. Sistema Nacional de Información del Agua. Consultado en mayo de 2013. <http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo10.html>
- CONAGUA. 2013. Estado de Baja California Sur, títulos y volúmenes de aguas nacionales y bienes inherentes por uso de agua. 1 pp.
- Diario Oficial de la Federación. Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de sequía severa del 1 de mayo al 30 de noviembre de 2011 en los municipios de La Paz, Los Cabos y Loreto del Estado de Baja California Sur. Consultado en https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5234593&fecha=21/02/2012 el 25 de junio de 2013
- García Acosta 1997. Las sequías y sus impactos en las sociedades del México decimonónico 1856-1900. Historia y Desastres vol. II. Pp 219-257.
- Gobierno del Estado de Baja California Sur (GEBCS). 2011. Plan estatal de desarrollo del estado de Baja California Sur.
- Díaz, S.C., Touchan, R., Swetnam, T.W., 2001, A tree-ring reconstruction for Baja California Sur, Mexico: International Journal of Climatology, 21, 1007-1009.
- Heddinghaus, T.R. y P. Sabol. 1991. A review of the Palmer Drought Severity Index and where do we go from here? Proceedings, 7th Conf. on Appl. Climatol., 10-13 September 1991, Boston: American Meteorological Society, 242-246.

- INE. 1995. Vulnerabilidad ante el cambio climático. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. SEMARNAT. 149 pp. Consultado en 2013. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/32/cap6.html>
- Karl, T. R., and R. W. Knight, 1985: Atlas of monthly Palmer Hydrological Drought Indices (1931–1983) for the contiguous United States, National Climatic Data Center Historical Climatology Series 3-7, Asheville, NC, 319 pp.
- Machlica, A. y M. Stojkovova. 2008. Groundwater drought in different geological conditions. XXIVth Conference of the Danubian Countries. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 4 (2008) 012010. 10 pp.
- Maderey Laura E., 1990. Evapotranspiración real en hidrogeografía. IV. 6.6. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía UNAM. México.
- Marsh, T. y Lewis, M. 2009. Groundwater Drought in the UK. In Groundwater Forum- NERC. <http://www.groundwateruk.org/Groundwater-drought-in-the-UK.aspx>
- McKee, T.V, Doesken, N.J. y Kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration of time scales. Preprints, 8th conference on applied climatology, Anaheim, CA. Meteor. Soc. 1974-1984.
- NDMC. 2013. Comparison of Major Drought Indices: Palmer Drought Severity Index. The National Drought Mitigation Center. University of Nebraska, Lincoln. USA. Consultado en junio de 2013. <http://drought.unl.edu/Planning/Monitoring/ComparisonofIndicesIntro/PDSI.aspx>
- NOAA. 2012. An Interpretation of the Origins of the 2012 Central Great Plains Drought. NOAA drought tasks force. U.S. 50 p.
- OMM, 1992. Programa de cooperación técnica de la OMM 1992-2001. Tercer plan a largo plazo de la OMM parte II. 35 p.
- ONU. 1994. Elaboración de una convención internacional de lucha contra la desertificación en los países afectados por la sequía grave o desertificación, en particular en África. 66 p.
- Palmer, W.C. 1965. Meteorological drought. Research Paper No. 45. U.S. Weather Bureau. [NOAA Library and Information Services Division, Washington, D.C. 20852]
- Sosa-Nájera, S., S. Lozano-García, P.D. Roy, M. Caballero. 2010. Registro de sequías históricas en el occidente de México con base en el análisis elemental de sedimentos lacustres: El caso del lago de Santa María del Oro. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen 62, núm. 3, p. 437-451.
- Troyo Diéguez E, Mercado G, Cruz A, Nieto A, Valdez R.D., García J.L y Murillo B. 2012. Análisis de la sequía y desertificación mediante índices de aridez y estimación de la brecha hídrica en Baja California Sur, noroeste de México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de geografía. UNAM. 17 p.
- Wurl, J., F. García. 2012. Recursos Hídricos. Plan Estatal de Acción Climática en B.C.S. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 41 pp.
- Wurl, J., y Martínez Gutiérrez, G. 2006. El efecto de los ciclones tropicales sobre el clima en la cuenca de Santiago, Baja California Sur, México. III Simposio Internacional en Ingeniería y Ciencias para la Sustentabilidad Ambiental y Semana del Ambiente 2006. Mexico.

Wilhite, D.A y Glantz, M.H. 1985: Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. Water International. Vol. 10:111-120.

3. Evaluación histórica de la disponibilidad de agua

3.1. Disponibilidad de agua en el CC-01

Se estima que el consumo promedio en la entidad, es 150 a 200 litros de agua por habitante por día, siendo la fuente principal de abastecimiento la que proviene principalmente de los mantos subterráneos cuyo volumen asciende a 377'164,648 m³ (Tabla 3.1). De acuerdo con información disponible de CONAGUA, el volumen de escurrimiento natural medio superficial en Baja California Sur es de 1,517 hm³/año. Existen 4,789 títulos de concesión en Baja California Sur, de los cuales 987 son de aguas superficiales y 3,060 para aguas subterráneas (Tabla 3.2).

La recarga media anual, calculada al 2012, es de 481.87 hm³. La extracción, la cual casi alcanza a la recarga, es de 375.99 m³, mientras que la disponibilidad de agua subterránea es muy baja ya que solo alcanza 29.58 hm³.

En el Distrito de Riego 066 Santo Domingo, toda la superficie se riega con agua de bombeo de un acuífero deficitario por lo que es una necesidad imperiosa, para mantener el equilibrio del acuífero y mejorar el ingreso de los productores, tecnificar con sistemas de riego de alta eficiencia el 100% de la superficie del distrito.

Tabla 3.1. Volumen total inscrito en el REPDA de aguas superficiales y subterráneas, actualizado al 2013. CONAGUA (2013)

Volumen Inscrito en REPDA agua superficial	Volumen inscrito en REPDA agua subterránea
33,081,549 m ³	377,739,128 m ³

Tabla .3.2. Títulos y volúmenes de aguas nacionales y bienes inherentes por uso de agua en Baja California Sur.

Aguas Nacionales											
Uso	Aguas superficiales		Aguas subterráneas		Volumen Total	Descargas de aguas residuales		Zonas Federales		Extracción de materiales	
	Títulos	Volumen de extracción concesionado m ³ /año	Títulos	Volumen de extracción concesionado m ³ /año		Título	Volumen de descarga concesionado m ³ /año	Titulos	Superficie concesionada a m ²	Títulos	Volumen concesionado
Agrícola	76	23 730 020	964	218 559 632	242 289652	0	0	12	2 406 964	0	0
Agroindustrial	0	0	1	40 000	40 000	1	10 296	0	0	0	0
Doméstico	11	23 298	105	251 899	275 197	3	460	0	0	0	0
Acuicultura	0	0	0	0	0	4	41 792 580	0	0	0	0
Servicios	12	2 241 128	97	10 064 523	12 305 651	151	20 536 547	216	5 398 709	272	33 800 460
Industrial	2	700 070	16	1 300 743	2 000 813	42	1 172 402 890	0	0	0	0
Pecuario	387	1 066 268	795	2 708 843	3 775 111	0	0	9	1 441 892	0	0
Público urbano	5	2 887 040	22	58 556 374	61 443 414	5	2 734 405	4	759 700	0	0
Múltiples	527	3 433 725	1 070	82 935 714	86 369 439	18	6 160 178	2	1 355 071	0	0

Aguas Nacionales											
Uso	Aguas superficiales		Aguas subterráneas		Volumen Total	Descargas de aguas residuales		Zonas Federales		Extracción de materiales	
	Títulos	Volumen de extracción concesionado m ³ /año	Títulos	Volumen de extracción concesionado m ³ /año		Título	Volumen de descarga concesionado m ³ /año	Titulos	Superficie concesionada a m ²	Títulos	Volumen concesionado
Gen. de energía eléctrica	0	0	1	3 241 400	3 241 400	0	0	0	0	0	0
Comercio	0	0	2	80 000	80 000	0	0	0	0	101	5 495 173
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales	1 020	34 081 549	3 073	377 739 128	411 820 677	224	1 243 637 356	243	11 316 066	373	39 295 633

Nota: La suma de los títulos por cada tipo de aprovechamiento es diferente al número total de inscripciones debido a que un título de concesión puede contener uno o más aprovechamientos (aguas nacionales, descargas, zona federales). Información al 31 de octubre de 2013

3.1.1. Aguas superficiales

Cuencas hidrológicas

En Baja California Sur, la CONAGUA define 40 cuencas hidrológicas con un flujo total anual en promedio de 870.606 Mm³ y una disponibilidad total de 756.737 Mm³ anuales=86.9% (solo la cuenca de Todos Santos tiene un déficit de 0.27 Mm³) (Wurl y García, 2012). Según CONAGUA (2011) tan sólo 12 cuencas hidrológicas contribuyen con el 70% del escurrimiento en Baja California Sur (Tabla 3.3).

Aquí se debe ser muy cuidadoso al concebir el término “disponibilidad”, ya que el agua disponible es de alguna manera “virtual” porque no existen caudales perennes en el estado, y el volumen de agua que se concesiona se refiere a aquel que corra por el cauce del arroyo cuando llueva en los pocos días de huracanes que incidan en la entidad, perdiéndose el 80% del agua aproximadamente por escurrimientos hasta el mar, y otro porcentaje por evaporación, por lo que solo una pequeña porción se infiltra y puede ser aprovechada, ya que no existen obras de gran magnitud que retengan el agua de las precipitaciones.

De acuerdo con los DOF publicados para la disponibilidad media anual total de las 42 cuencas hidrológicas – tres de ellas compartidas con el estado vecino de Baja California, derivada de los estudios técnicos que fueron realizados para las 4 regiones hidrológicas de Baja California Sur, las cuales están constituidas principalmente por corrientes con pendientes muy pronunciadas que, de forma efímera, escurren con un tiempo de traslado muy corto, hacia el mar, presentan un flujo total anual promedio de 870.606 Mm³ y una disponibilidad total de 756.737 Mm³ anuales (86.9%). Sin embargo, la CONAGUA menciona en los DOF actualizados que 12 de las 42 cuencas hidrológicas son las que contribuyen con casi el 70% al escurrimiento total anual del estado, esta información debe considerarse con un cierto grado de incertidumbre ya que por ejemplo, en la Tabla 9 la cuenca hidrológica Punta Eugenia (muy diferente a las cuencas hidrográficas 1:50,000 de la CONAGUA-INEGI), se menciona que contribuye con 18.83% al escurrimiento total anual en Baja California Sur. Esto es incongruente ya que la estación climatológica del mismo nombre así como estaciones contiguas, presentan las más bajas precipitaciones normales promedio anuales en

el estado (50 mm/año). Y no sobrepasan los 7 días con lluvia promedio al año.

Por lo anterior, la disponibilidad de aguas superficiales, para el caso de Baja California Sur, no debe tomarse como un indicador de existencias seguras de

agua a considerarse durante algún evento de sequía, y se propone que la CONAGUA reevalúe la metodología utilizada para el cálculo de los indicadores que se presentan en los Diarios Oficiales de la Federación en cuanto a disponibilidad de agua se refiere para Baja California Sur.

Tabla.3.3. Las 12 cuencas hidrológicas más importantes del estado de Baja California Sur y su contribución al escurrimiento total anual, según CONAGUA 2011 (datos publicados en el Diario Oficial de la Federación, 2007 y 2011). Fuente (Wurl y García, 2012)

Cuenca hidrológica	Contribución al escurrimiento total en el CC-01
Los Planes	2.25 %
Santa Rita	2.37 %
La Paz	2.39 %
Las Pocitas – San Hilario	2.72 %
Santiago	3.09 %
La Purísima	3.28 %
Vizcaíno	4.06 %
Santo Domingo	6.74 %
Bramonas	6.91 %
San José del Cabo	7.69 %
San Ignacio	9.53 %
Punta Eugenia	18.83 %
Total	69.87 %

El Estado no cuenta con grandes ríos, pero sí con arroyos que sólo presentan agua durante la temporada de lluvias, permaneciendo secos el resto del año. Dentro de los más importantes están:

- En La Paz, El Cajoncito-Piojillo, El Calandrio, El Novillo, El Vaquero y San Ramón;
- En Comondú, Los Cajones e Insurgentes;
- En Loreto, Las Parras, Potrerillos y Miramar; y
- En Mulegé, Providencia, San Luciano, Purgatorio y Mulegé.
- En Los cabos, Arroyo San José.

Por otro lado, existen varios manantiales que se originan en la cadena montañosa y que, al no contar con un volumen importante, no pueden llegar al mar y forman Oasis y pozas a lo largo del territorio.

Presas

En Baja California Sur existen diversas obras de captura de agua superficial (presas y represas) que almacenan volúmenes de agua de unos pocos metros cúbicos hasta 13 millones de metros cúbicos (Mm³). Las

4 presas más grandes (Tabla 3.4) captan un volumen total de 34.7 Mm³; su uso principal es el control de avenidas y la recarga artificial de acuíferos (CONAGUA, 2011).

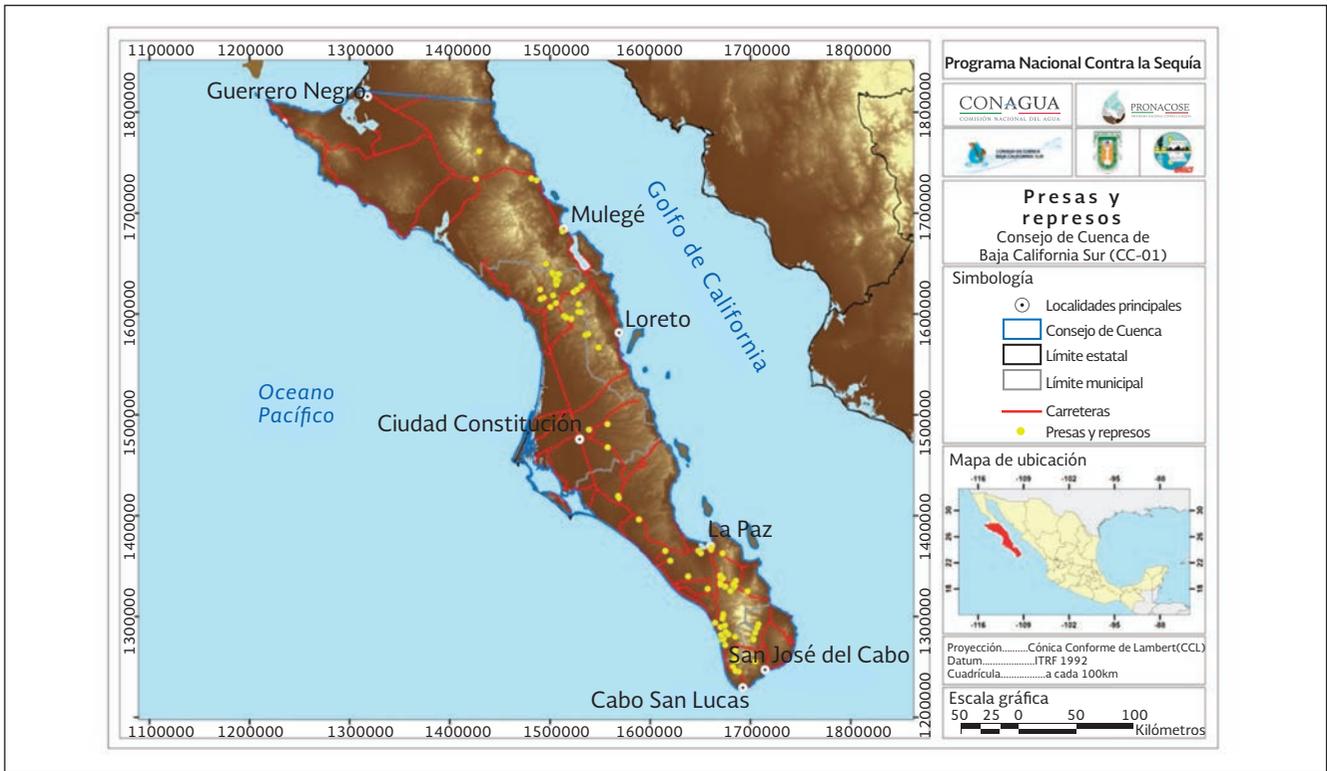
Tabla.3.4. Las 4 presas más grandes en BCS, sus especificaciones técnicas, capacidades y usos según CONAGUA (2011).Vol = 34.7 Mm³

Descripción	El Iguahil	San Lázaro	Buena Mujer	Santa Inés
Nombre oficial	El Iguahil	San Lázaro	Buena Mujer	Gral. Agustín O. Avilés
Corriente	Arroyo San Luis (afluente de las Bramonas)	Arroyo San Felipe	Arroyo Cajoncito	Arroyo Grande o Santa Inés
Altura de la cortina (m)	15	37.2	47.5	39
Elevación al NAMO (msnm)	117	299.10	367.5	290.5
Capacidad al NAMO (Mm ³)	5	5.7	11	13
Elevación al NAME (msnm)	120.7	305.68	370.5	294.8
Capacidad al NAME (Mm ³)	14.2	10.7	14	21
Término de construcción	1985	1994	1987	1983
Capacidad de las obras de control (m ³ /s)	5		209	
Uso de la presa	Control de avenidas y recarga del acuífero Santo Domingo	Control de avenidas y recarga del acuífero San José	Control de avenidas y recarga del acuífero La Paz	Control de avenidas y recarga del acuífero Cañada Honda

En Baja California Sur, y de acuerdo con la información obtenida de CONAGUA, existen un total de 91 obras de captura de agua superficial (presas y represas, Figura 3.1), la mayoría de muy bajo volumen, las cuales han sido construidas como estrategias de almacenamiento o deriva-

ción de las aguas que corren por los arroyos sólo en días de huracanes, para retención, recarga de acuíferos y suministro en los pozos de las rancharías ubicadas en sus alrededores para su uso en infiltración, riego, abrevadero, consumo humano y otros usos.

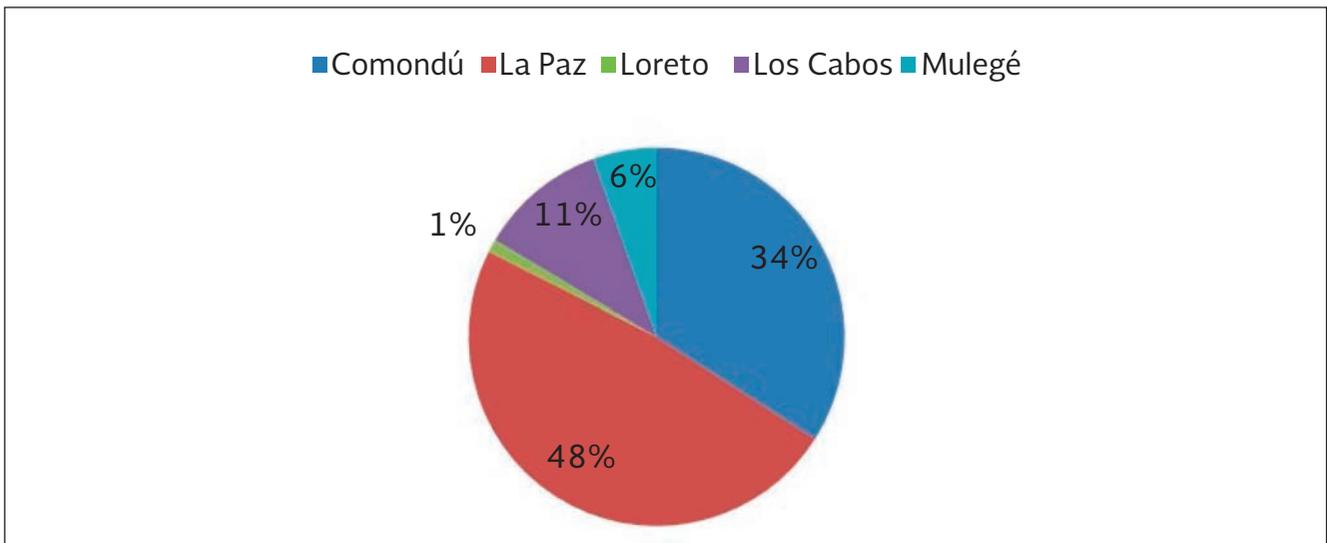
Figura 3.1. Mapa de presas y represas distribuidas en Baja California Sur.



Por municipio, estas obras de captura de agua superficial presentan una distribución muy dispar. Solo en los

municipios de Comondú y La Paz juntos, se distribuye el 82% de todas las obras de captación (Fig 3.2).

Figura 3.2. Distribución porcentual de obras de captación en Baja California Sur. CONAGUA (2013)



No se encontró información con respecto a los volúmenes históricos anuales de agua que estas obras recargan en promedio o las cantidades de aguas superficiales captadas que se aprovecha cada año en promedio. Solo existe datos de la presa San Lázaro donde se concesionó en 1998 un volumen de 2 Mm³ por año para el riego de un campo de golf (con el nombre Querencia). Actualmente se buscan alternativas de uso para este volumen de agua.

3.1.2. Aguas subterráneas

La recarga media anual de los acuíferos en Baja California Sur es de 453.2 hm³ al 2010, y la disponibilidad de agua subterránea es muy baja de alrededor de 26.75 hm³. De acuerdo con la información del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), al 31 de

diciembre de 2010 se utilizan 407 hm³ sin considerar la generación de energía (Fig. 2).

Se ha mencionado que el CC-01 Baja California Sur, presenta 39 sistemas administrativos subterráneos denominados acuíferos, cuya importancia para el estado es vital, ya que prácticamente cada gota que se utiliza para las diversas actividades productivas y para consumo humano, proviene de ellos.

El volumen de agua subterránea por acuífero identificado en el estado de Baja California Sur, asciende a poco más de 378 millones de metros cúbicos para octubre de 2013 (Tabla 5) siendo el de Santo Domingo el más importante en superficie, volumen y uso agrícola, siendo incluso el único distrito de riego en el estado.

Tabla.3.5. Relación de volúmenes de aguas subterráneas por acuífero identificados en el estado de Baja California Sur. La base de datos que se utilizó para dar respuesta a la presente consulta es con fecha de corte al 31 de marzo de 2013. CONAGUA (2013)

Acuífero		Volimen de extracción (m ³ /año)
0301	Punta Eugenia	122 637.00
0302	Vizcaíno	37 998 443.00
0303	San Ignacio	7 901 242.00
0304	La Purísima	2 231 734.00
0305	Mezquital Seco	1 963 044.00
0306	Santo Domingo	175 556 812.00
0307	Santa Rita	763 251.00
0308	Las Pocitas-San Hilario	2 439,388.00
0309	El Conejo-Los Viejos	2 320 295.00
0310	Melitón Albañez	2 235 500.00
0311	La Matanza	2 185 380.00
0312	Cañada Honda	678 187.00
0313	Todos Santos	2 518 040.00
0314	El Pescadero	2 949 186.00
0315	Plutarco Elías Calles	977 040.00
0316	Migriño	292 000.00
0317	Cabo San Lucas	5 111 382.00

	Acuífero	Volimen de extracción (m³/año)
0318	Cabo Pulmo	888 570.00
0319	San José Del Cabo	27 726 013.00
0320	Santiago	19 012 603.00
0321	San Bartolo	988 375.50
0322	El Carrizal	11 977 581.00
0323	Los Planes	12 289 965.00
0324	La Paz	29 018 892.00
0325	El Coyote	5 235 240.00
0326	Alfredo V. Bonfil	2 127 094.00
0327	Tepentú	6 000.00
0328	Loreto	75 083.00
0329	San Juan B. Londó	7 645 272.00
0330	Rosarito	77 820.00
0331	Bahía Concepción	16 024.50
0332	Mulegé	4 625 620.00
0333	San Marcos-Palo Verde	3 369 205.00
0334	San Bruno	1 119 015.00
0335	San Lucas	236 570.00
0336	Santa Águeda	391 036.00
0337	Santa Rosalía	53 364.00
0338	Las Vírgenes	3 262 924.00
0339	Paralelo 28	0.00
	Total general	378 385 828.00

En cuanto a la extracción por usos de los distintos sectores en cada acuífero, el Anexo II presenta estos valores para cada acuífero del CC-01.

En la actualidad el agua en B.C.S. se obtiene principalmente de fuentes subterráneas, debido a la falta de

ríos permanentes. La suma del agua subterránea concesionado en BCS coincide con la suma del agua que se recarga anualmente (según datos de la CONAGUA, 2011) lo que indica que ya no existe disponibilidad de agua subterránea, 19 de estos acuíferos se encuentran en déficit (Figuras 3.3 y 3.4).

3.2. Revisión y análisis del estado y capacidad de producción de plantas potabilizadoras.

A continuación se integran datos sobre el Inventario de la infraestructura en operación y la potabilización del agua para uso y consumo humano, registradas en CONAGUA, sin considerar quién las haya construido o las opere. No se incluyen plantas potabilizadoras de los sectores industrial, comercial y de servicios.

A nivel nacional para el año 2011, el registro de plantas en operación aumentó a 653 unidades, con capacidad instalada en conjunto de 134 530.69 l/s y

caudal potabilizado de 94 647.17 l/s. Esto significó un incremento en el ejercicio del 3.1% en el caudal de agua potabilizada (Información tomada del Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación. Diciembre de 2011).

Para Baja California Sur el número de plantas potabilizadoras en operación es de 17 (Tabla 3.6), (la capacidad instalada es de 215.9 l/s, cuyo caudal potabilizado es de 215.5 l/s. La filtración directa es 1, con 5.0 Qpot (l/s), osmosis inversa de 16, con 210.5 Qpot (l/s).

Tabla.3.6. Plantas potabilizadoras para Baja California Sur.

Municipio	Localidad	Nombre de la planta	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal potabilizado (l/s)	Observaciones	Rendimiento (%)
Comondú	Puerto Alcatráz (Isla Santa Margarita)	Puerto Alcatráz	Osmosis inversa	0.2	0.2	Rehabilitada con el programa Prossapys 2008	100
Comondú	Puerto Magdalena (Bahía Magdalena)	Bahía Magdalena	Osmosis inversa	0.4	0.4	Rehabilitada con el programa Prossapys 2008	100
Comondú	La Purísima	La Purísima	Osmosis inversa	0.5	0.5	Uso exclusivo para consumo humano	100
Comondú	San Isidro	San Isidro	Filtración directa	5	5	Opera normalmente	100
Comondú	San José de Comondu (Los Comondu)	San José de Comondu	Osmosis inversa	0.4	0.2	Operando al 100%	50
La Paz	San Antonio	San Antonio	Osmosis inversa	0.4	0.4		50
La Paz	San Evaristo	San Evaristo	Osmosis inversa	0.2	0.2	Rehabilitada con el programa Prossapys 2008	100
Los Cabos	Cabo San Lucas	Los Cabos	Osmosis inversa	200	200	Uso público urbano	100

Municipio	Localidad	Nombre de la planta	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal potabilizado (l/s)	Observaciones	Rendimiento (%)
Mulegé	Estero de la La Bocana	La Bocana	Osmosis inversa	2.8	2.78	Rehabilitada con el programa Prossapys 2008	
Mulegé	Natividad (Isla Natividad)	Isla Natividad	Osmosis inversa	1	1	Nueva, entró a operar programa Prossapys 2009	
Mulegé	Campo Delgadito	Campo Delgadito	Osmosis inversa	0.2	0.2	Rehabilitada con el programa Prossapys 2008	
Mulegé	El Dátil	El Dátil	Osmosis inversa	0.2	0.2	Rehabilitada con el programa Prossapys 2008	
Mulegé	Natividad (Isla Natividad)	Isla Natividad	Osmosis inversa	1.3	1.3	Utiliza proceso de destilación, sólo se utiliza en caso de emergencia. Toma de agua de mar suministro doméstico	
Mulegé	Punta Abreojos	Punta Abreojos	Osmosis inversa	2.1	2.08	Rehabilitada con el programa Prossapys 2008	

3.3. Revisión y análisis de los volúmenes de agua residual tratada para reúso.

Para el tratamiento integral de las aguas residuales municipales, el inventario comprende el conjunto de plantas de tratamiento registrado en CONAGUA, sin considerar quién las haya construido o las opere. Además, se consideran los efluentes de fosas sépticas y sistemas formales de tratamiento de núcleos habitacionales como parte del caudal tratado.

Para el año 2011, el registro de plantas en operación fue de 2,289 instalaciones, con una capacidad instalada de 137,082.13 l/s y caudal tratado de 97,640.22 l/s, que significa incrementos en el ejercicio del 7.47% en cuanto a capacidad instalada y de 4.14% en caudal tratado, que permitieron alcanzar una cobertura de tratamiento de aguas residuales municipales del 46.5% en el ejercicio.

Para Baja California Sur el número de plantas de tratamiento de aguas residuales en operación es

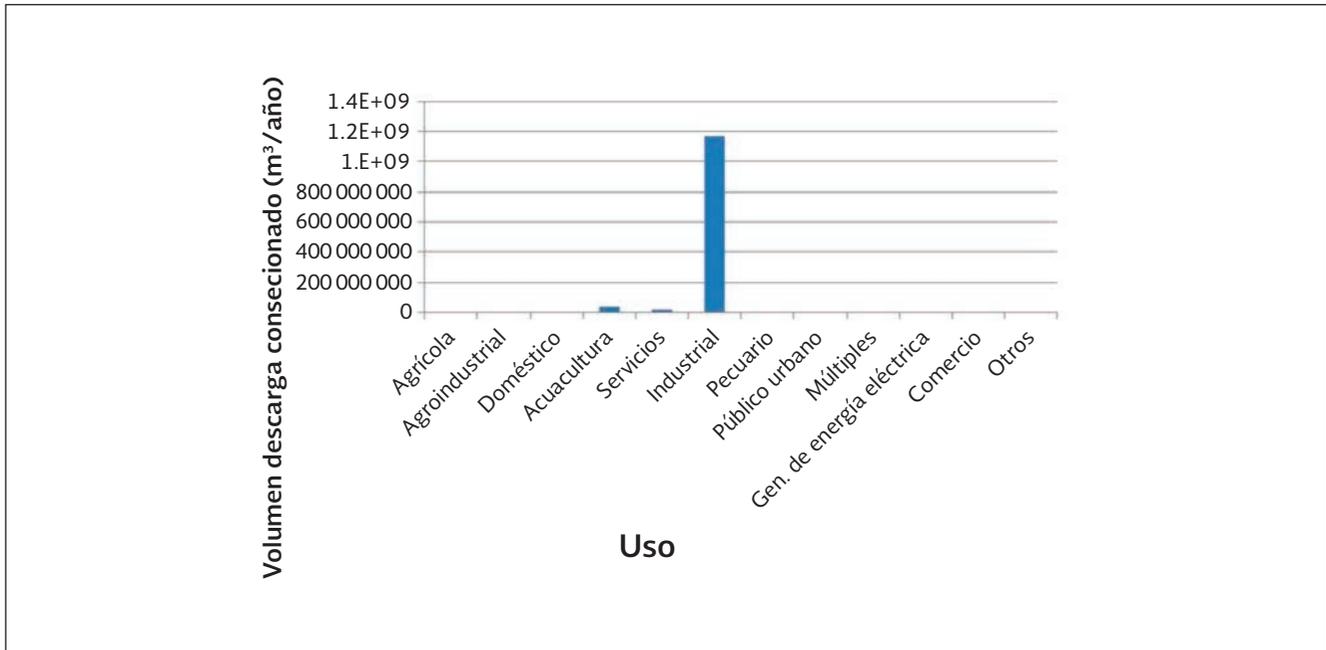
de 23, con una capacidad instalada de 1,447.5 (l/s) y con un caudal de 1,062.8 (l/s). Para 2 de ellas el proceso es anaerobio con 7.3 Qop (l/s); con 11 lagunas estabilizadoras con 257.5 Qop (l/s) y 10 con lodos activos con 798.0 (l/s) (Tabla 3.7 y Fig. 3.3). Los municipios con el mayor número de plantas son Los Cabos (8), Comondú (5), y La Paz (5).

Tabla 3.7. Plantas Municipales de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación en el estado de Baja California Sur.

Municipio	Localidad	Nombre de la planta	Proceso	Capacidad instalada (l/s)	Caudal tratado (l/s)	Cuerpo receptor o reúso	Observaciones
Los Cabos	Cabo San Lucas	El Arenal	Lodos activados	120	90	Campos de golf y Áreas Verdes	Opera FONATUR
Los Cabos	Cabo San Lucas	Mesa Colorada	Lodos activados	150	70	Suelo	Inicio operación con un caudal de 24 L/S en 2009, se están realizando obras complementarias operará al 100 en el transcurso del 2011.
Los Cabos	Cabo San Lucas	Miraflores	Lodos activados	3.2	1	Riego de Áreas Verdes	Inicio operación en 2003
Los Cabos	Cabo San Lucas	Sonrise	Lagunas de estabilización	45	35	Campos de golf y Áreas Verdes	Ocasionalmente se generan malos olores
Los Cabos	La Ribera	La Ribera	Aerobio	5.6	5.6	Áreas Verdes	En operación 2007
Los Cabos	San José del Cabo	San José del Cabo	Lodos activados	150	150	Campos de golf y Áreas Verdes	Ampliación de 100 a 150 L/S en 2002. Buenas condiciones de operación
Los Cabos	Santiago	Santiago	Aerobio	1.67	1.67	Áreas verdes	En operación 2007
Comondú	Ciudad Constitución	Batallón	Lagunas de estabilización	80	65	Riego de forrajes	Reposición de sistema lagunar para aguas de operación.
Comondú	Ciudad Constitución	Vivero	Lagunas de estabilización	50	40	Riego de forrajes	Malas condiciones de operación
Comondú	Ciudad Insurgentes	Ciudad Insurgentes	Lagunas de estabilización	50	20	Infiltración al subsuelo	Malas condiciones de operación
Comondú	Villa Ignacio Zaragoza	Villa Ignacio Zaragoza	Lagunas de estabilización	10	1	Riego de praderas	Nueva, entró a operar 2009 programa Prossapys

Municipio	Localidad	Nombre de la planta	Proceso	Capacidad instalada (l/s)	Caudal tratado (l/s)	Cuerpo receptor o reúso	Observaciones
Comondú	Villa Morelos	Villa Morelos	Lagunas de estabilización	10	1	Riego Agrícola	Nueva, entró a operar 2009 programa Prossapys
Loreto	Loreto	Loreto	Lodos activados	60	40	Campos de golf y Áreas Verdes	Ampliación en 2006 de 30 a 60 L/S. Buenas condiciones de operación
Loreto	Nopoló	Nopoló	Lagunas de estabilización	60	10	Infiltración al subsuelo	Se modifica el gasto de capacidad instalada de 20.0 lps a 60.0 lps y caudal de operación de 5.0 a 10.0 lps malas condiciones de operación
Loreto	Nopoló	Nopoló	Lodos activados	30	2	Campos de golf	Inicio operación en 2009 actualmente opera con
Mulegé	Guerrero Negro	Guerrero Negro	Lagunas de estabilización	30	20	Infiltración al subsuelo	Falta actualización
Mulegé	Heroica Mulegé	Mulegé	Lagunas de estabilización	20	0.5	Infiltración al subsuelo	Malas condiciones de operación
Mulegé	Santa Rosalía	Santa Rosalía	Lagunas de estabilización	80	60	Golfo de California	Ampliación de módulos, bordos de tierra.
La Paz	La Paz	La Paz	Lodos activados	450	430	Riego agrícola	Inicio de operación en 1996. Buenas condiciones de operación
La Paz	El Pescadero	El Pescadero	Lodos activados	3.5	1.5	Áreas Verdes (palmeras)	Buenas condiciones de operación
La Paz	San Juan de Los Planes	Los Planes	Lodos activados	3.5	1.5	Riego Agrícola	Buenas condiciones de operación
La Paz	Todos Santos	Cala de Ulloa	Lodos activados	15	12	Arroyo sin nombre	Nuevo, inició operación en 2009, iniciativa privada
La Paz	Todos Santos	Todos Santos	Lagunas de estabilización	20	5	Infiltración al subsuelo (está cerca del mar)	Nuevo, inició operación en 2009, iniciativa privada

Figura 3.5. Volúmen de descarga concesionado de aguas residuales por uso, para Baja California Sur.



3.4. Calidad del agua.

En cuanto a la calidad del agua entregada a los organismos operadores, presentes e históricos, en Baja California Sur la CONAGUA no les entrega el agua a los Organismos Operadores, sino que ellos la extraen directamente de los acuíferos.

Actualmente se tienen problemas severos de contaminación en los acuíferos costeros, principalmente intrusión salina provocada por la sobreexplotación, como los acuíferos Valle de Santo Domingo, La Paz y San José del Cabo. En estas zonas costeras se han obtenido registros de DBO5 y DQO con rangos entre 1.0 y 6.5 veces arriba de la norma. Además algunos acuíferos presentan contaminación por coliformes fecales (Cabo San Lucas), agroquímicos (La Matanza) y contaminantes procedentes de las descargas de plantas de tratamiento de aguas residuales (San José del Cabo) (SEMARNAT, 2012).

Municipio de Comondú

En lo que respecta a la calidad del agua suministrada por el organismo operador, en la mayoría de las poblaciones se está llevando a cabo la cloración del agua con hipoclorito de calcio, solo en Cd. Constitución se utiliza el gas cloro. Pero no se cuenta con análisis físico-químicos recientes de las fuentes de captación. Distrito de Riego 066 Santo Domingo

En el Distrito de Riego 066 de Santo Domingo (DDR066) la Comisión Federal de Electricidad, Pemex, y La CONAGUA han reportado que la calidad del agua del acuífero es moderada y, sólo a profundidades mayores han encontrado niveles de salinidad similares a los del agua marina (Herrera et al., 2001). Con base en el monitoreo del nivel de sales del acuífero, en el año 2005 se confirmó que existen aumentos en la salinidad del agua de los pozos (Jiménez, 2008).

El agua de todos los pozos del DDR 066 tiene concentraciones superiores a los Límites Máximos

Permisibles (LMP) en uno o más parámetros de salinidad de acuerdo a la normatividad antes referida.

La CE y la RAS están relacionados con las concentraciones desales que causan efecto osmótico y disminución del rendimiento en los cultivos (Mancilla, 2012) así como con los efectos de toxicidad (Pizarro, 1985; Ayers y Westcott, 1985; Mendoza, 2009; Velázquez, 2001), por lo que son indicadores de la aptitud del agua para uso agrícola o potable.

Las aguas analizadas en el presente estudio exceden los LMP de CE y RAS para su uso potable y uso agrícola, conforme a la norma de la FAO y la guía de calidad de agua de África del Sur. Los niveles altos de salinidad se detectaron principalmente en las áreas cercanas a las costas del norte y del sur del distrito de riego. Esto confirma que el DDR 066 se encuentra en uno de los 17 acuíferos del país con problemas de salinidad (Jiménez, 2008), lo cual se puede deber a intrusiones salinas por sobreexplotación de los pozos (Troyo *et al.*, 2008).

Estudio del Arsénico en Baja California Sur

Entre Septiembre 2004 y Junio 2005, Niparajá AC en colaboración con la CONAGUA realizó un estudio de la calidad del agua en 500 pozos del estado de Baja California Sur (BCS), México (Fig. 3.4). Los análisis del arsénico, salinidad y bacteria fueron conducidos en 122 pozos potables, 82 pozos agrícolas, y 296 pozos a cielo abierto en comunidades rurales. La figura 3.5 muestra la distribución de las zonas afectadas.

Los resultados se resumen en seguida:

- El 21% de los pozos analizados rebasan la Norma Oficial Mexicana de 1,000 miligramos por litro de salinidad y 66% rebasan la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 500 miligramos por litro.
- El 16% de los pozos analizados rebasan la Norma Mexicana de 25 microgramos por litro de arsénico y 24% rebasan la Norma de la OMS de 10 microgramos por litro.
- El 42% de los pozos en zonas rurales presentan bacteria *E. coli* (indicador de contaminación fecal del agua) en temporada seca y cerca del 100% en temporada de lluvias.

Figura 3.6. Concentración de arsénico por muestra de agua. Resultados del estudio de la calidad del agua de 500 pozos en BCS. Niparajá-CONAGUA (2005)

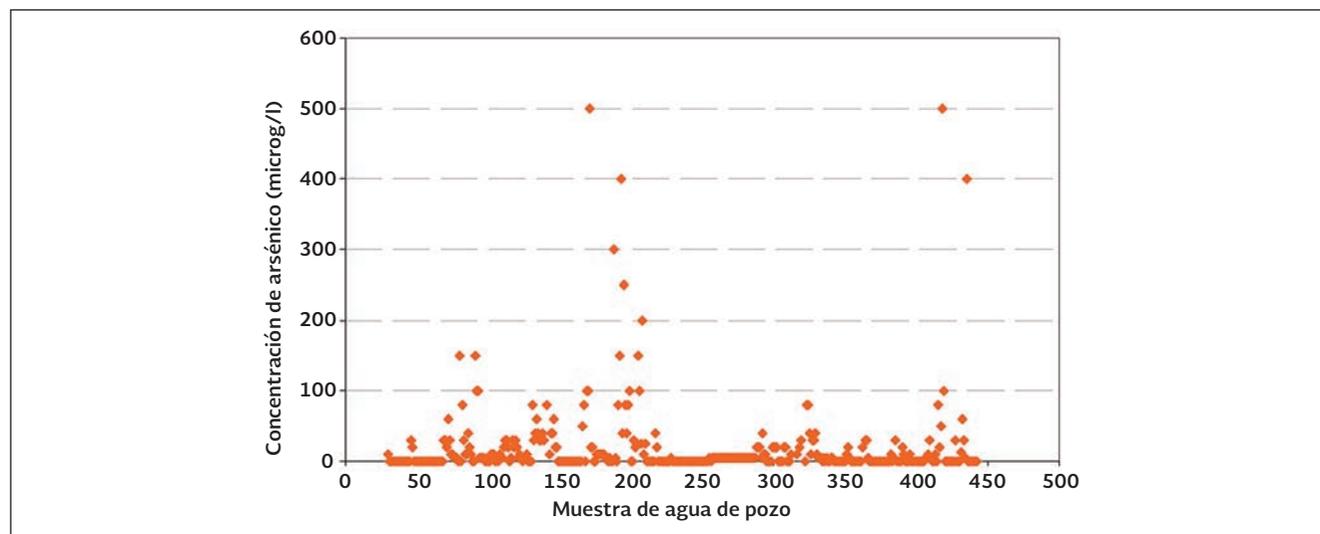


Figura 3.7. Mapa de zonas afectadas por Arsénico en B.C.S. Niparajá-CONAGUA (2010)



3.5. Análisis y diagnóstico de la sequía histórica en Baja California Sur.

La Comisión Nacional del Agua (2003) describe la situación actual del recurso agua en su Programa Hidráulico Regional para la región 1, Península de Baja California. Según este análisis, la sobreexplotación de los acuíferos de la región ha ocasionado el abatimiento de los niveles estáticos, que provocan la intrusión de las aguas marinas en muchas cuencas hidrogeológicas. Las fuentes de abastecimiento disponibles, y en especial los acuíferos, presentan niveles notorios de sobreexplotación, lo que además de constituir una restricción para su desarrollo futuro, empieza a generar riesgos para el abasto a la población y centros de producción ya establecidos. Según este análisis la región se encontrará en situación crítica por la presión del recurso agua (>80%) para 2025. El recurso hídrico además está afectado por los impactos del cambio climático los cuales van aumentarse en el futuro (Wurl y García, 2012).

El estado de Baja California Sur es muy árido, con escasa disponibilidad de agua. La única fuente confiable de agua dulce son los recursos del agua subterránea, que se recargan después de las inundaciones y escurrimientos ocasionados por las intensas lluvias, provocadas en su mayoría por tormentas tropicales. Un problema grave es la intrusión del agua marina que ocurre por el uso excesivo del agua en las cercanías de la costa. La extracción del agua subterránea en BCS en suma es mayor que la disponibilidad de agua en todos los acuíferos. Otros problemas representan inundaciones que ocurren como consecuencia de lluvias extremas y las sequías que periódicamente afectan el estado. Como sequía se describe una anomalía en la disponibilidad del agua en una región de tal manera que existe un déficit de precipitación con respecto a la precipitación media anual o estacional de largo periodo, y a su duración INE (1995).

Durante la década 2000-2010 la población de BCS se aumentó 50%, lo que disminuyó la disponibilidad de agua *per cápita* al año a un valor de solo 785 m³,

por lo cual se clasifica actualmente el estado como entidad que experimenta escasez de agua.

La situación actual del recurso agua en Baja California Sur es crítica debido a su escasa disponibilidad y la creciente demanda. Actualmente existe igualdad entre el volumen de recarga anual y la extracción anual, lo que indica la necesidad de un aumento artificial del agua en el futuro. Existen muchos métodos técnicos para aumentar la oferta de agua de los cuales tres métodos tienen mayor importancia para el estado de BCS: La desalinización, el reúso de aguas residuales tratadas y la captura de agua superficial en presas.

El primero no representa una opción viable para un aumento sustancial del agua, debido a su relativamente poco volumen y debido a que este recurso ya está concesionado para el riego.

Debido a los altos costos, la desalinización de agua salobre o salada no puede substituir el déficit esperado en el futuro cercano.

La captura del agua superficial en obras como presas, represas o estanques de infiltración representa la opción más viable para el estado de Baja California Sur. El volumen anual del agua superficial (estimada por la CONAGUA) representa casi el doble (187%) del volumen de la recarga anual de agua subterránea en el estado.

El estado de Baja California Sur se encuentra en condiciones de la sequía clasificadas entre severas y extremadamente severas. Según los pronósticos esta situación va cambiar en grandes partes del estado hacia condiciones muy severas y extremadamente severas.

La modelación respecto al agua superficial indica que las pérdidas por evapotranspiración y por escurrimiento superficial hacia el mar van estar mayores en caso de lluvias más intensivas y menos frecuentes.

Se recomienda la construcción de obras de captura del agua superficial y obras de recarga artificial para poder recompensar las reducciones esperadas en la recarga, debido al cambio climático. El agua superficial representa un enorme potencial según los evaluaciones de las cuencas hidrológicas en el estado (CONAGUA 2010) que en suma tienen una descarga promedio anual mayor a toda la recarga anual del agua subterránea del estado.

Además se recomienda comprobar a nivel local las siguientes intervenciones:

- Construcción de presas
- Recarga de agua superficial captada
- Reducción de las pérdidas por fugas en las redes de distribución
- Medición y control del consumo de agua en las ciudades
- Modernización de las redes de agua potable
- Re-bombeo de aguas en ciudades perdidas por la red de distribución defectuosa
- Reúso de las aguas negras
- Captura de aguas superficiales en represas
- Siembra de lluvias
- Desalinización de agua (del mar)

Referencias

- Almorox, J. 2010. Métodos de estimación de las evapotranspiraciones ETP y Etr. 19 pp.
- Carrillo-Guerrero, Y. 2010. Diagnóstico de la Cuenca de La Paz, Reporte Final del Convenio Niparaja - Pronatura Noroeste "Diálogos del Agua". 42 pp.
- CEA Baja California Sur. 2008. Programa Estatal Hídrico 2008-2013. 159 pp.
- CENAPRED. 2012. Clasificación de las sequías. Sequía. Consultado en junio de 2013. <http://www.cenapred>.

- unam.mx/es/Investigacion/RHidrometeorologicos/FenomenosMeteorologicos/Sequia/
- CONAGUA. 2010. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego, Año Agrícola 2008-2009. 323 pp.
- CONAGUA. 2011. Estadísticas del Agua en México. Edición 2011. 132 pp.
- CONAGUA. 2011. Inventario Nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación Diciembre 2011. 397 pp.
- CONAGUA. 2011. Tratado sobre aguas internacionales entre México y Estados Unidos: Definición y clasificación de sequía. 16 pp.
- CONAGUA. 2012. Cuestionario de ciudades grandes de Loreto. 6 pp.
- CONAGUA. 2012. Red de estaciones climatológicas. Atlas Digital del Agua México 2012. Sistema Nacional de Información del Agua. Consultado en mayo de 2013. <http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo10.html>
- CONAGUA. 2012. Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. 89 pp.
- CONAGUA. 2013. Estado de Baja California Sur, títulos y volúmenes de aguas nacionales y bienes inherentes por uso de agua. 1 pp.
- CONAGUA. Agosto 2012. Memorando No. BOO.00.07.-391. Tlalnepantla, Edo. De Méx. 1 pp.
- CONAGUA. Edición 2012. Compendio Estadístico de Administración del Agua (CEAA). SEMARNAT.91 pp.
- DALE, L., N. Miller, S. Vicuna, C. Brush, T. Kadir, E. Dogrul, F. Chung. Modeling the Impact of Drought on Groundwater and Crops. 30 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 1992. Ley de Aguas Nacionales. Última Reforma 07-06-2013. 107 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 2011. Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de sequía severa del 1 de mayo al 30 de noviembre de 2011 en los municipios de La Paz, Los Cabos y Loreto del Estado de Baja California Sur. Consultado en https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5234593&fecha=21/02/2012 el 25 de junio de 2013
- Diario Oficial de la Federación. 2012. Acuerdo por el que se instruyen acciones para mitigar los efectos de la sequía que atraviesan diversas entidades federativas. Presidencia de la República de los Estados Unidos Mexicanos. Anexo 5. 3 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 2012. Acuerdo por el que se modifican las Reglas de Operación para los Programas de Infraestructura Hidroagrícola y de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a cargo de la Comisión Nacional del Agua, aplicables a partir de 2012, publicadas el 29 de diciembre de 2011. SEMARNAT. Anexo 6. 2 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 2007. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas San Lucas, San José del Cabo, Cabo Pulmo, Santiago, San Bartolo, Los Planes, La Paz, El Coyote, Alfredo B. Bonfil, Tepentú, Loreto, San Juan B. Londo, Rosarito y Bahía Concepción, mismos que forman parte de la región hidrológica número 6 Baja California Sureste SEMARNAT. 28 pp.
- Diario Oficial. 2012. Memorandum 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. CONAGUA. Noviembre de 2012. 7 pp.

- García Jiménez, F., O. Fuentes, L. Matías. 2002. Sequías. Serie de Fascículos. CENAPRED. Secretaría de Gobernación. 36 pp.
- Gobierno del Estado de Baja California Sur. Secretaria de Salud. Consultado en <http://www.saludbcs.gob.mx/Programas.html> el 25 de junio de 2013.
- Gobierno del Estado De Baja California Sur. 2011. Programa Hídrico Estatal. 8 pp.
- Gobierno del Estado De Baja California Sur. 2012. Indicadores de Baja California Sur en el contexto nacional. 76 pp.
- Gobierno del Estado De Baja California Sur. 2012. Plan Estatal de Desarrollo 2011-2015 Ejercicio 2011-2012. Revista COPLADE. 29 pp.
- Gobierno del Estado De Baja California Sur. 2013. Baja California Sur Información Estratégica. 72 pp.
- Gobierno del Estado De Baja California Sur. Plan Estatal de Desarrollo 2011-2015 Actualización de las líneas de acción. 246 pp.
- H. Ayuntamiento de Comondú. 2012. Indicadores Comondú. OOSAPAS Comondú. 3 pp.
- H. Ayuntamiento de La Paz. 2012. Indicadores La Paz. OOSAPAS La Paz. 2 pp.
- H. Ayuntamiento de Los Cabos. 2012. Indicadores Los Cabos. 3 pp.
- H. VIII Ayuntamiento de Los Cabos, B.C.S. Abril 2005. Primer encuentro nacional de comités locales de Playas Limpias. Presentación del Comité de Playas Limpias del Municipio de Los Cabos, B.C.S. 11 pp.
- H. XIV Ayuntamiento de Comondú. Junio 2013. Oficio 217/2013. Organismo Operador del Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Anexo información. 5 pp.
- H. XIV Ayuntamiento de La Paz. Marzo 2013. Proyecto estratégico de desarrollo el agua en el municipio de La Paz. Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de La Paz. 312 pp.
- Heddinghaus, T.R. y P. Sabol. 1991. A review of the Palmer Drought Severity Index and where do we go from here? Proceedings, 7th Conf. on Appl. Climatol., 10-13 September 1991, Boston: American Meteorological Society, 242-246.
- Heim, Jr. y R. Richard. 2002. A review of Twentieth-Century drought indices used in the United States. Bulletin of the American Meteorological Society, vol. 83, pp. 1149-1165.
- INE. 1997. Vulnerabilidad ante el cambio climático. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. SEMARNAP. 149 pp. Consultado en 2013. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/32/cap6.html>
- INEGI. 2012. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa Año Base 2013. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Págs. 214-217.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. IV Programas que comprenden medidas de adaptación al cambio climático (impactos, vulnerabilidad y adaptación). Págs. 119 - 174
- Instituto Nacional De Estadística y Geografía. Junio 2013. "Estadísticas a propósito del día mundial del medio ambiente". Datos de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. 12 pp.
- Ivanova, A., A. Gámez. 2012. Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur (PEACC-BCS). 236 pp.
- Machlica, A. y M. Stojkovova. 2008. Groundwater drought in different geological conditions. XXIVth

- Conference of the Danubian Countries. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 4 (2008) 012010. 10 pp.
- Machlica, M. Stojkovova, 2008. Groundwater drought in different geological conditions. XXIVth Conference of the Danubian Countries. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 4. 10 pp.
- Marín, A., F. Gavi, H. Flores, C. Ramírez, E. Mejía, B. Peña. Noviembre 2012. Calidad del agua en el distrito de riego 066 Santo Domingo, Baja California Sur. XXII Congreso Nacional De Hidráulica Acapulco, Guerrero, México. 6 pp.
- Marsh, T. y Lewis, M. 2009. Groundwater Drought in the UK. In Groundwater Forum- NERC. <http://www.groundwateruk.org/Groundwater-drought-in-the-UK.aspx>
- Marsh, T., M. Lewis. 2007. Groundwater Issues. Consultado en <http://www.groundwateruk.org/Groundwater-drought-in-the-UK.aspx>. 25 de Junio de 2013.
- NDMC. 2013. Comparison of Major Drought Indices: Palmer Drought Severity Index. The National Drought Mitigation Center. University of Nebraska, Lincoln. USA. Consultado en junio de 2013. <http://drought.unl.edu/Planning/Monitoring/ComparisonofIndicesIntro/PDSI.aspx>
- NIPARAJÁ-CONAGUA. 2010. Estudio hidrológico para la Reserva de la Biósfera Sierra de la Giganta y Guadalupe (RBSGG), Baja California Sur, México. http://www.defiendelasierra.org/descargas/ESTUDIO_ARSENICO_NIPARAJA.pdf
- OOMSAPAS, Los Cabos. B.C.S. 2009. Indicadores Los Cabos I. 1 pp.
- OOMSAPAS, Los Cabos. B.C.S. 2009. Indicadores Los Cabos II. 1 pp.
- Oroz, L. Febrero 2011. Las Ciencias de la Tierra en el Estudio del Agua Subterránea. Disponibilidad de Aguas Nacionales. Simposio. México, D.F. 27 pp.
- Palmer, W.C. 1965. Meteorological drought. Research Paper No. 45. U.S. Weather Bureau. [NOAA Library and Information Services Division, Washington, D.C. 20852]
- Presidencia de la República de los Estados Unidos Mexicanos. Enero 2012. Acuerdo por el que se instruyen acciones para mitigar los efectos de la sequía que atraviesan diversas entidades federativas. 5 pp.
- Presidencia de la República de los Estados Unidos Mexicanos. Enero 2012. Acuerdo por el que se instruyen acciones para mitigar los efectos de la sequía que atraviesan diversas entidades federativas. 3 pp.
- Reyes Coca, S. 2013. Las Sequías en Baja California. 8 pp.
- Santiago-Sánchez, L. 2009. Extracción de agua Los Cabos. OOMSAPAS Los Cabos, B.C.S. 13 pp.
- Secretaría de Gobernación. 2007. Serie Fascículos, Sequías. Centro Nacional de Prevención de Desastres. 39 pp.
- Secretaría de Promoción y Desarrollo. 2012. Datos Básicos de Baja California Sur 2012. 625 pp.
- SEMARNAT. 2012. Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México. 43 pp.
- Sosa, S., S. Lozano, P. Roy, M. Caballero. 2010. Registro de sequías históricas en el occidente de México con base en el análisis elemental de sedimentos lacustres: El caso del lago de Santa María del Oro. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen 62. Núm. 3. Págs. 437-451.
- Sosa-Nájera, S., S. Lozano-García, P.D. Roy, M. Caballero. 2010. Registro de sequías históricas en el occi-

dente de México con base en el análisis elemental de sedimentos lacustres: El caso del lago de Santa María del Oro. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen 62, núm. 3, p. 437-451.

Wurl, J., F. García. 2012. Recursos Hídricos. Plan Estatal de Acción Climática en B.C.S. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 41 pp.

4. Evaluación histórica de la demanda de agua

El objetivo de este capítulo será realizar una evaluación histórica de la demanda de agua durante los periodos de sequía, identificando los cambios en la demanda por parte de los usuarios y los factores que los generaron; así como verificar si las medidas de respuesta a la sequía implementadas en el pasado contribuyeron con la reducción de la demanda.

4.1. Demanda de agua en el CC-01.

En Baja California Sur la escasa disponibilidad y creciente demanda del recurso hídrico impacta negativamente el desarrollo futuro del estado y en el presente encarece las actividades económicas. Las condiciones de sequía de la entidad han sido clasificadas como severas y extremadamente severas y de acuerdo a los pronósticos oficiales, esta situación empeorará en otras partes del estado hacia condiciones muy severas y extremadamente severas. Adicionalmente, modelos del cambio climático pronostican precipitaciones intensas, y con ello una mayor afectación del estado por inundaciones. Esta doble situación obliga a identificar medidas de ahorro y aprovisionamiento alternativo de agua, así como de previsión ante eventos extremos. Si bien el abastecimiento para las actividades productivas estará comprometido en el futuro, ya lo está para uso humano en muchos asentamientos urbanos y rurales. De ahí que las acciones relacionadas con el uso del agua deben tener como prioridad el abasto a la población de manera continua, a precios accesibles y también un uso sustentable de ese recurso.

De acuerdo con información disponible de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el volumen de escurrimiento natural medio superficial en Baja California Sur es de 1,517 hm³/año. Las cuencas más importantes, en cuanto a volumen de escurrimiento superficial, son Punta Eugenia

y San Ignacio con un volumen de 182 y 96 hm³, respectivamente.

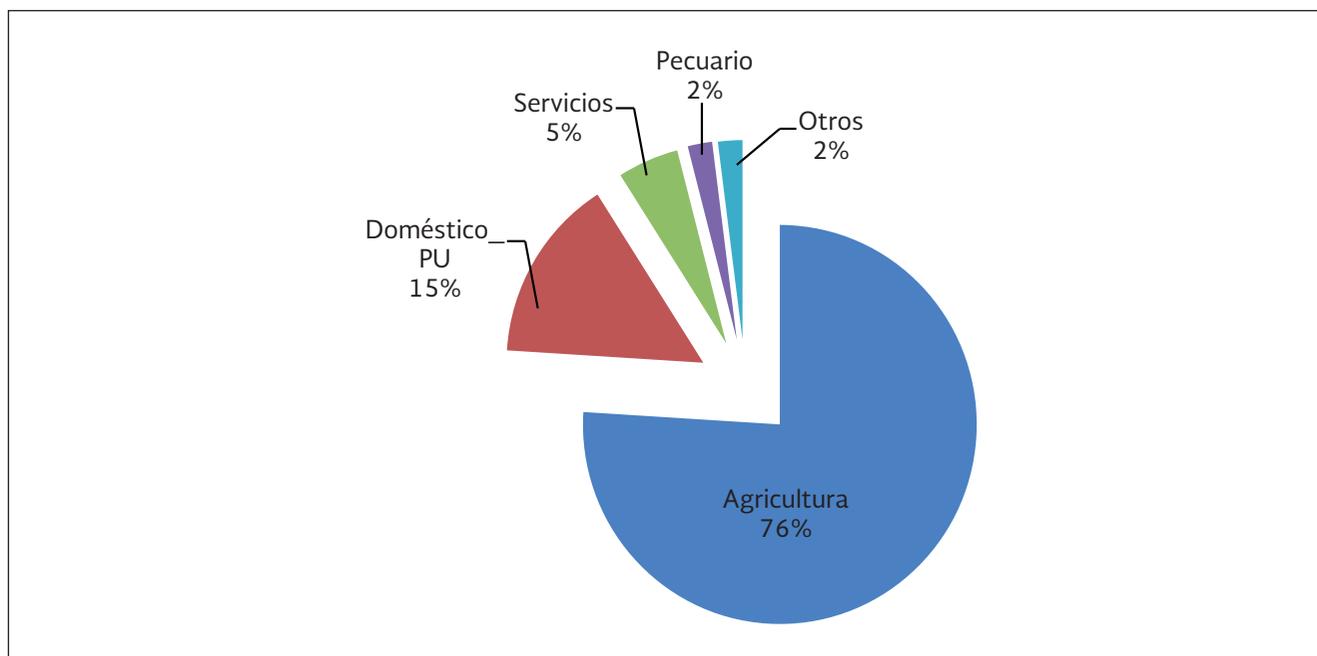
La escasez de agua y la sobreexplotación de los acuíferos son uno de los principales problemas ambientales, sociales y de desarrollo en el CC-01. Seis de los 39 acuíferos en el estado se encuentran sobreexplotados, afectando a las principales poblaciones y zonas agrícolas. A pesar de que las superficies consideradas como tierras degradadas ocupan tan sólo 13% de la superficie, en estas áreas se concentra más del 95% de la población, por lo que es de suma importancia atender y prevenir estos procesos de degradación.

La construcción de obras de captura del agua superficial y obras de recarga artificial para compensar las reducciones esperadas en la recarga de los acuíferos, es una necesidad en Baja California Sur. El volumen anual del agua superficial por lluvias representa casi el doble (187%) del volumen de la recarga anual de agua subterránea en el Estado (CONAGUA, 2010), pero esos escurrimientos no se aprovechan suficientemente.

Distribución de la demanda de agua

De acuerdo con la información del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) al 31 de diciembre de 2010 se utilizan 407 hm³ sin considerar la generación de energía, y a nivel estatal el principal usuario del agua es el sector agrícola con 76% del volumen concesionado, seguido del abastecimiento público-urbano y doméstico con 15% (Figura 4.1). El uso agrícola se da principalmente en el DR066 Santo Domingo, que demanda un volumen cercano a los 165 hm³, sembrando una superficie aproximada de 30,000 ha, con una eficiencia promedio en el uso de agua estimada de 52%. El DR066 se abastece principalmente del acuífero Valle de Santo Domingo.

Figura 4.1. Usos del agua en Baja California Sur. Fuente: CONAGUA, 2012.



Para el 2012, la agricultura es la actividad que sigue consumiendo la mayor cantidad de agua en la región, representando el 79% de la demanda total, seguida por el uso doméstico, público y urbano, con el 20% de la demanda total, en tanto que todas las demás actividades equivalen al 3% de dicha demanda. El distrito de riego Santo Domingo consume 229 hm³/año y se abastece de agua subterránea. Las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural (Urderales), que se ubican sobre los cauces de los ríos, consumen 941 hm³/año y complementan su demanda de agua mediante pozos en 712 hm³/año.

El abastecimiento de agua a la población proviene principalmente de fuentes subterráneas, el volumen extraído asciende a 59 hm³, 70% se distribuye en los municipios La Paz y Los Cabos. De fuentes superficiales se utilizan 3 hm³, siendo el municipio de Los Cabos el que utiliza 83% del volumen distribuido (CONAGUA, 2012).

La industria utiliza un total de 2.2 hm³, de los cuales 0.7 hm³ provienen de fuentes superficiales y

1.5 hm³ de fuentes subterráneas. El uso identificado como servicios demanda un volumen de 21 hm³, 90% proviene de fuentes subterráneas y el municipio que utiliza mayor volumen para servicios es La Paz.

La creciente demanda social, por un medio ambiente más limpio, ha impuesto en la planificación hidráulica la consideración de que en los cauces regulados circulen caudales ecológicos o caudales mínimos medioambientales, por lo que el caudal ecológico debe ser considerado como un uso. El caudal ambiental es el régimen hídrico que se da en un río, humedal o zona costera para mantener ecosistemas y sus beneficios donde existen usos del agua que compiten entre sí y donde los caudales se regulan. Sin embargo, en México si bien la CONAGUA ha considerado al caudal ecológico dentro del balance de aguas subterráneas, denominándolo Descarga Natural Comprometida (DNCOM), su método de cálculo y consideraciones ambientales para el mismo son aun poco claras, faltando más estudios al respecto.

Volúmenes de extracción concesionados

Con respecto al volumen de extracción concesionado por sector tanto de agua superficial como

subterránea y volumen de descarga residual concesionado por año para todo el Estado de Baja California Sur, se presenta la siguiente tabla (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Volúmenes de extracción de agua superficial y subterránea por sector. Hoja electrónica, CONAGUA (2013).

Uso	Aguas Nacionales				Volumen Total
	Aguas superficiales		Aguas subterráneas		
	Títulos	Volumen de extracción concesionado m ³ /año	Títulos	Volumen de extracción concesionado m ³ /año	
Agrícola	76	23 730 020	964	218 559 632	242 289 652
Agroindustrial	0	0	1	40 000	40 000
Doméstico	11	23 298	105	251 899	275 197
Acuacultura	0	0	0	0	0
Servicios	12	2 241 128	97	10 064 523	12 305 651
Industrial	2	700 070	16	1 300 743	2 000 813
Pecuario	387	1 066 268	795	2 708 843	3 775 111
Público urbano	5	2 887 040	22	58 556 374	61 443 414
Múltiples	527	3 433 725	1 070	82 935 714	86 369 439
Gen. de energía eléctrica	0	0	1	3 241 400	3 241 400
Comercio	0	0	2	80 000	80 000
Otros	0	0	0	0	0
Totales	1,020	34 081,549	3 073	377 739 128	411 820 677

La recarga media anual calculada al 2010, es de 473 hm³. La extracción, la cual supera a la recarga, es de 489.6 m³, mientras que la disponibilidad de agua subterránea es muy baja ya que solo alcanza 25.4 hm³. El principal usuario del agua en la entidad es el sector agrícola con el 80% del volumen concesionado, seguido del abastecimiento público-urbano y doméstico con el 12%, el uso industrial con el 2% y otros usos con el 1%.

En el Distrito de Riego 066 Santo Domingo, toda la superficie se riega con agua de bombeo de un acuífero deficitario por lo que es una necesidad imperiosa, para mantener el equilibrio del acuífero y mejorar el ingreso de los productores, tecnificar con sistemas de riego de alta eficiencia el 100% de la superficie del distrito.

La cobertura de la población con servicio de agua potable y alcantarillado en la entidad, es de 92.9

y 89 por ciento, respectivamente. Concerniente a la cobertura de agua potable, el 95 por ciento corresponde a zonas urbanas y el 70 a zonas rurales. Sin embargo, de acuerdo con datos disponibles el municipio de Los Cabos presenta rezago general.

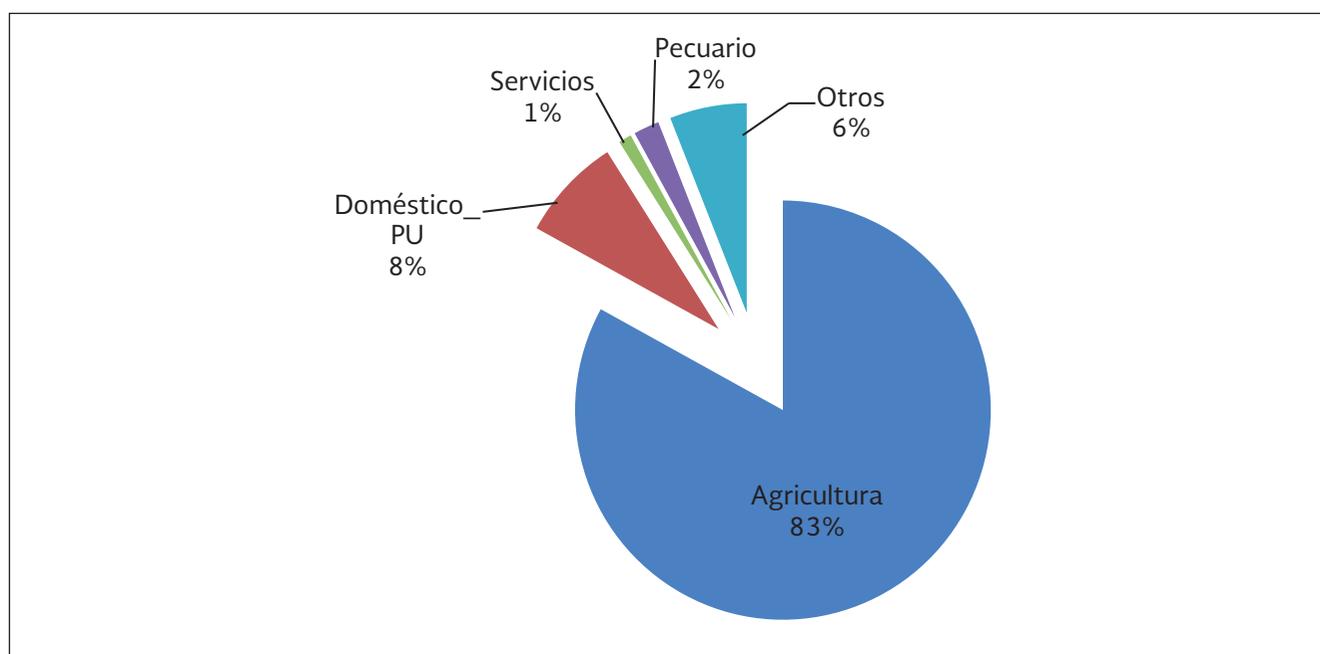
Por lo que se refiere a la infraestructura hidráulica, aún es insuficiente, y el tratamiento de las aguas residuales en la mayoría de los casos no cumple con el nivel requerido de acuerdo con las normas oficiales mexicanas de calidad del agua.

4.2. Demanda total de agua por sector en el CC-01

Municipio de Mulegé

El municipio cuenta con 59,114 habitantes y se tiene una densidad aproximada de 2 hab/km². Se riega una superficie de alrededor de 3,000 ha. De acuerdo con el REPDA hay un volumen concesionado a 2010, de 65 hm³ siendo el principal uso el agrícola con 83% (Figura 4.2). Es importante mencionar que en el municipio se tiene un volumen concesionado para generación de energía de 3 hm³ (incluido en otros usos).

Figura 4.2. Usos del agua en Baja California Sur, Municipio Mulegé

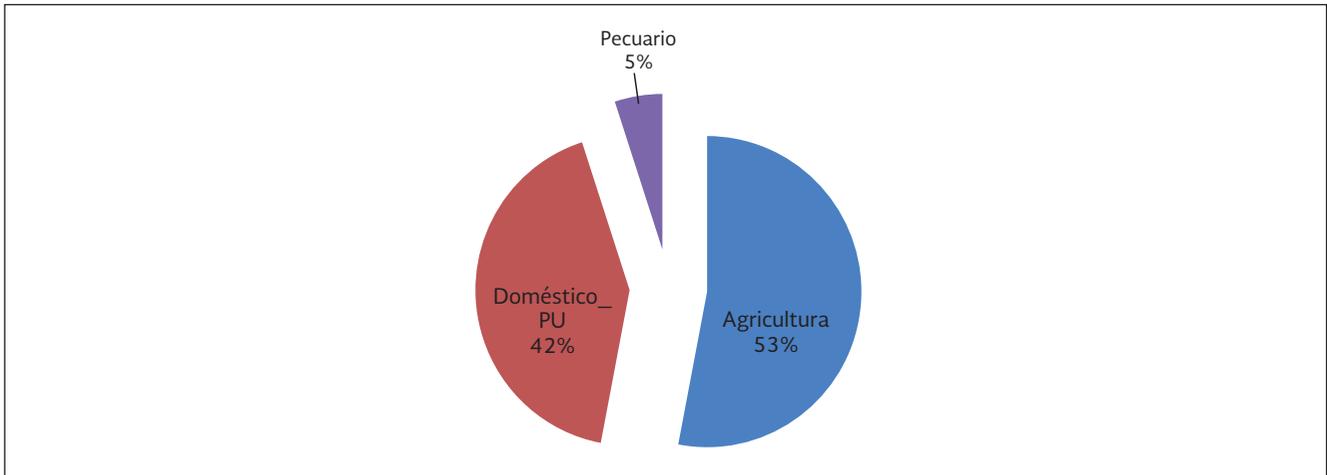


El municipio presenta actualmente un déficit hídrico de 15 hm³; es decir, la diferencia entre la oferta sustentable por capacidad instalada y la demanda total. La oferta subterránea sustentable por capacidad instalada; es decir, el volumen de agua que se puede entregar al usuario final a través de la infraestructura, asciende a 49 hm³ y representa 63% de la recarga natural. La demanda de agua asciende a 64 hm³.

Municipio de Loreto

En el municipio habitan 16,738 personas y se tiene una densidad aproximada de 1 hab/km². Se riega una superficie de alrededor de 480 ha. De acuerdo con el REPDA hay un volumen concesionado a 2010, de 7 hm³ siendo el principal uso el agrícola con 53%, seguido del uso público-urbano y doméstico con 42% (Figura 4.3).

Figura 4.3. Usos del agua en Baja California Sur, Municipio Loreto

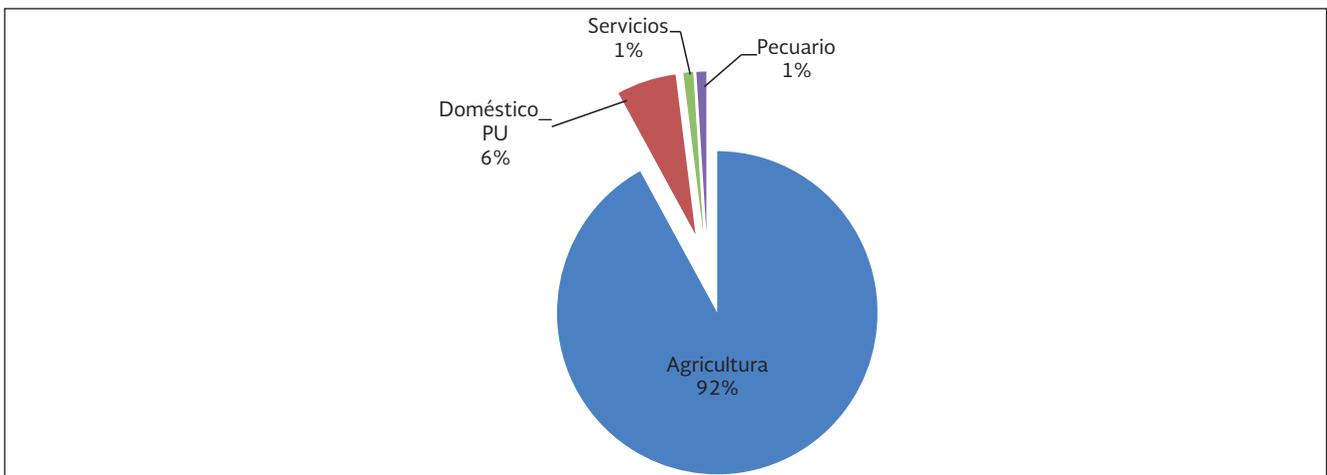


La única fuente de abastecimiento es de origen subterránea. En el municipio hay cuatro acuíferos y uno está sobreexplotado. Bajo este contexto, el municipio de Loreto presenta actualmente un déficit hídrico; es decir, la diferencia entre la oferta sustentable por capacidad instalada y la demanda total, muy pequeña (menor a 1 hm³: 300,000 m³) con respecto al resto de los municipios. La oferta subterránea sustentable por capacidad instalada; es decir, el volumen de agua que se puede entregar al usuario final a través de la infraestructura, asciende a 7 hm³ y representa 41% de la recarga natural. La demanda de agua asciende a 7.3 hm³.

Municipio de Comondú

En el municipio habitan 70,816 habitantes y se tiene una densidad aproximada de 4 hab/km². Se riega una superficie de alrededor de 30,000 ha. De acuerdo con el REPDA hay un volumen concesionado a 2010, de 186 hm³ siendo el principal uso el agrícola con 92% (Figura 4.4). Es importante mencionar que en el municipio se tiene un volumen concesionado para generación de energía de 0.5 hm³ (incluido en otros usos).

Figura 4.4. Usos del agua en Baja California Sur, Municipio Comondú

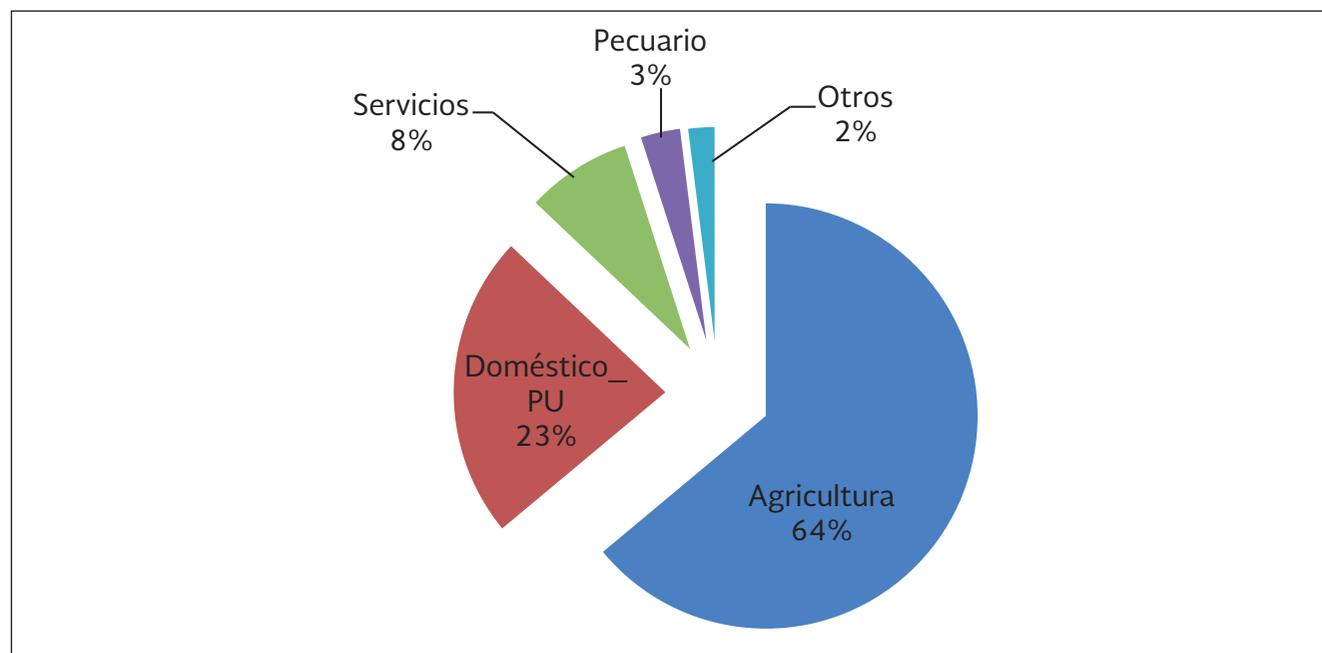


Por otro lado, la única fuente de abastecimiento es de origen subterráneo. En el municipio hay tres acuíferos, uno está sobreexplotado. Bajo este contexto, el municipio presenta actualmente un déficit hídrico de 5 hm³; es decir, la diferencia entre la oferta sustentable por capacidad instalada y la demanda total. La oferta subterránea sustentable por capacidad instalada asciende a 179 hm³ y representa 95% de la recarga natural, mientras que la demanda de agua es de 184 hm³.

Municipio La Paz

En el municipio habitan 251,871 habitantes y se tiene una densidad de 16 hab/km². Se riega una superficie aproximada de 4,000 ha. De acuerdo con el REPDA hay un volumen concesionado a 2010, de 94 hm³ siendo el principal uso el agrícola, con 64%, seguido del público-urbano y doméstico con 23% (Figura 4.5). Sin embargo, este patrón de usos está cambiando rápidamente, ya que el acuífero de La Paz actualmente presenta un porcentaje mayor al 60% para el uso público urbano.

Figura 4.5. Usos del agua en Baja California Sur, Municipio La Paz



Por otro lado, la principal fuente de abastecimiento es de origen subterráneo. En el municipio hay 15 acuíferos de los cuales 6 están sobreexplotados. Bajo este contexto, el municipio presenta actualmente un déficit hídrico de 11 hm³; es decir, la diferencia entre la oferta sustentable por capacidad instalada y la demanda total.

La oferta superficial sustentable por capacidad instalada asciende a 7 hm³ (suministrado principalmente

por la presa Gral. Agustín Olachea). La oferta subterránea la cual asciende a 76 m³, representa 63% de la recarga natural. El total de oferta sustentable por capacidad instalada, superficial y subterránea, es de 83 hm³ y se demanda un volumen de 94 hm³.

Municipio Los Cabos

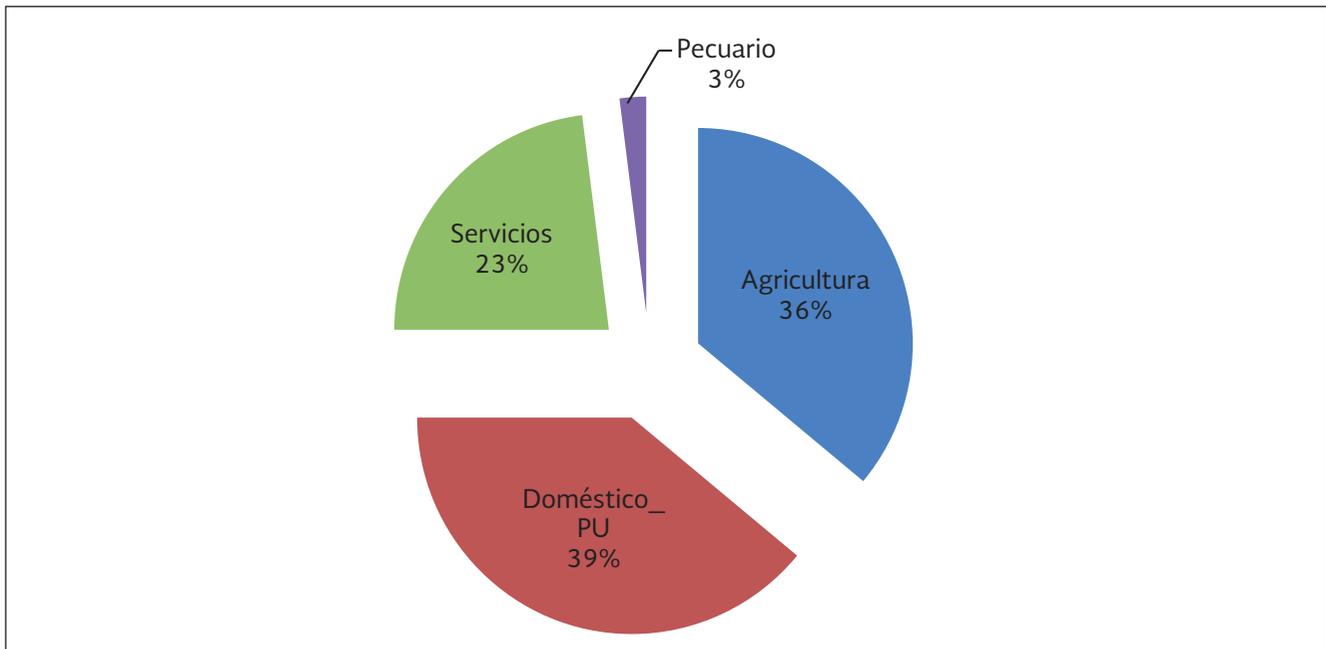
El municipio posee 238,487 habitantes y una densidad poblacional de 64 hab/km². Se riega una superfi-

cie aproximada de 1,600 ha. De acuerdo con el RE-
 P-DA hay un volumen concesionado a 2010, de 58 hm³
 siendo el principal uso el público-urbano y doméstico
 con 39%, seguido del agrícola con 36% (Figura 4.6).
 Este municipio se caracteriza por ser altamente turís-
 tico.

Por otro lado, la principal fuente de abastecimien-
 to es de origen subterránea. En el municipio hay 5
 acuíferos de los cuales 2 están sobreexplotados

hasta la última publicación en el Diario Oficial de
 la Federación. Bajo este contexto, el municipio pre-
 senta actualmente un déficit hídrico de 14 hm³. La
 oferta superficial sustentable por capacidad insta-
 lada; es de 6 hm³ proveniente de la desaladora.
 La oferta subterránea asciende a 38 hm³ y repre-
 senta 77% de la recarga natural. El total de oferta
 sustentable por capacidad instalada, superficial y
 subterránea, es de 44 hm³ y se demanda un volu-
 men de 58 hm³.

Figura 4.6. Usos del agua en Baja California Sur, Municipio Los Cabos.



Es importante mencionar que para satisfacer el volu-
 men de demanda de agua en cada uno de los muni-
 cipios, se sobreexplotan los acuíferos; así mismo, no
 se toma en cuenta el volumen que se debe destinar
 a la preservación de los ecosistemas y sus servicios
 ambientales; es decir no se considera un gasto ecoló-
 gico. Además, para que el déficit hídrico tienda a cero,
 se deben realizar inversiones para equilibrar la oferta
 sustentable con la demanda.

Se estima que el consumo promedio en la entidad, es
 150 a 200 litros de agua por habitante por día, siendo

la fuente principal de abastecimiento la que proviene
 principalmente de los mantos subterráneos, cuyo vo-
 lumen asciende a 376'379,905 m³.

4.3. Infraestructura de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua potable a las
 localidades urbanas y rurales es el agua subterránea.
 El nivel de servicios se ha ampliado y las instalaciones
 más antiguas se han ido deteriorando, por lo que es ne-

cesario atender la demanda, instalar de nuevas tomas domiciliarias y realizar los mantenimientos necesarios. Las Tablas 4.4 a la 4.6, muestran las tomas en el mu-

nicipio de La Paz para los sectores doméstico, comercial e industrial. Al 2015 la demanda de agua estimada para este municipio será de 37.3 millones de m³.

Tabla 4.2. Tomas del municipio de La Paz al 2011. Fuente: OOMSAPA-La Paz, 2013

2011	Doméstico			Comercial			Industrial			Total		
	Medido	Promedio	Suma	Medido	Promedio	Suma	Medido	Promedio	Suma	Medido	Promedio	Total
Enero	22 609	56 429	79 038	1 673	2 866	4 539	109	79	188	24 391	59 374	83 765
Febrero	22 635	56 730	79 365	1 691	2 868	4 559	103	86	189	24 429	59 684	84 113
Marzo	22 406	57 116	79 522	1 646	2 911	4 557	103	85	188	24 155	60 112	84 267
Abril	22 486	57 377	79 863	1 669	2 938	4 607	104	83	187	24 259	60 398	84 657
Mayo	22 498	57 496	79 994	1 655	2 967	4 622	100	85	185	24 253	60 548	84 801
Junio	22 460	57 716	80 176	1 694	2 932	4 626	101	82	183	24 255	60 730	84 985
Julio	22 306	58 088	80 394	1 754	2 873	4 627	106	72	178	24 166	61 033	85 199
Agosto	22 004	58 529	80 533	1 735	2 902	4 637	101	79	180	23 840	61 510	85 350
Septiembre	22 037	58 809	80 846	1 747	2 929	4 676	102	82	184	23 886	61 820	85 706
Octubre	21 861	59 064	80 925	1 726	2 944	4 670	107	78	185	23 694	62 086	85 780
Noviembre	21 297	59 730	81 027	1 783	2 892	4 675	102	84	186	23 182	62 706	85 888
Diciembre	21 625	59 572	81 224	2 110	2 568	4 678	111	73	184	23 873	62 213	86 086

Tabla 4.3. Tomas del Municipio de La Paz al 2012. Fuente: OOMSAPA-La Paz, 2013

2012	Doméstico			Comercial			Industrial			Total		
	Medido	Promedio	Suma	Medido	Promedio	Suma	Medido	Promedio	Suma	Medido	Promedio	Total
Enero	23 204	58 230	81 434	2 135	2 550	4 685	105	73	178	25 444	60 853	86 297
Febrero	23 274	58 387	81 661	2 117	2 597	4 714	101	75	176	25 492	61 059	86 551
Marzo	24 849	56 942	81 791	2 186	2 535	4 721	100	72	172	27 135	59 549	86 684
Abril	24 506	57 456	81 962	2 246	2 488	4 734	98	72	170	26 850	60 016	86 866
Mayo	24,765	57 407	82 172	2 232	2 512	4 744	96	73	169	27 093	59 992	87 085
Junio	25 145	57 175	82 320	2 216	2 514	4 730	126	71	197	27 487	59 760	87 247
Julio	25 975	56 547	82 522	2 294	2 461	4 755	125	71	196	28 394	59 079	87 473
Agosto	25 033	57 967	83 000	2 287	2 473	4 760	120	75	195	27 440	60 515	87 955
Septiembre	24 438	58 713	83 151	2 239	2 527	4 766	121	75	196	26 798	61 315	88 105
Octubre	24 240	59 032	83 272	2 215	2 567	4 782	112	83	195	26 567	61 682	88 249
Noviembre	24 165	59 189	83 354	2 512	2 577	4 789	111	83	194	26 488	61 849	88 337
Diciembre	23 552	59 963	83 515	2 161	2 620	4 781	110	82	192	25 823	62 665	88 488

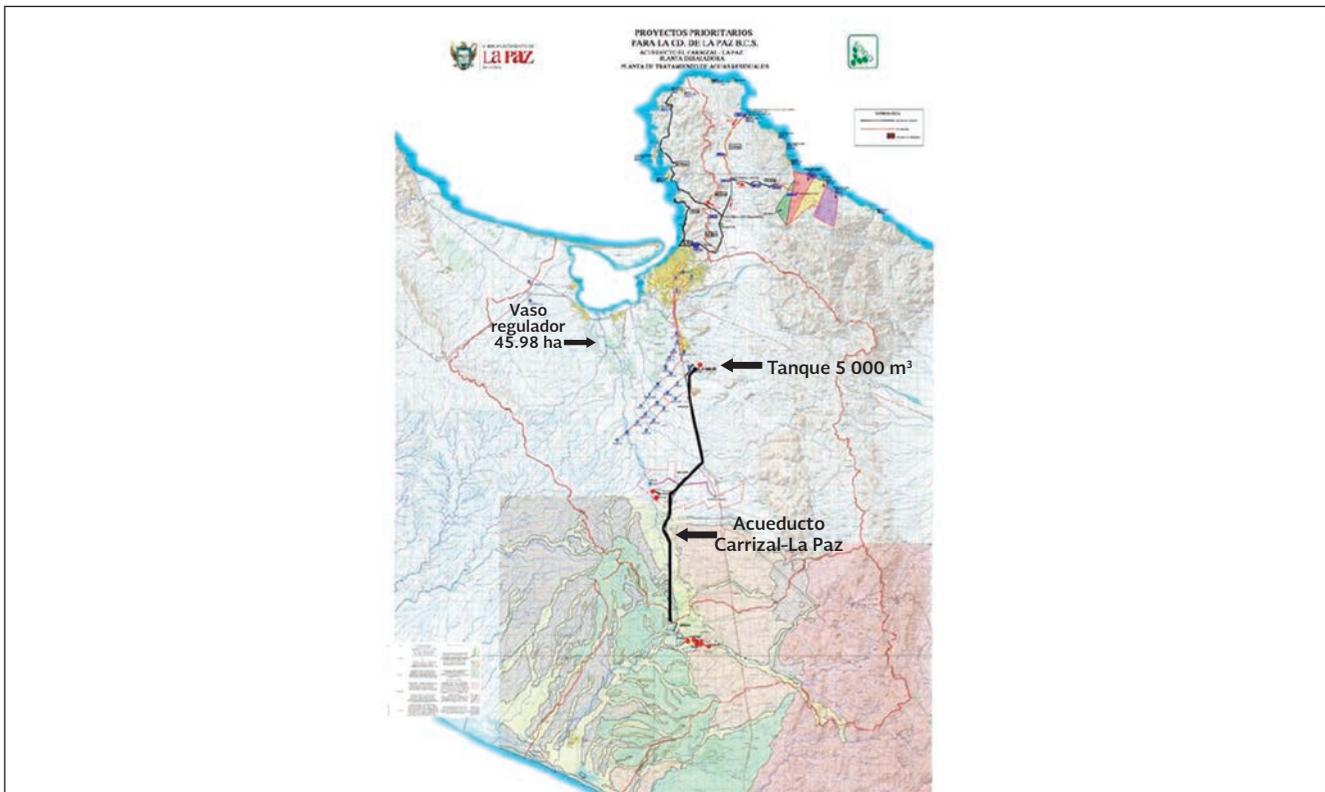
Tabla 4.4. Tomas del Municipio de La Paz al 2013. Fuente: OOMSAPA-La Paz, 2013

2012	Doméstico			Comercial			Industrial			Total		
Medido	Medido	Promedio	Suma	Medido	Promedio	Suma	Medido	Promedio	Suma	Medido	Promedio	Total
Enero	22 912	60 975	83 887	2 130	2 662	4 792	108	84	192	25 150	63 721	88 871
Febrero	22 190	61 651	83 841	2 081	2 730	4 811	106	85	191	24 377	64 466	88 843
Marzo	22 090	62 127	84 217	2 098	2 736	4 834	98	93	191	24 286	64 956	89 242

Para el abastecimiento de agua a la ciudad de La Paz, se cuenta con tres acueductos que parten en la zona de Los Bledales, con una capacidad de conducción de 900 l/s; y en el año 2013 se ha iniciado con la construcción de uno más que parte del acuífero de El Carrizal, y se divide en dos fases: la primera incluye la construcción de cinco pozos profundos en la zona acuífera de El Carrizal, así como la relocalización de dos pozos más ubicados en la comunidad de

San Pedro; por lo que más 40 mil habitantes habrán de beneficiarse con esta obra en la que se invierten aproximadamente 39 millones de pesos (CONAGUA, 2013). La conducción se realiza en todos los acueductos por gravedad. Los acueductos están interconectados en la entrada de la ciudad y tienen varias derivaciones a la red de distribución antes de llegar a los rebombos y tanques de almacenamiento (Figura 4.7).

Figura 4.7. Acueducto El Carrizal-La Paz. Fuente: OOMSAPA-La Paz, 2013b



La capacidad de conducción es suficiente, aproximadamente para una población de 224,729 habitantes. Con una dotación de 288 l/hab/día.

4.4. Calidad del agua en el CC-01

En cuanto al monitoreo de la calidad del agua en el Estado se tienen estaciones que miden la calidad del agua extraída de pozos, así como las aguas de algunas bahías. Se monitorean alrededor de 30 bahías y todas presentan una clasificación de calidad de agua excelente, midiendo sólidos suspendidos totales (SST), así como actualmente enterococos (NMP enterococos por cada 100 ml) dentro del programa de playas limpias de la COFEPRIS (2013).

Con respecto a la contaminación en los acuíferos, la mayoría de los que se ubican en la zona costera presentan intrusión salina provocada por la sobreexplotación, como es el caso de los acuíferos de Santo Domingo, La Paz y San José del Cabo. En estas zonas costeras se han obtenido registros de DBO5 y DQO con rangos entre 1 y 6.5 veces arriba de la Norma. Así mismo, algunos acuíferos ya presentan contaminación por coliformes fecales (Cabo San Lucas), agroquímicos (La Matanza) y contaminantes procedentes de las descargas de plantas de tratamiento de aguas residuales (San José del Cabo) (CONAGUA, 2012).

La contaminación en arroyos y cuerpos de agua se debe principalmente a las descargas de aguas residuales e industriales sin algún tipo de tratamiento previo. En el Estado existen 23 plantas de tratamiento; la capacidad total instalada es de 1,447 l/s y el caudal tratado es del orden de los 1,063 l/s que corresponde al 73%. Con respecto a las aguas residuales industriales el caudal tratado es apenas de 8 l/s, ya que solo se cuenta con siete plantas de tratamiento.

4.5. Diagnóstico de la demanda de agua en el CC-01.

De acuerdo a la información disponible, se tiene que para el Estado, la agricultura es la actividad que consume la mayor cantidad de agua en la región, representa el 79% de la demanda total, seguida por el uso doméstico, público y urbano, con el 20% de la demanda total, en tanto que todas las demás actividades equivalen al 3% de dicha demanda.

El distrito de riego Santo Domingo consume 229 hm³/año y se abastece de agua subterránea. Las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural, que se ubican sobre los cauces de los ríos, consumen 941 hm³/año y complementan su demanda de agua mediante pozos en 712 hm³/año.

Para los municipios de Mulegé, Comondú, Loreto y La Paz la mayor demanda es para el sector agrícola, lo contrario sucede para el municipio de Los Cabos, cuya demanda mayor es para el sector Doméstico y Público Urbano.

El abastecimiento de agua a la población proviene principalmente de fuentes subterráneas, el volumen extraído asciende a 59 hm³, 70% se distribuye en los municipios La Paz y Los Cabos. De fuentes superficiales se utilizan 3 hm³, siendo el municipio de Los Cabos el que utiliza 83% del volumen distribuido.

De acuerdo con la CONAGUA (2013) se tienen un total de 987 títulos para aguas superficiales, cuyo volumen de extracción concesionado es de 33,857,553 m³/año. Con respecto a las aguas subterráneas se tienen 3,060 títulos, con un volumen de extracción concesionado de 377,092,860 m³/año.

Por otro lado para las descargas residuales se tienen 222 títulos, con un volumen de descarga concesionado de 1,243,635,973 m³/año.

El total de oferta sustentable por capacidad instalada, superficial y subterránea, es de 44 hm³ y se demanda un volumen de 58 hm³.

La cobertura de servicio de agua potable y alcantarillado en la entidad, es de 92.9 y 89 %, respectivamente. La cobertura de agua potable, el 95 %, que corresponde a zonas urbanas y el 70% a zonas rurales. Se menciona que para el municipio de Los Cabos presenta rezago general.

Con respecto a la infraestructura hidráulica, aún es insuficiente, y el tratamiento de las aguas residuales en la mayoría de los casos no cumple con el nivel requerido de acuerdo con las normas oficiales mexicanas de calidad del agua.

Para el caso de los períodos de máxima demanda, se integra información solo del municipio de La Paz, se ha estimado que para el año 2015 la demanda de agua será de 37.3 millones de m³ en el Municipio.

Referencias

CEA-BCS. 2011. Fuentes de abastecimiento y volumen promedio de agua por municipio en Baja California Sur. Datos referidos a diciembre de 2011.

COFEPRIS. 2013. Resultados del muestreo de enterococos (NMP por cada 100 ml) antes del período vacacional de diciembre de 2012. <http://www.cofepris.gob.mx/Paginas/Playas%20Limpias/PlayasLimpias.aspx>. Consultado en octubre de 2013.

CONAGUA. 2013. Proyectos estratégicos. Gerencia de estudios y proyectos. SEMARNAT <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/SeguimientoPNI.pdf>

OOMSAPA-La Paz. 2013. Proyecto estratégico de desarrollo; el agua en el Municipio de La Paz. H. XIV Ayuntamiento de La Paz. 312 pp.

OOMSAPA-La Paz. 2013b. Calidad del agua 2013 y 5 años anteriores. Hojas en excel (inédito). Datos actualizados hasta el mes de Mayo, 2013.

5. Impacto histórico de las sequías, mitigación y valoración de las acciones realizadas

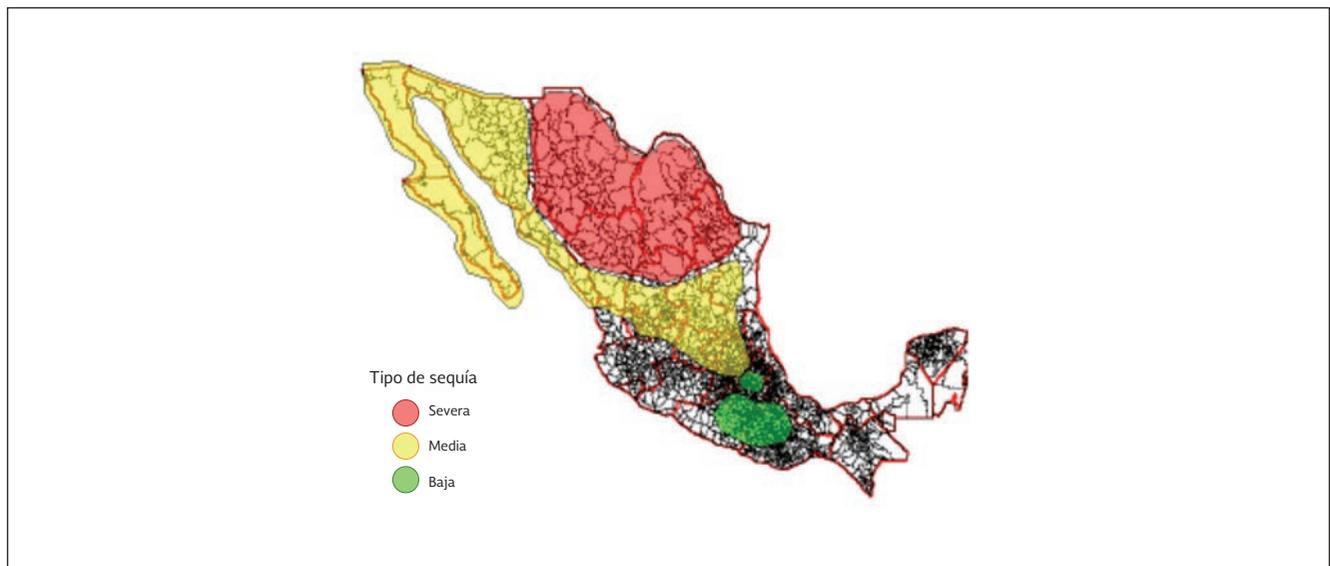
5.1. Revisión y análisis de la información existente en relación con el impacto histórico de las sequías, considerando aspectos sociales, económicos y ambientales

Desde tiempos antiguos han ocurrido sequías de gran magnitud en el país; desgraciadamente no se cuenta con suficiente información para hacer un recuento de los daños. En el siglo XX se registraron en México cuatro grandes periodos de sequías (Reyes, 1996), estos

periodos 1948-1954, 1960-1964, 1970-1978 y 1993-1996.

En Baja California Sur, se tiene registro que en el periodo 1993 a 1996, en marzo de 1994 se perdieron 20 mil reses por falta de lluvias y posterior a estos periodos de sequía para los años 1999 - 2000, se registra que los daños por sequía han afectado a la ciudad de La Paz, así como a la ganadería en los municipios de Los Cabos y Loreto.

Figura 5.1. Grado de severidad de las zonas históricamente afectadas por la sequía (CENAPRED, 2002).



La Figura 5.1 muestra que la zona centro-Noroeste y la Península de Baja California, se vieron afectadas por una sequía catalogada como Media (color amarillo), la cual afectó a 408 municipios, una superficie de 712,800 de km², equivalente al 37% de la superficie total del territorio, y una población de 21,478,004 habitantes, equivalente al 22% de la población total para esas fechas.

Para el periodo 1988-1994 Escalante y Reyes (1998), reportan que el sector ganadero en el estado de Baja California Sur se vio afectado lo que se reflejó en la pérdida de 34,980 cabezas de ganado.

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN), pronosticó que las condiciones de sequía que se registraron en el país desde octubre de 2010, continuaron en el noroeste durante julio y agosto. El pronóstico de precipitación para ese mes se registró lluvias por debajo de lo normal en amplias porciones de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Durango, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, así como en Jalisco y Guanajuato.

De acuerdo con el Monitor de Sequía de América del Norte, la precipitación a nivel nacional se ubicó 50% por debajo de lo normal. El 44.8% del territorio nacional registró sequía extrema y excepcional.

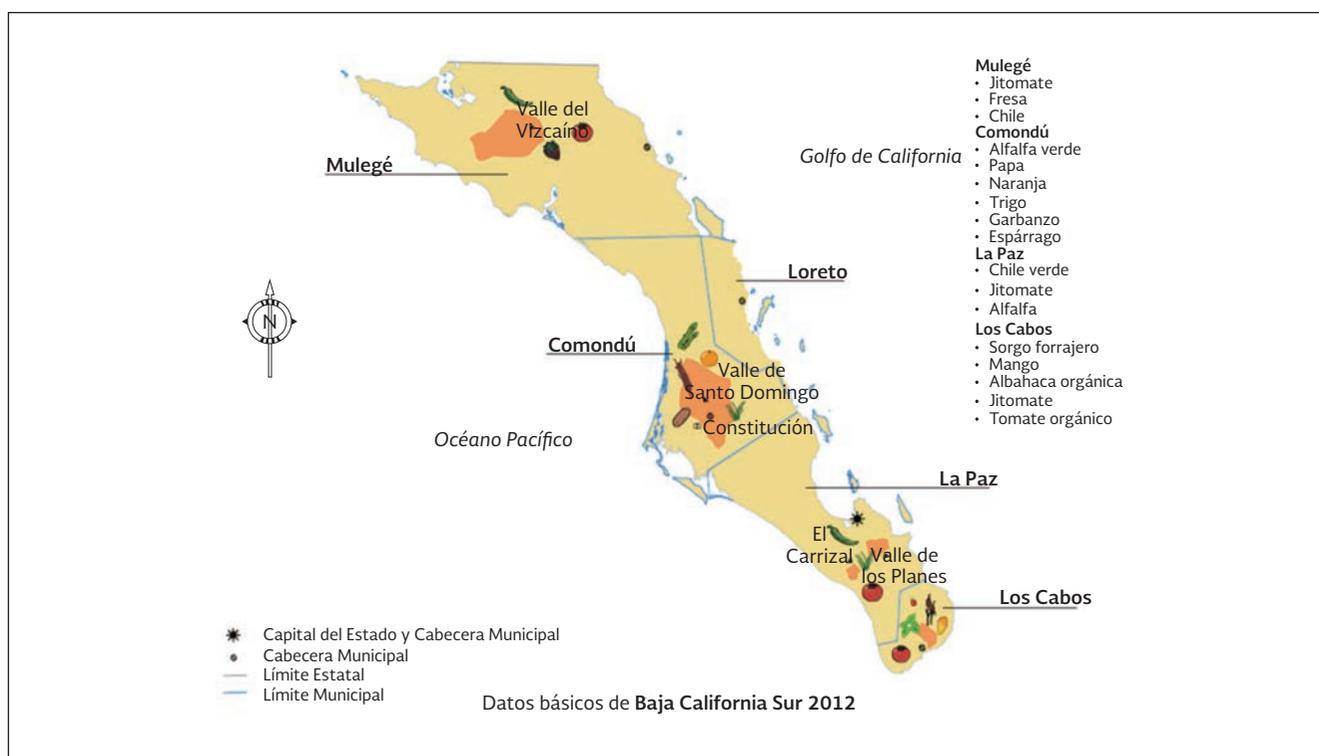
5.1.1. Comportamiento de los principales sectores, productos y servicios

Agricultura

Baja California Sur por su condición casi insular, sus recursos naturales y su localización, propicia que se registren diversos microclimas que hacen

factible cultivar en el estado más de 100 tipos y variedades de productos hortícolas, hierbas aromáticas, granos básicos e industriales, forrajes y frutales. La Figura 5.2 muestra las áreas agrícolas en el estado.

Figura 5.2. Áreas agrícolas en Baja California Sur (Gob. BCS, 2012).



En el Estado de Baja California Sur, el nuevo patrón de cultivos destacaba la producción de hortalizas, frutales, sorgo y alfalfa. El impulso a esta producción también estuvo ligado al interés mostrado por empresas extranjeras que pretendían invertir, debido al alto valor de la producción con que se colocaban estos productos en el mercado de exportación.

En la entidad, las principales zonas agrícolas se ubican en los Valles de Santo Domingo en el municipio

de Comondú, de Vizcaíno en el municipio de Mulegé, El Carrizal, Los Planes y Todos Santos en el municipio de La Paz y San José del Cabo en el municipio de Los Cabos.

La actividad agrícola dispone de un potencial de superficie regable de hasta 61,725 ha; sin embargo con base al volumen de agua concesionado, solo es factible sembrar en promedio 36,000 hectáreas anualmente. Cabe destacar, que dicho volumen de

277.9 millones de metros cúbicos proviene de los 11 principales acuíferos de los 39 existentes, extrayéndose a través de bombeo en 1,336 pozos profundos, en beneficio de 4,245 agricultores. El volumen de producción en el año agrícola 2010, fue de 549 mil toneladas, conformándose por perennes con un 44.2%, granos básicos 18.7 %, hortalizas 16.1 %, cultivos de invernadero 10 %, orgánicos 4.2 % y el 6.4 % restante corresponde a otros cultivos. La producción de cultivos orgánicos en los últimos años, se ha mantenido de forma ascendente, colocando a la entidad como el principal productor a nivel nacional. Asimismo, por su superficie y valor de la producción sobresalen los cultivos de garbanzo y tomate con un tercer lugar a nivel nacional y el cultivo espárrago en cuarto lugar.

De acuerdo con cifras del INEGI (2012), durante el año 2009 las actividades primarias (agricultura, ganadería y pesca) contribuyeron con 2,941 millones de pesos, en la integración del producto interno bruto equivalentes al 3.9 % del PIB Estatal.

En torno a la sustentabilidad del aprovechamiento de las aguas subterráneas para uso agrícola, que significa un 97%, debe prevalecer como acción prioritaria la tecnificación del riego. Actualmente, de un universo de superficie regable de 48,269 ha se tiene tecnificado el 61% con sistemas de riego presurizados, el 28 % con sistemas de compuerta y el resto corresponde a 5,311 ha que se riegan por gravedad.

La actividad agrícola se ha caracterizado en los últimos años por una situación dual, mientras que en algunas regiones se caracterizan por el uso de tecnología de punta con una agricultura de alta inversión, diseñada principalmente para la producción de hortalizas; en otras regiones, se observan niveles de desarrollo incipientes y de baja productividad; cada una con sus características y problemática por resolver.

El financiamiento se ha venido otorgando prácticamente por dos instituciones crediticias, se considera

que este es insuficiente y limitado por la situación de las carteras vencidas, falta de garantías, incertidumbre en las tasas de interés; lo que obliga a los agricultores a recurrir a otro tipo de financiamiento que les causa costos adicionales; por otra parte, la falta de cultura para el aseguramiento de los cultivos y a la carencia de empresas aseguradoras, no se realiza en su totalidad, aunado a la desconfianza de los productores para estos programas de aseguramiento que les permita resarcir las posibles pérdidas derivadas de eventos climatológicos adversos.

De la manera como históricamente se ha desarrollado, la agricultura ha dejado abandonados predios ya no aptos para la agricultura, particularmente por la falta de agua. Así mismo, no existe una política para contrarrestar la erosión eólica de los suelos en explotación ni en los abandonados., lo cual teóricamente provoca una disminución en su fertilidad y por lo tanto en su productividad. Aunado a ello los predios ganaderos sufren sobre pastoreo, lo que reduce la productividad del mismo. Por lo anterior se hace imprescindible tomar acciones que compensen el deterioro de este recurso (p. e. restaurar áreas impactadas, usar barreras rompe vientos en zonas agrícolas y restauración de suelos).

Ganadería

La explotación ganadera es de tipo extensivo en su mayoría y de libre pastoreo. Su producción es limitada por los índices de agostaderos que se observan en casi la totalidad de las superficies destinadas a esta actividad y que registran desde 80 hectáreas por unidad animal. Uno de los problemas elementales que atraviesa este subsector es la falta de fuentes de abastecimiento de agua para abrevar el ganado ya que se considera muy escasa la precipitación pluvial que se presenta en todo el territorio estatal. De acuerdo al resumen de daños por sequía para los años de 1999-2000, en marzo de 2000, los efectos económicos y sociales en Baja California Sur, incluyen afectaciones a la ganadería de los municipios de Los

Cabos y Loreto con un total de 34,980 cabezas de ganado.

Las condiciones agroecológicas restringen de manera determinante el desarrollo de esta actividad, por ello prevalece una ganadería extensiva y tradicional sujeta principalmente a la disponibilidad de los recursos naturales.

Esta actividad se desarrolla en una superficie de 4.7 millones de hectáreas de agostadero y praderas que representan el 45% de la superficie estatal, mediante la utilización de aproximadamente 2,520 aprovechamientos hidráulicos y un consumo anual cercano a los 2.4 millones de metros cúbicos de agua. La Figura 5.3 muestra las áreas pecuarias en el estado.

Figura 5.3. Áreas pecuarias Baja California Sur (Gov.BCS, 2012).



La alimentación del ganado es un problema recurrente de la actividad pecuaria, ya que se sustenta en su mayoría del forraje que proporciona el agostadero, cuya capacidad depende principalmente de las precipitaciones pluviales, considerándose, la media estatal de 180 mm. La mayor precipitación se presenta durante el verano y en menor proporción en invierno, con periodos de estiaje muy severos.

La condición que presenta el agostadero es de regular a pobre con un coeficiente de pastoreo promedio

de 39 ha por unidad animal; asimismo, por las precipitaciones escasas y de baja intensidad que se han presentado en toda la geografía del estado, ha propiciado que se presenten condiciones de sequía normal y recurrente.

La escasa precipitación, alta evaporación, topografía accidentada, baja producción forrajera del agostadero y dispersión de los núcleos ganaderos, se refleja en el bajo inventario ganadero actual de 200,069 cabezas de ganado bovino, 122,107 de caprinos y 21,786 de

ovino. El mercado nacional y externo ascendió a 31 mil 482.1 toneladas de carne de bovino, porcino, ovinos y aves; 1,724.7 toneladas de huevo; 7,785.2 toneladas de embutidos (de cerdo, bovinos y de aves); 1,112.4 de vísceras de bovinos y 5,340.2 miles de litros de leche de bovinos (INEGI, 2012).

La introducción de carne superó en 4 veces el volumen de producción local; la de huevo fue 3.8 veces mayor que el volumen producido en la entidad, mientras que en el caso de la leche de vaca la entrada de este producto durante el año 2010 representó el 10.8% de la disponibilidad de este alimento básico.

La ganadería enfrenta, además de las situaciones adversas que impone el entorno ecológico, una insuficiencia de infraestructura, escaso manejo del ganado y una deficiente organización de los productores para la producción y comercialización, propiciando que la actividad mantenga bajos niveles de crecimiento.

El desarrollo forestal

El desarrollo forestal es poco, y se cuenta con poca infraestructura y tecnología; y una marcada escasez de agua por la baja precipitación que se registra, la entidad cuenta con fortalezas muy importantes que al aprovecharse adecuadamente permitirán ampliar el horizonte de oportunidades de desarrollo productivo y por ende el nivel de vida de las familias que habitan en las comunidades rurales.

La explotación forestal se ha realizado como actividad complementaria en el medio rural, debido fundamentalmente a la potencialidad de los recursos, por lo que su aprovechamiento no ha sido de carácter persistente. En la producción maderable destacan leña para combustible, carbón y postes, y los no maderables, la damiana, hoja de palma, jojoba, orégano y corteza para curtientes.

Se dispone de extensas superficies para promover plantaciones forestales comerciales, amplia experien-

cia en el aprovechamiento de especies como mezquite y damiana entre otras, de tres ecosistemas como son el bosque, la selva baja caducifolia y vegetación xerófila que permiten el desarrollo de una gran cantidad de especies entre ellas una abundante variedad de cactáceas de alto valor comercial en el mercado nacional e internacional.

En la entidad no son comunes los incendios forestales, pero no dejan de ser importantes las medidas preventivas y de control de incendios. Para ello, se requiere en apego a la normatividad, coordinar acciones con los tres órdenes de gobierno y la sociedad, para reducir las posibilidades de estos eventos.

Existen alrededor de 177 cuerpos de Agua de nominados "Oasis Sudcalifornianos", los cuales por la acción antropogénica han sufrido deterioro; lo que hace necesario derivado de su importancia histórica y cultural para la sociedad así como social y económica de los habitantes de la zona, promover e implementar un aprovechamiento que permita la preservación de estos espacios y a su vez genere actividades productivas y eleven los niveles de vida de las familias sudcalifornianas.

Industria

En Baja California Sur el desarrollo industrial se fundamenta en la existencia de recursos naturales y materias primas disponibles en volúmenes industrializables que actualmente son importados a otras entidades.

Comercio

La actividad comercial es muy importante para Baja California Sur no sólo por los problemas que plantea su aislamiento, dificultades de transportación y mercado local muy reducido, también porque el desarrollo de esta actividad debe continuar siendo un factor de apoyo indispensable para el funcionamiento de otras actividades tales como el turismo, pesca, industria y agropecuaria.

Turismo

El sector turismo en esta entidad tiene grandes posibilidades de desarrollo, considerando sus grandes recursos que son susceptibles de ser explotados.

En función de las características del estado se han determinado tres zonas turísticas: la zona norte, que abarca desde Guerrero Negro hasta Ciudad Constitución; zona centro, desde La Paz hasta Todos Santos y la zona sur que comprende desde Los Barriles hasta Cabo San Lucas. El desarrollo de esta actividad se observa en las cifras disponibles sobre derrama económica que ha generado y que dan idea de la importancia que ha adquirido; como dato importante tenemos que para 1984, se registró una derrama de 41,439.7 millones de pesos que incluyen gastos de hospedaje y alimentación.

5.2. Medidas implementadas en periodos de sequía.

Para el 2011 en Baja California Sur, se habían presentado ya tres eventos de sequías, y se propuso un programa transversal que permitiera la acción rápida para apoyar a los sectores ganadero y agrícola, que atravesaban por el impacto recurrente de la sequía. La aplicación de dicho programa permitiría reorientar una parte de las acciones y programas convenidos para el ejercicio anual 2011 y con esto enfrentar la sequía que había pasado a un punto crítico y donde se hace una urgente atención.

Los recursos que se destinaron a este objetivo, benefició a los sectores ganadero y agrícola impactados por el fenómeno de la escasez de lluvias y las difíciles condiciones en que prevalecieron en ese periodo, con el inminente riesgo de pérdida de inversiones. La Secretaría de Promoción y Desarrollo Económico, reportaron que en ese evento los afectados directos fueron 3 mil ganaderos, con 200 mil unidades animales y por otro lado 12 mil productores agrícolas que requerían

en este momento del respaldo del gobierno federal y estatal.

Para junio de 2011, seis entidades habían solicitado un diagnóstico sobre las condiciones de sequía para respaldar sus peticiones de que las autoridades federales declaren emergencias. En ese periodo se previó que prevalecerían condiciones de sequía en los estados del norte al menos durante julio.

La Secretaría de Gobernación emitió el día 16 de Febrero de 2012, una Declaratoria de Desastre Natural para los municipios de La Paz, Los Cabos y Loreto del Estado de Baja California Sur, con lo cual se accedió a los recursos del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), para la ejecución de acciones prioritarias y urgentes que permitan recuperar la oferta de agua potable para consumo humano en las distintas comunidades y centros de población afectados por la sequía severa que sufre dicha Entidad Federativa.

La declaratoria se emitió al término de la instalación del Comité de Evaluación de Daños del FONDEN, integrado por funcionarios federales y del Gobierno del Estado de Baja California Sur. Dicha declaratoria se emite en términos de lo dispuesto por el Artículo Tercero, fracción III, del Acuerdo por el que se instruyen acciones para mitigar los efectos de la sequía que atraviesan diversas entidades federativas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el pasado 25 de enero y las Reglas Generales del FONDEN.

En el 2012, la Gerencia de la CONAGUA en Baja California Sur, implementó el plan Integral que contempló 10 medidas para enfrentar la peor sequía desde 1941, que afectó a 19 estados del país, incluyendo nuestra entidad, entre las que destacaron:

Primero: la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) aceleraron la entrega emergente de agua a través de carros tanque y cisternas a las comunidades que así lo requirieron.

Segundo: CONAGUA intensificó las acciones que venía realizando para mejorar el manejo de cuencas y acuíferos, para disponer de una mayor cantidad de agua para las personas. Además puso en marcha un programa temporal de rehabilitación y construcción de pozos para uso doméstico.

Tercero: el Presidente instruyó a los Secretarios de Medio Ambiente, de Hacienda y de Economía a que realizaran ajustes a la normatividad vigente, con el propósito de que el Gobierno Federal pudiera ejercer fondos en forma directa, por cuenta propia y de manera inmediata, sin tener que esperar a que se concretara la aportación que, por norma, tienen que hacer los gobiernos estatales. Así, se pudo invertir inmediatamente recursos federales en infraestructura hidroagrícola, agua potable, alcantarillado y saneamiento en beneficio de la gente.

Cuarto: el Presidente instruyó al Secretario del Medio Ambiente y Recursos Naturales que, en el marco de excepción previsto en la ley, no se requiriera como condición previa la manifestación de impacto ambiental a las obras de CONAGUA que atendieran esta emergencia, a fin de hacer más rápida su construcción.

Quinto: La Secretaría de Salud reforzó el monitoreo y vigilancia de riesgos y enfermedades asociadas a las sequías, y coadyuvó con los gobiernos de las entidades federativas, en sus respectivos ámbitos de competencia, a garantizar la prestación de servicios de atención médica y el suministro de los medicamentos que se requirieran en los municipios afectados.

Sexto: la Secretaría de Agricultura y la Comisión Nacional de Zonas Áridas agilizaron los recursos destinados a la creación de pequeña infraestructura para captación y almacenamiento de agua, a fin de que los beneficiarios contaran con obras terminadas para aprovechar las lluvias del año 2012.

Octavo: los Secretarios de Agricultura y de Hacienda promovieron las coberturas de aseguramientos catastróficos. El Presidente instruyó al Director de AgroasemeX para que las evaluaciones de daños y pago de indemnizaciones se realizaran de manera justa y expedita de tal forma que los productores pudiesen regresar cuanto antes al trabajo del campo. De igual forma, se redoblaron esfuerzos para incrementar la cobertura del seguro agrícola.

Décimo: El Presidente instruyó al Secretario de Hacienda a que resolviera cuanto antes las autorizaciones presupuestarias de los programas y proyectos para la atención de la sequía, y para que éstos se registraran sin evaluaciones de costo y beneficio, tal como lo contempla la ley en estos casos de emergencia.

Programa de atención a la sequía en BCS: CONAGUA.

Del inicio de este programa, el 7 de febrero 2011, el personal del Centro Regional de Atención de Emergencias (CRAE La Paz) perteneciente a esta Dirección Local, repartieron 27 millones 530 mil litros del vital recurso, a través de 2,753 viajes en beneficio de 8 mil 391 habitantes. El 4 de Septiembre de 2012, respecto a la aplicación del Programa Integral de Atención a la Sequía en Baja California Sur, CONAGUA reportó que aún no se había dado la suficiente recuperación de los pozos de abastecimiento de agua de las poblaciones rurales, por lo que se abasteció de agua a través de pipas.

Cabe destacar, que como parte del mismo, se llevó a cabo la instalación de 79 tinacos, marca Rotoplas con capacidad de 5 mil litros cada uno, en algunos sitios estratégicos de las 144 comunidades atendidas, lo cual, permitió optimizar los tiempos invertidos en los recorridos de las 18 pipas utilizadas para tal fin (Tabla 5.1).

Es importante indicar que para asegurar la calidad del agua suministrada, se realizaron constantes monitoreos de presencia de cloro residual del agua entrega-

da, así como estudios bacteriológicos de las fuentes de abastecimiento, con la finalidad de asegurar la salud de las familias atendidas.

El trabajo efectuado fue supervisado por los Jefes de Brigada PIAE Nacional de los estados con declaratoria de sequias, quienes establecieron nuevas estrategias

operativas. La reunión fue encabezada por la Gerencia de Protección a la Infraestructura y Atención de Emergencias y participó en ella, personal de las Direcciones Locales de: Baja California Sur, Nuevo León, Sonora, Sinaloa, Coahuila, Durango, Guanajuato, San Luis Potosí, Jalisco y Sinaloa. Se presentan los resultados de dicha estrategia.

Tabla 5.1. Número de pipas en operación en Baja California Sur (Información proporcionada por CONAGUA).

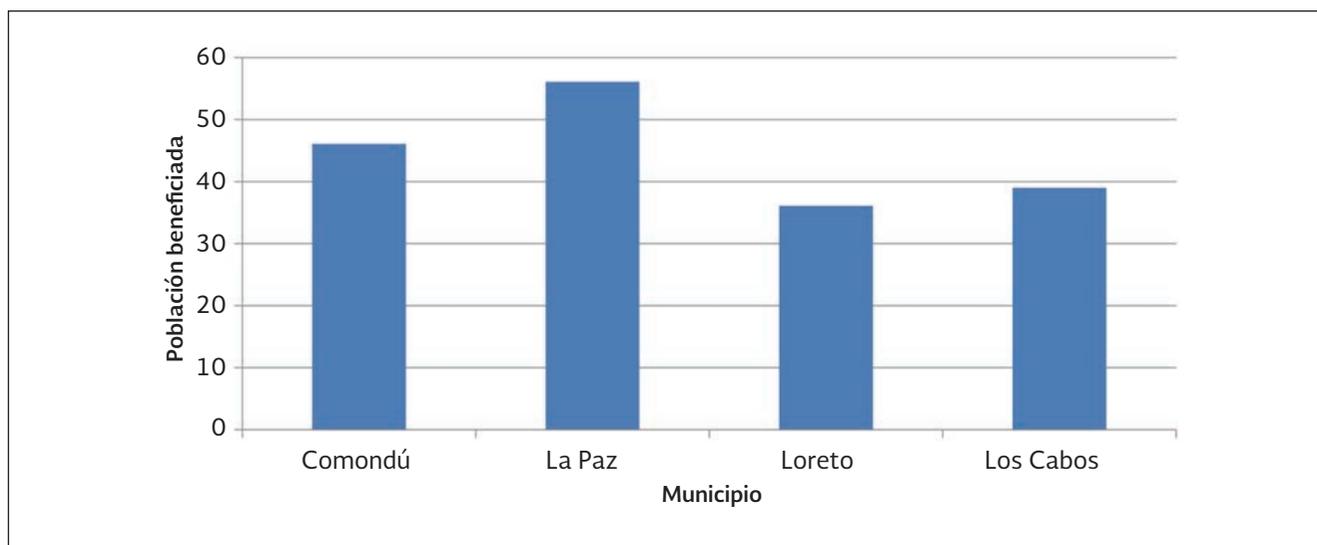
Municipio	Numero de comunidades	CONAGUA	SEDESOL	Municipal	Total
La Paz	33	1 de 10 000 lts.	1 de 10 000 lts.	7 de 10 000 lts.	9 de 10 000 lts.
Comondú	42	1 de 10 000 lts.	1 de 10 000 lts.		2 de 10 000 lts.
Loreto	32	1 de 10 000 lts.		1 de 10 000 lts.	2 de 10 000 lts.
Los Cabos	36	1 de 10 000 lts.	1 de 10 000 lts.	2 de 10 000 lts.	4 de 10 000 lts.
Mulegé	1		1 de 10 000 lts.	1 de 10 000 lts.	
Total	144	4 de 10 000 lts.	4 de 10 000 lts.	10 de 10 000 lts.	18 de 10 000 lts.

Enseguida se presentan algunos de los resultados de las medidas contra la sequía implementadas en 4 de los 5 municipios de Baja California Sur

La Figura 5.4 muestra la población beneficiada por pipas para los municipios de Loreto, Comondú, La

Paz y Los Cabos. El resumen operativo por la sequía de 2012 de suministro de agua en pipas se entregó un volumen total de 30.11 millones de litros para los cuatro municipios con un total de 171 localidades atendidas. Se tuvo un gasto total de \$1,792,116 m.n.

Figura 5.4. Población beneficiada de la distribución de agua en pipas en atención a la Sequía 2012.



El programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU), realizó un total de 22 acciones con un gasto \$42,069,812.14 m.n., relacionadas con mejoras de infraestructura y obras en pozos. Asimismo se suministraron e instalaron un total de 79 tinacos de 5,000 litros, beneficiando a una población de 2,906 habitantes en los cuatro municipios.

Referencias

- Escalante C. y Reyes L., (1998) "Identificación y análisis de las sequías en la región hidrológica No. 10, Sinaloa", Revista Ingeniería Hidráulica en México, 13 (2)
- INEGI (2012). El sector alimentario en México 2012. Series estadísticas Sectoriales. Instituto Nacional de Geografía Número 26. 309 pp
- GobBCS. (2013). Información Estratégica B. C. S. 2013. secretaria de Promoción y Desarrollo Económico. Gobierno del Estado de Baja California Sur. Dirección de Informática y Estadística. 50 pp.
- Reyes Ch. L., "Identificación y análisis de sequías", Tesis de Maestría, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM, México 1996.

6. Evaluación de la vulnerabilidad para el Consejo de Cuenca

6.1. Sequía y vulnerabilidad en el CC-01

Adaptarse a estas situaciones meteorológicas, desarrollar métodos y técnicas de uso y gestión de los recursos naturales ante el riesgo de sequías y educar para la sequía y la aridez, se convierte en una necesidad. Este problema ha ido adquiriendo dimensiones generalizadas, pero se ve agravado por el hecho de que no solo se trata de carencia en la cantidad de un recurso. También la calidad del agua disponible se degrada, a veces por su excesiva explotación, uso de abonos o pesticidas o por contaminación industrial. El uso masivo y creciente del agua ha llevado a convertirla, a partir de la tradicional consideración de recurso colectivo, en recurso económico raro, caro, polémico, objeto de presiones y fuente de posibles conflictos políticos.

En el recientemente elaborado Plan Estatal de Acción Ante el Cambio Climático de Baja California Sur (PEAACC-BCS), se plantea que este estado es el de mayor extensión costera de México (1,493 km de litorales), cuyo crecimiento poblacional acelerado, ha traído consigo un cambio en el ambiente regional debido ante todo a la generación de desechos, el crecimiento de su parque vehicular y al crecimiento de extensas zonas deforestadas. Así mismo se continúa mencionando, que la escasa planificación para el crecimiento y ordenamiento urbano aunada a las consecuencias del cambio climático, incrementará los problemas ligados al crecimiento de los centros urbanos, teniendo también una incidencia negativa en la salud, la cobertura vegetal y habrá graves problemas de sequía e incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (Ivanova y Gámez, 2012). Con estos escenarios se establece que la carencia de agua será crítica para el año 2025, siendo actualmente alarmante la sobreexplotación de los acuíferos en Baja California Sur (BCS). Las fuentes de abastecimiento disponibles, y en especial los acuíferos, presentan niveles notorios de sobreexplotación, lo que además de constituir una restricción para su desarrollo futuro, empieza a generar riesgos para el abasto a la población y centros de producción ya establecidos (www.ine.gob.mx).

En el PEAACC-BCS se enlistan los principales impactos del cambio climático de relevancia para los sectores económicos clave del estado: variación de las temperaturas; mayor costo de energía; modificación de la línea costera, inundaciones, intrusión salina; amenazas hidrometeorológicas; severidad y redistribución de lluvias y sequías; cambio de cauces de arroyos, desertificación; menor disponibilidad de agua para uso humano y productivo, impactos sobre salud humana, animal y vegetal. Se reconoce particularmente la extrema vulnerabilidad de la entidad derivada de su ubicación geográfica y condiciones específicas, con principales impactos reales y potenciales del cambio climático en poblaciones urbanas costeras (Arizpe y González-Baheza, 2013; González-Baheza y Arizpe, 2013). Al amenazar los recursos hídricos, provocar ciclones más fuertes e inundaciones, acelerar la desertificación, e impactar negativamente la biodiversidad y poblaciones naturales marinas y terrestres, el calentamiento encarece los costos para mantener niveles de confort y seguridad suficientes que permitan realizar las actividades productivas y la vida cotidiana de la población. Estos impactos tienen consecuencias adversas en la sociedad y economía del estado: actividades productivas como el turismo, las demás ramas de servicios, la pesca y la agricultura han de dedicar una parte mayor de su presupuesto, por ejemplo, a contrarrestar el calor; mientras que la ganadería enfrenta el aumento de costos de producción por la falta de forrajes ante el estrés hídrico. Por su parte, la población es afectada por el encarecimiento de la electricidad, mayores riesgos de salud pública y ante eventos extremos; y los gobiernos afrontan presiones mayores en sus funciones de atención a los habitantes y sectores económicos, enfatizándose que el estrés hídrico es la mayor vulnerabilidad de nuestro estado (Ivanova y Gámez, 2012).

Adaptarse a estas situaciones meteorológicas, desarrollar métodos y técnicas de uso y gestión de los recursos naturales ante el riesgo de sequías y educar para la sequía y la aridez, se convierte en una necesidad. Este problema ha ido adquiriendo di-

mensionen generalizadas, pero se ve agravado por el hecho de que no solo se trata de carencia en la cantidad de un recurso. También la calidad del agua disponible se degrada, a veces por su excesiva explotación, uso de abonos o pesticidas o por contaminación industrial.

El uso masivo y creciente del agua ha llevado a convertirla, a partir de la tradicional consideración de recurso colectivo, en recurso económico raro, caro, polémico, objeto de presiones y fuente de posibles conflictos políticos.

6.2. Vulnerabilidad para el Consejo de Cuenca - 01

Parte del trabajo realizado por el gobierno federal es el desarrollo de programas con el objetivo de reducir la vulnerabilidad y los impactos a partir de medidas de mitigación. Dichos programas se apoyan de sistemas de alerta temprana, mejora o aumento del abastecimiento del agua, planificación a priori de la sequía, creación de conciencia, cultura y educación sobre el riesgo de escasez de agua. La finalidad de los programas de sequía es anticiparse a las mismas, previendo soluciones para satisfacer las demandas, evitando situaciones de desabasto de agua.

La evaluación de la vulnerabilidad para el CC-01, fue realizada según la metodología propuesta por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007; CONAGUA, 2011). Se define a la vulnerabilidad como el grado en el que un sistema es susceptible o incapaz de hacer frente a los efectos adversos, incluyendo la variabilidad y los extremos climáticos. La vulnerabilidad es función de la variación del clima a la que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación (IPCC, 2001).

6.2.1. Factor 1: Exposición

Ante unas condiciones dadas de peligrosidad, sensibilidad y capacidad de adaptación, el grado

de exposición es el factor que atañe directamente al nivel de protección o seguridad que tienen los sistemas usuarios del agua ante el embate del fenómeno. Frecuentemente, este factor es intrínseco a los usuarios individuales de su exposición al riesgo natural, y está en función de su grado de desarrollo tecnológico, de su visión y percepción al peligro y riesgo de afectación, y de las medidas con que cuenta para afrontar el riesgo, así como de las posibilidades de ayuda que puede obtener. Partiendo de los valores de disponibilidad (balances hidrológicos en cuencas), el grado de exposición se interpreta como la relación entre la brecha hídrica y la oferta sustentable.

Factor 1a. Grado de exposición.

La brecha (lo que excede a la oferta sustentable) dividida entre la suma de recursos sustentables (superficiales y subterráneos), da como resultado el grado de exposición, por uso en demasía del agua disponible, de manera no sustentable. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Grado de exposición} &= \frac{(\text{"Demanda - Oferta sustentable"})}{\text{Oferta sustentable}} \\ &= \frac{\text{Brecha hídrica}}{\text{Oferta sustentable}} \end{aligned}$$

La relación de la brecha hídrica con la oferta sustentable tiene por objeto cuantificar la dificultad que una cuenca o CC tendría para satisfacer su demanda. La Tabla 6.1 muestra los resultados para el CC-01, donde se obtuvo un valor de exposición negativo, por lo que se considera que el grado de exposición es nulo.

Tabla 6.1. Grado de exposición del CC-01.

Fuente	Oferta (hm ³)	Demanda (hm ³)	Brecha	Grado exposición
Superficial	759.59	35.27	-724.32	- 0.668 ≈0
Subterránea	481.87	375.99	-105.87	
Total	1 241.46	411.26	830.19	

Es necesario mencionar el carácter intermitente de las aguas superficiales, no permite prácticamente el aprovechamiento de éstas. Por lo tanto esta medida del grado de exposición, no otorga un valor certero de la exposición a la sequía para el caso particular del CC-01, al estar considerando aguas que no pueden ser aprovechadas.

Factor 1b. Frecuencia de sequías.

Del total del periodo analizado, en años, se detectan aquellos en los cuales hubo episodios de sequía; esto da como resultado el factor de exposición al fenómeno natural, como la relación entre los años de sequía al total de años del análisis. Los tipos de impacto de acuerdo a la clasificación de la intensidad de la sequía son (Servicio Meteorológico Nacional, SMN – CONAGUA):

- A - Agrícola
- H - Hidrológica
- S - Corto periodo (típicamente < 6 meses): impacto en agricultura y pastizales
- L - Largo periodo (típicamente > 6 meses): impacto en la hidrología y ecología
- AH: Efecto hidrológico en la agricultura
- SL: Efecto combinado y persistente entre corto y largo plazo

Al tener solo una declaratoria oficial de sequía reciente en el CC-01, y no tener datos certeros sobre los impactos en la agricultura se tomó solo en cuenta la información de la proporción histórica de años con sequía proporcionada por CONAGUA (2011). Los resultados se muestran en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Proporción histórica de años con sequía para el CC-01. Fuente: CONAGUA (2011).

Célula	AH	H	L	A	S	SL	Total	Proporción histórica de años con sequía
Comondú	0	4	0	2	3	1	10	0.67
Mulegé	0	2	2	0	0	0	4	0.27
La Paz	0	1	0	0	0	0	1	0.07
Los Cabos	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Loreto	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total							15	0.20

6.2.2. Factor 2. Sensibilidad

Esta componente evalúa el grado de afectación ante las sequías, en otras palabras la magnitud del daño en caso de una sequía. Se interpreta como la cantidad de habitantes en los centros de población: cuanto mayor sea el tamaño poblacional de una localidad, más vulnerable será ante la presencia de sequías. Asimismo, dado que las regiones con mayor actividad comercial e industrial se ven seriamente afectadas ante las se-

quías, se considera el PIB nominal como indicador de sensibilidad.

Factor 2a y 2b: Población y PIB afectados por la sequía.

Para tal efecto se utiliza el número de habitantes por municipio o región, según datos del conteo o del censo. Se considera el PIB nominal generado para un año base (2010, por ejemplo, y con valores de INEGI) (Tabla 6.3).

Tabla 6.3. Población y PIB afectados por la sequía. *Se desconoce la información de PIB afectado por la sequía.

Población total	Población afectada por la sequía*	Índice de desabasto a la población: 2a	PIB Normal	PIB afectado por la sequía *	Índice de afectación por PIB: 2b
636 138	12 508	0.019	74 288 439	0	0

Factor 2c: Impacto económico en la actividad agropecuaria

El tercer factor considerado es el impacto económico en el sector agrícola. Sin embargo, no existen o no se encontraron evaluaciones re-

cientas relacionadas con el impacto económico por eventos de sequía en el sector agropecuario (Tabla 6.4).

Tabla 6.4. Impacto económico en la actividad agropecuaria.

Impacto económico en temporal*			Impacto económico en riego *			Impacto global agropecuario	
Temporal normal	Temporal restringido	Impacto en temporal	Riego normal	Riego restringido	Impacto en riego	Impacto económico global agrícola	Impacto económico global agropecuario: 2c
0	0	0	0	0	0	0	0

6.2.3. Factor 3. Capacidad de adaptación

Esta componente se refiere a la resiliencia de la región ante condiciones de sequía. Como consecuencia de una reducción severa de la precipitación, si los escurrimientos disminuyen, los almacenamientos también. Ante tal escenario, los acuíferos representarían la más

viabile fuente de suministro, para todos los usos. Los centros de población, industrias y áreas de riego ubicadas sobre acuíferos sobre-explotados tienen una vulnerabilidad mayor que aquellas localizadas sobre acuíferos sub-explotados. La metodología propuesta considera el grado de sobre-explotación anual ($\text{hm}^3/\text{año}$) del agua subterránea (Tabla 6.5).

Tabla 6.5. Capacidad de adaptación de aguas subterráneas.

Extracción Sustentable (recarga)	Extracción real (concesionada)	Volumen de sobreexplotación	Índice de sobreexplotación: 3a
481.87	375.99	0	0

6.3. Cálculo global del grado de vulnerabilidad

La ponderación, que debe ser imparcial, está en función de la importancia relativa de cada factor evaluado: su contribución a la economía de la cuenca, la afectación social por población sin agua potable, las restricciones en el riego y el valor de la producción, los efectos de la sobre explotación del acuífero, el desempleo y migración, etc.

Después de estimar los factores propuestos y dado que se presentan con diferentes unidades, se realiza una estandarización de los mismos, es decir, asignando un valor de 0.0 al mínimo y de 1.0 al valor máximo (o bien, de 0% a 100%). Asumiendo factores de peso para cada factor, se realiza una suma pesada de los factores analizados para obtener un valor global del concepto. Dicho análisis permite asignar un Índice Global de Sequía, el cual se clasifica en cinco niveles de vulnerabilidad de acuerdo a la Tabla 6.6.

Tabla 6.6. Grados y rangos de vulnerabilidad

Grado de vulnerabilidad	Rangos	
	Mínimo	Máximo
Muy alta	0.590001	1.000000
Alta	0.290001	0.590000
Media	0.150001	0.290000
Baja	0.060001	0.150000
Muy baja	0.000000	0.060000

El resultado del índice global de sequías para CC-01, al realizar la sumatoria de cada uno de los índices, considerando un factor de

ponderación, da como resultado 0.18, lo cual clasifica en un grado de vulnerabilidad baja (Tabla 6.7).

Tabla 6.7. Evaluación de la vulnerabilidad de CC-01.

CC-02	Exposición		Sensibilidad			Adaptación	Suma	Grado de vulnerabilidad
	1a	1b	2a	2b	2c	3a		
Factor	0	0.2	0.02	0	0	0	0.073	
fi	2	2	2	1	1	4		
Factor *fi	0	0.066 7	0.0667	0	0	0		0.073

Esta evaluación no permite instaurar medidas de mitigación y respuesta focalizadas, ya que la vulnerabilidad media evaluada es para todo el estado de Baja California Sur. Por ello se requirió de una evaluación más detallada, a nivel de acuífero; siendo esto avalado por el Grupo Técnico Directivo (GTD) del CC-01, instaurado para la evaluación y aprobación de este programa.

6.4. Evaluación de la vulnerabilidad por acuífero del CC-01

El enfoque tradicional de la gestión de la sequía ha sido reactivo, basándose ampliamente en la gestión de crisis. Este enfoque no ha sido efectivo debido a que de esta manera, las respuestas se aplican fuera de la temporalidad adecuada y resultan pobremente coordinadas y mal dirigidas a los sectores y zonas afectadas por la sequía (Wilhite 2005). Ante este problema, Wilhite propone considerar la mejora de herramientas de vigilancia de la sequía y de los sistemas de alerta temprana y un mayor énfasis en la preparación para la sequía y mitigación.

Uno de los principales aspectos de cualquier gestión de mitigación de la sequía es el análisis de qué y quienes son vulnerables, así como conocer las causas (Wilhelmi y Wilhite, 2002). Existen diversos estudios para la evaluación de la vulnerabilidad ante la sequía de aspectos ambientales, sociales y/o económicos (Wilhelmi y Wilhite 2002; Iglesias et al. 2007; Potgieter y Stone, 2008; Eriyagama et al, 2010; CONAGUA, 2011; Zarafshani et al., 2012).

El fenómeno de las sequías ocasiona un mayor estrés en los acuíferos, al ser el agua subterránea prácticamente la única fuente de abastecimiento (CONAGUA, 2011).

El índice de vulnerabilidad por acuífero (IV) se define se define como el grado al que es susceptible un acuífero a efectos adversos. Se estableció mediante los tres factores que definen la vulnerabilidad según el IPCC (2001): exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación. Para cada uno de los factores se diseñó un subíndice.

$$IV = IE + IS + (1-ICA)$$

IE = Índice de exposición a la sequía

IS = Índice de sensibilidad

ICA = Índice de capacidad de adaptación

6.4.1. Índice de exposición a la sequía

Estima el grado al que el sistema está expuesto a variaciones en su condición. Está en función de la sequía, la precipitación, la capacidad de almacenamiento del suelo y de la salinización del acuífero.

$$IE = FS + (1-FP) + CAS + SA$$

Frecuencia de la sequía (FS):

Se mide mediante el número de meses con valores del SPI moderadamente seco (MS), severamente seco (SS) y extremadamente seco (ES) respecto del total de meses de la serie de tiempo. Se les otorga un peso de 1, 2 y 3 respectivamente en función del grado de severidad:

$$FS = \frac{(\text{meses MS}) * 1 + \text{meses SS} * 2 + \text{meses ES} * 3}{\text{Total meses de la serie}}$$

El SPI se toma de una estación lo más cercana posible al acuífero. La frecuencia de la sequía es directamente proporcional a la exposición del acuífero.

Se calculó el SPI de 12 meses para 31 estaciones meteorológicas en el CC-01 elegidas en función del número de años de registros completos de precipitación, por ser representativas de los diferentes climas (según la clasificación de García, 1998) y estar distri-

buidas de manera uniforme en el estado (Figura 2.17, Capítulo 2).

El SPI se calculó mediante el programa Matlab a través de su función disponible para la determinación del mismo (Matlab Central, 2009). Los registros de precipitación fueron proporcionados por CONAGUA de sus estaciones meteorológicas.

Frecuencia de precipitación (FP):

Se mide a través del volumen de precipitación promedio anual para la estación más cercana al acuífero. La frecuencia de la precipitación es indirectamente proporcional a la exposición del acuífero.

$$FP = \frac{\text{Volumen de precipitación total de la serie de tiempo}}{\text{Total años de la serie}}$$

Capacidad de almacenamiento del suelo (CAS):

Se mide a través de las unidades geohidrológicas (grupo de rocas o material granular cuyas características funcionales comunes desde el punto de vista hidrológico) que se clasifican en materiales con posibilidades de acumulación alta, media y baja. La acumulación es inversamente proporcional a la exposición, por lo que se toma el porcentaje de superficie con posibilidades bajas.

Salinización del acuífero (SA):

Salinidad superior a la normal en las aguas del acuífero ya sea por intrusión de agua de mar o por infiltración de aguas irrigadas con control inadecuado.

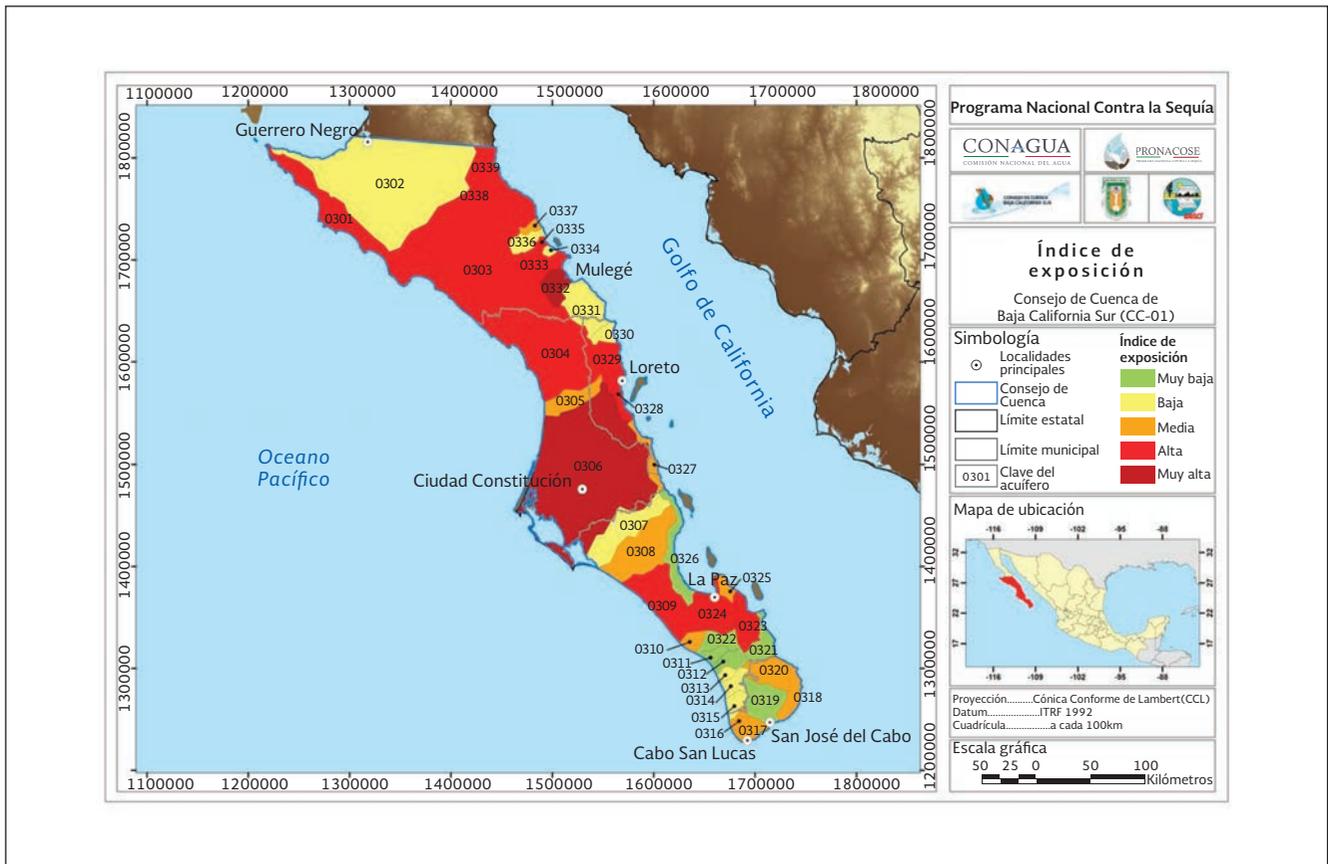
Resultados de Exposición a la sequía

La suma de los cuatro indicadores dio lugar al valor de exposición; (Figura 6.1). Los resultados del índice de exposición muestran como acuíferos con un nivel de exposición muy alto a Santo Domingo y Mulegé. El acuífero de Santo Domingo tiene un uso predominantemente agrícola. Con valores de exposición alto le siguen los acuíferos de Punta Eugenia, San Ignacio,

Paralelo 28, Las Vírgenes, San Marcos-Palo Verde, San Lucas, La Purísima, San Juan B. Londo, Alfredo V. Bonfil, El Conejo-Los Viejos, La Paz y Los Planes. Éstos abarcan la mayor parte de la mitad norte del Estado y el municipio de La Paz. Finalmente, con vul-

nerabilidad media se encuentran 10 acuíferos, 9 con vulnerabilidad baja y 6 con vulnerabilidad muy baja. Los mapas con los resultados de cada uno de los indicadores que componen el índice se pueden consultar en el Anexo III.

Figura 6.1. Índice de exposición por acuífero del CC-01



6.4.2. Índice de sensibilidad

Grado de afectación del acuífero debido a la presión ejercida. Es función de los volúmenes extraídos por uso, la densidad de población y el grado de protección.

$$IS = NC + VU + DP + PR + (1-GR)$$

Número de concesiones (NC):

Número de concesiones registradas en REDPA para cada acuífero. Es directamente proporcional a la sensibilidad del acuífero.

Volumen por usos (VU):

Impacto derivado de los volúmenes concesionados por los distintos usos. Al volumen por usuario registrado en REDPA se le asigna un

peso de 1 para el uso doméstico, 2 para usos múltiples y 3 para uso agropecuario. El VU es directamente proporcional a la sensibilidad del acuífero.

Se extraerán los datos de los volúmenes concesionados para cada acuífero del estado de Baja California de la página de internet del Registro Público de Derechos de Agua de la Comisión Nacional del Agua. Se dispondrán la información por acuífero y por uso final del agua.

Densidad población (DP):

Población registrada en la superficie que abarca los límites del acuífero entre su área. Es directamente proporcional a la sensibilidad del acuífero.

Presión sobre el recurso (PR):

Población registrada en la superficie que abarca los límites del acuífero, densidad de población entre su área, y el número de demandas satisfechas que se tiene en la población de acuerdo al consumo de 0.1 m³/persona/día establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Es directamente proporcional a la sensibilidad del acuífero, excepto la demanda satisfecha que es inversamente proporcional.

$$PR = PT + DP + (1-DS)$$

Dónde:

PT = población total por acuífero

DP = densidad de población por acuífero

DS = demanda de agua satisfecha, calculada a partir del volumen de agua de uso domés-

tico transformado a dotación disponible de agua por persona (m³/pers/día), según la OMS. La dotación disponible se calculó dividiendo el volumen de agua de uso doméstico entre la población del acuífero (esto para cada uno de los 39), y este valor entre 365 días. La demanda de agua satisfecha se obtuvo de dividir la dotación disponible entre 0.1 m³.

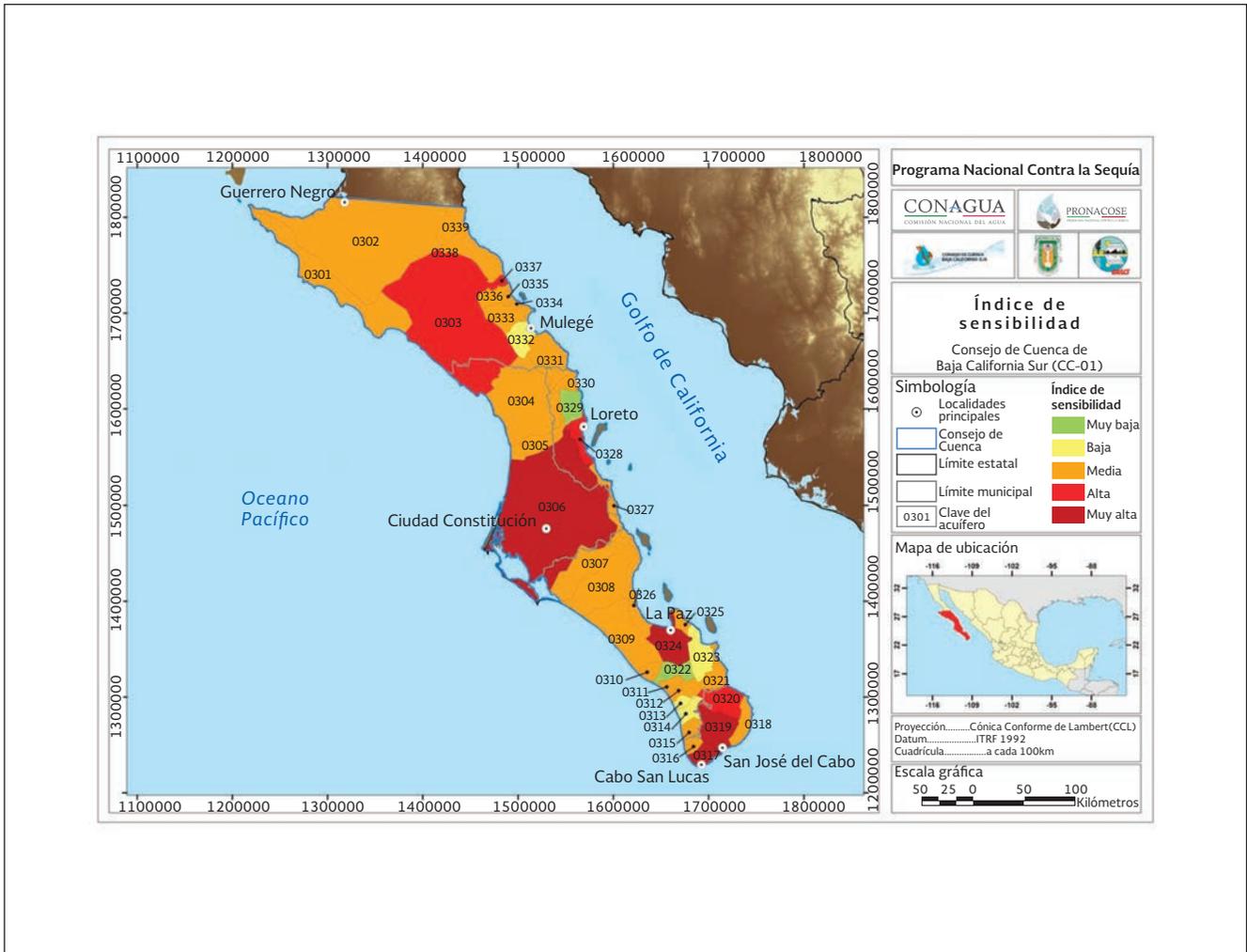
Grado de regulación (GR):

Considera los instrumentos de gestión del acuífero. Es inversamente proporcional a la sensibilidad del mismo. Se tomaron en cuenta la pertenencia a un COTAS, la presencia de un plan de manejo y de reglamento. Se tomaron valores de: 0, si tiene; 0.5 si está en proceso; y de 1 si no tiene.

Resultados del índice de sensibilidad a la sequía (IS):

La Figura 6.2 muestra los resultados del índice de sensibilidad. Los acuíferos con valores de sensibilidad muy alta fueron, Santo Domingo, Cabo San Lucas, La Paz y San José del Cabo. Estos valores coinciden con el distrito de riego del CC-01 y con los principales municipios del Estado donde la densidad poblacional es mayor y el sector turístico tiene una presencia muy importante. Estos acuíferos sufren altos volúmenes de extracción y en el caso de los municipios de La Paz y Los Cabos, tienen además un grado bajo de regulación. Con sensibilidad alta se encuentran los acuíferos de San Ignacio, Santa Rosalía, Loreto y Santiago. Finalmente se obtuvieron 24 acuíferos con sensibilidad media, 4 con sensibilidad baja y 2 con sensibilidad muy baja. Los mapas con los resultados de cada uno de los indicadores que componen el índice se pueden consultar en el Anexo III.

Figura 6.2. Índice de sensibilidad por acuífero del CC-01.



6.4.3. Índice de capacidad de adaptación

Índice de capacidad de adaptación (ICA):

Capacidad de ajustarse a los efectos de la presión y la exposición. Es función del balance entre la recarga y el volumen concesionado y en el cambio de almacenamiento anual de dicha recarga.

$$ICA = BR + CAR$$

Balace de recarga (BR):

Mide la relación entre la recarga del acuífero y el volumen explotado (concesionado):

$$SE = \frac{(Recarga - Volumen concesionado)}{Recarga}$$

Cuando el valor es cercano a 1, mayor es la recarga y menor la explotación. Por lo tanto el BR es inversamente proporcional a la sobreexplotación del acuífero. Se emplearon datos del DOF.

Cambio de almacenamiento (CAR):

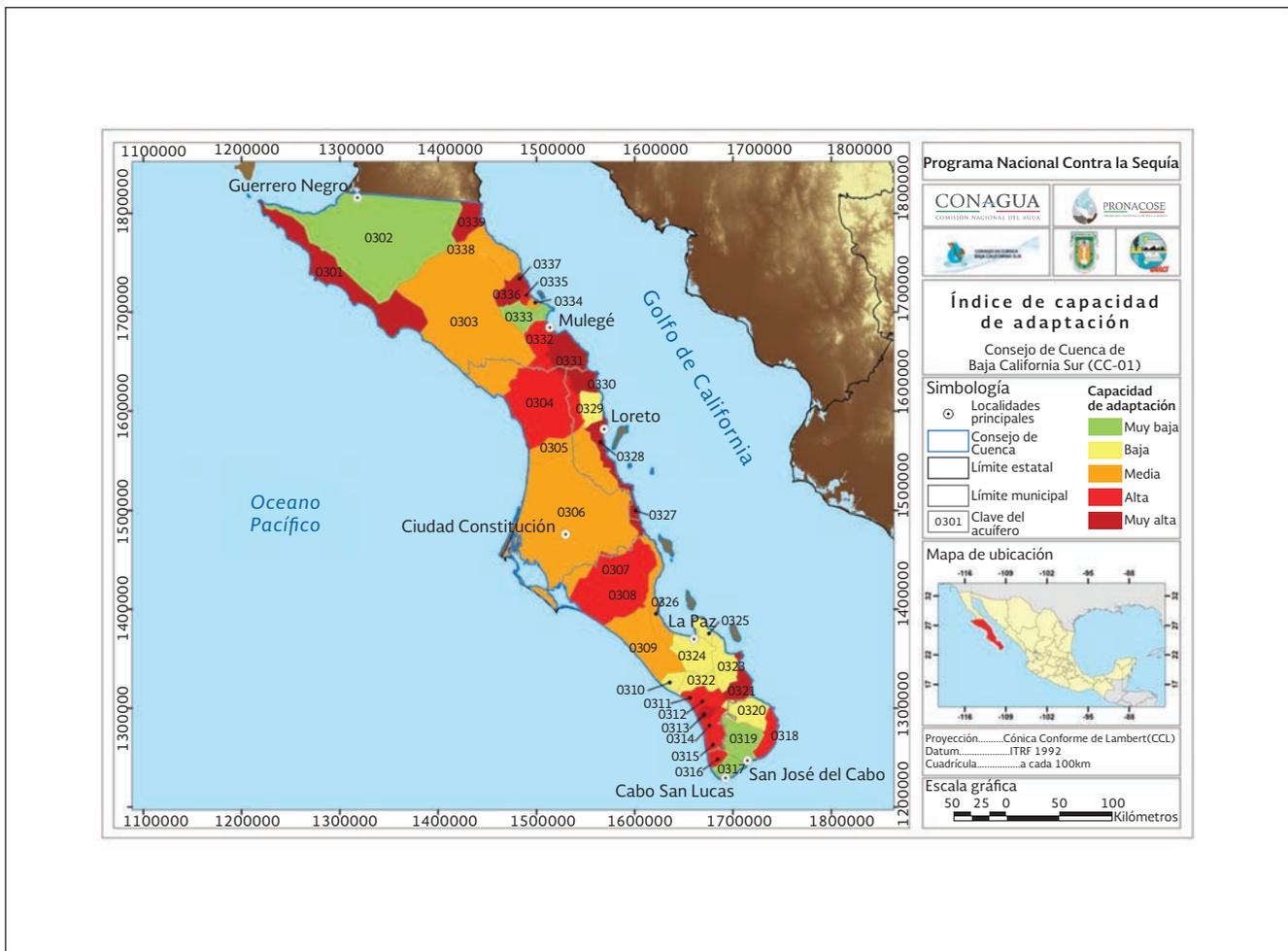
Se mide a través de la recarga total entre la descarga total en promedio anual. Cuanto más negativo es el cambio mayor es la sobreexplotación del acuífero.

Resultados del índice de capacidad de adaptación (ICA):

La Figura 6.3 muestra los resultados del índice de capacidad de adaptación por acuífero. Los acuíferos con una capacidad de adaptación muy baja, es decir, los más sobreexplotados, fueron Punta Eugenia, Paralelo 28, Santa Águeda, Santa Rosalía, Bahía

Concepción, Rosarito, Alfredo V. Bonfil, Tepentu, San Bartolo y Todos Santos; seguidos de los acuíferos de San Lucas, Mulegé, La Purísima, Santa Rita, Santo Domingo, La Matanza, Cañada Honda, El Pescadero, Plutarco Elías Calles, Migriño y Cabo Pulmo, con capacidad de adaptación baja. Para varios de estos acuíferos, los volúmenes de extracción superan la recarga natural del acuífero y para algunos además, esta recarga va disminuyendo en el tiempo. Con capacidad de adaptación media se encontraron 7 acuíferos, 7 con capacidad alta y 4 con capacidad muy alta. Los mapas con los resultados de cada uno de los indicadores que componen el índice se pueden consultar en el Anexo III.

Figura 6.3. Índice de capacidad de adaptación por acuífero del CC-01.



6.4.4. Resultados del índice de vulnerabilidad por acuíferos (IV)

Finalmente, la integración de los subíndices de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación otorga como resultado el índice de vulnerabilidad de los acuíferos ante la sequía.

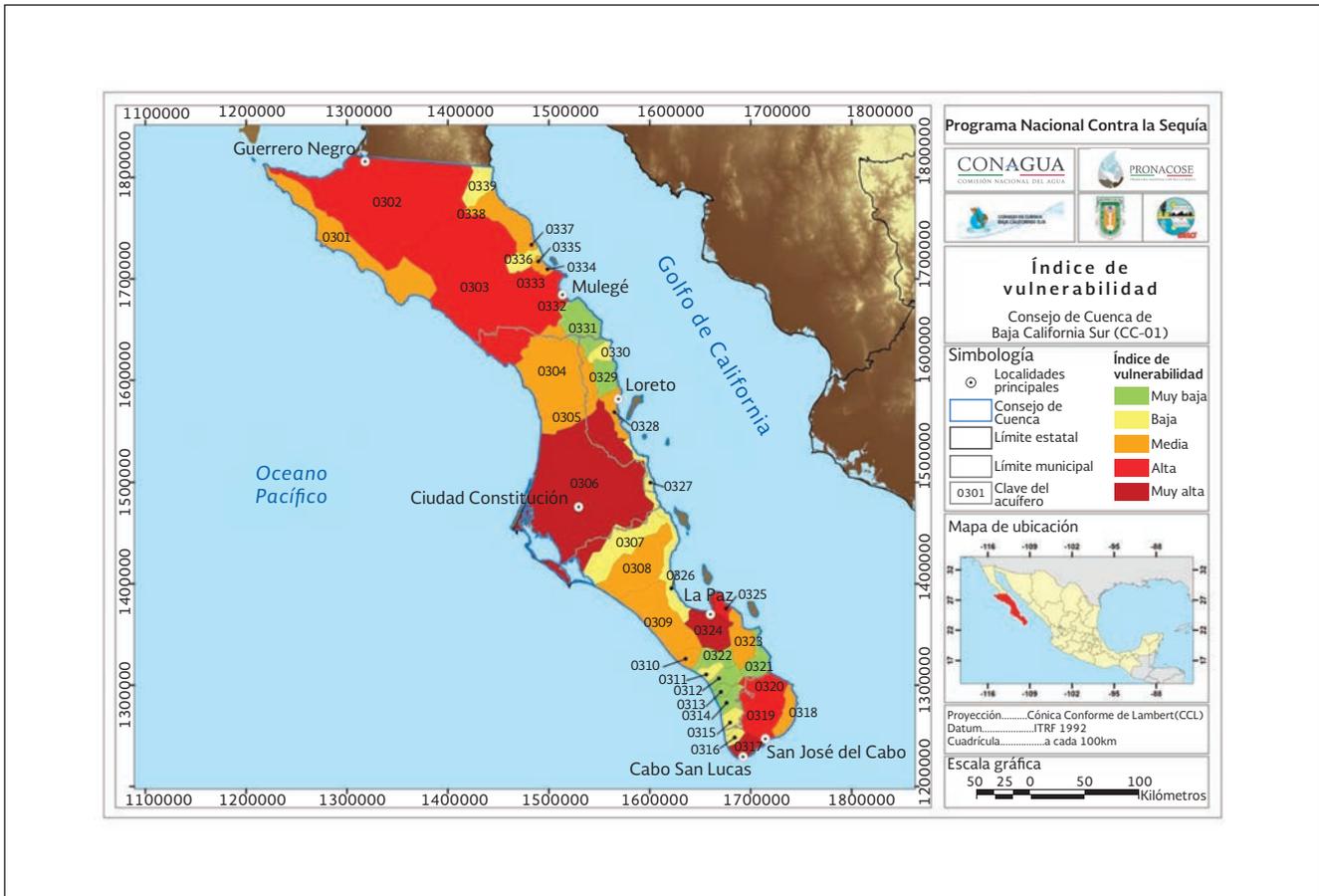
Se obtuvieron valores de vulnerabilidad muy alta en los acuíferos de Santo Domingo, La Paz y Cabo San Lucas, y valores de vulnerabilidad alta en Vizcaíno, San Ignacio, San Marcos-Palo Verde, Mulegé, El Coyote, Santiago y San José del Cabo. Se puede afirmar que estos acuíferos se encuentran en una situación crítica con base en el alto grado de vulnerabilidad

que obtuvieron, para los que es necesaria una atención urgente.

Se obtuvieron 13 acuíferos con valores de vulnerabilidad media, 9 con baja y 7 acuíferos con muy baja.

La determinación de la vulnerabilidad por acuíferos permite monitorear los mismos de manera periódica y ayuda a detectar problemáticas y establecer prioridades de acción a una escala mayor que el Consejo de Cuenca o el municipio. Como se verá más adelante (Capítulo 8), la vulnerabilidad por acuífero podrá ser empleada además como detonante de las etapas de sequía, a la vez que permitirá establecer acuíferos de referencia para la medida de otros detonantes propuestos.

Figura 6.4. Índice de vulnerabilidad por acuífero del CC-01.



Referencias

- Arizpe, O. y A. González-Baheza. 2013. Vulnerabilidad y su importancia en las escalas de evaluación, prospectiva y ordenamiento ecológico. VII Congreso Internacional de Ordenamiento Territorial y Ecológico. Gobernanza, medio ambiente y desarrollo. Cuernavaca, Morelos. www.ordenamiento.org
- CONAGUA (2010). Disponibilidad de Agua Subterránea. Comisión Nacional del Agua. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/disponibilidad.aspx?n1=3&n2=62&n3=94>
- CONAGUA. (2011). Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México. 44 pp.
- Eriyagama N., Gamage N., Smakhtin V. A global picture of drought occurrence, magnitude and preparedness. In : López-Francos A. (comp.), López-Francos A. (collab.). Economics of drought and drought preparedness in a climate change context. Zaragoza : CIHEAM / FAO / ICARDA / GDAR / CEI-GRAM / MARM, 2010. p. 19-25 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 95)
- García, E. (1998). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- González-Baheza, A. y O. Arizpe. 2013. Vulnerabilidad costera por amenazas de Cambio Climático a escala fina: Región Sur de la Bahía de La Paz. VII Congreso Internacional de Ordenamiento Territorial y Ecológico. Gobernanza, medio ambiente y desarrollo. Cuernavaca, Morelos. www.ordenamiento.org
- Iglesias A., Moneo M., Quiroga S. Methods for evaluating social vulnerability to drought [Part 1. Components of drought planning. 1.3. Methodological component]. In : Iglesias A. (ed.), Moneo M. (ed.), López-Francos A. (ed.). Drought management guidelines technical annex. Zaragoza : CIHEAM / EC MEDA Water, 2007. p. 129-133 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 58)
- INEGI (2012), Guía para la interpretación de cartografía hidrológica : Serie II / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México : INEGI, 33 p.
- Ivanova, A. y A.E. Gámez (editoras). 2012. Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur (PEACC-BCS). Documento para consulta pública. 72 pp.
- IPCC (2001) Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for Policymakers. A Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change
- IPCC (2007). Climate Change (2007): Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- Matlab Central (2013). Standardized Precipitation Index. Disponible en: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/26018-standardized-precipitation-index/content/SPI.m> Consulta: junio 2013.
- Potgieter A., Stone R.C. Drought risk and vulnerability in rainfed agriculture: Example of a case study from Australia. In : López-Francos A. (ed.). Drought management: scientific and technological innovations. Zaragoza : CIHEAM, 2008. p. 29-40 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 80)
- Wilhelmi, O.V. and Wilhite, D.A. (2002). Assessing vulnerability to agricultural drought: A Nebraska case study. Natural Hazards, 25: 37-58.

Wilhite D.A. (2005). "The Role of Disaster Preparedness in National Planning with Specific Reference to Drought, Chapter 2 of the Book titled: Impacts of Natural Disasters in Agriculture, Rangeland and Forestry: an Overview". Published by Springer Berlin Heidelberg New York.

Zarafshani K, Sharafi L, Azadi H, Hosseini-nia G, De Maeyer P and Witlox F. 2012. Drought vulnerability assessment: The case of wheat farmers in Western Iran. *Global and Planetary Change* 98–99 (2012) 122–130.

7. Evaluación de los impactos de la sequía

7.1. Evaluación de los impactos de la sequía

En el siguiente capítulo se exponen los impactos existentes y potenciales producidos por causa de la sequía, que fueron identificados para los diferentes sectores afectados en el CC-01. La Tabla 7.1 mues-

tra dichos impactos para los sectores organismo operador de agua, doméstico, agrícola, turismo, comercial, ambiental, pecuario, industrial e institucional. La identificación y evaluación de estos impactos permitirá la determinación de estrategias de prevención y respuesta.

Tabla 7.1. Impactos existentes y potenciales producidos como consecuencia de la sequía.

Sector	Impactos detectados
Organismo operador de Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Baja calidad del agua potable (por ejemplo, mal sabor y olor). • Capacidad reducida para combate y control de incendios. • Contaminación por conexión cruzada como resultado de bajas presiones. • Incremento en la concentración de contaminantes en el agua. • Incremento en las medidas de conservación del agua. • Elevado costo social de los programas oficiales de apoyo: despensas, empleo, agua en pipas, etc. • Cambio de uso de accesorios de uso de agua (mingitorios, sanitarios y regaderas) más eficientes. • Tandeos en la ciudad, zonas alejadas y rancherías. • Reparto de agua en pipas durante tandeos. • Reducción de reservas de agua almacenadas (presas y represas alejadas). • Reducción del agua de pozos. • Percepción pública desfavorable hacia el organismo operador. • Cartera vencida. • Fugas y pérdidas de agua por el sistema de conducción.
Doméstico	<ul style="list-style-type: none"> • Paisaje doméstico y público estresado, degradado o muerto. • Pérdida de vidas humanas (golpes y ondas de calor). • Riesgo de la seguridad pública debido a los incendios (capacidad reducida para su control). • Incremento de enfermedades respiratorias. • Estrés físico y mental de la población. • Incremento de conflictos políticos. • Reducción o modificación de actividades recreativas. • Cambios en el comportamiento de uso del agua para fines de conservación. • Revaloración de aspectos sociales (prioridades, necesidades, derechos). • Aumento de los índices de pobreza. • Desestabilidad social: conflictos, delincuencia, desnutrición. • Abandono del campo y concentración de cinturones de miseria en las ciudades; migración y desempleo. • Riesgo sanitario por reducción de disponibilidad de agua.
Agrícola	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de superficies de riego en cultivos. • Cambios en los patrones de cultivos. • Reducción de rendimientos en los cultivos • Pérdida de plantíos de árboles frutales y maderables y cultivos orgánicos. • Pérdidas totales o parciales de cultivos de subsistencia, tanto de riego como de temporal.

Impactos detectados	
	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción o pérdida de jornales • Incremento en los costos de los insumos y de la producción • Subsistencia del suelo como resultado de extracción de agua subterránea • Cambios sistemas de cultivos (Tecnificación) • Sobreexplotación de pozos • Pérdida de ingresos a productores que indirectamente afectan los negocios y la economía
Turismo	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de recreación y de la industria del turismo. • Reducción de desarrollo económico • Restricciones/limitaciones sobre daños al paisaje por empresas • Bajo potencial de desarrollo en zonas no costeras por falta de recursos hídricos • Actividades acuático-recreativas limitadas • Limitación de espacios naturales con potencial recreativo • Incremento en el número de desaladoras en zonas turísticas costeras. • Incremento en el costo de los servicios turísticos por uso de desaladoras y otras tecnologías. • Disminución de afluencia turística. • Conflictos en la gobernanza para la gestión del recurso agua. • Endurecimiento o eutrofización de aguas de reuso. • Aumento en la competencia por el mercado del agua
Comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en las tarifas de bienes y servicios. • Reducción en la distribución y comercialización de bienes y servicios. • Costos adicionales por implementación de nueva infraestructura para el ahorro y optimización del recurso agua. • Riesgo sanitario por reducción de disponibilidad de agua. • Disminución de afluencia de consumidores en centros comerciales. • Reducción o cancelación de la dotación de agua de primer uso, por derivación de esta a usos prioritarios. • Incremento en las tarifa de agua por uso de agua de fuentes alternativas (desaladora).
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del riesgo de frecuencia y severidad de incendios. • Variación en poblaciones de insectos. • Estrés del medio ambiente circundante. • Pérdida o degradación de humedales. • Menores escurrimientos superficiales y subterráneos. • Menor nivel en embalses y cuerpos de agua superficial. • Incremento en la susceptibilidad de enfermedades de plantas. • Incremento de erosión por viento y agua. • Reducción de flujo en manantiales. • Efectos en la calidad del aire (polvo y contaminantes). • Estrés en peces y otra flora y fauna silvestre. • Prohibición de campamentos con fuego. • Subsistencia del terreno. • Altos índices de deforestación y erosión; pérdida de cobertura vegetal acelerada. • Desertificación y degradación del suelo.

Impactos de la Sequía	
	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la tasa de azolvamiento en vasos, cauces y cuerpos de agua. • Sobreexplotación de acuíferos. • Sobreconcesiones en acuíferos.
Pecuario	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de cabezas de ganado. • Pérdida de producción de leche. • Pérdida de carne. • Aumento en costos de forraje. • Disminución en número de crías. • Pérdida de superficie para agostadero. • Poca disponibilidad de agua en abrevaderos. • Incremento en costos de conducción de agua. • Disminución o desaparición de los hatos ganaderos.
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución en la producción. • Aumento en los costos de producción • Despido de capital humano por reducción en la producción
Institucional	<ul style="list-style-type: none"> • Daños causados al hombre, sus actividades o bienes materiales. • Cambio a uso de tecnologías dirigidas al ahorro de agua y aprovechamiento más eficiente. • Aumento de esfuerzos y actividades a realizar. • Baja regulación y control de volúmenes de extracción y uso de agua • Consideración de los riesgos naturales en los procesos de ordenación del territorio. • Cambios en el comportamiento de uso del agua para fines de conservación del agua. • Sobreconcesiones en acuíferos.

Entre los impactos detectados para el organismo operador destaca por su gravedad, la reducción del agua de los pozos que ha llevado al establecimiento de tanques en las zonas urbanas y rurales, con el consecuente transporte de agua en pipas para las zonas más alejadas de los núcleos urbanos. El organismo operador se encuentra además en una situación de cartera vencida y existe una percepción pública desfavorable ante el mismo. Destacan además, las fugas y pérdidas de agua por el sistema de conducción y la baja calidad del agua potable.

En cuanto al sector doméstico, destacan la reducción o modificación de las actividades recreativas en la población, el aumento de los índices de pobreza, la

desestabilidad social y el abandono del campo y concentración de cinturones de miseria en las ciudades, migración y desempleo.

Los impactos más relevantes del sector agrícola son la sobreexplotación de pozos, la reducción de superficies de riego en cultivos y su rendimiento, con la consecuente reducción o pérdida de jornales y de ingresos a los productores, las pérdidas totales o parciales de cultivos de subsistencia, el incremento en los costos de los insumos y de la producción.

El sector turismo, de los más importantes a nivel económico, se ve afectado por una reducción en su desarrollo como consecuencia de la falta de agua.

El costo de los servicios turísticos aumenta por la necesidad de la construcción de desaladoras. Todo esto ha generado conflictos para la gestión del recurso agua entre gobierno municipal y sector turismo.

En el sector comercial se produce un incremento en las tarifas de bienes y servicios derivado de los costos adicionales por implementación de nueva infraestructura, así como un incremento en las tarifas de agua por uso de agua de fuentes alternativas (desaladora).

Respecto al sector ambiental, la sequía está produciendo un incremento del riesgo de frecuencia y severidad de incendios, degradación de humedales, deforestación, desertificación y erosión.

En el sector pecuario se registran pérdidas de cabezas de ganado, carne, producción de leche y crías, derivado del aumento de los costos del forraje y de la pérdida de superficies de agostadero y la falta de agua en abrevaderos.

En el sector industrial se ha producido una disminución de la producción derivado del aumento de los costos para la misma y el consecuente despido de capital humano.

Finalmente, en el sector institucional, se han de multiplicar los esfuerzos y actividades a realizar para hacer frente al problema de la sequía. Este sector se enfrenta al problema de una baja regulación y un ineficiente control de los volúmenes de extracción de agua, que ha dado lugar a sobreconcesiones en los acuíferos.

8. Etapas de la sequía

En el presente capítulo se definieron las etapas de la sequía para el CC-01 y se establecieron los factores detonantes que determinan las etapas de sequía.

8.1. Definición de etapas de la sequía

Para la definición de los niveles de sequía se determinaron cuatro etapas. Estas se determinaron en función de las condiciones e impactos identificados en el CC-01. A continuación se describen estas:

- **Sequía moderada:** *Comienzan a observarse impactos en el sector agropecuario. El ambiente muestra algunos signos de estrés.*
- **Sequía severa:** *Pérdidas económicas en el sector agropecuario. Las actividades humanas se ven restringidas por la falta de agua. Déficit de agua para el sector doméstico urbano. Ambiente con signos de degradación (incendios, muerte de plantas, etc.).*
- **Sequía extraordinaria:** *Pérdidas importantes en el sector agropecuario. Las actividades humanas se ven reducidas por la falta de agua. Elevado déficit de agua para el sector doméstico urbano. Ambiente degradado (incendios, desertificación, muerte de plantas, insectos, animales, etc.).*

- **Sequía catastrófica:** *El sector agropecuario no puede ser abastecido. Las actividades urbanas han de verse reducidas a usos vitales. Ambiente altamente degradado (incendios, desertificación, muerte de plantas, insectos, animales, etc.).*

8.2. Punto de inicio de los niveles o estados de la sequía.

Como se expuso en el Capítulo 2, el Monitor de América del Norte sigue el estado de la sequía en nueve estaciones para el CC-01, las cuales no ofrecen una distribución que represente de manera homogénea la situación del mismo. Por este motivo, se considera oportuno establecer además otros detonantes que determinen las etapas de la sequía, acordes con las condiciones del CC-01 y que tengan una mayor cobertura. Para el establecimiento de detonantes, se propone el monitoreo permanente de ocho indicadores. La Error! Reference source not found. expone cuatro indicadores que actualmente se pueden medir, y la Tabla 8.2 muestra otros cuatro como propuesta para ser medidos.

Tabla 8.1. Detonantes de etapas de sequía actualmente medidos para el CC-01.

Detonantes	Definición	Periodo de medida	Fuente de datos
SPI-12	Análisis del SPI en dos años anteriores a la medida.	Mensual	Estación de referencia (CONAGUA)
Nivel de las presas	Nivel de la presa (msnm) Santa Inés, La Buena Mujer, Ihuagil, San Iázaro, y las recientes La Higuera y La Palma	Mensual (cuando no haya habido descargas programadas)	CONAGUA
Registros de precipitación	Registros diarios de precipitación	Mensual	Estaciones de referencia (CONAGUA)
Déficit de recarga	Recarga del acuífero menos el volumen total concesionado en acuíferos de referencia	Antes y después del ciclo	CONAGUA

Estos indicadores detonantes se monitorearán individualmente para obtener un valor a nivel municipal que detone la etapa de sequía. Es primordial el esta-

blecimiento de un monitor permanente de la sequía en el CC-01, donde se registren datos actualizados y periódicos de los detonantes planteados.

Tabla 8.2. Detonantes de etapas de sequía propuestos para el CC-01.

Detonantes	Definición	Periodo de medida	Fuente de datos
Vulnerabilidad acuífero	Nivel de vulnerabilidad de acuíferos de referencia	Semestral	UABC-UABCS
Piezometría y almacenamiento	Profundidad del nivel estático en pozos de referencia	Mensual	Pozos de observación CONAGUA y OO
Conductividad en acuíferos costeros	Presión absoluta y conductividad eléctrica. NOM-CCA/032-ECOL/1993	Medición diaria e interpretación Semestral	CONAGUA y UABCS
Evapotranspiración	Calculada por el método de Thornthwaite (Troyo-Diéguéz et al., 2013) para estaciones climatológicas de referencia.	Mensual	Estaciones de referencia UABCS

Referencias

Troyo-Diéguéz, E., G. Mercado-Mancera, A. Cruz-Falcón, A. Nieto-Garibay, R. Valdez-Cepeda, J. García-Hernández, B. Murillo-Amador. 2013. Análisis

de la sequía y desertificación mediante índices de aridez y estimación de la brecha hídrica en Baja California Sur, noroeste de México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. ISSN 0188-4611. 17 pp.

9. Estrategias de prevención y respuestas esperadas ante la sequía

Estrategias de prevención y respuestas esperadas ante la sequía

El CENAPRED y SEGOB (2007) mencionan que las medidas de mitigación para disminuir los efectos de las sequías se pueden dividir en estructurales y no estructurales. Las estructurales son todas aquellas obras de ingeniería que ayudan a controlar, almacenar, extraer, distribuir y reutilizar el agua con el fin de optimizar su uso, como pozos, presas, tanques de almacenamiento, sistemas de abastecimiento, plantas de tratamiento, canales, etc. En general, estas obras de ingeniería son costosas y por sí solas no son la solución para evitar las sequías, sino más bien el complemento de otras medidas que en conjunto ayuden a contrarrestar los efectos negativos de este fenómeno. Las medidas no estructurales o institucionales son aquellas acciones que se adoptan antes y durante la sequía para disminuir los efectos negativos de esta. Estas medidas son socioeconómicas, legales, de planeación, institucionales y se refieren principalmente a reglamentos sobre el uso del agua. Estas medidas institucionales pueden clasificarse a su vez en reactivas y preventivas o prospectivas.

Las medidas reactivas son aquellas que se adoptan durante el evento e implican que la comunidad actúe al respecto, como por ejemplo, limitar la dotación de agua a la población y la agricultura, implantar programas de emergencia que ayuden a agricultores y ganaderos, redistribuir el agua entre las diferentes actividades económicas dando prioridad al uso del agua para consumo doméstico.

Las medidas preventivas o prospectivas son aquellas que se implantan antes de que ocurra la sequía, como crear una cultura sobre el cuidado del

agua, técnicas de irrigación agrícola que reduzcan la cantidad de agua, el manejo de especies de cultivo y ganaderas que mejor se adapten al clima, implementación de programas de supervisión y control de vertido de desechos industriales a la red de alcantarillado.

Se llevó a cabo un análisis de impactos existentes y potenciales, producidos por la sequía en el CC-01, para poder determinar las medidas de prevención (de largo plazo) y respuesta (de corto plazo) con el objetivo de prevenir los impactos potenciales y mitigar los existentes. A continuación se presentan dichas medidas.

9.1. Propuesta de medidas de prevención y respuesta por etapa de sequía para el CC-01

En este apartado se exponen las medidas de prevención y respuesta ante los efectos de la sequía. Las medidas de prevención tendrán un carácter permanente y de largo plazo, independientemente de la presencia o ausencia de sequía. La mayor parte de éstas serán obligatorias, y en menor proporción de carácter voluntario. Las medidas de respuesta ante los efectos de la sequía tendrán un carácter de corto plazo en función de la duración de la etapa de la sequía que sea determinada. Estas medidas son acumulativas, es decir, se llevarán a cabo las medidas de la etapa detonada más la de las etapas anteriores, siendo el orden de las mismas: 1) Moderada, 2) Severa, 3) Extrema y 4) Catastrófica.

En las siguientes tablas (9.1 a la 9.9) se exponen las medidas preventivas y de respuesta por sector. Las celdas vacías no fueron determinados impactos para esas etapas que fueran validadas por parte del GTD, por lo que no aplicaban (N/A).

Tabla 9.1. Medidas de prevención y respuesta por etapa para el organismo operador.

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventiva	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)			
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales	Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
Pérdida de utilidad debido a reducción en agua entregada	<ul style="list-style-type: none"> Reestructuración permanente de método de cobro y recategorización de tarifas, cambio a KW/hr/m³ u otra unidad. Reestructuración de método de cobro y recategorización de tarifas de acuerdo al usuario Reporte de fugas y multas. Uso de fuentes alternas de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> Micromedidores. Monitoreo. Reducción de fugas. Mantenimiento a bombas, tanques, cisternas y pipas 	<ul style="list-style-type: none"> Reforzar estrategias en DO 	<ul style="list-style-type: none"> Vigilancia y cumplimiento estricto para las medidas preventivas. Implementación de días y horarios de bombeo (tandeo) 	<ul style="list-style-type: none"> Sanciones y multas por desperdicio. Auditorías a los usuarios de mayor demanda Ej. Urbano, agrícola y turístico, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción en los volúmenes de abastecimiento de agua. Priorización del uso del agua para consumo humano. Cobro del agua por uso agrícola 	<ul style="list-style-type: none"> Priorización del agua para consumo humano. Cortes de agua. Establecimiento de horarios de abastecimiento de agua. Campañas de alerta de agua. Reporte de fugas y multas severas por desperdicio. Implementación de uso de fuentes alternas de energía.
Reducción en producción de pozos municipales	<ul style="list-style-type: none"> Optimización del recurso. Cultural del agua. Educación 	<ul style="list-style-type: none"> Plantas recicladoras, Nuevas metodologías para tratamiento de agua Mantenimiento de pozos 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación para mantenimiento Monitoreo de calidad de los pozos. 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento de pozos Monitoreo de la calidad del agua. Recarga artificial Plantas de tratamiento de aguas grises. Reuso del agua. Separación de aguas grises y negras 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo económico y tecnológico para plantas de tratamiento o sistemas alternas 	<ul style="list-style-type: none"> Buscar nuevas fuentes de abastecimiento Seguimiento de las medidas de la etapa severa. 	<ul style="list-style-type: none"> Reuso de aguas grises Expropiación temporal de derechos del agua de uso agrícola a uso urbano Desaladoras a pequeña escala (portátiles)

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventiva	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)			
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Reducción en reservas de agua almacenadas	<ul style="list-style-type: none"> • Cultura del agua. • Educación 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo y reparación de fugas. • Incentivar el uso de tecnologías de ahorro. • Rehabilitar estructuras de reserva existentes y construir nuevas en zonas de mayor demanda 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de apoyo económico para recambio a sistemas ahorradores en comunidades con mayor problemática. • Programas de monitoreo y reporte de fugas. • Difusión y divulgación de las metodologías de reuso de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de las medidas preventivas y de la etapa moderada • Reúso de agua • Plantas de tratamiento y reúso de aguas grises • Distribución e instalación de tanques y cisternas en comunidades rurales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alertar a la población e incentivar el ahorro y correcto aprovechamiento de agua a través de medios de comunicación. • Dar continuidad al programa de apoyo a comunidades rurales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de horarios de bombeo. • Priorización del uso del agua para consumo humano. • Tandeo en pipas 	<ul style="list-style-type: none"> • Priorización del uso del agua para consumo exclusivo humano. • Establecimiento de horarios de abastecimiento. • Tandeo en Pipas • Sancionar el uso del agua distribuida para otra actividad que no sea el consumo humano
Degradación de la calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Educación y cultura. • Aplicación de la legislación en lo que respecta a calidad del agua y vertido en desechos al sistema de agua potable y alcan- 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de infraestructura y metodologías más eficientes para la depuración. • Reubicación de fuentes potenciales de contaminación de acuíferos. • Instalación de 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas que incentiven la disminución de sustancia que endurezcan y/o dificulten el tratamiento del agua. • Capacitación de técnicos espe- 	<ul style="list-style-type: none"> • Renovación y actualización de tecnologías adecuadas para el tratamiento de aguas residuales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Control y monitoreo de la calidad del agua en pozos o contenedores, etc. • Capacitación. • Aplicación de la legislación en lo que respecta a calidad del agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas emergentes de salud que promuevan el adecuado manejo del recurso así como su almacenamiento (hervir el agua, cloración y 	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar el uso del agua de acuerdo a su calidad • Programas de salud (hervir el agua-V suero oral, etc.) • Apoyen zonas más afectadas. • Aplicación de la legislación en lo que respecta a

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventiva	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
	tarillado. Incrementar el número de pozos monitoreados.	colectores de aceite y otras sustancias que contaminan el agua	cializados en tratamiento del agua-		y vertido de desechos al sistema de agua potable y alcantarillado.	almacenamiento)	calidad del agua y vertido de desechos al sistema de agua y alcantarillado
Mayores costos de tratamiento de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de colectores de aceite y líquidos que contaminan el agua. • Instalar/rehabilitar plantas de tratamiento de capacidad suficiente. • Entrar en el mercado de venta de agua tratado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías que reduzcan el grado de dureza del agua de desecho. • Separación de alcantarillado pluvial y residencial 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas que incentiven la disminución de sustancias como suavizantes de tela, detergentes y otros que dificulten el tratamiento del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitación y mantenimiento de infraestructura existente. • Propuestas alternativas 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo institucional para el desarrollo de tecnologías prácticas y factibles de aplicar • Capacitación, Instancia que controle el vertido de sustancias al sistema de agua potable, drenaje al alcantarillado 	<ul style="list-style-type: none"> • Partidas presupuestales de acuerdo a la sequía. • Plantas de tratamiento portátiles. • Vigilancia estricta de operaciones en planta de tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Partidas presupuestales de acuerdo a la sequía. • Aplicación de multas y sanciones a quienes contaminen acuíferos
Carga de sedimentos y residuos sólidos hacia los embalses debido a erosión e incendios forestales	<ul style="list-style-type: none"> • Educación ambiental e información. • Evitar la tala y tiraderos de basura en zonas de recarga 	<ul style="list-style-type: none"> • Desazolve y limpieza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo y vigilancia para evitar incendios forestales. • Programas y campañas de limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> • Desazolve y limpieza o reforestación 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación con instituciones competente (CONAFOR, CONAZA, CONAGUA, SEMARNAT, PROFEPA, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de obras de retención de suelos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dragado y desazolve de embalses y cuerpos de agua (Estero San José Presa la Buena Mujer)

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventiva	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)			
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Incremento en costos y tiempo de personal para implementar un programa de sequías	<ul style="list-style-type: none"> Optimizar el rendimiento del recurso humano (aplicación de métodos de desarrollo humano) 	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza y depuración de equipo de cómputo. Organización de archivos de bases de datos recientes e históricos 	<ul style="list-style-type: none"> Actualización y capacitación sobre uso de equipo y manejo de software (SIG) e información. Evaluación de desempeño 	<ul style="list-style-type: none"> Adquisición de material y equipo actualizado 	<ul style="list-style-type: none"> Reasignación de personal capacitado en actividades prioritarias. Apoyo de investigadores e insituciones de educación superior 	<ul style="list-style-type: none"> Contratación de personal externo experto para la evaluación y continuidad de os programas. Apoyo y participación de instancias gubernamentales y no gubernamentales 	<ul style="list-style-type: none"> Mecanismo de enlace de colaboración entre usuarios e instituciones. Establecer un monitor de vulnerabilidad de cuencas
Incremento en las necesidades de información para monitorear y elaborar un plan de mitigación	<ul style="list-style-type: none"> Caracterizar y diagnosticar el estatus actual de cada uno de los acuíferos relacionados con los organismos operadores. Implementar un sistema automatizado de SIG, alimentado de manera continua 	<ul style="list-style-type: none"> Estandarización de métodos e instrumentos de monitoreo Unificar criterios con CONAGUA 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar e implementar programas de monitoreo y seguimiento sistemáticos y estandarizados. Capacitación al personal de las instituciones encargadas de motnitoreo 	<ul style="list-style-type: none"> Conformación de un equipo técnico especializado e infraestructura adecuada para el análisis de muestras y manejo de datos 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación, asistencia a cursos, foros y talleres nacionales e internacionales para el análisis de la información 	<ul style="list-style-type: none"> Cooperación, coordinación y participación entre instancias competentes 	<ul style="list-style-type: none"> Coordinación y vinculación de acciones entre las instancias para evitar duplicar esfuerzos y recursos
Elevados costos para adquirir y desarrollar nuevas fuentes de abastecimiento de agua y/o transferencia de derechos de agua	<ul style="list-style-type: none"> Promover e incentivar proyectos académicos y de investigación relacionados con el agua. Proponer fuentes alternas de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementar un programa de construcción de obras, repesos y retención de agua. Coordinación con CONAZA 	<ul style="list-style-type: none"> Vinculación, participación nacional e internacional para búsqueda de nuevas metodologías y alternativas. Promover la cosecha de agua bajo las normas técnicas permitidas 	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de obras de retención, capacitación recarga y almacenamiento de agua en los sitios diagnosticados como más adecuados 	<ul style="list-style-type: none"> Diagnóstico de sitios más adecuados para infraestructura de retención, capacitación, recarga y almacenamiento de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivar al sector privado en la participación para la inversión y búsqueda de nuevas tecnologías Participación de las potabilizadoras participen en distribución de agua a través de incentivos fiscales 	<ul style="list-style-type: none"> Desaladoras portátiles y tecnologías nuevas

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventiva	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Costos para incrementar la eficiencia del uso del agua	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en la tarifa y modificación del método de cobro, recategorización de tarifas. Sensibilización social sobre el costo del recurso hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de energías alternativas para el bombeo y extracción del agua 	<ul style="list-style-type: none"> Vinculación y cooperación con otras instituciones (CFE) para buscar alternativas que bajen los costos de extracción y tratamiento de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Uso e implementación de paneles solares 	N/A	N/A	N/A
Percepción pública favorable/desfavorable de los organismos operadores relativa a la respuesta por sequía	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento y mejora al servicio, atención al cliente e infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> Equipo especializado para la atención de anomalías y fallas en servicios 	<ul style="list-style-type: none"> Departamento de relaciones públicas, jefe de prensa y medios de comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de material de difusión y participación pública 	<ul style="list-style-type: none"> Optimización la aplicación de estrategias y campañas operativas 	<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento de las medidas de las etapas moderada y severa 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación al personal para el manejo de situaciones bajo condiciones de estrés.
Escasez de equipamiento y otros servicios de agua relacionados (p.e. Contratistas para reparación de pozos)	<ul style="list-style-type: none"> Crear cursos técnicos de capacitación enfocados al manejo del agua 	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir equipamiento por concurso mediante acuerdos entre organismos operadores (compra por volumen) 	<ul style="list-style-type: none"> Programa de equipamiento y servicios del agua relacionados 	<ul style="list-style-type: none"> Stock de material y equipo de mayor demanda o uso para emergencias 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación a la cuadrilla de personal a cargo 	<ul style="list-style-type: none"> Padrón de proveedores locales y foraneos 	<ul style="list-style-type: none"> Transferencia de material y equipo entre organismos operadores para resolver problemas emergentes
Agua de reuso	<ul style="list-style-type: none"> Educación y divulgación sobre la utilización de agua de reuso 	<ul style="list-style-type: none"> Separación de drenaje pluvial y drenaje de aguas negras. Vinculación, participación nacional para búsqueda de nuevas tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> Creación de la sección aguas de reuso y tratadas en todas las dependencias 	<ul style="list-style-type: none"> Separación de drenaje pluvial, drenaje aguas negras. Tratamiento y reuso de aguas grises. 	<ul style="list-style-type: none"> Definir el organismo que regule y opere las plantas de tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Sanciones a las plantas de tratamiento que incumplan con la regulación vigente 	<ul style="list-style-type: none"> Asignar el uso de aguas tratadas para actividades prioritarias

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Fugas y pérdidas por el sistema	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de material de calidad, revisiones periódicas y renovación de acuerdo al tiempo de vida útil de las instalaciones y materiales 	<ul style="list-style-type: none"> Renovación y equipamiento relacionado con servicios de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Auditorias de estado del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento de las medidas preventivas y de la etapa moderada 	<ul style="list-style-type: none"> Auditorias y revisión de pérdidas por fuga y sistemas inadecuados. Valoración de vida útil de lcs materiales Renovación y cambio de sistemas obsoletos por sistemas ahorradores 	<ul style="list-style-type: none"> Auditorias de estado del sistema Implementación de multas por desperdicio e incremento del costo de la sanción por reincidencia Participación e involucramiento de Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) 	<ul style="list-style-type: none"> Evitar o limitar la reparación de obras de rehabilitación que afecten y/o pongan en riesgo la infraestructura del organismo operador
Cartera Vencida	<ul style="list-style-type: none"> Realización de convenios de pagos, condonación de recargos, aplicación de multas 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de departamento de ejecución fiscal, Celebración de convenio con BANOBRAS para la elaboración del estudio de diagnóstico del área comercial. Elaboración de estudio tarifario 	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 9.2. Medidas de prevención y respuesta por etapa para el sector doméstico.

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)			
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Paisaje doméstico y público estresado, degradado o muerti	<ul style="list-style-type: none"> Promover el uso de vegetación nativa de bajo consumo de agua. Riego de jardines y domésticos y públicos durante las horas de menor radiación solar 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de vegetación a flora nativa. Reuso de aguas grises. Implementación de métodos de riego más eficientes 	<ul style="list-style-type: none"> Campañas y programas de uso de vegetación nativa. Colaboración y convenios institucionales para donación de especies vegetales nativas 	<ul style="list-style-type: none"> Involucramiento de la comunidad en la participación de las campañas de reforestación en áreas públicas y domésticas 	<ul style="list-style-type: none"> Campañas de reforestación de parques y áreas públicas municipales en coordinación con CONAFOR-SEP 	<ul style="list-style-type: none"> Restringir el riego de jardines. Regulación tarifaria (incremento) a sector residencial por mantenimiento de pastos y jardines en zonas de alto valor catastral 	<ul style="list-style-type: none"> Prohibir el riego de jardines y aplicación de sanciones
Baja calidad del agua potable (Ej. mal sabor y olor)	<ul style="list-style-type: none"> Programas de salud (Hervir el agua, cloración almacenamiento que promuevan el adecuado que promuevan manejo del recurso. Campaña permanente de sector salud durante época seca 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de colectores de aceite y líquidos que contaminan el agua. Tecnologías que reduzcan el grado de dureza del agua de desecho. Separación de alcantarillado pluvial y residencial 	<ul style="list-style-type: none"> Campañas y programas que promuevan medidas de prevención para la contaminación de aguas 	<ul style="list-style-type: none"> Involucrar a las autoridades competentes para la renovación y cambio sistemas obsoletos por sistemas que reducen la generación de bacterias y fito organismos Centro de evaluación de calidad del agua 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión y evaluación del estado del Sistema por autoridades competentes. Revisión de calidad de pozos y tanques. Programa de monitoreo fisicoquímico y bacteriológico de la calidad del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión y evaluación del estado del Sistema. Revisión de calidad de pozos y tanques. Multas y penalización a fuentes de contaminación. Tratamiento para consumo humano 	<ul style="list-style-type: none"> Penalización y clausura de fuentes de contaminaciones previamente identificadas Tratamiento de agua para consumo humano
Capacidad reducida para combate y control de incendios	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación y monitoreo de zonas de alto riesgo y utilización de medios alternativos para sofocar fuego 	<ul style="list-style-type: none"> Adquisición de equipo de combate a incendios que no requieran el uso de agua de primer uso. Uso de aguas grises para este fin conforme a normas establecidas 	<ul style="list-style-type: none"> Uso la herramienta SIG para monitoreo de áreas vulnerables. Busqueda y aplicación de nuevas tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento de las medidas preventivas y de la etapa moderada 	<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento de las medidas de la etapa moderada 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de cisternas de aguas grises que cumplan las normas establecidas para este fin en edificios públicos, oficinas de gobierno e industrias. Colocar cisternas en zonas identificadas como más vulnerables a incendios (urbano y rural) 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación a cuerpo de bomberos, involucramiento y participación de otras instancias de apoyo a desastres

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Contaminación por conexión cruzada como resultado de bajas presiones	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitación del sistema e infraestructura de agua potable y alcantarillado. Actualizar y cartografiar el sistema de conducción de agua potable y alcantarillado 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de nuevos materiales de mayor calidad, renovar el sistema de alcantarillado de las zonas más antiguas de las ciudades 	<ul style="list-style-type: none"> Control y monitoreo de la calidad del agua en pozos contenedores, etc. Capacitación Aplicación de la legislación de la calidad del agua y vertido de desechos al sistema de agua potable y alcantarillado por parte de sector urbano y comercial 	<ul style="list-style-type: none"> Renovación y actualización de tecnologías adecuadas para el tratamiento de aguas residuales. Control y supervisión estricta de las reparaciones y construcción de obras públicas-viales 	<ul style="list-style-type: none"> Control y monitoreo de la calidad del agua en pozos contenedores, etc. Capacitación. Aplicación de la legislación de la calidad del agua y vertido de desechos al sistema de agua potable y alcantarillado. Crear un órgano de control y vigilancia 	<ul style="list-style-type: none"> Programas permanentes del sector salud que promuevan el adecuado manejo del recurso así como su almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Programa de monitoreo emergente de la calidad del agua por sector Alertamiento de la población. Identificación y reparación de zonas de contaminación, prohibir su uso y consumo. Suministrar agua potable en pipas a los sectores afectados. Verificar la ausencia de contaminación y levantar la alerta. Priorizar el uso del agua de acuerdo a su calidad. Programas de salud (p.e. hervir el agua, consumo de suero oral, etc.) permanentes que apoyen zonas mas afectadas. Aplicación de la legislación en lo que respecta a calidad del agua y vertido de desechos al sistema de agua y alcantarillado
Incremento en la concen-	Vigencia y cumplimiento de la normati-	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de sedimentadores y separadores centrifuga en 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación y capacitación referente al uso de nuevas tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de plantas de tratamiento con tecnología adecuada para depuración y manejo de aguas negras y 	<ul style="list-style-type: none"> Auditorias y monitoreo a empresas e industrias. Aplicación de sanciones. Monitoreo de la calidad del agua tratada antes de 	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de programas emergentes de salud, incremento en la formación de medidas preventivas a través de medios de 	<ul style="list-style-type: none"> Distribución de potabilizadoras portátiles en zonas rurales y marginadas. Distribución de agua en pipas distribución de

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
tración de contaminaciónes	dad referente al uso y disposición de residuos peligrosos	plantas de tratamiento. • Reubicación de rellenos sanitarios a zonas de no filtración	para separación de sustancias peligrosas en aguas residuales	grises. • Construcción de infraestructura para el desarrollo de nuevas tecnologías para uso y manejo de agua en instituciones académicas e investigación	ser vertida al medio. • Participación y colaboración con instituciones académicas y de investigación nacionales e internacionales para buscar nuevas alternativas	comunicación masiva, evitar riesgos en la salud. • Convenio de colaboración de potabilizadoras de particulares para la distribución de agua mediante incentivos fiscales	cisternas y tinacos para el almacenamiento del agua. • Campañas móviles de información, con dotación de sustancias potabilizadoras y de prevención de enfermedades
Pérdida de vidas humanas (golpes y ondas de calor)	• Programas de información para la prevención de la deshidratación y enfermedades gastrointestinales	• Módulos de información y difusión para la prevención de la deshidratación y enfermedades gastrointestinales en zonas de mayor afluencia	• Programas de prevención, difusión y educación en escuelas e instituciones de gobierno	• Módulos fijos y móviles distribución de suero y agua en escuelas	• Incremento en la difusión de información para la prevención de la deshidratación y golpes de calor, a través de medios masivos de comunicación	• Distribución gratuita de suero y agua en comunidades rurales y urbanas. • Programas de prevención y campañas de hidratación. • Presencia de ambulancias y personal médico en centros comerciales, lugares muy concurridos	• Campañas informativas para evitar que la población realice actividades en las horas de mayor radiación solar. • Equipar los centros de salud comunitarios y designarlos como albergues para atención de contingencias por golpes de calor y deshidratación. • Unidades

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
	Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales			
						o eventos masivos	móviles de atención en centros de mayor concurrencia.
<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad pública por incendios 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer y difundir el programa de protección civil en material de incendios (si existe) o generarlo. • Crear una asociación o división técnica de protección contra incendios. • Evaluación de riesgo de incendios. Revisión de la legislación en materia de prevención de riesgos por incendios 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición y equipamiento con tecnologías mas eficientes para el combate al fuego • Mantenimiento a equipo existente • Creación de una escuela o centro de capacitación de combate al fuego. • Mantenimiento y limpieza de áreas de alto riesgo (p.e. terrenos baldíos, bordos, zonas con acumulación de maleza o basura 	<ul style="list-style-type: none"> • Difundir las estrategias de prevención de incendios, planes e instalación de evacuación de albergues temporales. • Capacitación y actualización continua del personal. • Aplicación de SIG para identificar las zonas de mayor propensión a incendios dentro de la zona urbana. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar en la zona urbana, los lugares seguros, albergues y centros de atención en caso de incendio. • Habilitar depósitos y tomas de agua (maro tratada) para el combate a incendios 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de las medidas preventivas y de la etapa moderada. • Auditorias de seguridad contra incendios en zonas urbanas (p. e. edificios de gobierno, escuelas, particulares, etc.). • Identificar zonas de riesgo en el medio rural. • Aplicación de la legislación en materia de prevención de incendios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de las medidas de las etapas moderada y severa. • Implementación de otros métodos para el combate de incendios. • Emitir alertas. • Adquisición de equipo aéreo para el combate de incendios 	

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía								
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica		
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)				Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales				
Reducción en capacidad de lucha contra incendios	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación técnica operativa • Actualización de planes y protocolos de contingencia. • Brigadas de combate a incendios forestales 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnificación y monitoreo (SIG) de incendios forestales y urbanos 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación al personal para combate de incendios. • Campaña de voluntariado y capacitación de brigadas dentro de empresas, con incentivos fiscales 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer albergues y centro de atención a damnificados 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de las medidas de la etapa moderada • Activación de protocolos de emergencia y sistemas de alarma. • Destinar un monto de partidas presupuestales por sequía, a mejoramiento del cuerpo de bomberos y protección civil. • Búsqueda de apoyos financieros adicionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Activación de protocolos de emergencia y sistemas de alarma. • Establecer albergues y centros de atención a damnificados. • Búsqueda de apoyos financieros adicionales • Participación de las instituciones de salud. • Auditorías a cuerpos de bomberos y protección civil para eliminar material y equipo obsoleto y adquisición de equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Activación de protocolos de emergencia y sistema de alarma. • Establecer albergues y centros de atención a damnificados. • Búsqueda de apoyos financieros adicionales • Participación de las instituciones de salud. • Participación de voluntarios y brigadas particulares 		
Incremento de enfermedades respiratorias	<ul style="list-style-type: none"> • Información a la sociedad. • Programas de prevención 	<ul style="list-style-type: none"> • Módulos de información y difusión para la prevención de enfermedades respiratorias en zonas de mayor riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de prevención, difusión y educación en escuelas e instituciones de gobierno 	<ul style="list-style-type: none"> • Módulos fijos y móviles distribución de cubrebocas y agua en escuelas. • Brigada de limpieza de patios, jardines y áreas públicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en la difusión de información para la prevención de enfermedades respiratorias, a través de medios masivos de comunicación. • Campaña de limpieza de patios, jardines 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar actividades al aire libre, mantener puertas y ventanas cerradas. • Brigadas médicas de atención • Participación de las instituciones de salud. • Uso de cubreboca. • Saneamiento de áreas públicas y limpieza de excre- 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar actividades al aire libre, mantener puertas y ventanas cerradas • Brigadas médicas de atención. • Participación de las instituciones de salud. • Uso de cubreboca. • Saneamiento de áreas públicas y 		

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Estrés físico y mental de la población	Informar de manera adecuada y oportuna a la población	N/A	Aplicación de la ley de transparencia y acceso a la información con relación a las medidas de prevención	N/A	Aplicación de la ley de transparencia y acceso a la información con relación a las medidas de prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Extremar medidas de higiene personal e inocuidad alimentaria. • Cuidado de la salud con especial atención a personas vulnerables adultos mayores y niños (hidratación adecuada). • Reforzamiento y vigilancia epidemiológica y de riesgos sanitarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Extremar medidas de higiene personal e inocuidad alimentaria. • Cuidado de la salud con especial atención a personas vulnerables, adultos mayores y niños (hidratación adecuada). • Reforzamiento y vigilancia epidemiológica y de riesgos sanitarios.
Incremento de conflictos políticos	• Consultas públicas en la toma de decisiones	N/A	<ul style="list-style-type: none"> • Consultas públicas en la toma de decisiones. • Acuerdos consensados entre los usuarios del agua. • Aplicación de la ley de transparencia y acceso a la información con relación a las medidas 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de comunicación y difusión. • Reforzamiento de medidas de seguridad pública y vigilancia. • Aplicación de la ley de transparencia y acceso a la información con relación a las 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de comunicación y difusión. • Reforzamiento de medidas de seguridad pública y vigilancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de comunicación y difusión. • Reforzamiento de medidas de seguridad pública y vigilancia • Colaboración con la SEDENA

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
			de prevención.		medidas de prevención.		
Reducción o modificación de actividades recreativas	<ul style="list-style-type: none"> Fomento de actividades que no requieran grandes volúmenes de agua. Fomento de turismo de sol y playa. Campañas de reducción del uso de albercas. 	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas de recirculación y limpieza de albercas más eficientes. Reúso de agua en hoteles e instalaciones recreativas. Mantenimiento y mejora de áreas públicas recreativas y jardines. Uso de aguas grises para riego. 	<ul style="list-style-type: none"> Promover el uso de áreas públicas recreativas 	<ul style="list-style-type: none"> Obligatoriedad de instalar plantas de tratamiento y desarrollos turísticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Restringir el riego de jardines públicos, áreas recreativas y turísticas con aguas de primer uso. Regulación tarifaria a zonas residenciales de alto valor catastral 	<ul style="list-style-type: none"> Suprimir el riego de jardines públicos, áreas recreativas y turísticas con aguas de primer uso. Regulación tarifaria a zonas residenciales de alto valor catastral. 	<ul style="list-style-type: none"> Prohibir las actividades recreativas que requieran agua o expongan la seguridad personal o colectiva
Incremento en el alerta-miento acerca de conservación del agua	<ul style="list-style-type: none"> Spots publicitarios en radio (de manera esporádica) 	<ul style="list-style-type: none"> Spots publicitarios en radio (de manera frecuente) 	<ul style="list-style-type: none"> Programas educativos para una cultura del agua 	<ul style="list-style-type: none"> Spots publicitarios en radio y TV (con mucha frecuencia) 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgación de los logros referentes al combate de la sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Spots en radio y TV diariamente. Divulgación de medidas preventivas y del uso eficiente del agua 	<ul style="list-style-type: none"> Spots en radio y TV diariamente. Divulgación de los logros referentes al combate de la sequía. Divulgación de medidas preventivas y de uso eficiente del agua. Divulgación de medidas de emergencia.

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)			
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Cambios en el comportamiento de uso del agua para afines de conservación del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de una cultura del agua. • Divulgación de los logros referentes al combate de la sequía. • Divulgación de tecnologías alternativas para la conservación y uso eficiente del agua. • Divulgación de la importancia del caudal ecológico 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar tecnologías de energía alternativa en viviendas para reducir el consumo de esta por bombeo 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas educativos para una cultura del agua. • Cambio de muebles de baño por tecnologías ahorradoras. • Convenio con CFE para la reducción del consumo energético y cambio a uso de energía alternativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de letrinas secas en comunidades rurales con ausencia de sistema de alcantarillado. • Incrementar el porcentaje de comunidades con sistema de agua potable y alcantarillado. • Instalación de tinacos y fuentes alternas de captación de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción para la organización y conformación de comités para la instalación y mejora del sistema del agua potable y alcantarillado rural 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de tinacos y fuentes alternas de capacitación de agua cosecha de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Programa monitor ciudadano del agua (monitoreo por parte de los usuarios)
Revaloración de aspectos sociales (prioridades, necesidades, derechos)	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas de prevención, divulgación de las mismas, ahorro del agua, horarios de bombeo, educación, etc. 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones de diálogo y consenso de los usuarios, sobre los usos prioritarios del agua 	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> • Prioridad en el uso del agua para uso humano, cobro a aquellos usuarios que deseen o requieran aplicar el recurso a usos no prioritarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prioridad en el uso del agua para uso humano, cobro a aquellos usuarios que deseen o requieran aplicar el recurso a usos no prioritarios o Subsidios
Aumento de los índices de pobreza	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de empleo temporal, relacionado con la sequía 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Programa de empleo temporal, relacionado con el combate de la sequía 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de empleo temporal, diversificación de actividades económicas afectadas por la sequía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de empleo temporal, diversificación de actividades económicas afectadas por la sequía. 	N/A

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)			
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Desestabilidad social: conflictos, delincuencia, desnutrición	• Búsqueda de acuerdos entre los usuarios	N/A	• Acciones de las autoridades, de acuerdo a las prioridades y usos del agua	• Instalación de comedores públicos en zonas más afectadas por la sequía. • Construcción de centros de atención a personas vulnerables en zonas con mayor índice de delincuencia	• Intensificar campañas de comunicación. • Reforzar medidas de seguridad pública y vigilancia	• Intensificar campañas de comunicación. • Reforzar medidas de seguridad pública y vigilancia. • Colaboración de la SEDENA.	• Intensificar campañas de comunicación. • Reforzar medidas de seguridad pública y vigilancia. • Colaboración de la SEDENA. • Involucrar a las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) y Organizaciones No Gubernamentales (ONG) en las actividades contra la sequía.
Abandono del campo y concentración de cinturones de miseria en las ciudades; migración y desempleo	• Programas permanentes de apoyo a comunidades rurales y campesinos	• Dotación de equipo, material, infraestructura y capacitación al sector rural	• Búsqueda de fuentes alternativas de empleo	• Diversificación de cultivos de menor consumo de agua y mayor resistencia a la sequía, subsidio para la compra de semillas de calidad. • Apoyo para la tecnificación del riego en campo. • Implementación de energías alternativas para reducción de costos por bombeo.	• Programas de empleo temporal relacionadas con combate a la sequía. • Programas de diversificación de actividades económicas afectadas por la sequía	• Programas de empleo temporal relacionadas con combate a la sequía, diversificación de actividades económicas afectadas por la sequía. • Acceso a fondos internacionales para el combate de los efectos de la sequía	• Involucramiento de instituciones internacionales para el combate a los efectos de la sequía (apoyo tecnológico y ayuda inmediata)
	Realizar un	• Definir qué institución será encargada de	• Establecer	• Habilitar junto con el ejército, la marina y prote-		• Apoyos internacionales (Cruz Roja) Colaboración del	• Apoyos internacionales (Cruz Roja). • Habilitar junto con el ejército, la marina

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Elevado costo social de los programas oficiales de apoyo; dispensa, empleo, agua en pipas, etc.	listado de las organizaciones que pueden brindar apoyo, colaborar en un plan de acción y logística en caso de ser necesario	administrar de manera voluntaria, almacenar y distribuir los recursos otorgados en caso de sequía. • Habilitar instalaciones y medios de transporte	contacto con aquellas organizaciones nacionales e internacionales que pueden apoyar en caso de sequía. • Identificar las comunidades más vulnerables	acción civil, las instalaciones generales para la organización, administración y distribución de los recursos así como la planificación y ejecución de acciones en caso de ser necesarios	Implementar programas, generar planes de acción, manuales de instrucción, con información formal y actualizada • Identificar las comunidades más afectadas	ejército, la marina y protección civil, para la organización, administración y distribución de los recursos así como la coordinación y ejecución de planes de emergencia en caso de ser necesario	y protección civil, las instalaciones generales para la organización, administración y distribución de los recursos así como la coordinación y ejecución de planes de emergencia en caso de ser necesario
Cambio de uso de accesorios de uso de agua (mingitorios, sanitarios y regaderas) más eficientes	• Cambio voluntario	• Incentivar a la promoción y venta de un porcentaje de accesorios ahorradores de agua	• Implementación y búsqueda de nuevas tecnologías. • Cambio voluntario en casa habitación y obligatorio en instituciones de gobierno	• Participación de universidades e institutos de investigación para desarrollar e implementar nuevas tecnologías.	• Cambio obligatorio tanto en casa habitación como intiruciones de gobierno. • Subsidios para el cambio a accesorios ahorradores	• Campaña para uso de gel desinfectante de manos, períodos cortos en el uso de la regadera y utilización de jabones más eficientes. Reúso del agua	• Uso obligatorio de baños secos. Uso de desinfectante de manos, períodos cortos en el uso de la regadera y utilización de jabones más eficientes. • Reúso del agua.

Tabla 9.3. Medidas de prevención y respuesta por etapa para sector agrícola.

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Reducción de superficies de riego en cultivos	<ul style="list-style-type: none"> Programas de apoyo federal y estatal. Reducción de siembras y uso de especies nativas o de baja demanda de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Tecnificación del riego y siembra de especies nativas como cortina rompeviento 	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer los programas de apoyo estatal y federal, dar seguimiento de efectividad, generar cultura del agua y ofrecer talleres de buenas prácticas agrícolas colocar especies nativas como cortinas rompevientos. 	<ul style="list-style-type: none"> Tecnificación de riego, sistemas de recolección, reciclado y almacenamiento del agua 	<ul style="list-style-type: none"> Cultura del agua, utilización de apoyo y recursos asignados para la compra de insumos e implementos 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción en la dotación de agua para cultivos con mayor demanda. Rotación de cultivos, descanso de tierras, establecimiento de sistemas de recolección y almacenamiento de agua (cosecha de agua) 	<ul style="list-style-type: none"> Corte del suministro de agua para cultivos de alta demanda, con aplicación de sanciones. Descanso de tierras, actividades económicas alternas
Cambios de los patrones de cultivos	<ul style="list-style-type: none"> Priorización en los cultivos de mayor producción con menor consumo de agua. Cambio a especies de menor uso consuntivo de agua y menor calidad (zonas de costa) 	<ul style="list-style-type: none"> Búsqueda de nuevas especies y tecnologías de riego. Talleres de buenas prácticas agrícolas. Promoción y apoyo a proyectos de cultivos hidropónicos con reúso de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo y colaboración con instituciones de investigación y universidades 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de semillas de calidad o mejoradas. Talleres de buenas prácticas agrícolas. Búsqueda de nuevas especies y tecnologías de riego 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo y colaboración con instituciones de investigación y universidades. Aplicación de fondos institucionales para apoyar programas productivos 	<ul style="list-style-type: none"> Rotación de cultivos, descanso de tierras, establecimiento de sistemas de recolección y almacenamiento de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Descanso de tierras actividades económicas alternas
Reducción de rendimientos en los cultivos	<ul style="list-style-type: none"> Priorización en los cultivos. Cambio a especies de menor uso consuntivo de agua de menor calidad. Uso de especies con periodos de cosecha de corto plazo 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo tecnológico y colaboración con centros de investigación y universidades. Cultivos múltiples, que sirvan como amortiguador en caso de pérdida por sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Búsqueda de nuevas especies y tecnologías de riego. Talleres de buenas prácticas agrícolas 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyos financieros para amortiguar las pérdidas de cosechas 	<ul style="list-style-type: none"> Promover el uso de variedades tolerantes o resistentes a la sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo financiero por pérdida de cosechas. Promover el uso de variedades tolerantes o resistentes a la sequía. Mecanismos de implementación institucional para generar programas de empleos temporales durante la sequía. 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo financiero por pérdida de cosechas Ejecución de programas de empleo temporal. Aplicar subsidios a los productos de canasta básica

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Pérdida de plantíos de árboles frutales y maderables y cultivos orgánicos.	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar riegos (tecnificación) Implementación riego con aguas grises, fomento de cultivos hidropónicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Cultivo de especies tolerantes a la sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo y colaboración con centros de investigación y universidades. Establecimiento de normas y estatutos comunales que controlen la preservación de especies nativas (especies de silvicultura) que sirvan como barreras para la conservación de suelos. 	<ul style="list-style-type: none"> Tecnificación y capacitación, con intervención de investigación y universidades para la aplicación de tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyos para incentivar el cultivo de frutales y cambio de especies resistentes a la sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Programas emergentes para apoyo por pérdidas de cosecha. Mecanismos de implementación institucional para generar programas de empleos temporales durante la sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo financiero por pérdida de cosechas. Ejecución de programas de empleo temporal
Pérdidas totales o parciales de cultivos de subsistencia, tanto de riego como de temporal.	<ul style="list-style-type: none"> Uso de fondos públicos (inversión y capacitación). Promoción de programas de cultivos orientados a la agricultura familiar 	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de estructuras de almacenamiento o (graneros) y apoyo de organismos públicos y privados para fondos de ahorro. Tecnificación 	<ul style="list-style-type: none"> Analizar las políticas que tienen impacto en los medios de vida de la gente de comunidades rurales en riesgo. 	<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento de las medidas de la etapa moderada. Sistema de información de riesgos para responder a emergencias climáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> Coordinación institucional e involucramiento con Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) para promover cultivos comunitarios 	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de estructuras de almacenamiento (graneros) y apoyo de organismos públicos y privados para fondos de ahorro. Programas emergentes de apoyos por pérdida de cosechas. 	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de estructuras de almacenamiento (graneros) y apoyo de organismos públicos y privados para fondos de ahorro. Programas emergentes de apoyos por pérdida de cosechas.
Reducción o pérdida de jornales	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo en la generación de otras fuentes de ingreso y diversificación de las mismas. 	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de estructuras para el almacenamiento y manufactura de las cosechas Pequeñas procesadoras emparadoras 	<ul style="list-style-type: none"> Promover el desarrollo de toda la cadena productiva (cosecha, almacenamiento, manufactura y procesamiento). 	<ul style="list-style-type: none"> Operación de pequeñas procesadoras emparadoras en comunidades afectadas 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo y capacitación para el desarrollo de actividades alternas de la cadena productiva. Generar un fondo de desempleo por pérdida de jornales. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación del fondo de desempleo por pérdida de jornales. 	<ul style="list-style-type: none"> Búsqueda de fondos internacionales para el apoyo al desempleo por pérdida de jornales

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Incremento en los costos de los insumo y de la producción	<ul style="list-style-type: none"> Programas de apoyo a la agricultura, transporte, tecnificación y eficientización. Búsqueda de nuevos mercados Promoción de alianzas y organización de productores 	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar las vías de comunicación terrestre en comunidades productoras 	<ul style="list-style-type: none"> Programas de apoyo a la agricultura, transporte, tecnificación y eficientización. Talleres de buenas prácticas agrícolas. Generar una lista de proveedores de insumos. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de técnicas de manufactura y procesamiento de menor gasto para productores. 	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución de fondos para el uso y capacitación de técnicas de procesamiento manufactura y de menor gasto para productores 	<ul style="list-style-type: none"> Solicitud de fondos de los programas de emergencia para apoyo a productores por sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución y distribución de fondos de los programas de emergencia para apoyo a productores por sequía.
Subsidencia del suelo como resultado de extracción de agua subterránea	<ul style="list-style-type: none"> Conservación de suelos y agua 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar las áreas con riego de subsidencia (SIG) 	<ul style="list-style-type: none"> Involucrar a los organismos competentes en la elaboración de estrategias de conservación y ejecución de las acciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Rotación de acuíferos 	<ul style="list-style-type: none"> Recarga artificial de acuíferos 	<ul style="list-style-type: none"> Recarga artificial de acuíferos. Suspender extracción de acuíferos con indicios de subsidencia. 	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución de fondos para recuperación artificial de acuíferos y zonas afectadas.
Cambios sistemas de cultivos (Tecnificación)	<ul style="list-style-type: none"> Búsqueda y apoyo para el desarrollo de nuevos sistemas 	<ul style="list-style-type: none"> Permacultura, cultivos múltiples aplicación y uso de nuevas tecnologías para cultivos de pequeña escala. 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación participativa de recursos ecológicos conducida junto con las comunidades en las áreas afectadas. Apoyo de organismos para la implementación de la tecnología. 	<ul style="list-style-type: none"> Uso y acondicionamiento de instalaciones de enseñanza rural para capacitación y aplicación de nuevas tecnologías. 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación a comunidades afectadas para adoptar las nuevas tecnologías. Búsqueda de soluciones para la gestión de recursos y manejo de infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> Regular el uso e implementación de tecnologías de bajo consumo de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Uso obligado de tecnologías.

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Preventivo	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Sobreexplotación de pozos	<ul style="list-style-type: none"> • Cosecha de agua y recarga de acuíferos. • Recarga artificial de acuíferos. • Generar un inventario de pozos (SIG), usos y aprovechamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar medidores en todos los pozos. • Ajustar y supervisar el consumo a los volúmenes concesionados • Subarrendar pozos concesionados no utilizados a nuevos solicitantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación de suelos y agua. • Evitar la sobreconcesión, uso de aguas tratadas, recarga de acuíferos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar medidores en todos los pozos. • Implementación de tecnologías de ahorro de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación de suelos y agua • Evitar la sobreconcesión. • Uso de aguas tratadas, recarga de acuíferos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de las medidas de la etapa severa. • Multas y cancelación de pozos ilegales. • Disminución temporal de los volúmenes de extracción • Pozos individuales y comunitarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de las medidas de la etapa severa. • Multas y cancelación de pozos ilegales. • Disminución temporal de los volúmenes de extracción. • Cancelar pozos que no estén en uso.
Pérdida de ingresos a productores que indirectamente afectan los negocios y la economía	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de apoyo a la agricultura, transporte, tecnificación y eficiencia • Búsqueda de nuevos mercados • Promoción de alianzas y organización de productores 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar las vías de comunicación terrestre en comunidades productoras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de apoyo a la agricultura, transporte, tecnificación y eficiencia • Talleres de buenas prácticas agrícolas. • Generar una lista de proveedores de insumos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de técnicas de manufactura y procesamiento de menor gasto para productores 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución de fondos para el uso y capacitación de técnicas de manufactura y procesamiento de menor gasto para productores 	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud de fondos de los programas de emergencia para apoyo a productores por sequía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución y distribución de fondos de los programas de emergencia para apoyo a productores por sequía.
Pérdida de cabezas de ganado	<ul style="list-style-type: none"> • Promover los beneficios del control y buen manejo de hato ganadero. • Identificar la carga animal después de las lluvias de verano 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la ganadería estabulada. • Regular la ganadería extensiva de subsistencia. • Venta de ganado para mantener el equilibrio de carga animal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconvertir el tipo de ganadería tradicional (caprina). • Asesoría técnica para la determinación de la carga animal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con iniciativas que incidan en el cambio de percepción de los rancheros y ganaderos. • Informarse de los programas de gobierno que apalancen las inversiones con el productor 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover incentivos que beneficien a rancheros y ganaderos para que adopten mejores prácticas • Programas de gobierno que incentiven el desalojo de agostaderos 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyar a ganaderos con alimento y forrajes para el mantenimiento de las cabezas de ganado, porcino, . • Realizar inventarios de los recursos forrajeros disponibles en la región. 	<ul style="list-style-type: none"> • Subsidiar insumos que permitan mantener el tipo de actividad pecuaria sin afectación • Programa de apoyos institucionales de apoyo al sector pecuario para la suplementación alimenticia

Tabla 9.4. Medidas de prevención y respuesta por etapa para sector pecuario. N/A = No aplica

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Pérdida de producción de leche	• Suministro de fórmulas lácteas a becerros lactantes.	• Destete, precoz y oportuno de becerros.	• Contar con asesoría técnica a los productores. • Crear un nuevo marco normativo para cada uno de ellos, que permita su consolidación y desarrollo.	N/A	N/A	N/A	N/A
Pérdida de carne	• Suplementación alimenticia al pie de cría.	Venta de animales, flacos, viejos y débiles.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Aumento en costos de forraje	• Mantener programas de prevención y que promueva la cultura de almacenamiento y reserva de forrajes. • Abastecimiento oportuno de forrajes y esquilmos.	• Organizarse para la compra de forrajes en grupo.	• Programas de capacitación para disminuir o prevenir.	• Procurar contratos de compra anticipada de forrajes para estiaje.	• Programas de gobierno para la asesoría técnica en el almacenamiento o de forrajes.	• Programa para incentivar la producción de forrajes con el propósito de tener oferta.	
Disminución en número de crías	• Promover los beneficios del control y buen manejo de hato ganadero. • Manejo del hato, desparasitación y administración de minerales y vitaminas.	• Venta de ganado para mantener de carga animal.	N/A	• Realizar una programación adecuada de destete y ventas	N/A	N/A	N/A

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevenición	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Pérdida de superficie para agostadero	<ul style="list-style-type: none"> Distribución adecuada de los potreros en los predios para mantener en buenas condiciones al ganado. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar prácticas de ganadería intensiva. 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Siembra de zacates y arbus-tos en áreas erosionadas para reducir su deforestación. 	<ul style="list-style-type: none"> Programas para recuperación de áreas de agostadero 	<ul style="list-style-type: none"> Concentrar ganado existente en corrales o potrero para conservar el pie de cría que sea viable mantener. 	N/A
Disponibilidad de agua en abrevaderos	<ul style="list-style-type: none"> Mantener programas que promuevan la optimización para el manejo y distribución del agua. Procurar desazolve de pozos y bordos de contención de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitar y reconstruir nueva infraestructura que disminuya la evapotranspiración del agua en los abrevaderos. Hacerse de equipo para conducir o acarrear agua 	<ul style="list-style-type: none"> Contar con un programa amplio de rehabilitación y conservación de estas obras y sus estructuras, con la finalidad de brindar seguridad, apoyos para obras de captación y conducción del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Construir obras de captación de agua y distribución. 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de un programa de equipamiento en las organizaciones ganaderas. 	<ul style="list-style-type: none"> Programa emergente de apoyo a las organizaciones para el transporte de agua para el ganado
Incremento en costos de conducción de agua	<ul style="list-style-type: none"> Programas de concientización y difusión de las medidas para la optimización del agua. Buscar alternativas de reservorios de agua y dar mantenimiento a existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Construir infraestructura con tecnología que permita el adecuado almacenamiento en situaciones críticas. Tener a disposición una fuente de agua a poca distancia. 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyos para obras de captación y conducción del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Involucrar a los sectores competentes para acceder a convenios y apoyos financieros. Instalar una red de distribución de agua que permita el uso total del agostadero. 	<ul style="list-style-type: none"> Programas en apoyo al equipamiento e infraestructura rural. 	N/A	N/A
Disminución o desaparición de los hatos ganaderos	<ul style="list-style-type: none"> Desalojar el agostadero de animales improductivos (mulas, caballos, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener el pie de cría, suplementarlo y estar al pendiente de los pronósticos de sequía. 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Programa de repoblación de ganado de acuerdo a la capacidad que tenga el productor. 	N/A	N/A	N/A

Tabla 9.5. Medidas de prevención y respuesta por etapa para la industria

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Disminución en la producción	<ul style="list-style-type: none"> Adecuación de las actividades productivas al medio natural. Búsqueda de alternativas de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de nueva tecnología e implementación de alternativas energéticas. Reúso de aguas tratadas en los procesos productivos. Búsqueda de usos de los productos de desecho de la industria. 	<ul style="list-style-type: none"> Declaratorias de prioridad del uso del agua, dependiendo del tipo de industria. Inversión en infraestructura y tecnología para la calidad del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Reúso de aguas tratadas para la producción de bienes. Instalación de nueva tecnología ahorradora de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento del costo de agua industrial. Padrón de empresas o industrias que implementan procesos de calidad del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre temporal del ciclo productivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre temporal y/o definitivo del ciclo productivo, dependiendo del producto del que se trate, se deberá dar prioridad a productos de primera necesidad.
Aumento en los costos de producción	<ul style="list-style-type: none"> Incentivos para el reúso de agua en procesos industriales. Apoyos económicos para la tecnificación de la industria. 	<ul style="list-style-type: none"> Búsqueda de uso de los productos de desecho de la industria. Tecnificación. 	<ul style="list-style-type: none"> Actualización de los procesos productivos. Aplicación de fondos y apoyos económicos para la capacitación en nuevas metodologías productivas. 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de nueva tecnología reductora de desperdicios, así como procesos de menor tiempo y ahorro de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> Normas oficiales dirigidas a procesos ahorradores de agua y materia prima. Creación de un departamento de tecnologías y procesos para el monitoreo y control de la calidad del agua. Aplicar el reglamento en materia de calidad del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de procesos de producción con menor uso de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre temporal y/o definitivo del ciclo productivo, dependiendo del producto de que se trate, se deberá dar prioridad a productos de primera necesidad.

Tabla 9.6. Medidas de prevención y respuesta por etapa para el comercio.

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Incremento en precios de alimentos	<ul style="list-style-type: none"> Almacenar granos, y cereales. Búsqueda de otras opciones de alimentos de aporte nutricional con uso eficiente del agua. Promover una sana cultura crediticia. Centrales de información crediticia, buró de crédito, y legislación que proteja los derechos del acreedor 	<ul style="list-style-type: none"> Vinculación y participación con centros, institutos y universidades e intercambio de sobre agricultura seguridad alimentaria y nutrición. Capacitación y desarrollo de capital humano y social, Implementación de huertos familiares. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgación e información sobre alimentos alternativos. Aprovechamiento de la materia orgánica para uso como abonos orgánicos enriquecimiento de suelos. Incremento en la calidad de la regulación de los negocios y las instituciones que la hacen cumplir 	<ul style="list-style-type: none"> Que el financiamiento no reembolsable de las inversiones productivas se utilice en inversiones de uso comunitario (p.e. caminos, agua potable, electricidad, rehabilitación y mantenimiento de infraestructura). 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor facilidad de acceso al crédito con tasas de interés acorde al riesgo de inversión. Promover los servicios financieros en comunidades rurales, con mayor y mejor información sobre capacidad y potencial de pago del cliente, covarianza de riesgos y bajos costos operacionales. Mantenimiento de un comercio internacional abierto a las exportaciones e importaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Regulación sobre insolvencia y garantías. Aplición de seguro de riesgos por pérdidas Apoyo a la creación de entidades financieras, comunitarias exitosas fundadas en los aportes de sus socios, con principios del cooperativismo y a banca, enfocados en la creación de capital humano y social como condición para el financiamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar subsidios a los mecanismos de almacenamiento, comercialización y distribución. Convenio de pagos diferidos de los impuestos a distribuidores.
Reducción en la distribución y comercialización de bienes y servicios	<ul style="list-style-type: none"> Solicitar se contemplen las plantas de tratamiento y pretratamiento en centros comerciales. Uso de mobiliario ahorrador de agua. Utilización de bombas y filtros para reúso del agua. Monitoreo aplicación de metodologías para control de calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización e implementación de eco tecnologías en infraestructura Uso de mobiliario ahorrador de agua. Mayor divulgación y difusión de la normatividad y reglamentos en materia de uso aguas grises en el sector comercial. 	<ul style="list-style-type: none"> Auditorías de las plantas de tratamiento y pretratamiento para control de calidad y cumplimiento de la legislación en materia de agua. Contar dependencias que tengan estructura y capacidad para la verificación de calidad y monitoreo de agua residual. 	<ul style="list-style-type: none"> Solicitar se contemplen las plantas de tratamiento y pretratamiento en centros comerciales. Utilización de aguas grises para riego de campos y jardines. Uso de mobiliario ahorrador de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Coordinar funciones entre las dependencias competentes a nivel estatal y municipal para la verificación de calidad y monitoreo de agua residual. Capacitación al personal de las dependencias competentes en aspectos de legislación y normatividad sobre el uso de aguas tratadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar que ciertos giros comerciales (p.e. autolavado) pueden utilizar aguas grises o de reúso para sus actividades, en coordinación con organismos operadores. 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivar, reactivar cumplir e implementar todas aquellas medidas y acciones estipuladas en la normatividad vigente por los organismos competentes.

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Costos adicionales por implementación de nueva infraestructura para el ahorro y optimización del recurso agua	<ul style="list-style-type: none"> • Concientización y educación a usuarios y productores de infraestructura de ahorro. • Difusión a las nuevas tecnologías. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar exposiciones en donde se promueva la conservación y correcto uso del agua así como las nuevas tecnologías e infraestructura para el ahorro. • Cobro por servicios sanitarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar a comercios para la promoción y venta de un porcentaje de accesorios ahorradores de agua. • Financiamiento para el cambio de infraestructura ahorradora de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cobro de servicios sanitarios. • Implementar procesos de servicios con uso reducido de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar reglamentación sobre uso y reúso de aguas tratadas. • Sanciones a comercios que hagan caso omiso a la normatividad en materia de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cobro por servicios sanitarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre de servicios sanitarios y oferta de servicios donde en su proceso usen el recurso agua.
Riesgo sanitario por reducción de disponibilidad de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Campaña permanente de sector salud durante época seca. • Capacitación de recursos humanos sobre uso eficiente del agua. • Uso de químicos fertilizantes para prevención de sanitarios y contagios. Inspección sanitaria como medida de prevención. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de cisternas impermeables como reserva de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas y programas que promuevan medidas de prevención de la contaminación del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Renovación y cambio sistemas obsoletos por otros que reduzcan la generación de bacterias y fitoorganismos • Implementación del programa de monitoreo fisicoquímico y bacteriológico de la calidad del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforzar áreas de actuación de las dependencias competentes involucradas en el riesgo sanitario. • Programa de evaluación de calidad del agua. • Programa de monitoreo fisicoquímico y bacteriológico de la calidad del agua. • Aplicar o elaborar protocolos de actuación de las autoridades competentes en caso de brotes o epidemias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Multas y penalización a fuentes de contaminación. • Tratamiento para consumo humano. • Prohibir venta de alimentos en la vía pública. • Aplicar o elaborar protocolos de actuación de las autoridades competentes en caso de brotes o epidemias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Penalización y clausura de fuentes de contaminación previamente identificadas. • Tratamiento de agua para consumo humano. • Prohibir venta de alimentos en la vía pública. • Aplicar o elaborar protocolos de autoridades competentes en caso de brotes o epidemias.

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Aumento de tarifas en los bienes y servicios		<ul style="list-style-type: none"> Implementar medidas de concientización en el uso y consumo responsable de bienes y servicios. 		<ul style="list-style-type: none"> Buscar promociones directamente con los productores de bienes. 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivar la comercialización de productos ahorradores de agua en su proceso productivo. 	N/A	N/A
Disminución de afluencia de afluencia de consumidores en centros comerciales	<ul style="list-style-type: none"> Promoción de mercadotecnia "verde" para incrementar las visitas a centros comerciales "ambientalmente responsables". 	<ul style="list-style-type: none"> Concientización del mercado meta de convivir con medidas preventivas ante la problemática 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyos institucionales para incrementar promociones y aumento de afluencia de consumidores 	N/A	N/A	N/A	N/A
Reducción o cancelación de la dotación de agua de primer uso, por derivación de esta a usos prioritarios	<ul style="list-style-type: none"> Usos prioritarios del agua en la oferta de bienes y servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducir los servicios donde se use el agua en el proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivar procesos de oferta de servicios y comercialización con uso reducido de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Concientizar al demandante de bienes y servicios del beneficio socio ambiental del uso racional del recurso agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivar el uso de agua tratada en el proceso de servicios comerciales. 	<ul style="list-style-type: none"> Cobro por servicio de sanitarios. 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de servicios sanitarios y oferta de servicios donde en su proceso usen el recurso agua
Incremento en las tarifa de agua por uso de agua de fuentes alternativas (desaladora).	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de uso de agua en centros comerciales, de acuerdo a medidas preventivas y usos prioritarios. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización e implementación de eco tecnologías en infraestructura. • Uso de mobiliario ahorrador de agua. • Mayor divulgación y difusión de la normatividad y reglamentos en uso de materia de aguas grises en el sector comercial 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivar programas de uso de fuentes alternativas de agua. • Campañas de concientización de las bondades del desaladoras. 	<ul style="list-style-type: none"> Cobro de servicios sanitarios. • Implementar procesos de servicios con uso reducido de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivar con medidas fiscales el uso de agua de operadoras desaladoras. 	<ul style="list-style-type: none"> Cobro por servicio de sanitarios 	<ul style="list-style-type: none"> Cierre de servicios sanitarios y oferta de servicios donde en su proceso usen el recurso agua.

Tabla 9.7. Medidas de prevención y respuesta por etapa para sector ambiental

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Incremento del riesgo de frecuencia y severidad de incendios	<ul style="list-style-type: none"> Identificar zonas forestales susceptibles a incendios (p.e. oasis, áreas recreativas, lotes baldíos, etc.). Contar con señalamiento de concientización sobre el sitio. Conocer y difundir el programa de protección civil en materia de incendios (si existe) o generarlo. Crear una asociación o división técnica de protección contra incendios. Evaluación de riesgo de incendios. Revisión de la legislación en materia de prevención de riesgos por incendios. 	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitación y limpieza de zonas forestales susceptible a incendios. Adquisición y equipamiento con tecnologías más eficientes para el combate al fuego. Mantenimiento a equipo existente Creación de una escuela o centro de capacitación de combate al fuego. Mantenimiento y limpieza de áreas de alto riesgo (p.e. terrenos baldíos, bordos, zonas con acumulación de maleza o basura). 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar los protocolos de contingencia, de monitoreo, seguimiento y evaluación. Difundir las estrategias de prevención de incendios, planes de evacuación e instalación de albergues temporales. Capacitación y actualización continua del personal. Aplicación de SIG para identificar las zonas de mayor propensión a incendios dentro de la zona urbana. 	<ul style="list-style-type: none"> Visitar y evaluar el estado actual de la zona urbana Identificar los lugares seguros albergues y centros de atención en caso de incendio Habilitar depósitos y tomas de agua (mar o tratada) para el combate a incendios. 	<ul style="list-style-type: none"> Contar con brigadas especializadas para su atención. Dar seguimiento a las medidas preventivas y de la etapa moderada. Auditorias de seguridad contra incendios en zonas urbanas (p.e. edificios de gobierno, escuelas, particulares, etc.). Identificar zonas de riesgo en el medio rural. Aplicación de la legislación en materia de prevención de incendios. 	<ul style="list-style-type: none"> Restringir o controlar las visitas y apropiación de este tipo de espacios por parte de usuarios locales y residentes. Dar seguimiento a las medidas de las etapas moderada y severa. Implementación de otros métodos para el combate de incendios. Emitir alertas. 	<ul style="list-style-type: none"> Restringir las visitas a áreas de palmares, prohibir fogatas y la utilización de sustancias inflamables. Dar seguimiento a las medidas de las etapas moderada y severa. Implementación de otros métodos para el combate de incendios. Emitir alertas. Adquisición de equipo aéreo para el combate de incendios.
	<ul style="list-style-type: none"> Limitar el desmonte 	<ul style="list-style-type: none"> Conservar y reforestar 	<ul style="list-style-type: none"> Condicionar los programas de rescates de flora, de acuerdo a la normatividad vigente. 	<ul style="list-style-type: none"> Contar con brigadas especializadas para su atención. Contar con campañas de 			

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Variación en poblaciones de insectos	indiscriminado de terrenos forestales. • Disminución de agroquímicos agresivos. • Conocer y generar un listado las especies de insectos con potencialidad de generar plagas así como un listado de las especies nativas. • Diversificación de especies vegetales cultivadas.	nos forestales rurales y áreas verdes. • Mantener la cobertura vegetal nativa y corredores biológicos. • Habilitar un centro (si ya existe equipar y capacitar al personal técnico) para el estudio y análisis de las poblaciones de insectos.	• Generar un programa de capacitación sobre erradicación y control de plagas, usos y características de sustancias químicas y efectividad en condiciones climáticas diferentes, así como métodos alternativos para erradicación de plagas. • Realizar evaluaciones del efecto de la sequía en poblaciones de insectos e identificar indicadores de plagas.	• Ejecutar proyectos que aseguren la producción y disponibilidad de polen (Apicultura). • Generar centros de control sanidad vegetal y monitoreo de insectos con controles más estrictos.	difusión sobre las medidas y sanciones. • Dar atención y vigilancia a las variaciones poblacionales de insectos durante las diferentes etapas de sequía y analizar si son habituales o representan una amenaza al entorno natural o al hombre. • Dar mayor difusión e incentivar la investigación de la variación en poblaciones de insectos.	• Destinar un porcentaje de superficie forestal con vegetación silvestre nativa • Dar seguimiento a las medidas de la etapa severa. • Uso de trampas (p.e. hormonas) para la erradicación de plagas.	• Cancelar los posibles proyectos que soliciten algún cambio de usos del suelo y/o fragmentación de cobertura vegetal. • Uso de sustancias químicas e insecticidas para la erradicación de plagas.

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Estrés del medio ambiente circundante	<ul style="list-style-type: none"> Evitar incendios forestales. 	<ul style="list-style-type: none"> Habilitar un centro (si ya existe) equipar y capacitar al personal técnico para el estudio y análisis de los factores y rangos de temperatura que generan estrés en especies vegetales y de qué manera se pueden disminuir sus efectos. 	<ul style="list-style-type: none"> Programas emergentes de apoyos de pérdidas de cosechas. Programas de monitoreo y control sobre especies vegetales para identificar los factores que causan estrés en especies vegetales. 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Colaboración interinstitucional para generar apoyos a agricultores, aplicación de fondos de emergencia. 	N/A	N/A
Pérdida o degradación de humedales	<ul style="list-style-type: none"> Promover la importancia de los servicios ecosistémicos de humedales. Evitar incendios forestales. Divulgar sobre la importancia de estas zonas mediante campañas de educación ambiental sobre humedales. 	<ul style="list-style-type: none"> Contar con el inventario de humedales, su caracterización y diagnóstico actual. Evaluar los patrones de cambios a través de percepción remota y SIG. Limpieza y mantenimiento a estas zonas. 	<ul style="list-style-type: none"> Contar con un programa de monitoreo, seguimiento y atención de manera institucional. Colaboración interinstitucional para el mantenimiento y cuidado de estas zonas. Participación pública. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la valoración de los servicios y análisis ecosistémicos para su eficiente aprovechamiento sustentable 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer mecanismo de financiamiento para la elaboración y ejecución de programas de conservación y rehabilitación. 	<ul style="list-style-type: none"> Priorizar las zonas de atención de las áreas más vulnerables, para aplicar mecanismos de compensación ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de sanciones en la alteración o modificación en estas áreas.
	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitación y limpieza de arroyos y 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar el inventario de obras existentes 	<ul style="list-style-type: none"> Apegarse a las reglas de operación para la solicitud de fondos dispo- 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar las obras de retención, construir nuevas, 	<ul style="list-style-type: none"> Coordinar mecanismos interinstitucionales de los 3 niveles de gobierno, para eficientizar 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Menores escurrimientos superficiales y subterráneos	afluentes principales. • Fortalecer los programas de apoyo federal y estatal de combate a la desertificación y sequías	y evaluar sus condiciones, • Construir de obras para la retención de suelos. • Promover la cosecha de agua a nivel urbano y rural.	nibles para la aplicación de los programas ya establecidos para ellos (federales). • Programas de difusión para dar a conocer la problemática real a la sociedad.	en áreas estratégicas. • Elaborar estudios técnicos de los ecosistema (caudal ecológico) procurando mantener en los causes los volúmenes que se requieren	los recursos financieros y humanos para la ejecución de acciones. • Suplir escurrimientos superficiales y subterráneos con agua tratada cuando sea posible.	y rehabilitación de las obras existentes. • Evaluar la efectividad de las obras y su capacidad de almacenamiento.	y rehabilitación de las obras existentes. • Evaluar la efectividad de las obras y su capacidad de almacenamiento.
Menor nivel en embalses y cuerpos de agua superficial.	• Rehabilitación y limpieza de arroyos y afluentes principales. • Fortalecer los programas de apoyo federal y estatal de combate a la desertificación y sequías.	• Construir obras de retención con características particulares de acuerdo al tipo de escurrimiento y ubicación espacial.	• Programas de difusión para dar a conocer la problemática real a la sociedad. • Descarga de agua tratada.	• Crear ollas o reservorios de agua usando medios naturales o aguas tratadas	• Decretar a los oasis como zonas de aprovechamiento controlado, de acuerdo al espejo de agua y estado de conservación de vegetación circundante. • Coordinar mecanismos interinstitucionales de los 3 niveles de gobierno para eficientizar los recursos financieros y humanos para la ejecución de acciones.	• Mantenimiento y rehabilitación de las obras existentes. • Evaluar la efectividad de las obras y su capacidad de almacenamiento	• Mantenimiento y rehabilitación de las obras existentes. • Evaluar la efectividad de las obras y su capacidad de almacenamiento
Incremento en la susceptibilidad de enfermedades de plantas	• Diversificación de las especies cultivadas. • Cultivos con asociación de especies.	• Reforestación con especies nativas. • Evitar especies introducidas.	• Programa de reforestación y monitoreo de especies nativas. • Identificar las causas que originan la enfermedad.	N/A	N/A	N/A	N/A

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Incremento de erosión por viento y agua	<ul style="list-style-type: none"> Promover programas para la conservación y retención de suelos. Fortalecer los programas de apoyo federal y estatal de combate a la desertificación, sequías y combate a incendios. 	<ul style="list-style-type: none"> Reforestación de zonas afectadas con especies nativas. Construcción que eviten la erosión del suelo gaviones, bordos de retención de sedimentos, etc 	<ul style="list-style-type: none"> Programas de investigación y monitoreo para el estudio de la erosión hídrica/eólica e identificación de zonas más susceptibles a esta. 	<ul style="list-style-type: none"> Promover y estimular a propietarios para acceder a los apoyos con recursos financieros. 	<ul style="list-style-type: none"> Contar con un programa permanente para la evaluación y peritaje oficial de las obras existentes y en construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivar a propietarios particulares, comunales y ejidales con predios afectados y deteriorados, a concursar a convocatorias para acceder a recursos y apoyos de compensación ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Obligar a propietarios particulares, comunales y ejidales con predios afectados y deteriorados, a contar con algún programa de mejora o conservación de suelos o Proárbol.
Reducción de flujo en manantiales	<ul style="list-style-type: none"> Promover la recarga artificial de acuíferos. 	<ul style="list-style-type: none"> Generar estructuras para la retención de agua, cosecha y recarga artificial de acuíferos. 	<ul style="list-style-type: none"> Evitar el agua de primer uso para riego de jardines y parques, promover el uso de aguas tratadas. 	N/A	N/A	N/A	N/A
Efectos en la calidad del aire (polvo y contaminantes)	<ul style="list-style-type: none"> Realizar estudios para conocer la relación que existe entre la contaminación del aire y la sequía. Impartir cursos sobre la elaboración de inventarios de emisiones y el control de partículas y gases. Reforestar con especies locales 	<ul style="list-style-type: none"> Crear un departamento de control y calidad del aire que realice monitoreo, validación y vigilancia del cumplimiento de la normatividad. Promover el reordenamiento y la renovación del transporte colectivo con unidades de baja emisión de contaminación. 	<ul style="list-style-type: none"> Campañas de información y alerta a la población sobre la calidad del aire y medidas preventivas a tomar. Fortalecer inspección y vigilancia de establecimientos industriales y de servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> Producción y uso de gas natural de origen vegetal (macroalgas). 	<ul style="list-style-type: none"> Promover el suministro de gas natural para la industria y como carburante Formar un grupo de trabajo con el sector industrial para promover la adopción de buenas prácticas ambientales y de esquemas voluntarios de autorregulación 	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar un sistema de intercambio de emisiones mediante la coordinación de las autoridades federales y estatales. 	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer el Sistema de Vigilancia Epidemiológica.

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Estrés en peces y otra flora y fauna silvestre	<ul style="list-style-type: none"> Identificar las poblaciones de especies vulnerables más afectadas por la sequía. 	<ul style="list-style-type: none"> Decretar Áreas Naturales Protegidas (ANP) o dar mayor apoyo a las ya decretadas para su manejo y mantenimiento Realizar estudios diagnósticos de estas áreas para identificar especies prioritarias o en riesgo. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar estudios para identificar y aplicar las medidas ambientales que disminuyan el estrés en especies animales y vegetales. Dar a conocer a la población las medidas que pueden tomar para disminuir el estrés en flora y fauna. 	<ul style="list-style-type: none"> Reforestación de áreas identificadas como importantes para alguna especie. 	<ul style="list-style-type: none"> Estudios de cambio de uso de suelo en relación a poblaciones naturales de una zona. Estricta vigilancia y apego a la normatividad en materia de construcción e infraestructura. 	N/A	N/A
Prohibición de campamentos con fuego.	<ul style="list-style-type: none"> Generar un reglamento sobre el uso de fogatas y fogatas de campamento. Generar un mapa de las zonas en donde está permitido realizar fogatas. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementar turnos de vigilancia en zonas de riesgo por incendios. Habilitar en las áreas de campamento un (adecuada con parrillas por ejemplo) para el uso de fogatas. 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitar a prestadores de servicios, turistas, campistas y público relacionado sobre el correcto uso de fogatas de campamento 	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar y mantener libres de materiales inflamables (p.e. basura y ramas secas) las áreas de campamento 	<ul style="list-style-type: none"> Evitar en lo posible el uso de fogatas. Reforzar los turnos de vigilancia. 	N/A	N/A
Altos índices de deforestación y erosión; pérdida de cobertura vegetal acelerada	<ul style="list-style-type: none"> Atender áreas afectadas para elaborar la evaluación espacial, caracterización y diagnóstico ambiental. Fortalecer programas de combate a la erosión (PIASRE) 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar actividades de manejo sustentable, las cuales permiten mantener y mejorar la provisión de servicios ambientales (pago por servicios ambientales) 	<ul style="list-style-type: none"> Difundir y asesorar a los interesados sobre los mecanismos de gestión y ejecución de los recursos financieros. Solicitar recursos estatales para fortalecer programas. 	<ul style="list-style-type: none"> Ejecutar las obras y acciones en las áreas afectadas y vulnerables. Reforestar áreas de mayor afectación con especies nativas. 	<ul style="list-style-type: none"> Coordinar las acciones y mecanismos financieros con las instancias correspondientes. Solicitar recursos federales para fortalecer programas 	<ul style="list-style-type: none"> Obligar a propietarios particulares, comunales y ejidales a reforestar las áreas críticas. 	N/A

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Desertificación y degradación del suelo	Fortalecer programas de combate a la erosión (PIASRE)	<p>Evaluar los cuerpos de agua en oasis naturales y artificiales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contar con instrumentos regulatorios para el aprovechamiento de cuerpos de agua y recursos forestales. • Reforestación de zonas afectadas con especies nativas. • Construcción de estructuras que eviten la erosión del suelo, gaviones bordos de retención de sedimentos, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer los programas de apoyo federal y estatal de combate a la desertificación, sequías y combate a incendios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar cuerpos de atención prioritaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de investigación y monitoreo para el estudio de la erosión hídrica/eólica e identificación de zonas más susceptibles a esta. 	N/A	N/A
Tasa de azolvamiento en vasos, cauces y cuerpos de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Reforestación de las zonas altas y márgenes de cauces de ríos y arroyos. • Obras de dragado y mantenimiento periódico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de estructuras que evite la erosión del suelo, gaviones, bordos de retención de sedimentos, etc • Reutilizar el material azolvado para usos alternativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de limpieza y reforestación de cauces de ríos y arroyos y dragado de zonas afectadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar actividades que alteren la estabilidad del suelo. • Realizar estudios adecuados (p.e. del caudal ambiental, tasa de azolvamiento, erosión, etc.) antes de construir presas, represas o canales 	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de análisis y evaluación de áreas erosionables o riesgo a la erosión, análisis de características litológicas y topográficas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la libre circulación del agua evitando su interrupción y cegamiento de cauces. 	N/A

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Sobreexplotación de acuíferos	<ul style="list-style-type: none"> Reglamentar el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos del país. Regulación de recursos existentes 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar y actualizar los planes de manejo por acuíferos sobre-explotados instrumentados, con la participación de usuarios y autoridades. Construcción de embalses y trasvases. 	<ul style="list-style-type: none"> Consolidar a la calidad del agua en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> Actualizar el padrón de concesionarios (usuarios) y reasignar los volúmenes o dotación de acuerdo al balance hídrico calculado con modelos recientes. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementar mecanismos institucionales que emitan los nuevos dictámenes sobre el estado actual de los acuíferos, y condicionar su uso en los que se encuentren en estado vulnerable alto y muy alto. 	<ul style="list-style-type: none"> Publicar la disponibilidad de agua en los acuíferos y cuencas del país 	<ul style="list-style-type: none"> Aprobar la recarga artificial y disposición de aguas para el suelo y subsuelo, publicadas y con vigilancia en su implantación, de desaladoras para satisfacer la demanda en las zonas costeras.
Concesiones en acuíferos	<ul style="list-style-type: none"> Contar con redes piezométricas en operación. Monitorear los acuíferos. Monitoreo y control del uso del agua, instalación de medidores. 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar el estado de los periódicamente, poniendo a disposición los datos. 	<ul style="list-style-type: none"> Fomentar las nadas a reducir la demanda de agua. 	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Declaratoria de reserva de aguas subterráneas publicadas. 	N/A

Tabla 9.8. Medidas de prevención y respuesta por etapa para sector turismo. NA = No aplica

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Pérdida de recreación y de la industria del	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar la percepción del estado de "sequía" por una más apegada a la realidad, de acuerdo a las 	<ul style="list-style-type: none"> Plantas de tratamiento de aguas negras y grises. Separación del drenaje de aguas negras y grises, aplicado en el 	<ul style="list-style-type: none"> Promoción de actividades de turismo alternativo regional. 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de aguas tratadas en jardines y campos de Golf. 	<ul style="list-style-type: none"> Obligatoriedad en la utilización de tecnologías de ahorro aplicado al desarrollo de 	<ul style="list-style-type: none"> Sancionar el uso de agua de pozos para el desarrollo turístico-hotelero 	<ul style="list-style-type: none"> Prohibir el uso de agua de pozos a desarrollos turístico-hoteleros que no cumplan con las especificaciones

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
turismo.	condiciones geográficas y climáticas del estado.	desarrollo de nueva infraestructura hotelera.			infraestructura hotelera.		antes descritas.
Reducción de desarrollo económico	<ul style="list-style-type: none"> Coordinación institucional para la búsqueda y promoción de alternativas de turismo regional Fomentar incubadoras de microempresas comunitarias 	<ul style="list-style-type: none"> Actividades de turismo alternativo. (p.e. escalada en roca, buceo, caminata, kayak, etc.). Acondicionamiento de infraestructura para prestación de servicios de turismo alternativo. 	<ul style="list-style-type: none"> Búsqueda de nuevas alternativas de diversificación turística como turismo cultural o rural. Certificación en la prestación de servicios turísticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de desarrollos turísticos hoteleros de acuerdo al clima del estado y concordancia con el paisaje natural de la región. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de la legislación en materia de construcción y urbanización. Promover el mercado local y regional. 	<ul style="list-style-type: none"> Adopción del uso de tecnologías alternas para optimizar el recurso agua. Seguimiento de las actividades de capacitación para la construcción, operación y administración 	N/A
Restricciones/ limitaciones sobre daños al paisaje por empresas	<ul style="list-style-type: none"> Mayor vigilancia por parte de autoridades ambientales. Vinculación de las funciones en las instituciones competentes para evitar duplicidades y optimizar recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de flora nativa de acuerdo al uso de suelo, reforestación y rescate de zonas afectadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Campañas de información y sensibilización a desarrolladores para la conservación de la cubierta vegetal nativa. Revisión de leyes y reglamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de desarrollos turístico-hoteleros de acuerdo al clima del estado y concordancia con el paisaje natural de la región. Aplicación de sanciones a quienes no se apeguen al programa integral de rescate. 	<ul style="list-style-type: none"> Generar un programa integral de rescate de flora para cambio de uso de suelo. Aplicación de la legislación en materia de construcción y urbanización 	<ul style="list-style-type: none"> Verificación e inspección de la normatividad. Reasignación de los programas y montos de compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a las entidades estatales. Reforestación de áreas y rehabilitación de suelos, proporcionales a las autorizaciones y desarrollos en cada municipio. 	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución de sanciones de acuerdo a la normatividad.
	<ul style="list-style-type: none"> Vialidades rurales para acceso a zonas 		<ul style="list-style-type: none"> Búsqueda de 	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de desarrollos turístico-hoteleros de acuerdo al clima del estado y con- 	<ul style="list-style-type: none"> Regular el uso de los cuerpos de agua 		

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía								
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica		
		Medidas de mitigación Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)				Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales				
Bajo potencial de desarrollo en zonas no costeras por falta de recursos hídricos	serranas. • Apoyo a empresas rurales y comunitarias. • Promoción del desarrollo turístico-rural. • Identificar sitios potenciales de desarrollo y su capacidad de carga.	•Actividades de turismo alternativo. Acondicionamiento de infraestructura para la prestación de servicios de turismo alternativo.	nuevas alternativas de diversificación turística como turismo cultural o rural. • Certificación en la prestación de servicios turísticos.	cordancia con el paisaje natural de la región. • Obras de retención de agua, presas y represas menores para recarga de acuíferos y uso de pozos. • Uso de fuentes de energía alterna para reducción de costos por bombeo.	existentes. • Vincular las funciones y programas de las instituciones competentes para uso y aprovechamiento de cuerpos de agua serranos.	• Apoyo para el uso de cisternas, ollas o infraestructura de retención impermeable, en desarrollos comunitarios rurales.	• Aplicación de fondos y seguros emergentes por contingencia de sequía. • Priorizar las áreas críticas o desarrollos que puedan seguir operando.		
Actividades acuático-recreativas limitadas	• Realizar un censo de centros con actividades acuático-recreativas. Identificación de sitios potenciales y su capacidad de carga.	• Implementar una vigilancia en parques acuáticos y aplicación de reglamento.	• Generar un reglamento para parques acuáticos naturales, oasis y parques artificiales. • Implementar un control de calidad de agua y reúso de la misma en parques artificiales o de turismo de sol y playa.	• Controlar la apertura de centros acuáticos de acuerdo a la disponibilidad de agua.	• Involucrar a las instituciones competentes en la regulación y operación de estos centros acuático-recreativas.	• Implementar actividades alternas de bajo consumo de agua • Cancelar las actividades acuático-recreativas	• Sanciones a quienes no se apeguen a estas acciones.		
Limitación de espacios naturales con potencial recreativo	• Identificar zonas con potencial recreativo. • Apego y cumplimiento de proyectos con el uso y aprovechamiento sostenible del recurso agua. • Implementar el uso de energías alternas, tratamiento y reúso de aguas residuales	• Implementación de Programas de Empleo Temporal, PRODRS, etc.	• Vinculación institucional para dar seguimiento a los programas existentes.	• Trabajar con las comunidades objetivo en la aplicación de los programas	• Aplicación de fondos existentes destinados para este fin.	• Verificación e inspección de la normatividad. • Administración del recurso y aplicación de partidas a financieras por cumplimiento.	• Evaluación de programas y aplicación de sanciones por incumplimiento.		

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
Incremento en el número de desaladoras en zonas turísticas costeras	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con un padrón de la existencia de equipos e infraestructura de desalación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el aprovechamiento de subproductos de las plantas desaladoras 	<p>Promover con instituciones de investigación y educación superior, el desarrollo de tecnologías alternativas de aprovechamiento de subproductos de la desalación de agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar estudios de la capacidad de carga de los acuíferos para otorgar el uso de agua a un determinado número de desarrollos turísticos. • Revisión y reestructuración de normas leyes y reglamentos para construcción y operación de desaladoras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar el uso de tecnologías alternas en las plantas desaladoras existentes. • Instalar generadores de energía alterna en sitios potenciales no necesariamente adjuntos a los desarrollos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reasignar la titularidad de la administración de las plantas desaladoras existentes a las instituciones municipales competentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de plantas desaladoras en sitios previamente evaluados como viables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un plan emergente de instalación de plantas portátiles de desalación de agua durante esta etapa.
Incremento en el costo de los servicios turísticos por uso de desaladoras y otras tecnologías	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar la percepción del estado de “sequía” por una más apegada a la realidad, de acuerdo a las condiciones y sus implicaciones geográficas y climáticas del estado 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de involucramiento y sensibilización entre el sector turismo, residencial y hotelero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con mecanismos de apoyo y de cooperación financieros o materiales para la adopción de medidas establecidas- 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de procedimientos simples para acceder al apoyo público y para hacerlos ampliamente conocidos a todas las comunidades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo de los ministerios y otros organismos del gobierno nacional 	N/A
Disminución de afluencia	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la zona como destino turístico con apego a las 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas y programas de capacitación a prestadores de servicios para la 	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de nuevas opciones de mercados atractivos al 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensificar campañas de promoción de 	<ul style="list-style-type: none"> • Generar programas de apoyos financieros para promoción de actividades 	N/A	N/A

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía								
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica		
		Medidas de mitigación Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)				Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales				
turística	condiciones climáticas de zonas áridas.	diversificación y atención de nuevos mercados turísticos.	turismo de naturaleza.	actividades turísticas alternas.	turísticas alternas a los prestadores de servicios.				
Conflictos en la gobernanza para la gestión del recurso agua	<ul style="list-style-type: none"> Vinculación institucional. Capacitación a encargados de departamentos o jefes área 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Reuniones de diálogo y consenso de los usuarios, sobre los usos prioritarios del agua. Consultas ciudadanas. Generar un documento que establezca y reglamente los usos prioritarios del agua en casos de sequía extrema y excepcional. Publicar una revista o documento informativo de consulta pública sobre la situación del agua a nivel estatal. Si ya existe, dar mayor difusión al mismo. 	<ul style="list-style-type: none"> Invertir en infraestructura de pequeña escala para la construcción de obras de captación y retención de agua, así como de aguas residuales en otros sitios que no sean centros de población o en comunidades rurales. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar un análisis de la reforma que define las funciones de planificación, regulación, producción y suministro, y financiamiento para el manejo del recurso hídrico, considerando los diversos grupos interesados en el uso de estos servicios. Descentralizar el recurso en un contexto normativo claro, que incluya el desarrollo de mercados formales del uso del agua. Participación de asociaciones de usuarios y comunidades rurales en el abastecimiento de agua y manejo aguas residuales. 	<ul style="list-style-type: none"> Participación obligatoria de todos los representantes de sectores relacionados con en el uso del agua, en reuniones, mesas de trabajo y capacitación para la toma de decisiones. 	N/A		
Endureci-	<ul style="list-style-type: none"> Revisar y actualizar la normatividad en materia de uso, manejo y disposición de 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación y monitoreo de la fuentes de contaminación Reubicación 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivar el uso de detergentes con una menor cantidad de fosfatos, utilizar menos detergentes o 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer centros de recolección de almacenamiento de sustancias tóxicas o que contaminen el 	<ul style="list-style-type: none"> Generar un programa informativo y de concientización del uso y manejo adecuado de desechos tóxicos. Habilitar 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de la normatividad en materia de uso, manejo y disposición de sustancias tóxicas y contaminantes con aplicación de 			

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)			
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales	Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
miento o eutrofización de aguas de reúso	sustancias tóxicas y contaminantes. • Disminuir el vertido de compuestos altos en fosfatos y nitratos	de rellenos sanitarios. • Utilización de biotecnología para la depuración del agua	sustancias que los sustituyan, utilizar biofertilizantes o eficientar su uso. • Reducir emisiones de amoniaco y óxidos de nitrógeno.	agua. Instalar plantas de tratamiento adecuadas al tipo de contaminantes y al volumen de producción.	centros de recolección y almacenamiento. • Búsqueda de alternativas de uso de aquellos subproductos de la industria que puedan ser reutilizados	sanciones a quienes no cumplan con lo establecido. Incentivos fiscales a quienes cumplan la normatividad en materia de uso, manejo y disposición de sustancias tóxicas y contaminantes.	N/A
Competencia por el mercado del agua	• Determinar y establecer un rango de dotación del recurso agua por sector (establecer criterios de equidad para la asignación del recurso) y reglamentar los usos prioritarios del agua en época de sequía.	N/A	• Respetar los criterios y volúmenes de dotación de agua por sector, respetando los reglamentos	N/A	• Generar un organismo de regulación o autoridad hídrica que asegure la uniformidad y transparencia de los procesos y toma de decisiones y una razonable representación de los grupos interesados	N/A	N/A

Tabla 9.9. Medidas de prevención y respuesta por etapa para sector institucional. NA = No aplica

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
		Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)			
	Medidas Preventivas	Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales	Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
Daños causados al hombre, sus actividades o bienes materiales	• Implementación de un órgano de vigilancia, monitoreo y predicción meteorológica	• Distribución de estaciones climatológicas en todo el territorio de manera uniforme y desacuerdo a las caracte-	• Realizar estudios de impacto social y económico relacionados con la sequía.	N/A	N/A	N/A	N/A

Impactos de la Sequía	Etapas de la sequía						
	Prevención	Moderada		Severa		Extrema	Catastrófica
	Medidas Preventivas	Medidas de mitigación (Atenuación)		Medidas estratégicas (Largo plazo)		Medidas Tácticas (Corto plazo)	Medidas de Emergencias (Inmediatas)
		Estructurales	Institucionales	Estructurales	Institucionales		
	(observatorio).	rísticas del acuífero					
Duplicación de esfuerzos y actividades a realizar	• Organización y participación de los actores involucrados.		• Creación de planes sectoriales contra la sequía	N/A	N/A	N/A	N/A
Cambios en EL comportamiento de uso del agua para fines de conservación del agua	• Revisión y modificación de los criterios técnicos-científicos para determinar el caudal ecológico por acuífero.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cambio a uso de tecnologías dirigidas al ahorro de agua y aprovechamiento más eficiente	• Vinculación entre los sectores clave de Energía-Producción de Agua para BCS. • Creación del área de tecnologías.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Referencias

CENAPRED y SEGOB. 2007. Sequías. Serie Fascículos. México. ISBN: 978-970-821-000-3

10. Conclusiones generales

El presente Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) para el CC-01, enmarcado en el Programa Nacional Contra la Sequía (PRO-NACOSE), representa el primer acercamiento de un plan de manejo integral de la sequía para esta región, así como un esfuerzo coordinado por parte de los actores involucrados en la problemática de la sequía y los órganos técnicos y de toma de decisiones (Grupo Técnico Directivo, Comisión de Operación y Vigilancia; además del propio Consejo de Cuenca) para adaptarse a ella. Esto es especialmente relevante para el CC-01, ya que, a pesar de las notables evidencias de presencia de sequía e impactos derivados, ésta no ha sido evaluada a nivel de acuíferos –fuente prioritaria del recurso agua en nuestra región– de manera oficial y por lo tanto, no ha recibido la gestión necesaria para atender este grave problema. A continuación se realiza una síntesis con las principales conclusiones de este trabajo.

10.1. La situación del CC-01 ante la sequía e impactos derivados

Los estudios realizados sobre sequía en Baja California Sur (García-Acosta, 1997; Díaz *et al.*, 2001; Sosa-Nájera *et al.*, 2010; Gutiérrez-Ruacho, 2011) y los análisis expuestos en el Capítulo 2 relacionados con los registros de precipitación histórica anual por debajo del promedio en las estaciones de referencia, el índice de precipitación estándar (SPI), así como los registros de volúmenes de los acuíferos, confirman que actualmente el CC-01 se encuentra en una etapa tanto de sequía meteorológica en la región norte y centro del estado, como de sequía hidrológica-geológica en casi la mitad de los acuíferos del estado. A esto se le combinan la condición permanente de aridez de la región, la importancia de la agricultura en algunas regiones para la economía de la zona, la sobreexplotación del recurso hídrico en casi el 50% de los acuíferos y las condiciones de bajo desarrollo especialmente en las zonas rurales. Todo ello, ocasiona un mayor estrés en los acuíferos, los cuales son la principal fuente de

abastecimiento en el CC-01, el cual, debido a la poca infraestructura, no cuenta con embalses de agua procedentes de escorrentías superficiales intermitentes.

Como se explicó en el Capítulo 2, cuando la demanda de agua de un determinado grupo social es mayor que la disponibilidad para el suministro, se produce la sequía socioeconómica. Es resultado tanto de la ausencia de precipitaciones, como de la presión generada por el aumento de la población y de las actividades productivas, y la eficiencia en el uso del agua y de la tecnología disponible (Wilhite y Glantz, 1985). Se mencionó que estos eventos de sequía socioeconómica en zonas áridas, como en el caso de este CC-01, pueden detonar consecuencias graves e incluso catastróficas a los niveles sociales, económicos y ambientales, pero estas pueden ser prevenidas o mitigadas, con la participación de todos los actores involucrados, a través de medidas como las presentadas en este trabajo.

Todo este proceso ha sido observado en el CC-01, a través del análisis de impactos realizado por los miembros del Grupo Técnico Directivo (GTD), que dieron seguimiento a este PMPMS, y de la revisión de notas de prensa relacionadas con la sequía en la región, los efectos más notorios y de mayor repercusión social detectados en el CC-01 fueron, el desabasto de agua urbano, la falta de agua para la agricultura, la pérdida de potencial inversionista y conflictos sociales. El desabasto de agua que se está presentando en la ciudad de La Paz y Cabo San Lucas desde la sequía de 2011 declarada en enero de 2012, en donde se ha tenido que implementar el tandeo de agua en varias colonias, ha dado lugar también a conflictos sociales derivados de la desconformidad de los habitantes afectados y de la falta de información por parte de las autoridades. La Ley de Aguas Nacionales reconoce al uso público urbano como prioritario sobre los demás usos, pero en estas ciudades – con tasas de crecimiento poblacional por arriba de la media – el problema es tan grave que ni siquiera ha podido cumplirse esta prioridad. Las condiciones hidrográficas de la Península y el estado de

Baja California Sur, en las cuales la mayoría de las cuencas son exorreicas, y la falta de infraestructura de captación pluvial, tiene como consecuencias que cerca de la totalidad de la precipitación que ocurren en esta región escurra hacia el mar. Los elevados costos para el transporte del vital líquido, han obligado al CC-01 a depender en su totalidad del agua subterránea, utilizando el agua de los embalse como estrategia de captación e infiltración del vital líquido. El inadecuado manejo que los acuíferos han tenido en los últimos años, ha llevado a éstos a una situación de sobreexplotación, a tal grado que casi el 50% de ellos se encuentra en déficit, si tomamos en cuenta restar la Descarga Natural Comprometida (DNCOM) como se establece en los balances oficiales de los 39 acuíferos.

La falta de agua para la agricultura en la región central y norte del estado ya ha comenzado a afectar a cultivos, que son dependientes exclusivos de los acuíferos, aunado al incremento en costos por la necesidad de energía para su bombeo y extracción. A este problema de gestión inadecuada del recurso hídrico se le suma la disminución de la recarga que conlleva la sequía meteorológica, así como los impactos generados en el ambiente por la misma, particularmente a los ecosistemas costeros.

Otro factor importante a tener en cuenta es la pérdida de potencial inversionista, ya que debido a los problemas de escasez de agua, difícilmente llegan nuevas inversiones relacionadas con la industria o el comercio, por ejemplo. No obstante que el sector turismo, en conjunto con las políticas gubernamentales estatales y municipales han impulsado un desarrollo sostenible y en crecimiento gracias a la implementación de plantas desaladoras en desarrollos turístico-hoteleros y residenciales en la zona costera (principalmente el corredor turístico de Los Cabos), el desarrollo del turismo rural y alternativo no ha podido despegar como se esperaba en las zonas alejadas de la costa, debido principalmente a la falta de agua y energía.

10.2. Escenarios de gestión ante la sequía

Se exponen a continuación los escenarios de gestión ante la sequía planteados con base en los análisis realizados en el PMPMS.

10.2.1. Déficit de recarga de los acuíferos

Durante el proceso de gestión de la sequía, es importante restablecer el balance de cada uno de los acuíferos afectados. Esto es una componente fundamental para el manejo sustentable de los recursos hídricos, sin embargo, esta medida es extremadamente delicada, ya que se deben involucrar cada uno de los actores que participan en el aprovechamiento del recurso. Dada la delicadeza de este tema, se deben establecer en primer lugar los límites de extracción reales, para tener mayor certeza en el manejo sustentable del recurso y con ello garantizar el sostenimiento de las actividades productivas.

Con los datos disponibles, se identificaron 8 de los acuíferos del CC-01 en estado crítico, tomando en cuenta solo el que poseen un déficit de recarga sin restarle la Descarga Natural Comprometida (DNCOM) y sin tomar en cuenta su vulnerabilidad. Pero si tomamos en cuenta la metodología que se utiliza en el cálculo de la Disponibilidad/Déficit para el balance de acuíferos por parte de la CONAGUA y publicado en el Diario Oficial de la Federación, se identificaron 16 acuíferos en estado crítico (41%) de los 39 existentes. Cabe mencionar que los datos utilizados fueron proporcionados por personal de la CONAGUA en Baja California Sur, que no necesariamente reflejan con exactitud la extracción y los datos de recarga publicados en los diarios oficiales de la federación en 2010 y 2011 por los motivos ya expuestos.

La Tabla 10.1 muestra sus valores de extracción y establece un escenario de reparto de volúmenes para estos acuíferos donde la extracción no supere la recarga. De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales donde se le da prioridad al uso público-urbano, por lo

tanto tendrá prioridad sobre el resto de los usuarios, con objeto de preservar las condiciones de vida de la población, y los volúmenes restantes, bajo condiciones ideales, han de repartirse entre el resto de los usuarios.

Es importante señalar que los esfuerzos de conservación de agua, han de involucrar a todos los usuarios, para que puedan tener lugar dichas condiciones ideales. La prospección de usos sólo es propositiva, la cual

deberá ajustarse con los actores de cada COTA de los acuíferos críticos presentados, pudiendo cambiarse o modificarse parcial o totalmente luego de consensos entre las partes involucradas. Por lo tanto, todos los actores deben colaborar para la optimización del uso del recurso. Se requiere además un enorme esfuerzo en dos áreas: en la parte técnica, con el objeto de contar con datos reales anuales de recarga y de extracción, y evitar con ello poner en riesgo las actividades económicas.

Tabla 10.1. Escenario prospectivo de gestión de sequía para los acuíferos con déficit del CC-01 (difieren por menos de 3 acuíferos considerados con déficit de los publicados en los Diarios Oficiales de la Federación, debido a que los datos presentados de usos por sector y total están actualizados a abril de 2013, y el de los DOF son de fechas anteriores).

Clave	Acuífero	Uso actual público-urbano y doméstico (Hm ³)	Uso actual agrícola y pecuario (Hm ³)	Uso actual múltiple (energía, industria, servicios, comercio, otros) (Hm ³)	Descarga Natura Comprometida (Hm ³)	Uso total actual (Hm ³)	Recarga (Hm ³)	Prospección Uso público-urbano y doméstico (Hm ³) (Prioritario)	Prospección Uso agrícola pecuario y múltiple (Hm ³)
0317	Cabo San Lucas	0.16	0.04	4.91	2.20	7.31	2.70	0.16	2.53
0319	San José del Cabo	18.49	7.08	2.17	3.00	30.74	24.00	18.49	5.59
0323	Los Planes	0.93	6.69	4.67	1.00	13.29	9.40	0.93	8.47
0324	La Paz	18.12	8.96	1.93	0.00	29.01	27.80	18.12	9.68
0325	El Coyote	0.00	0.12	5.11	2.70	7.93	3.20	0.00	3.20
0329	San Juan B. Londó	2.96	2.16	2.53	1.00	8.65	6.70	2.96	3.75
0333	San Marcos- Palo Verde	1.49	0.57	1.31	0.50	3.87	1.70	1.49	0.21
0334	San Bruno	0.00	0.83	0.29	0.44	1.56	1.10	0.00	1.10

10.2.2. Vulnerabilidad de los acuíferos

Los escenarios de escasa planificación en el ordenamiento urbano, los efectos del cambio climático, incidirán e incrementarán los problemas de crecimiento poblacional, salud, cobertura vegetal y sequía para baja california Sur, según resultados del Plan Estatal de Acción Ante el Cambio Climático de Baja California Sur. Por ello, conocer el estado que guardan las aguas subterráneas es fundamental para poder diseñar con éxito una estrategia de prevención y mitigación de los efectos de la sequía; este es un gran acierto que se tuvo al interior del CC-01.

El modelo de vulnerabilidad propuesto y sus resultados para los acuíferos del CC-01, documentado en el Capítulo 6 del presente PMPMS, muestra el grado de presión y fragilidad en el que se encuentran determinados acuíferos y por consecuencia las actividades económicas dependientes de ellos, ante los eventos de sequía. Dicha vulnerabilidad fue obtenida con base en distintos indicadores de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, determinándose los acuíferos con valores de vulnerabilidad muy alta para Santo Domingo, Cabo San Lucas y La Paz; y con vulnerabilidad alta a Vizcaíno, San Ignacio, San José del Cabo, Santiago, El

Coyote, Mulegé y San Marcos-Palo Verde. Estos acuíferos se encuentran en una situación crítica con base en el alto grado de vulnerabilidad que obtuvieron, para los que es necesaria una atención urgente. En estos acuíferos se localizan los principales centros urbanos y polos de desarrollo donde se llevan a cabo las principales actividades económicas del CC-01, siendo el turismo y la agricultura de las más importantes.

Como se expuso anteriormente, la determinación y seguimiento de la vulnerabilidad por acuíferos permite monitorear los mismos de manera periódica y ayuda a detectar problemáticas y establecer prioridades de acción. Puede ser empleada además como uno de los detonantes más importantes e inmediatos de las acciones de prevención y mitigación de etapas de sequía, a la vez que permite establecer acuíferos de referencia.

10.2.3. Acuíferos críticos

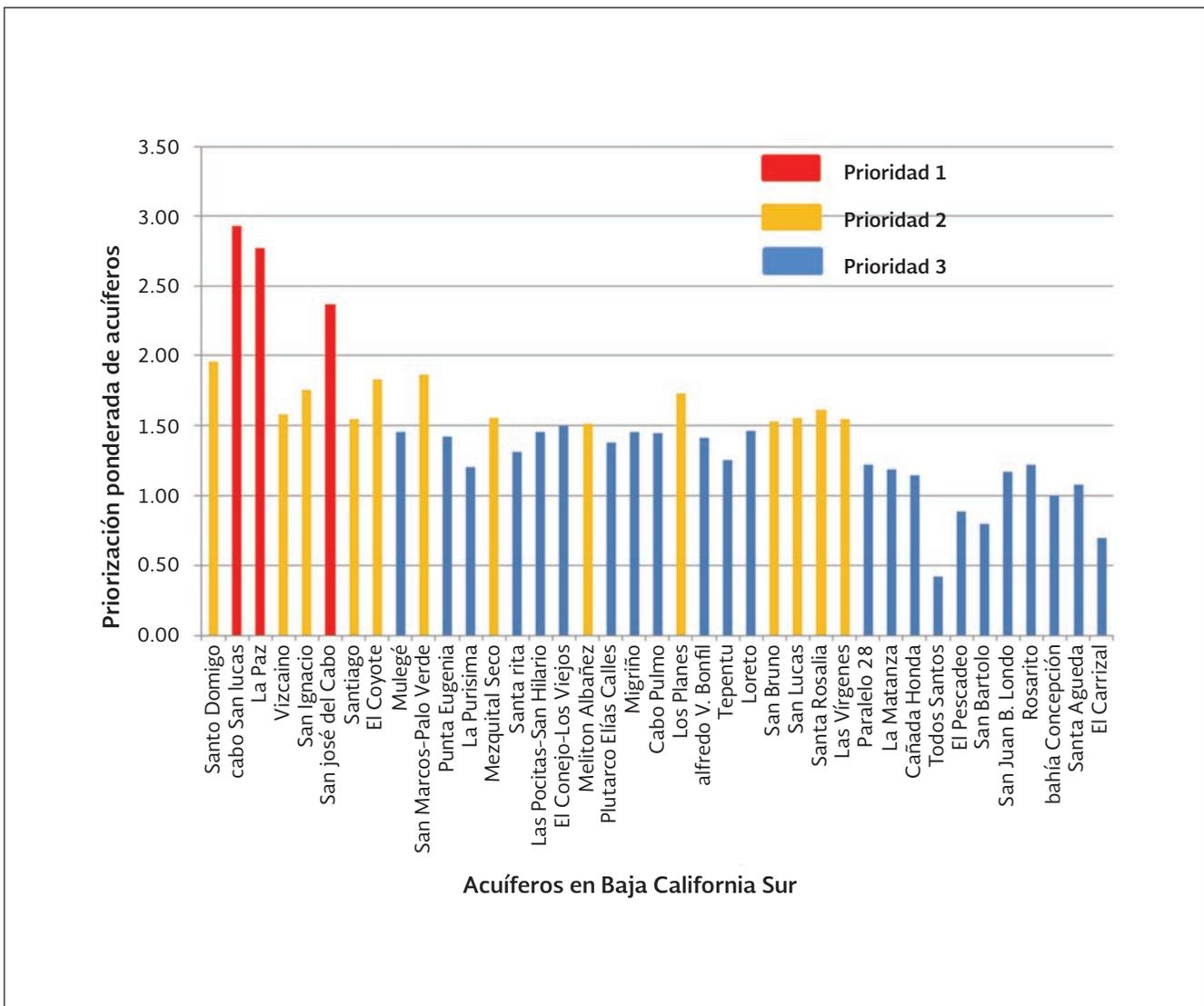
Finalmente, como resultado de los valores tanto de vulnerabilidad como de déficit de recarga de los acuíferos, se establecen un total de 13 acuíferos críticos para el CC-01 (Tabla 10.2). La Figura 10.1 muestra una priorización ponderada de los acuíferos.

Tabla 10.2. Disponibilidad de acuíferos para el CC-01.

	Nombre acuífero	Grado de vulnerabilidad	Disponibilidad/déficit (hm ³) (sin restar caudal ecológico)	Disponibilidad/déficit (hm ³) (restando caudal ecológico)
0302	Vizcaino	Alta	3.80	0.30
0303	San Ignacio	Alta	1.30	-3.00
0306	Santo Domingo	Muy alta	12.44	2.04
0317	Cabo San Lucas	Muy alta	-2.41	-4.61
0319	San José del Cabo	Alta	-3.73	-6.73
0320	Santiago	Alta	5.49	0.89
0323	Los Planes	Media	-2.89	-3.89
0324	La Paz	Muy alta	-1.22	-1.22

	Nombre acuífero	Grado de vulnerabilidad	Disponibilidad/déficit (hm ³) (sin restar caudal ecológico)	Disponibilidad/déficit (hm ³) (restando caudal ecológico)
0325	El Coyote	Alta	-2.04	-4.74
0329	San Juan B. Londo	Baja	-0.95	-1.95
0332	Mulegé	Alta	5.47	2.17
0333	San Marcos-Palo Verde	Alta	-1.67	-2.17
0334	San Bruno	Media	-0.02	-0.46

Figura 10.1. Priorización de acuíferos para su atención inmediata.



Las actividades dependientes de ellos se ven seriamente amenazadas por su situación y es urgente atender las medidas preventivas propuestas en el Capítulo 9 de manera permanente e inmediata, con el objeto de prevenir que los acuíferos y los usuarios que dependen de ellos, sufran las consecuencias de no atender esta urgencia.

Es importante recalcar la urgente necesidad de implementar programas estratégicos de manejo de éstos acuíferos críticos a través de los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS), priorizando aquellos de mayor urgencia para su atención derivado de

la ponderación y normalización de su vulnerabilidad y déficit.

Asimismo es necesario redefinir el concepto de caudal ecológico o Descarga Natural Comprometida (DNCOM), ya que la metodología para su evaluación y determinación no está clara, y no debiera ser la misma que la utilizada para su cálculo en corrientes de aguas superficiales perennes, debido a la dependencia casi en su totalidad del agua subterránea de los acuíferos en el CC-01. En la Tabla 10.3 se presentan estos 13 acuíferos críticos priorizados a modo de resumen.

Tabla 10.3. Acuíferos críticos determinados en el CC-01.

Acuíferos críticos	Con vulnerabilidad alta y muy alta	Con déficit (sin restar el caudal ecológico)	Prioridad
302 - Vizcaíno	✓		2
303 - San Ignacio	✓		2
306 - Santo Domingo	✓		2
317 - Cabo San Lucas	✓	✓	1
319 - San José del Cabo	✓	✓	1
320 - Santiago	✓		2
323 - Los Planes		✓	2
324 - La Paz	✓	✓	1
325 - El Coyote	✓	✓	2
329 - San Juan B. Londó		✓	3
332 - Mulegé	✓		3
333 - San Marcos-Palo Verde	✓	✓	2
334 - San Bruno		✓	2

10.3. Monitor de sequía del CC-01

Como se expuso en el Capítulo 2, el Monitor de América del Norte monitorea la sequía únicamente para nueve estaciones en el CC-01, la mayoría localizadas en el sur del estado (Municipios de La Paz y Los Cabos), por lo que no es representativo de todo el CC-01. Por este motivo se considera oportuno establecer además las estaciones climatológicas de referencia de la propia CONAGUA que presenten más de 30 años de información y con el 80% de ésta completa; así como otros detonantes que determinen las etapas de la sequía, acordes con las condiciones del CC-01 y con una mayor cobertura. En el Capítulo 8 se propuso el monitoreo permanente de ocho indicadores a nivel acuíferos que detonen la etapa de sequía y sus estrategias de respuesta y mitigación.

Como se destacó, es primordial el establecimiento de un monitor permanente de la sequía en el CC-01, donde se registren datos actualizados y periódicos de los detonantes planteados, que permitan determinar la situación real en la que se encuentran los acuíferos y municipios del CC-01 ante la sequía, pudiéndose prevenir o mitigar los daños y pérdidas económicas que se pudieran producir. Para ello, la creación de un observatorio donde se recopile, almacene y analice toda la información relacionada con el problema de la sequía de modo actualizado es fundamental. Con ello se facilitará la comunicación a los usuarios las condiciones en las que encuentran cada uno de los acuíferos.

10.4. Evaluación de las medidas

La información sobre la efectividad de las medidas implementadas contra la sequía es muy escasa o inexistente. Para varias de las medidas históricas y existentes comentadas en el Capítulo 5, no se tiene conocimiento de su seguimiento o de si han superado la fase de acuerdo o propuesta. Este es el caso por ejemplo, para los planes de manejo y reglamentos de

los acuíferos, de los cuales sólo uno cumple con ambos (Santo Domingo) a pesar de los graves problemas que enfrentan.

Es necesario que tanto las medidas históricas y existentes, como las propuestas en este PMPMS, sean evaluadas de acuerdo a su efectividad y factibilidad, para que esta información permita retroalimentar y de esta forma mejorar el programa. El PMPMS se plantea como un proceso de largo plazo, que debe ser monitoreado y evaluado continuamente para poder realizar los cambios y mejoras oportunas y así lograr los resultados esperados, siendo estos el manejo sustentable de los recursos hídricos ante los inevitables eventos de sequía, así como el sostenimiento de las actividades económicas y ambientales del este CC-01.

Referencias

- Diaz, S. C., R. Touchan and T.W. Swetnam. 2001. A tree-ring reconstruction of past precipitation for Baja California Sur, Mexico. *International Journal of Climatology*. Int. J. Climatol. 21: 1007 – 1019
- García-Acosta, V. 1997. Las “sequías” y sus impactos en las sociedades del México Decimonónico, 1856-1900. In: *Historia y Desastres en América Latina*. Vol. II. Revista semestral de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina; 34 pp.
- Gutiérrez-Ruacho, O.G. 2011. Análisis de la variabilidad climática del noroeste de México. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales (orientación Ecología). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. 78 pp.
- Sosa-Nájera, S., S. Lozano-García, P.D. Roy, M. Caballero. 2010. Registro de sequías históricas en el occidente de México con base en el análisis elemental de

sedimentos lacustres: El caso del lago de Santa María del Oro. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen 62, núm. 3, p. 437-451.

Wilhite, D.A. & M.H. Glantz. 1985. Understanding the drought phenomenon: The role of definitions, Water International, 10 (3), 111-120

Anexos

Anexo I. Índice de Precipitación Estándar (SPI) y análisis de evapotranspiración

Índice de Precipitación Estándar (SPI) para 31 estaciones analizadas en el CC-01 (Figuras 1 a 31).

Figura 1. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3003.

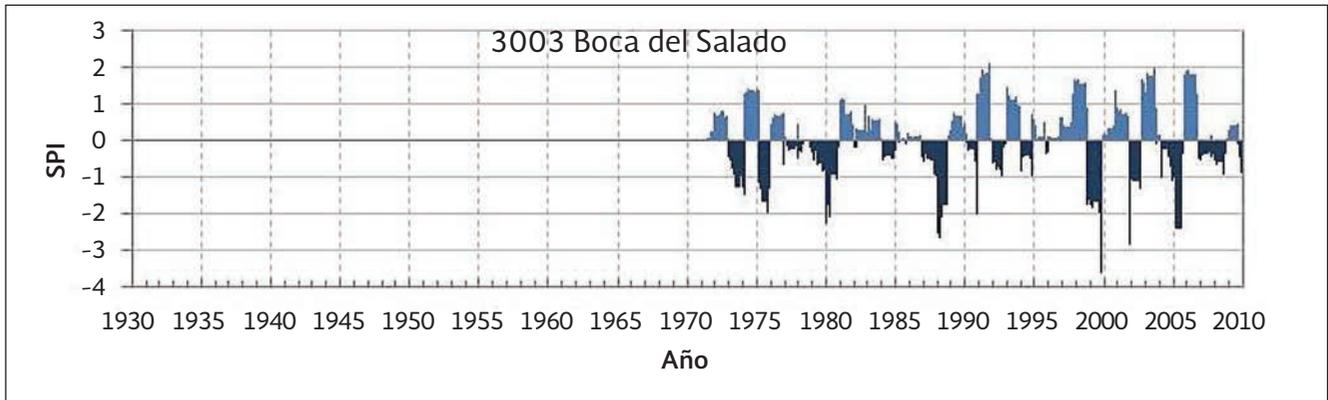


Figura 2. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3005.

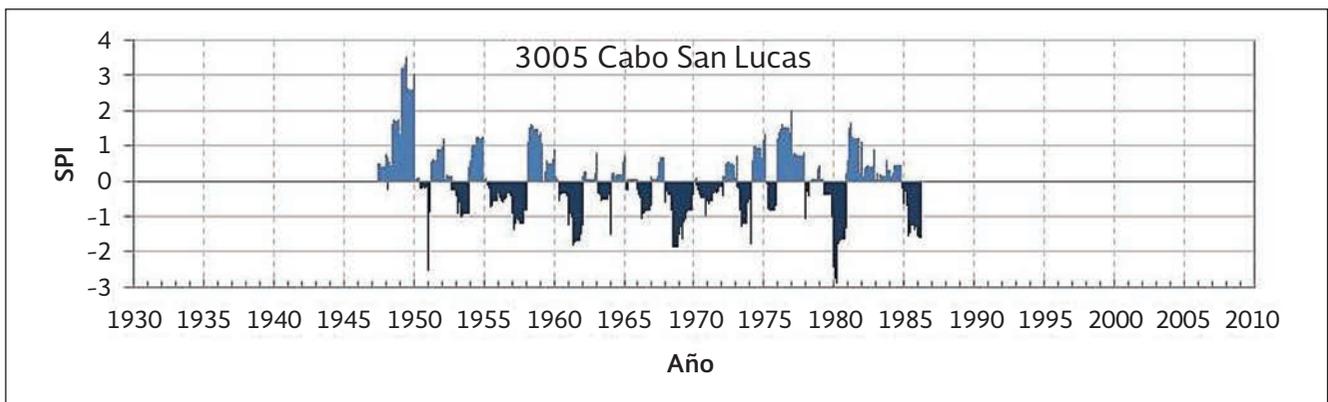


Figura 3. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3006.

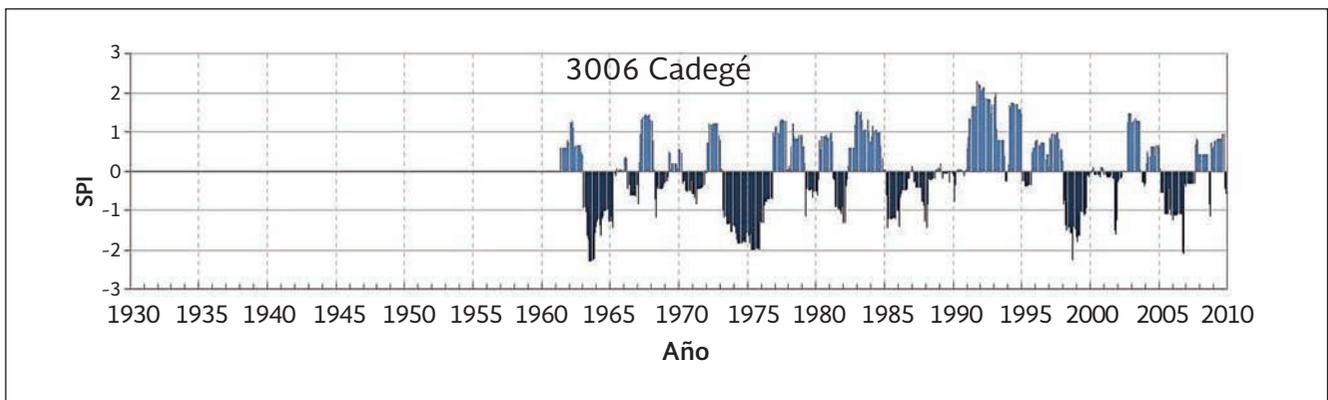


Figura 4. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3007

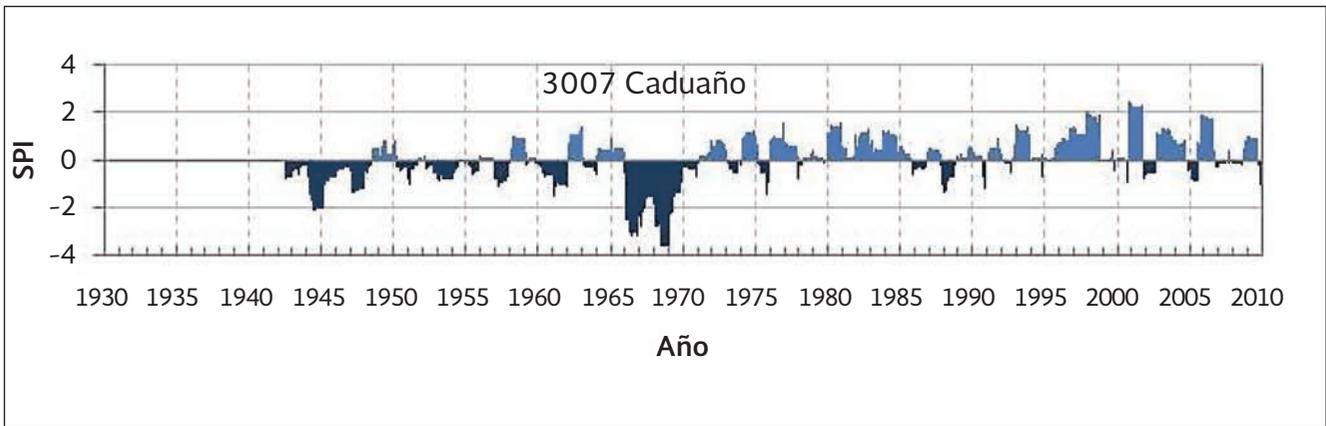


Figura 5. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3008.

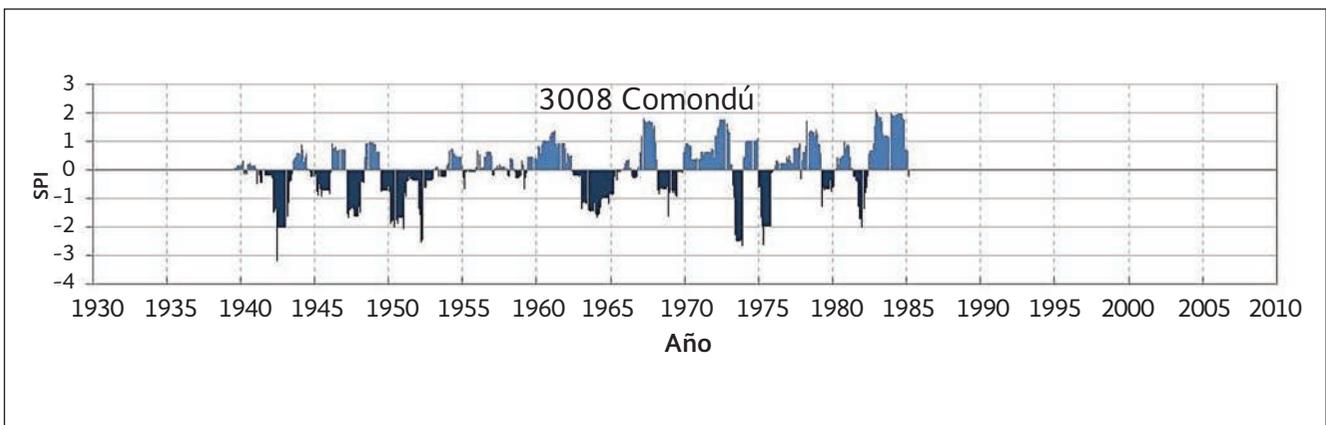


Figura 6. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3012.

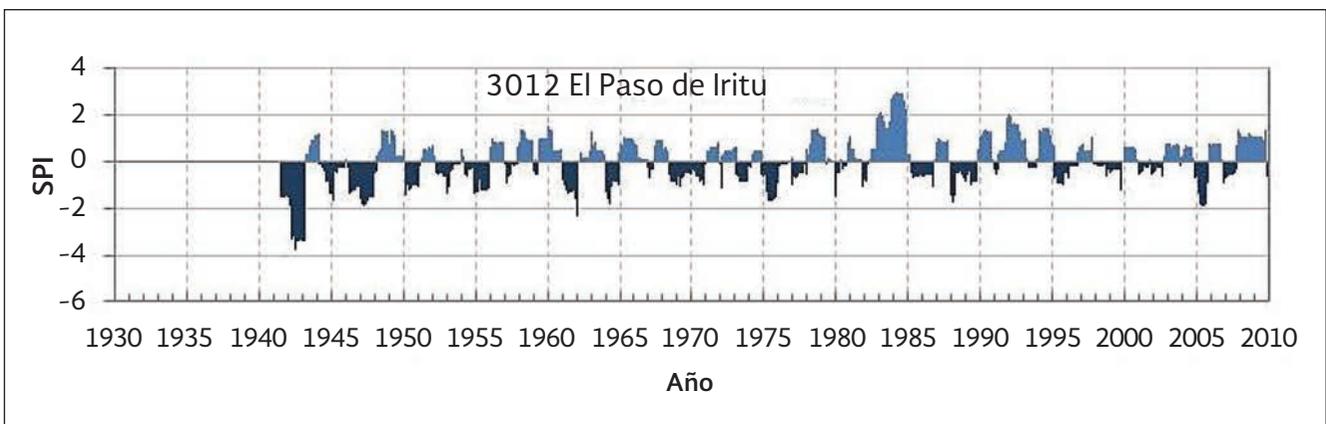


Figura 7. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3015.

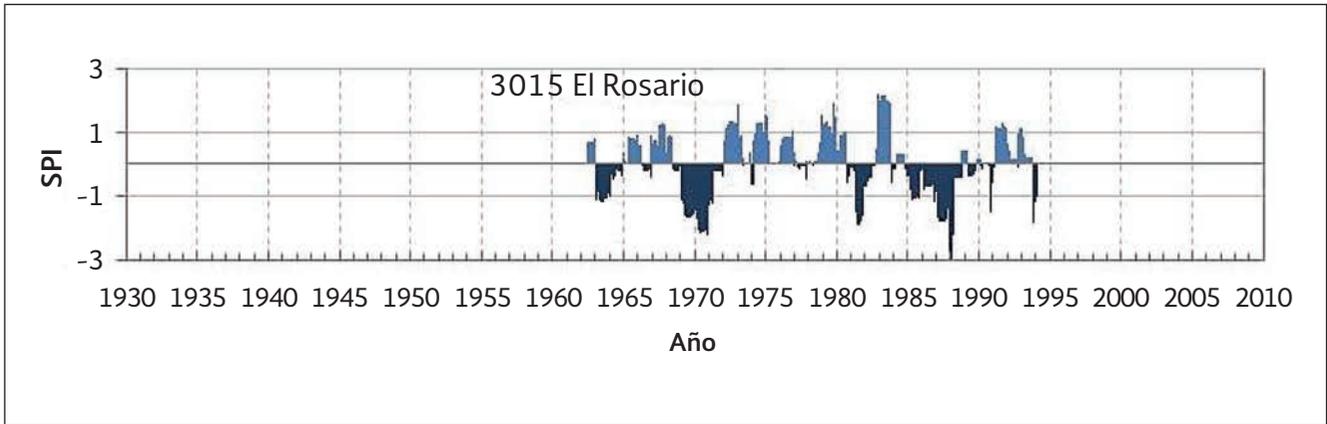


Figura 8. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3016.

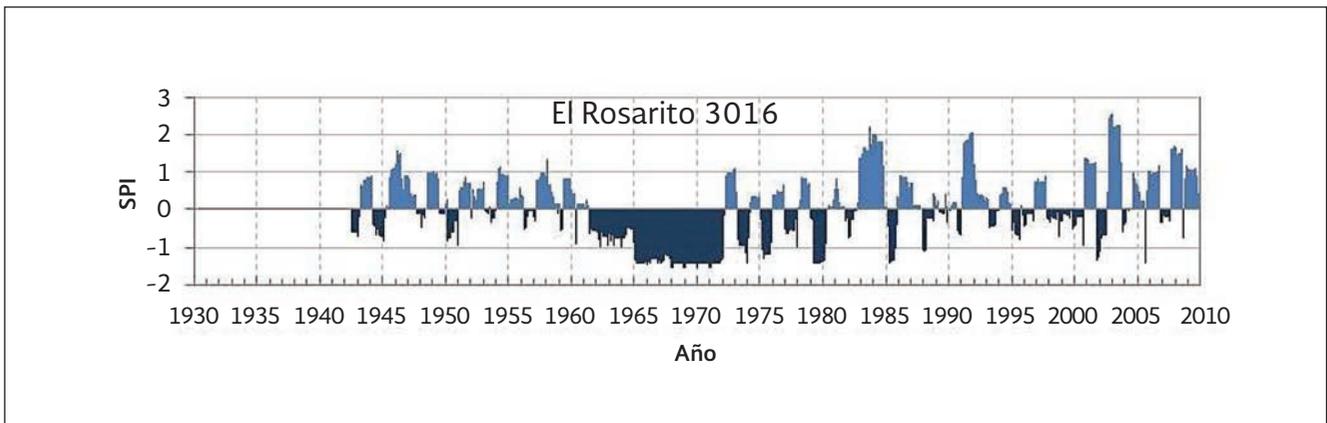


Figura 9. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3022.

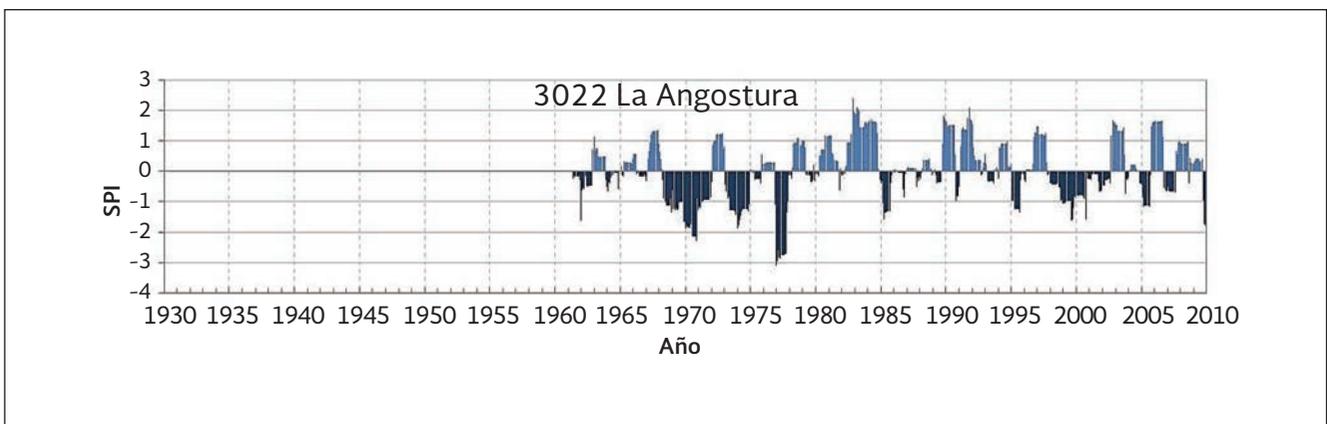


Figura 10. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3029.

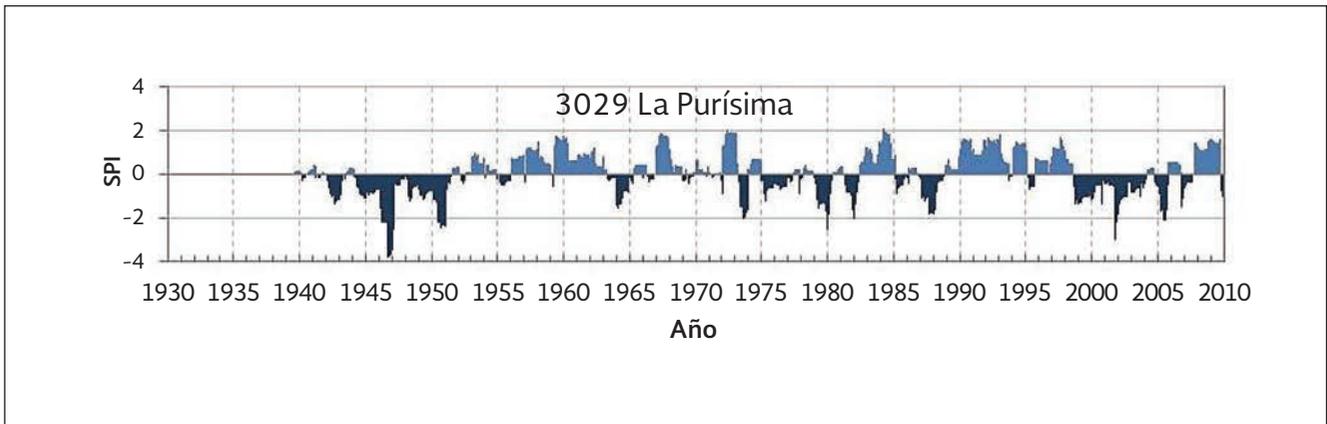


Figura 11. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3030.

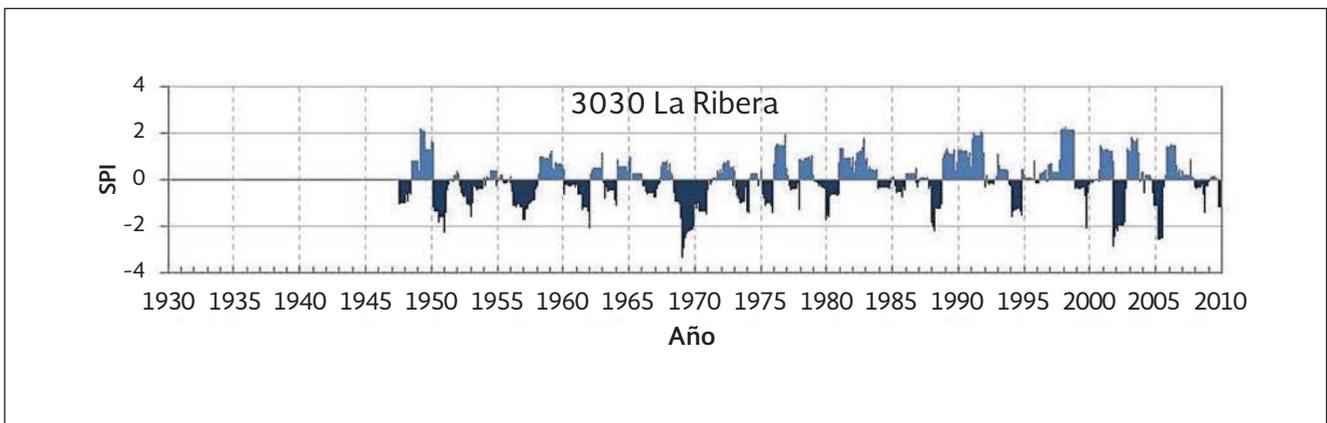


Figura 12. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3031.

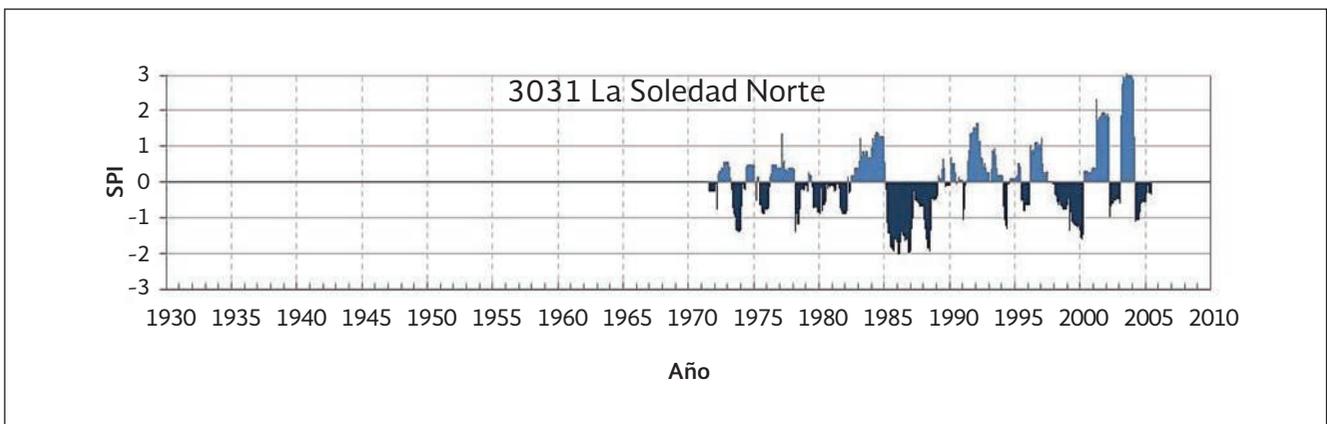


Figura 13. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3035.

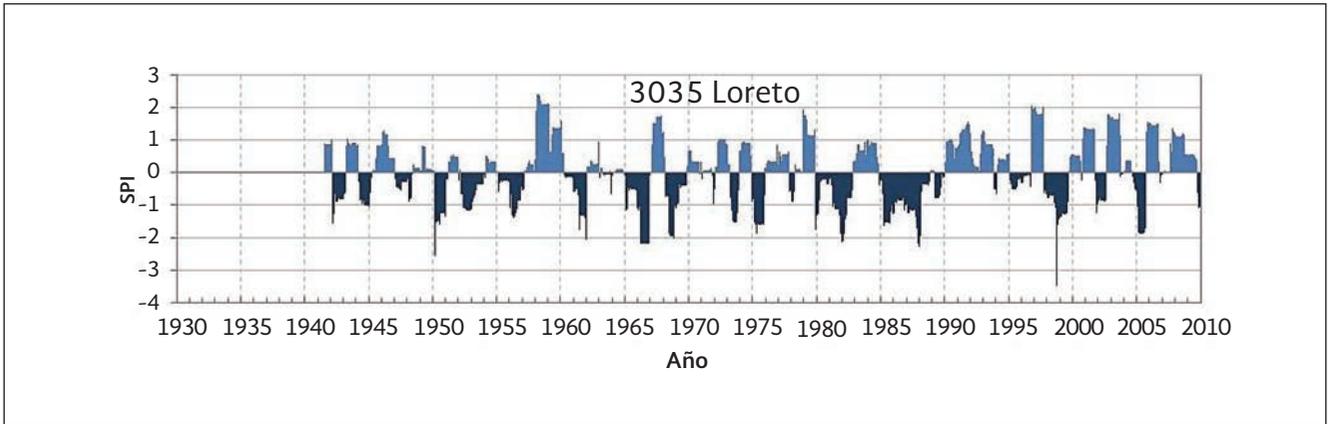


Figura 14. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3036.

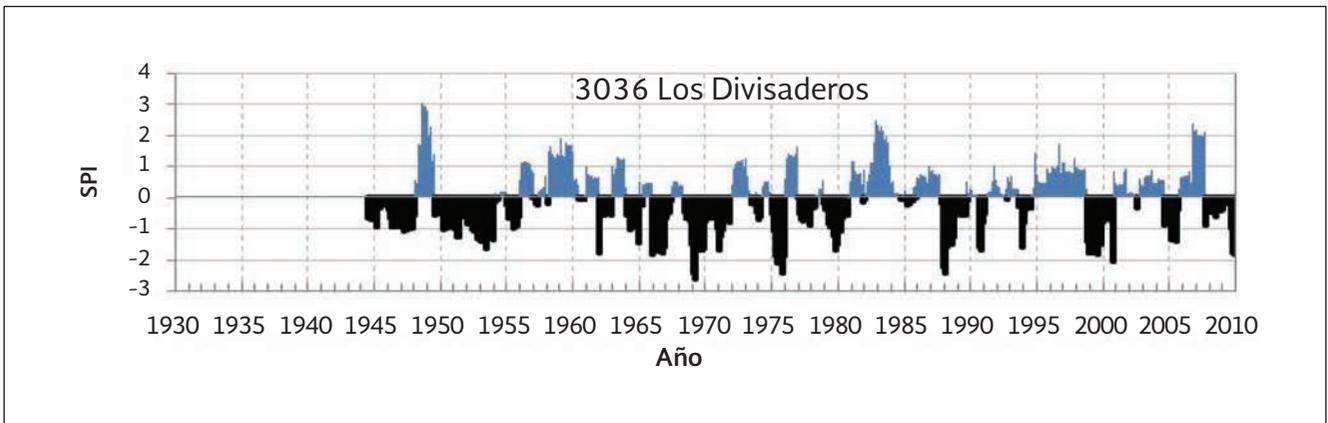


Figura 15. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3038.

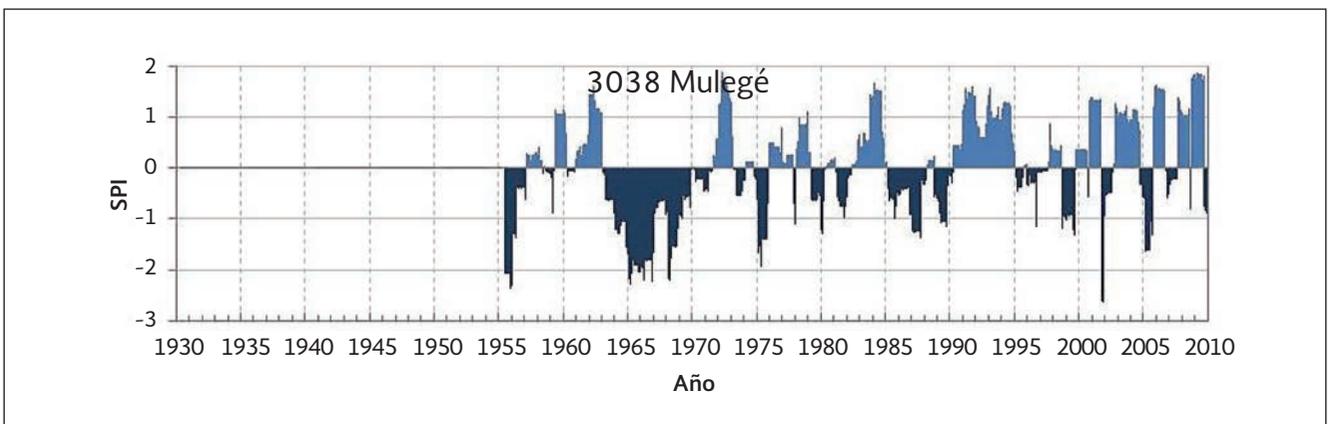


Figura 16. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3042.

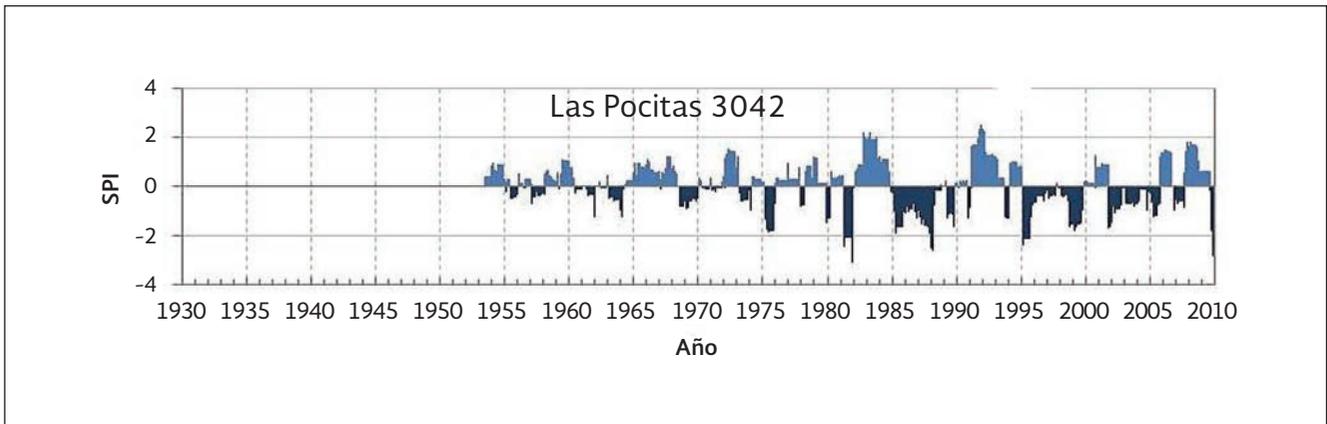


Figura 17. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3045.

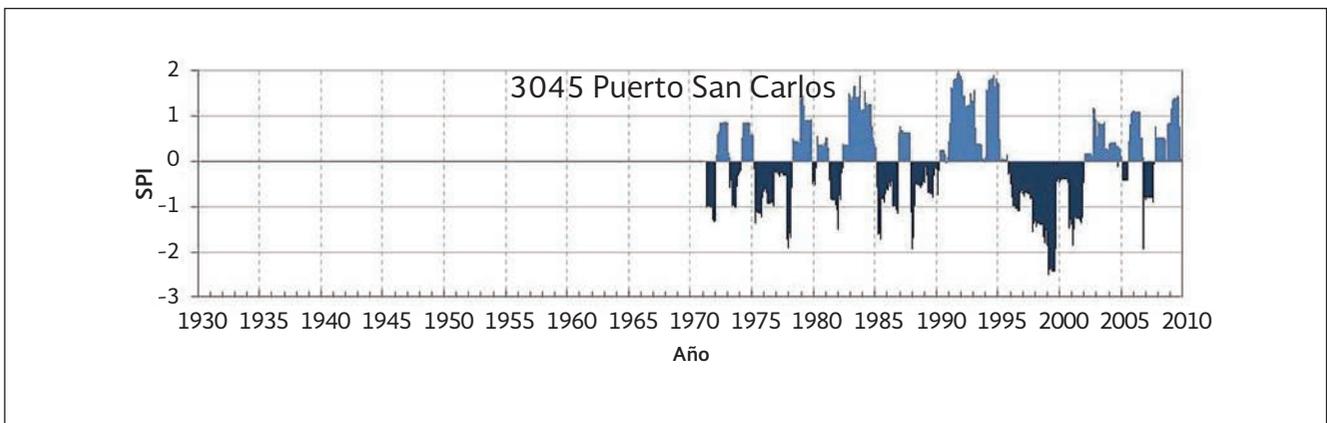


Figura 18. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3047.

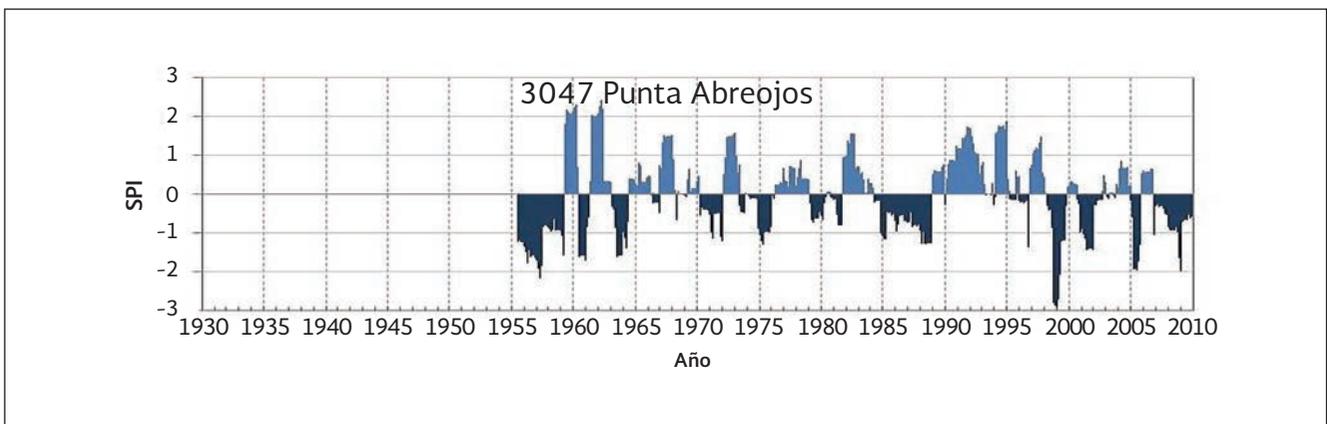


Figura 19. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3050.

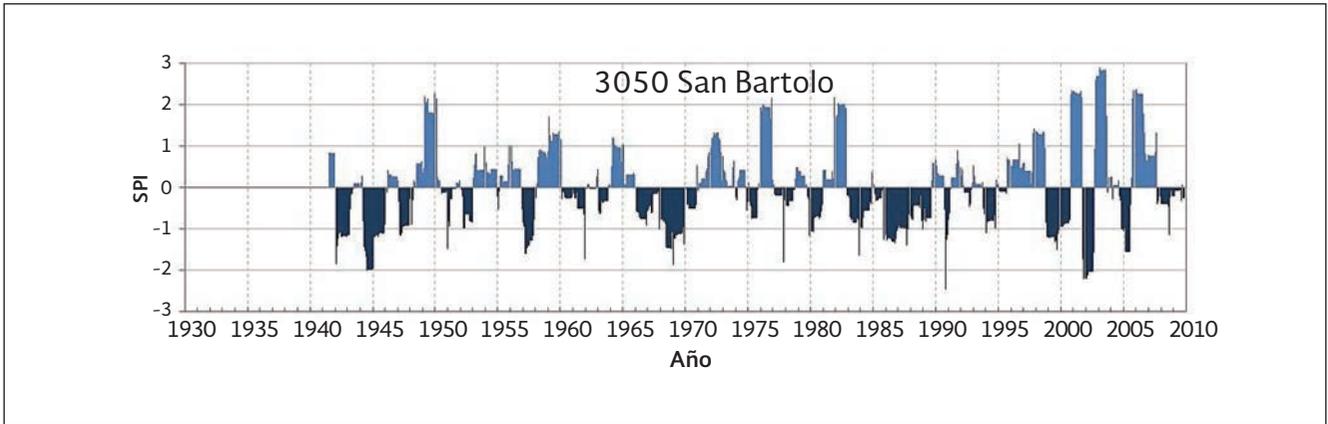


Figura 20. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3051.

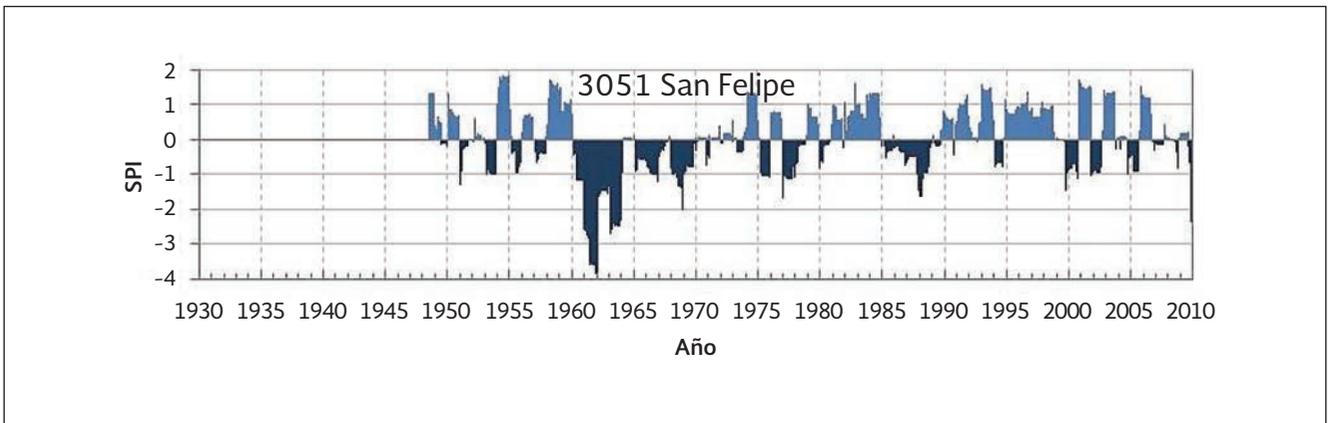


Figura 21. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3053.

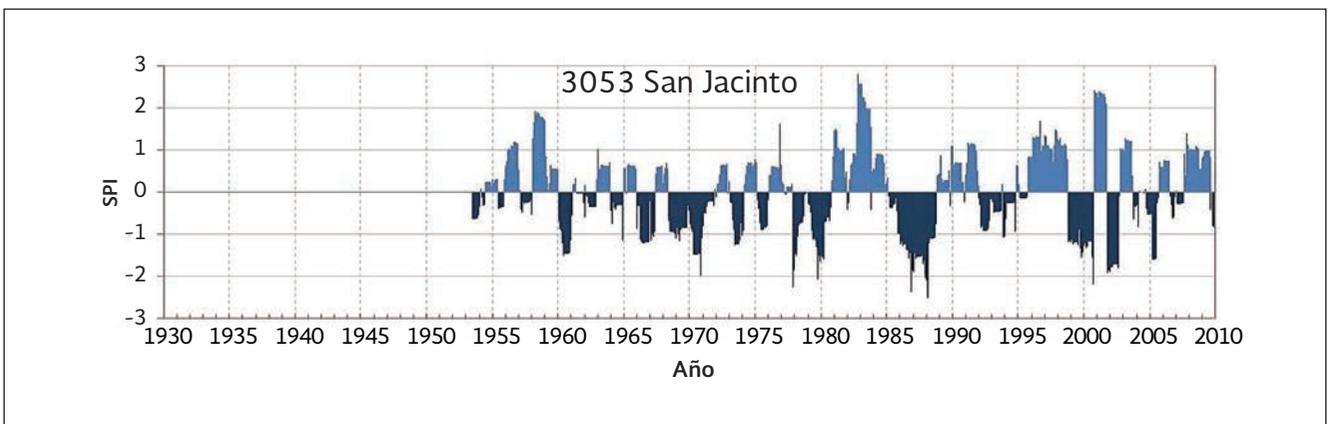


Figura 22. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3055.

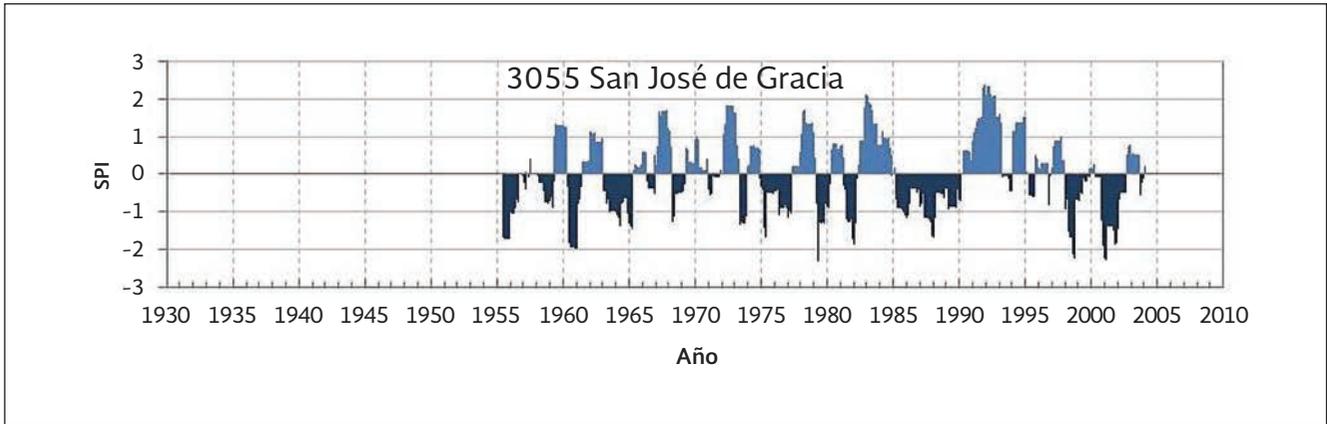


Figura 23. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3056.

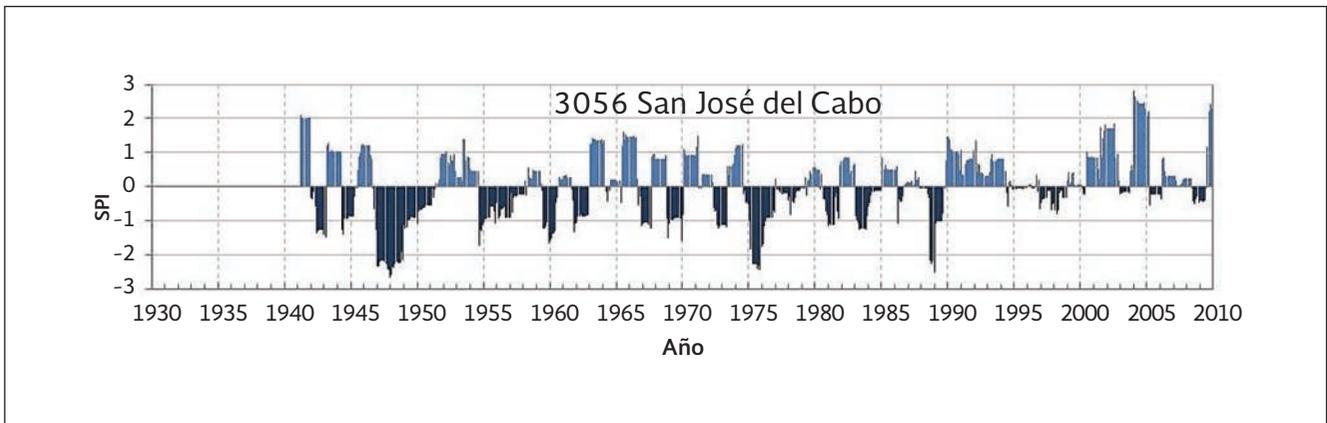


Figura 24. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3058.

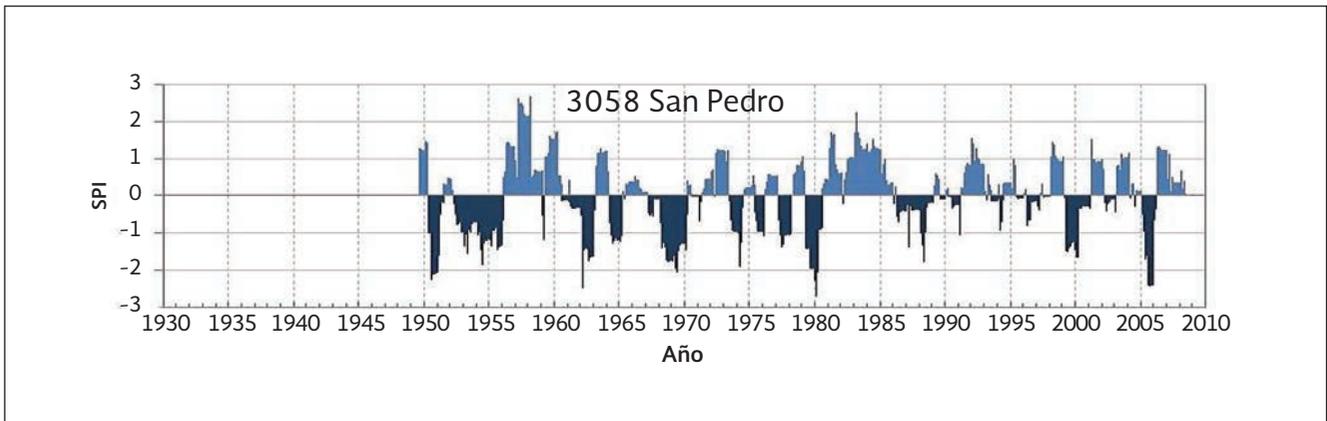


Figura 25. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3060.

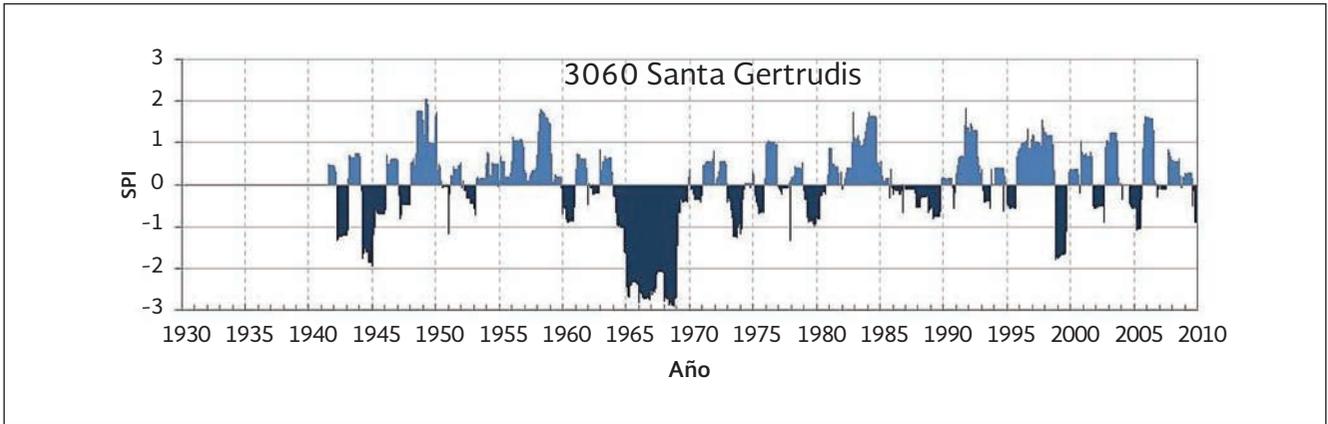


Figura 26. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3061.

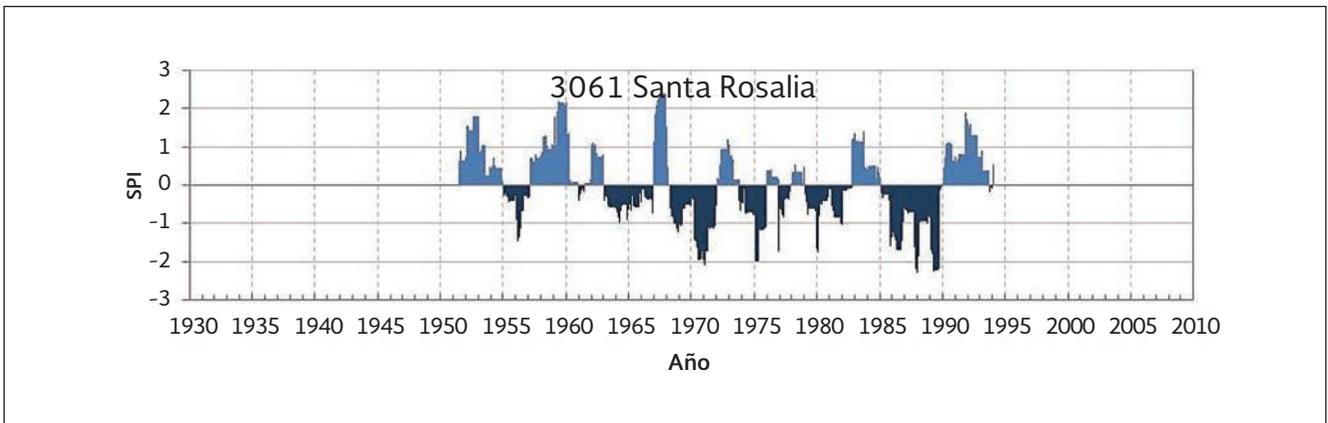


Figura 27. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3063.

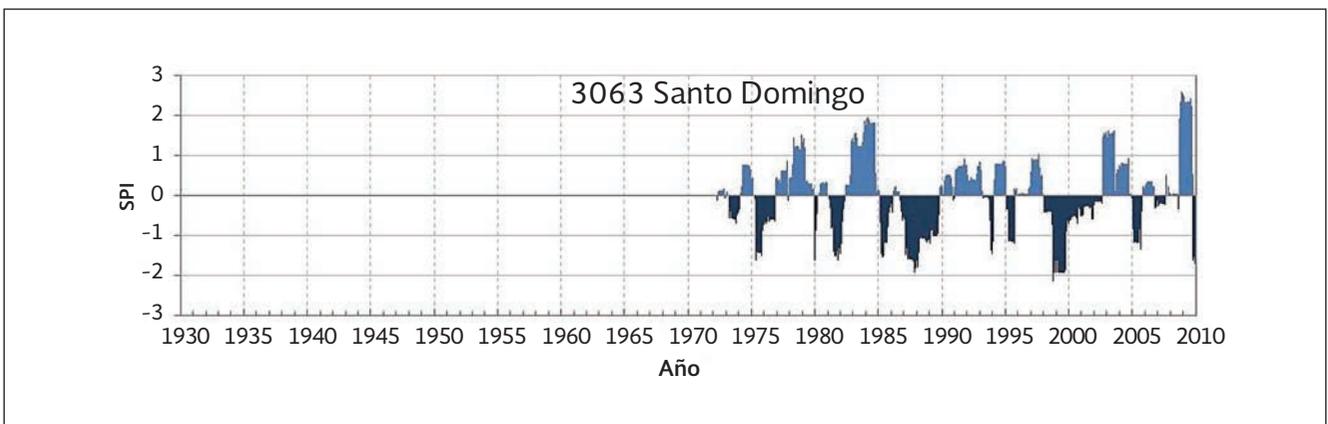


Figura 28. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3066.

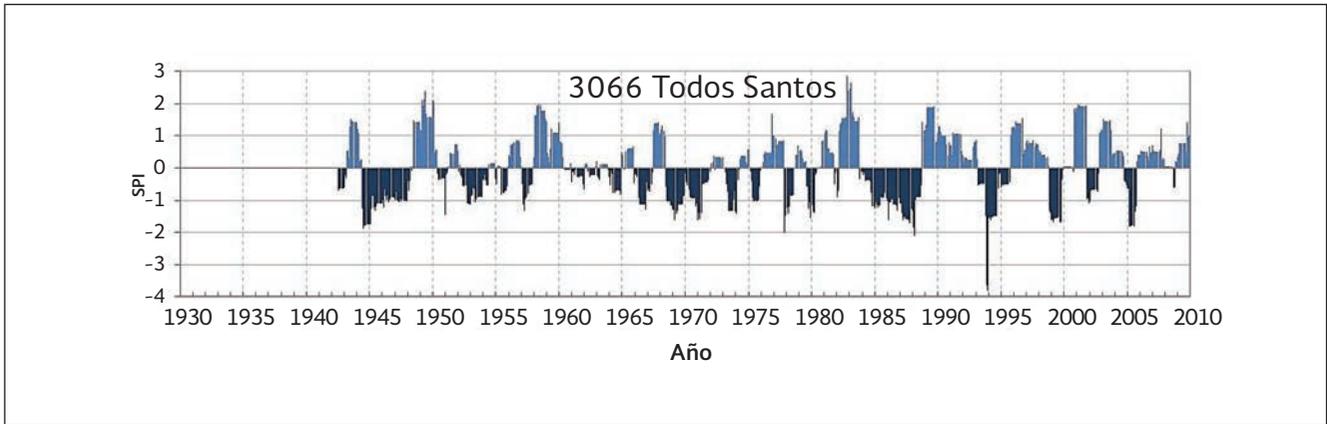


Figura 29. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3068.

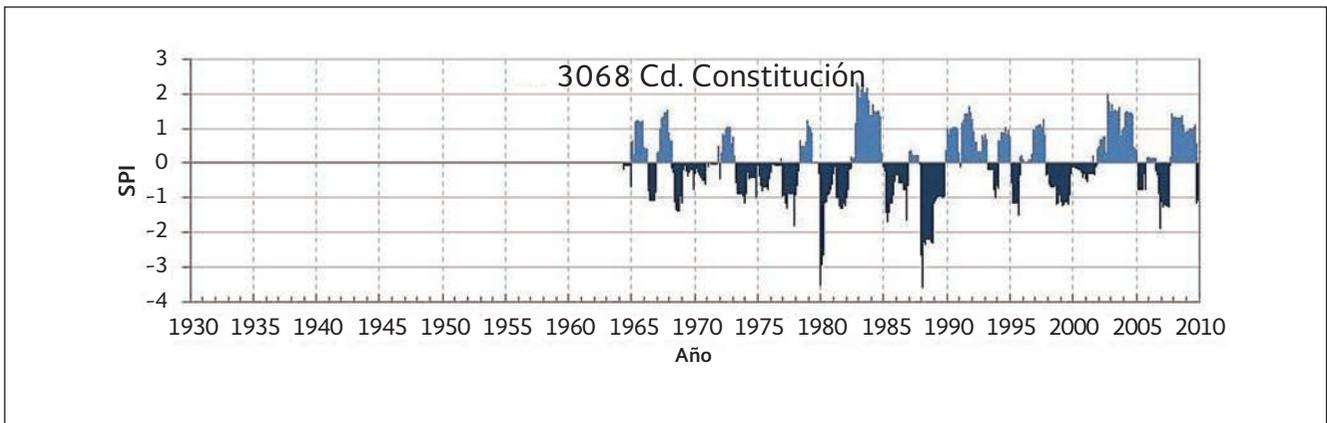


Figura 30. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3073.

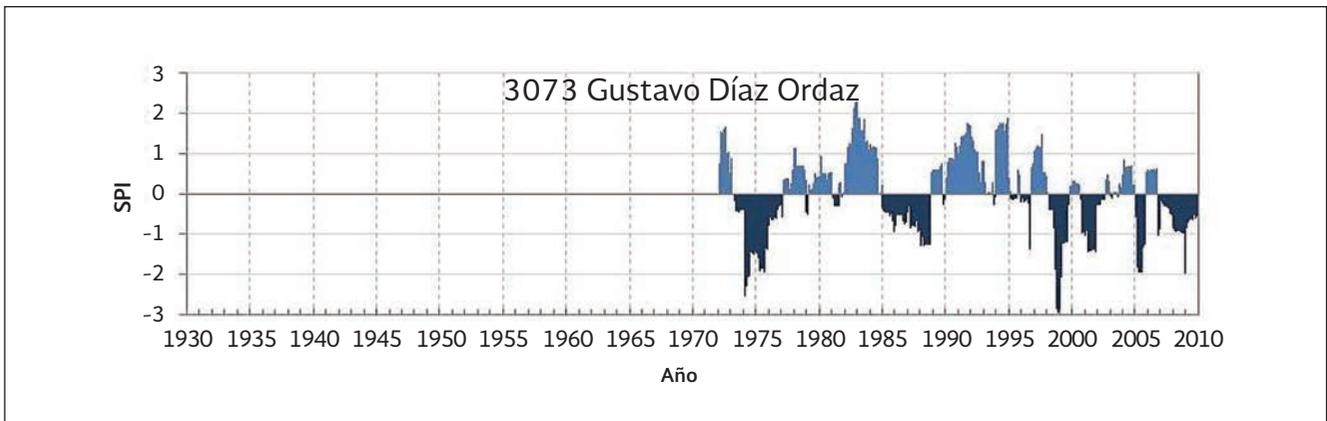
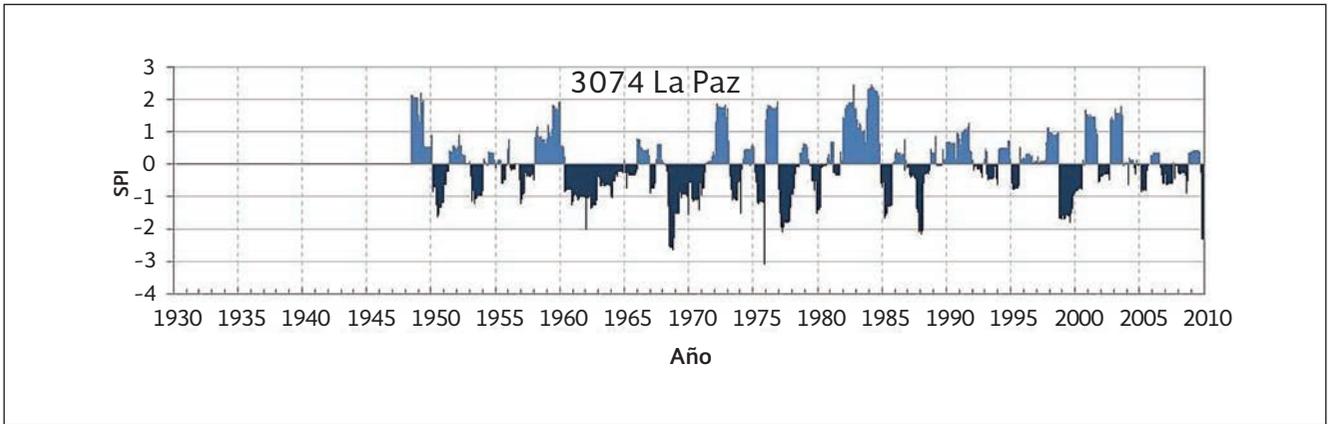
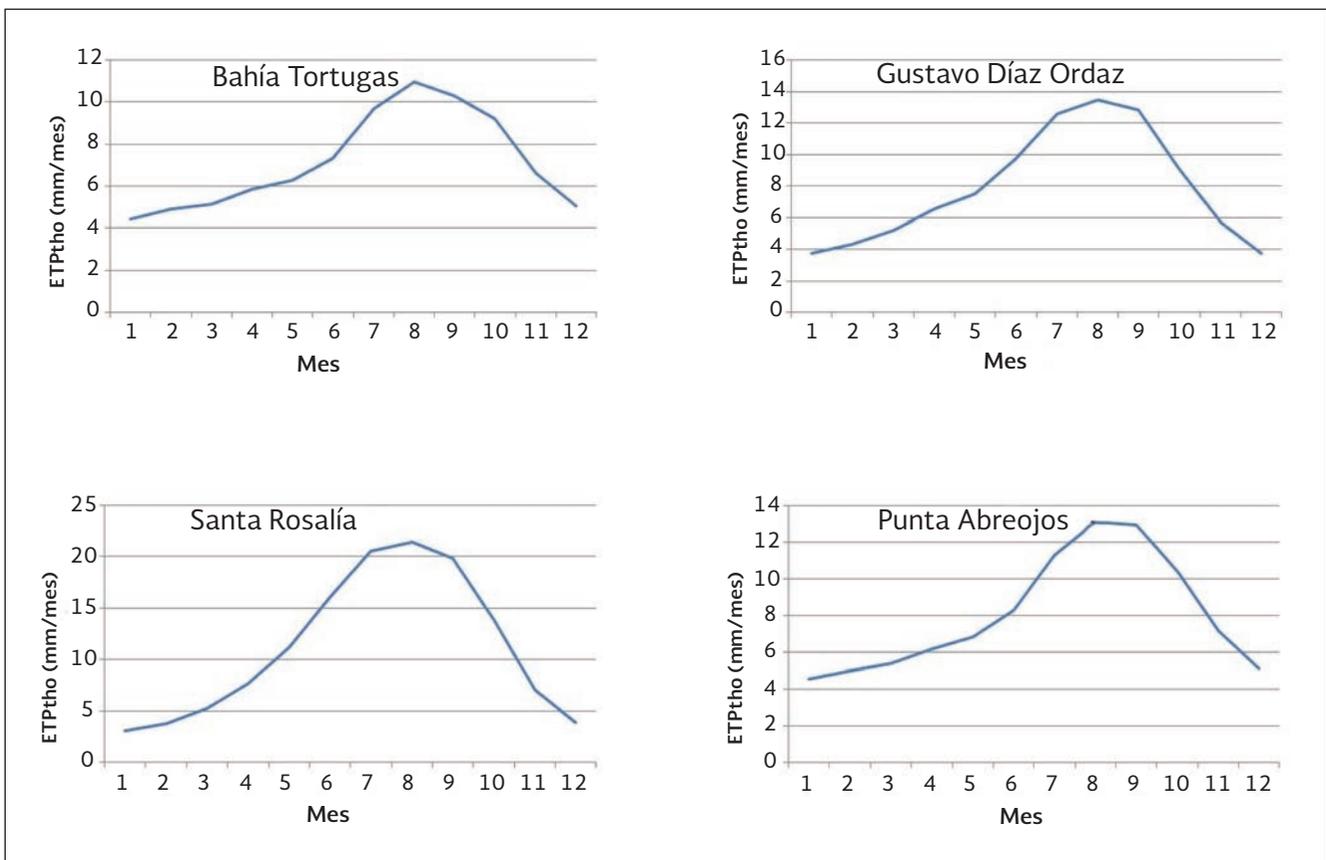


Figura 31. Índice de Precipitación Estándar (SPI) calculado para la estación 3074.



Evapotranspiración calculada por el método de Thornthwaite (Fig, 32 a 38) para las 51 estaciones climatológicas de referencia en el CC-01 (Troyo-Diéguez, 2013).

Figura 32. Gráficas de ETP según Thornthwaite, Bahía Tortugas, Gustavo Díaz Ordaz, Santa Rosalía, Punta Abreojos, Patrocionio, Mulegé, San José Gracia y Cadajé (Troyo-Diéguez, 2013).



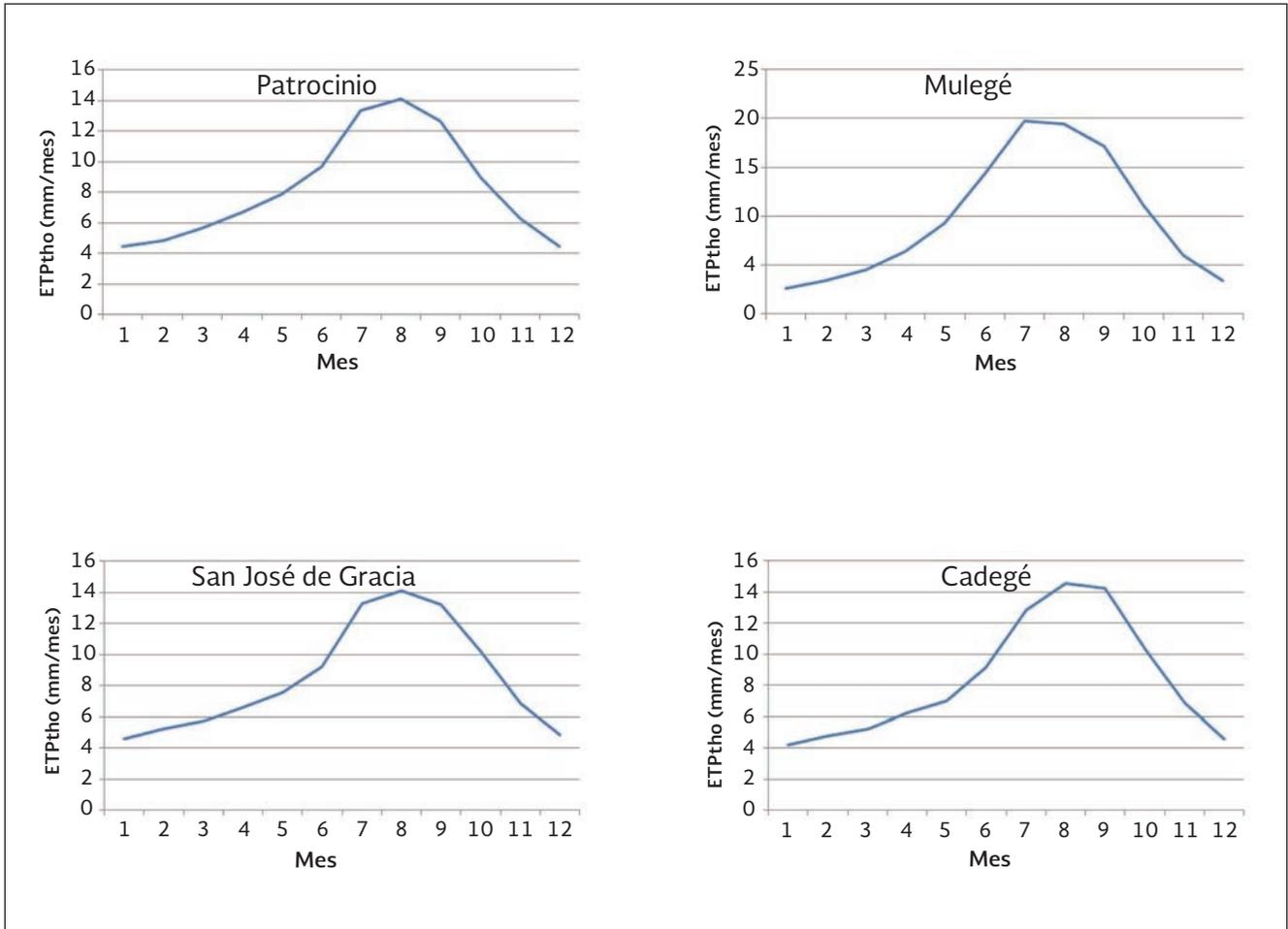
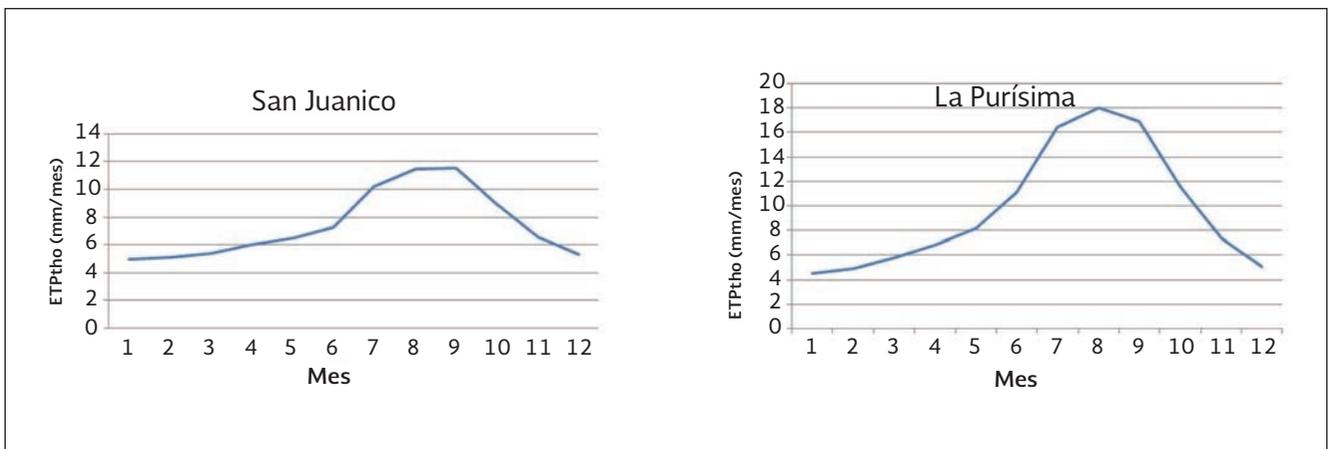


Figura 33. Gráficas de ETP según Thornthwaite, para San Juanico, La Purísima, El Rosario, Comondú, La Poza Grande, San Javier, Loreto y Santo Domingo, (Troyo-Diéguéz, 2013).



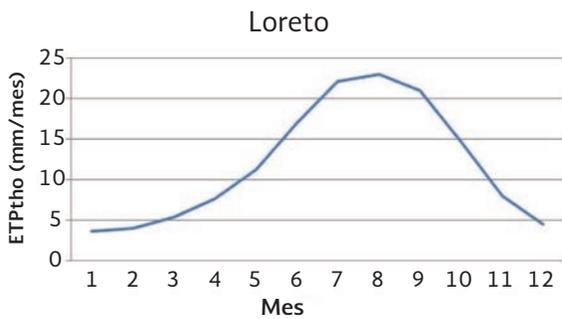
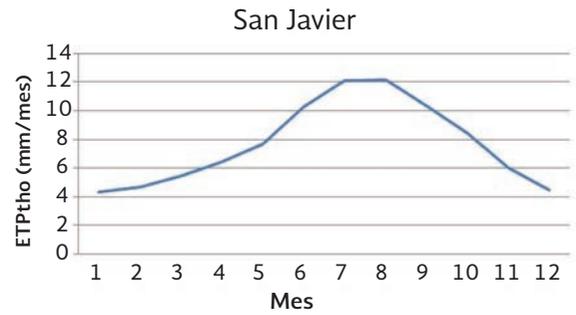
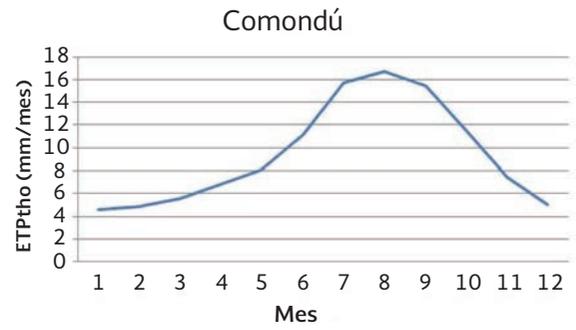
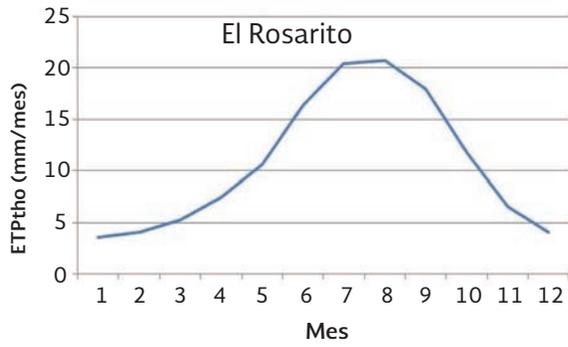
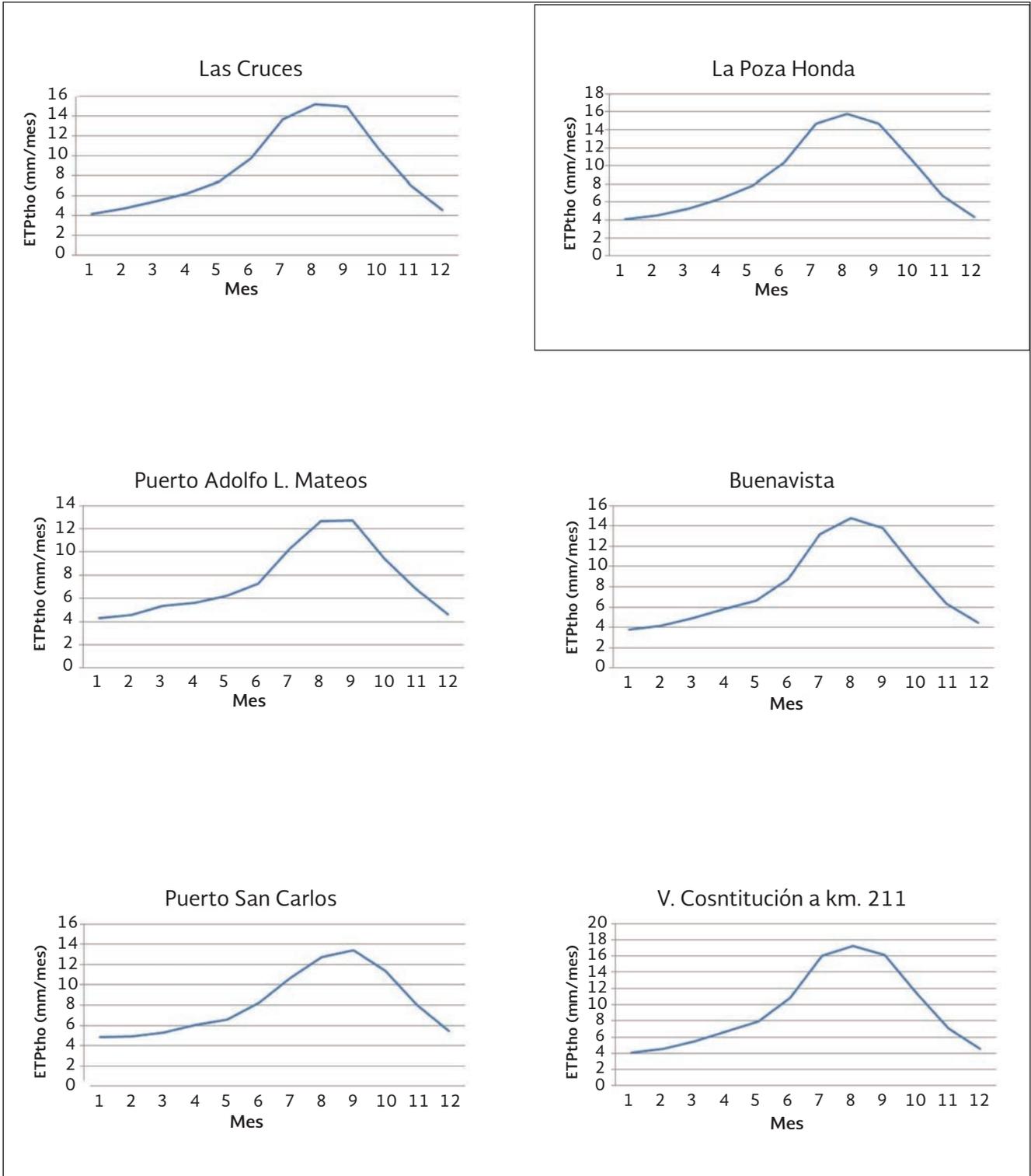


Figura 34. Gráficas de ETP según Thornthwaite, para Las Cruces, La Poza Honda, Puerto Adolfo L. Mateos, Buenavista, Puerto San Carlos, V. Constitución, Tepentú y La Angostura, (Troyo-Diéguez, 2013).



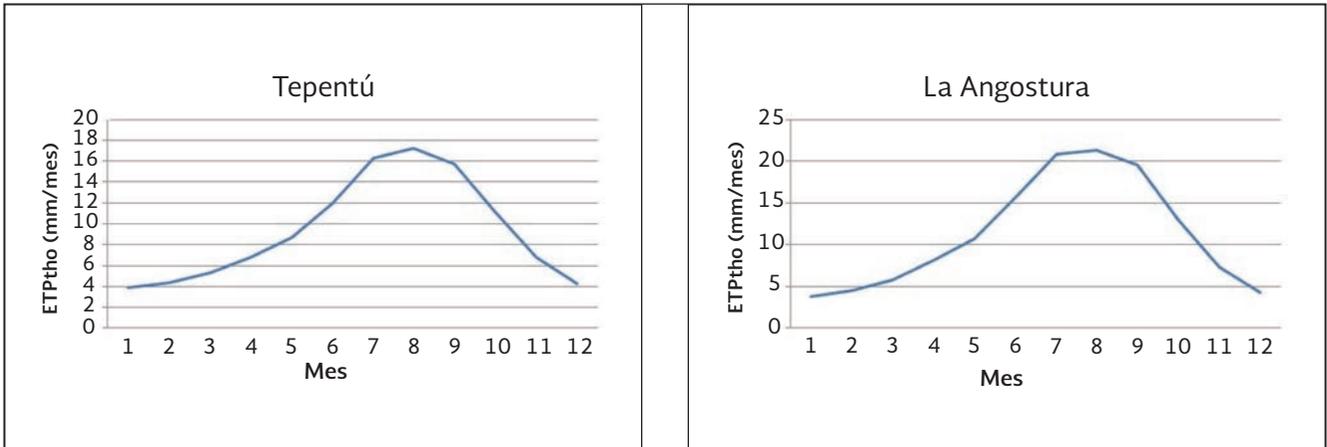
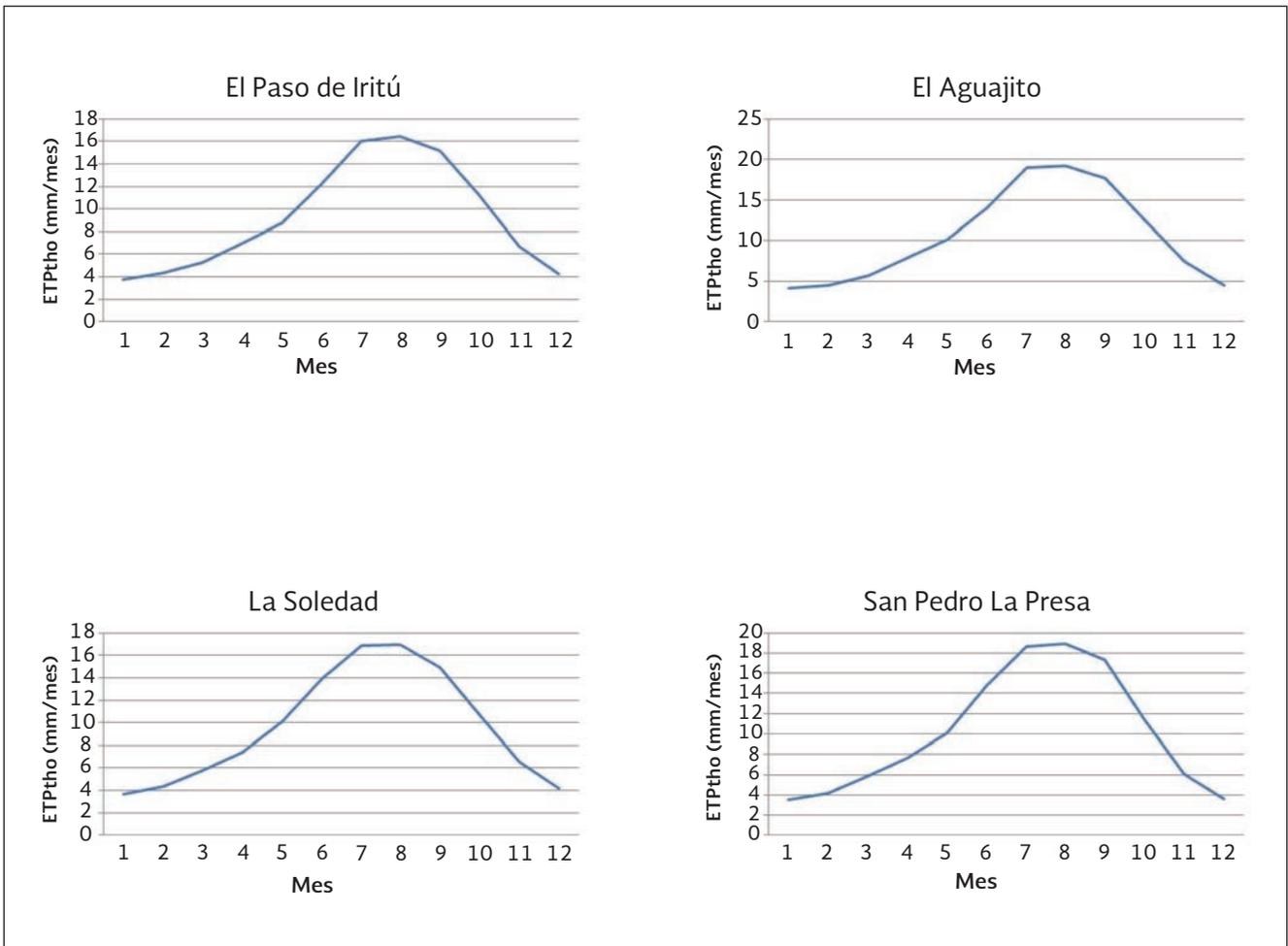


Figura 35. Gráficas de ETP según Thornthwaite, para El Paso de Iritú, El Aguajito, La Soledad, San Pedro La Presa, Pénjamo, El Pilar, La Paz y El Canoncito, (Troyo-Diéquez, 2013).



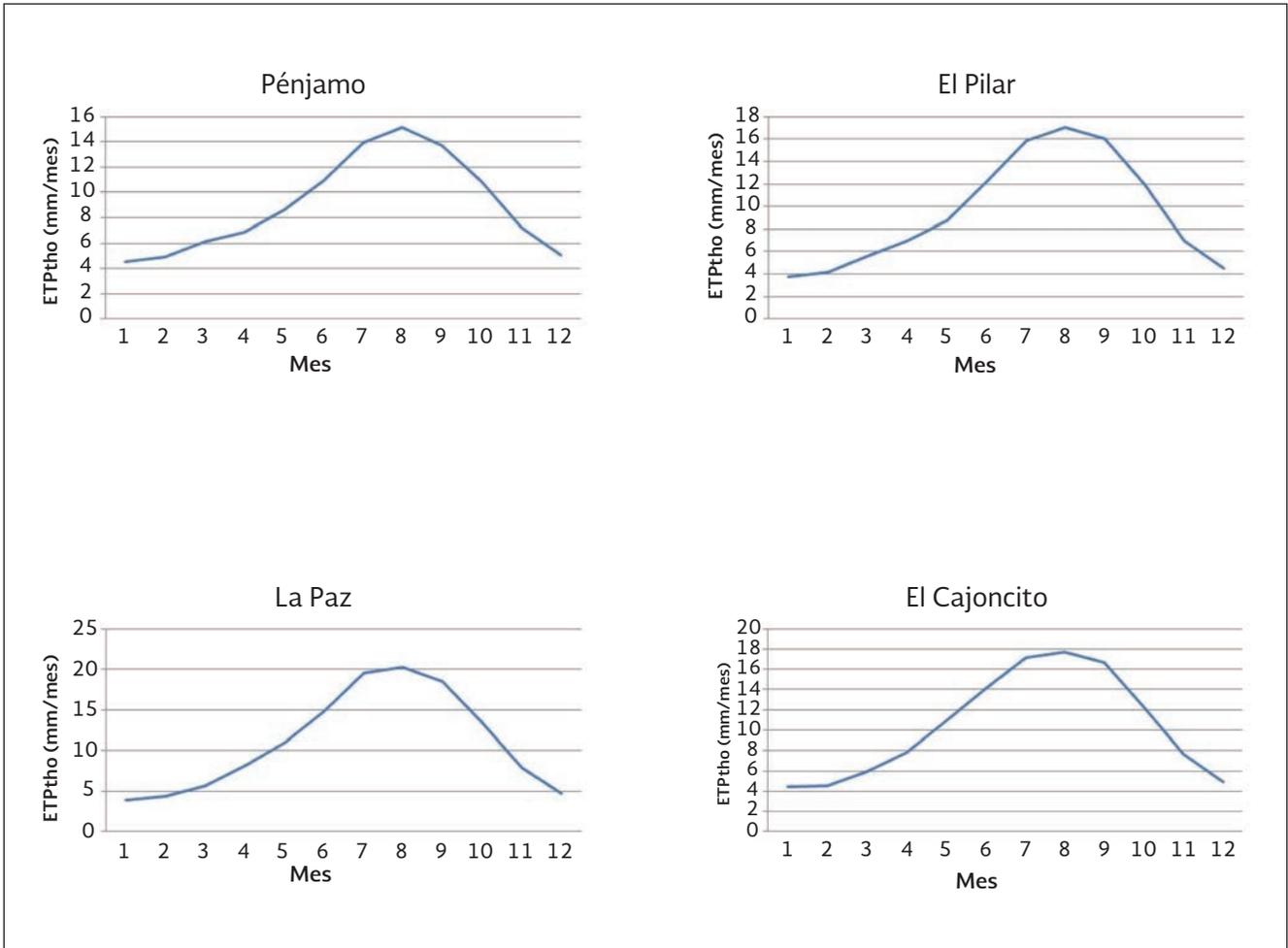
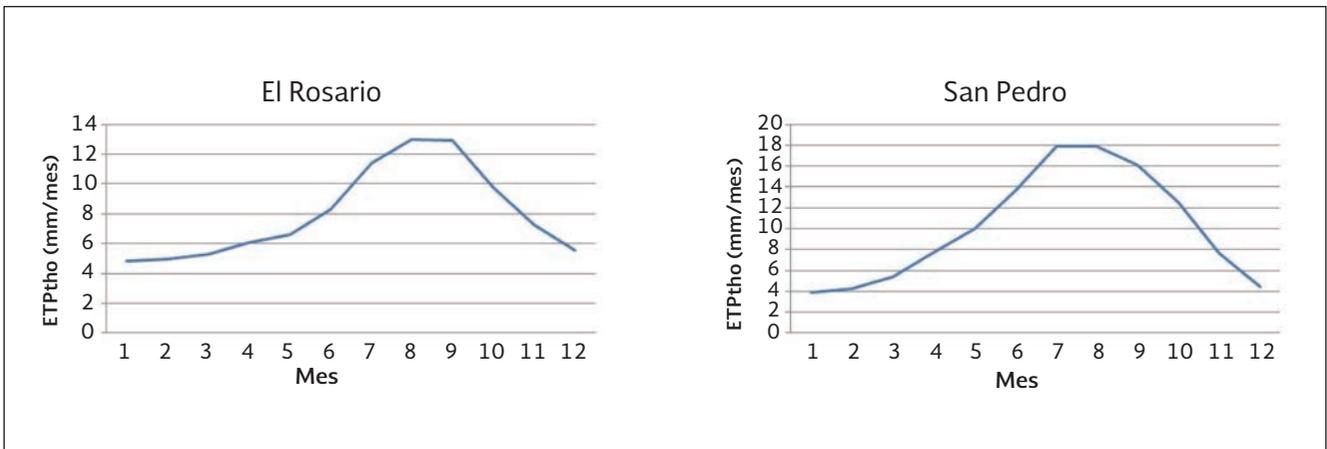


Figura 36. Gráficas de ETP según Thornthwaite, para El Rosario, San Pedro, Los Divisaderos, El Carrizal, San Antonio, Todos Santos, Santa Gertrudis y San Bartolo, (Troyo-Diéguez, 2013).



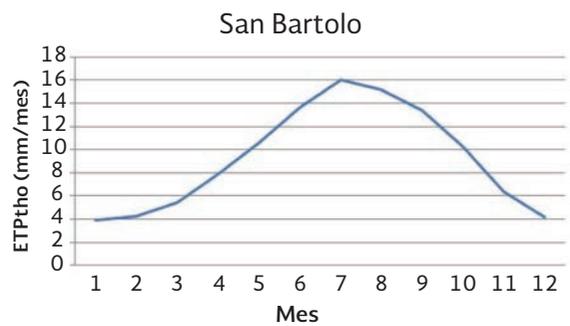
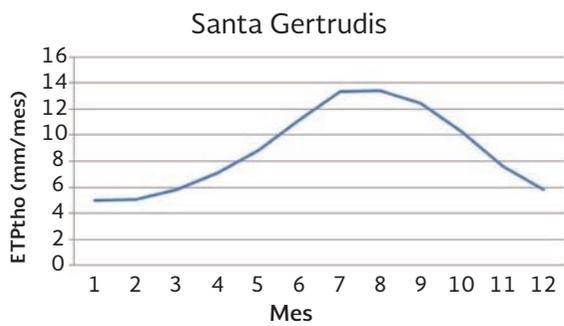
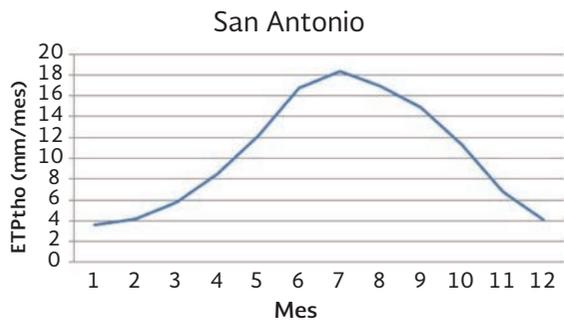
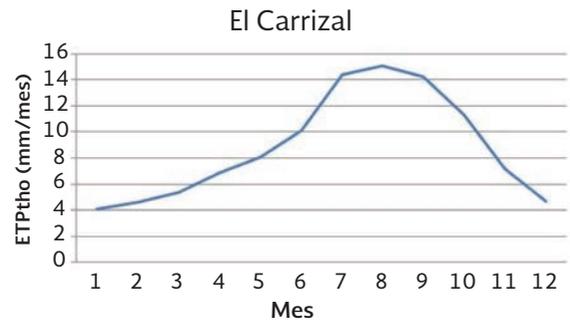
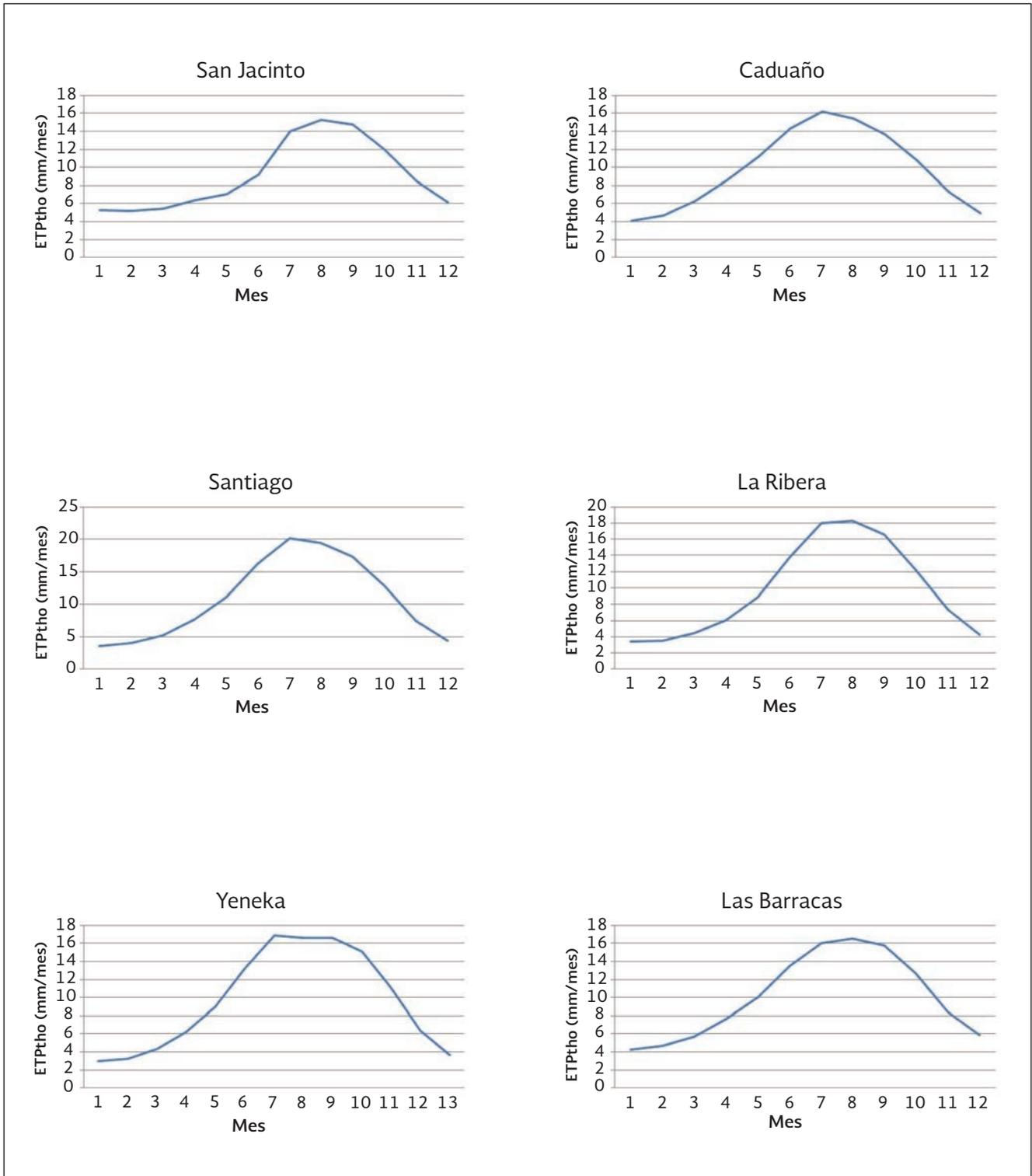


Figura 37. Gráficas de ETP según Thornthwaite, para San Jacinto, Caduaño, Santiago, La Ribera, Yeneka, Las Barracas, San Felipe y Las Anitas, (Troyo-Diéguez, 2013).



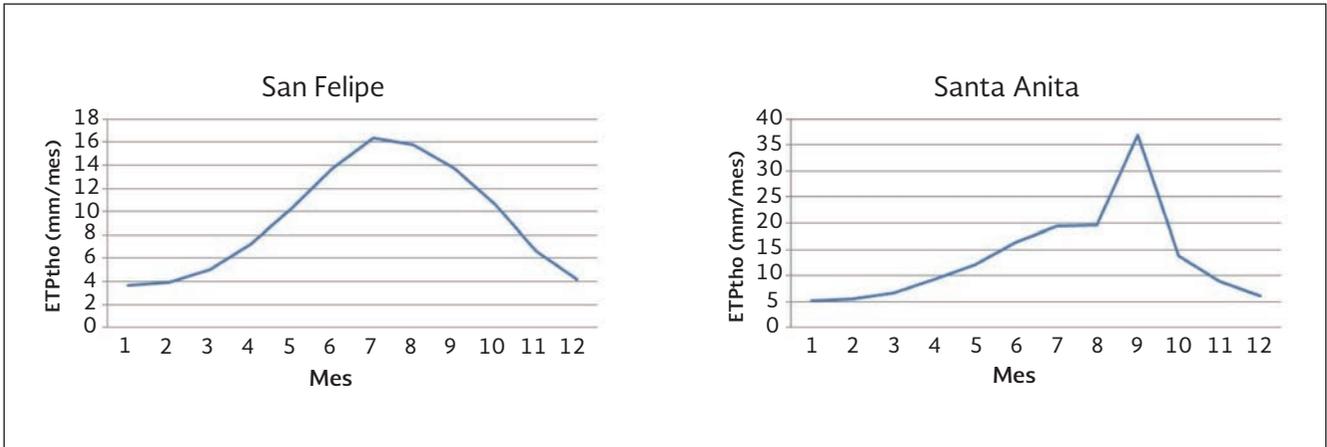
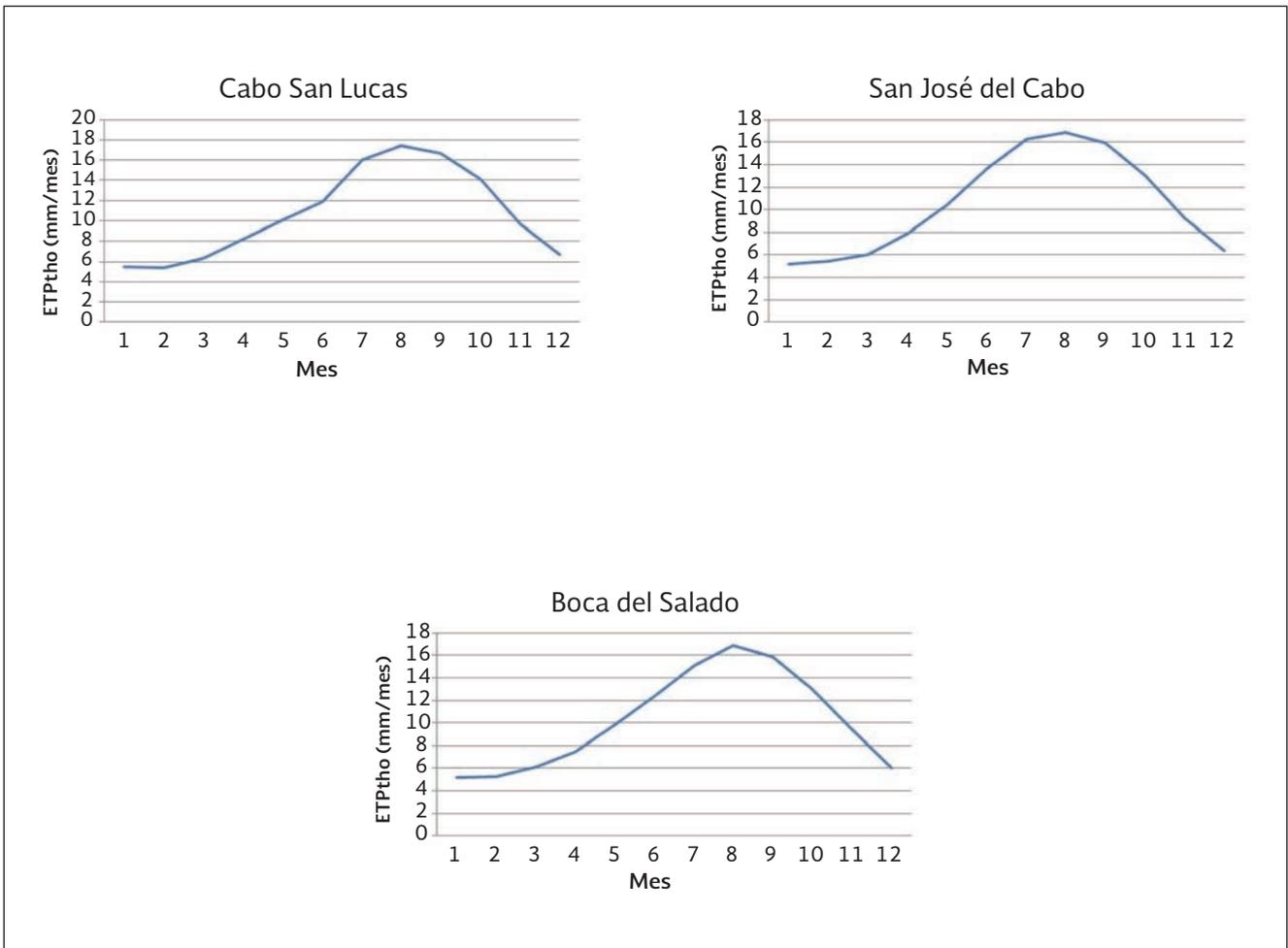


Figura 38. Gráficas de ETP según Thornthwaite, para Cabo San Lucas, San José del Cabo y Boca del Salado, (Troyo-Diéguez, 2013).



Anexo 2. Extracción por usos en los acuíferos del CC-01

Porcentaje de extracción por usos en cada acuífero del CC-01 (REPDA, 2013), Figuras 1 a 38.

Figura 1. Volumen del acuífero Punta Eugenia por usos, en Baja California Sur.

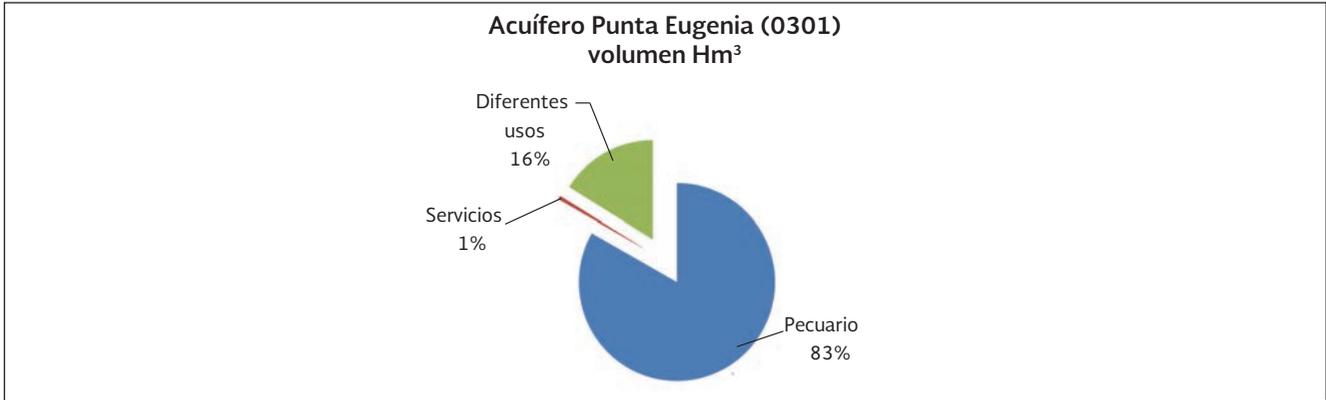


Figura 2. Volumen del acuífero Vizcaíno por usos, en Baja California Sur.

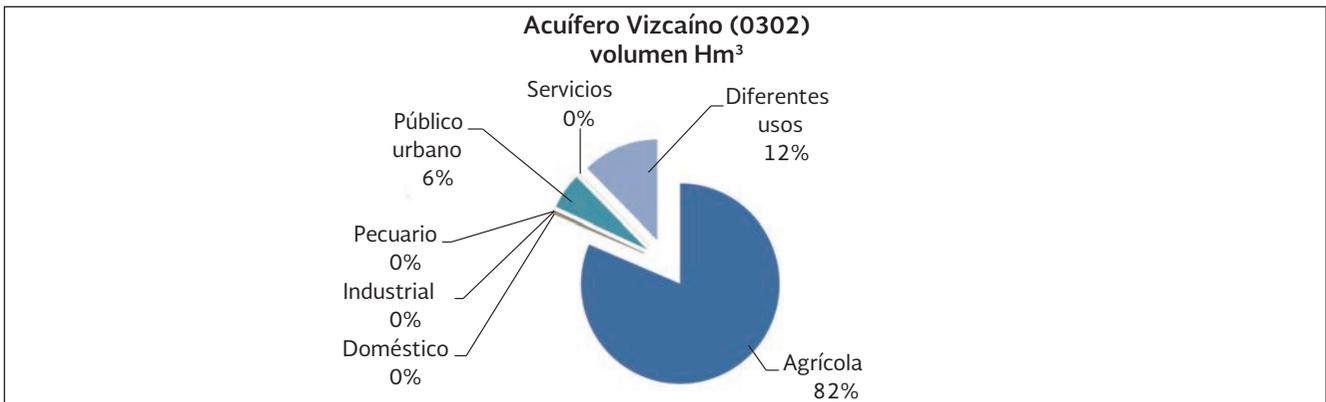


Figura 3. Volumen del acuífero San Ignacio por usos, en Baja California Sur.

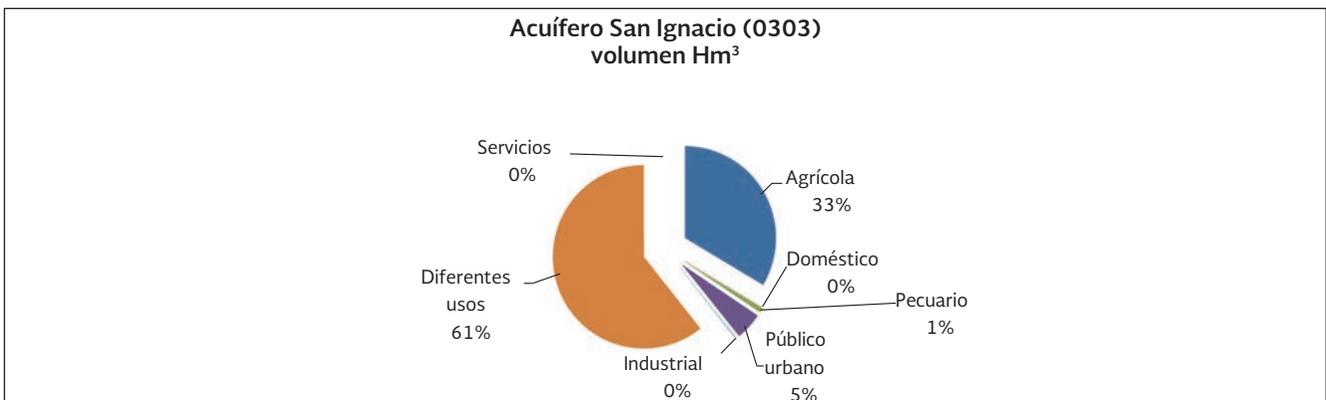


Figura 4. Volumen del acuífero La Purísima por usos, en Baja California Sur.

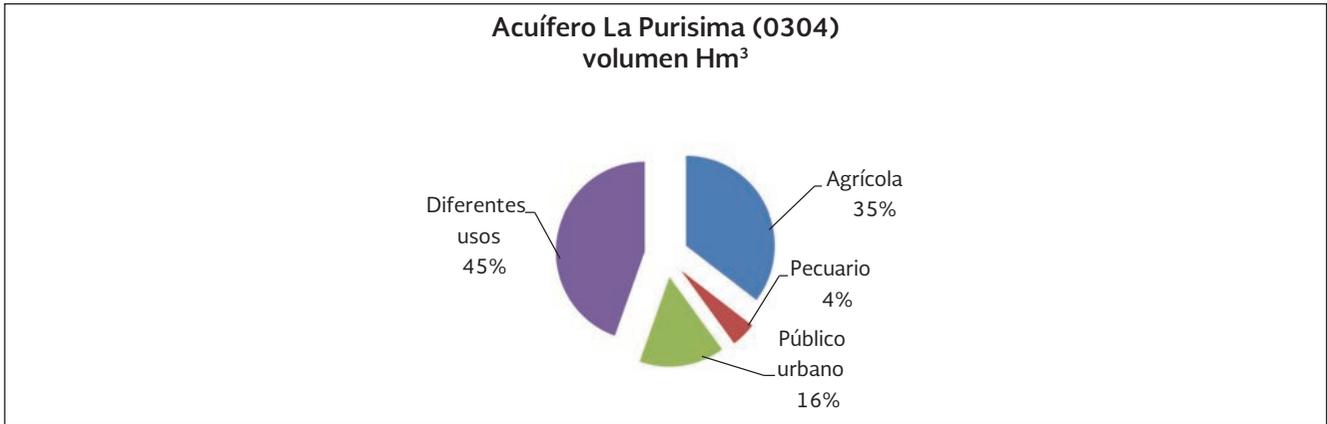


Figura 5. Volumen del acuífero Mezquital Seco por usos, en Baja California Sur.

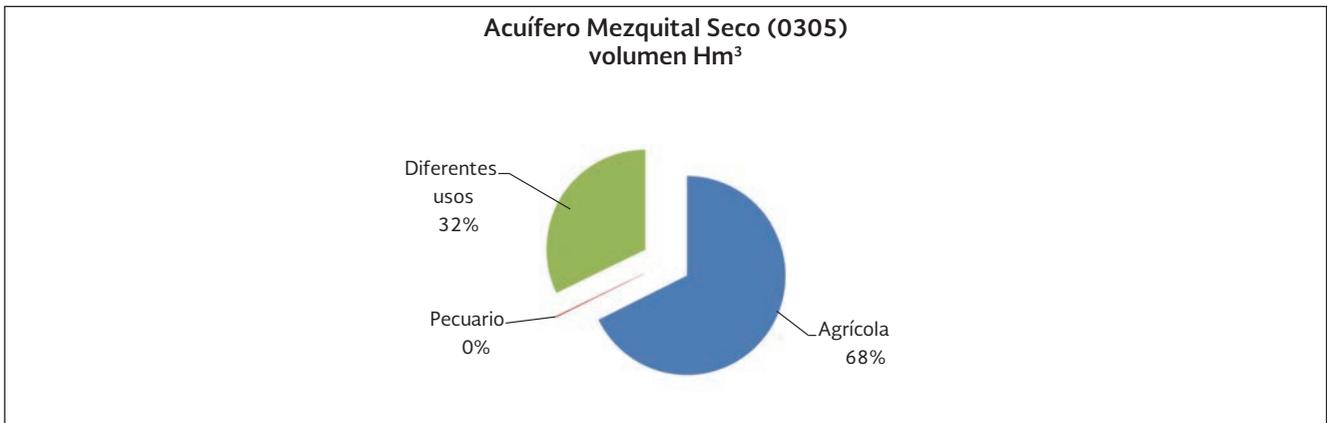


Figura 6. Volumen del acuífero Santo Domingo por usos, en Baja California Sur.

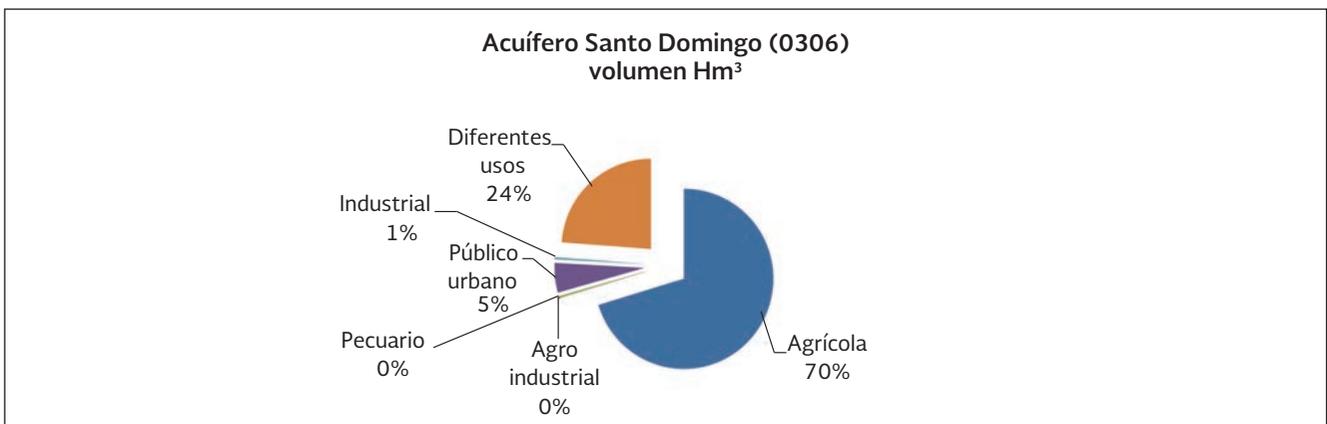


Figura 7. Volumen del acuífero Santa Rita por usos, en Baja California Sur.

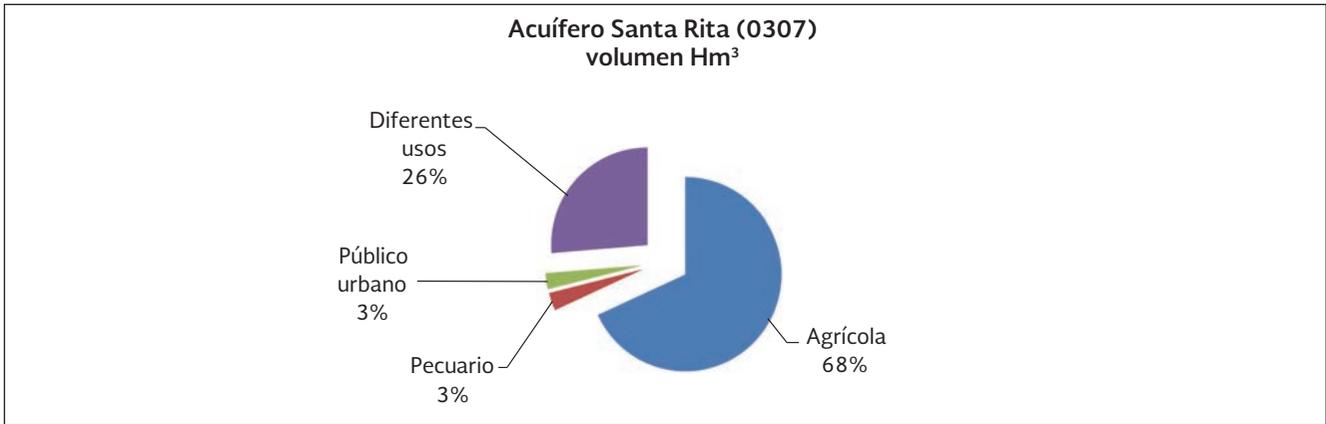


Figura 8. Volumen del acuífero Las Pocitas-San Hilario por usos, en Baja California Sur.

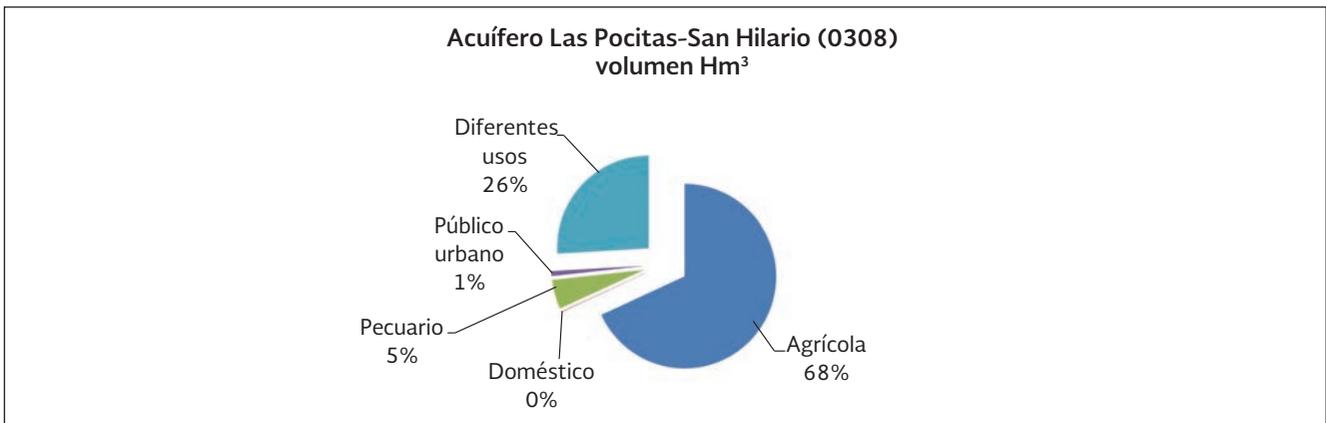


Figura 9. Volumen del acuífero El Conejo-Los Viejos por usos, en Baja California Sur.

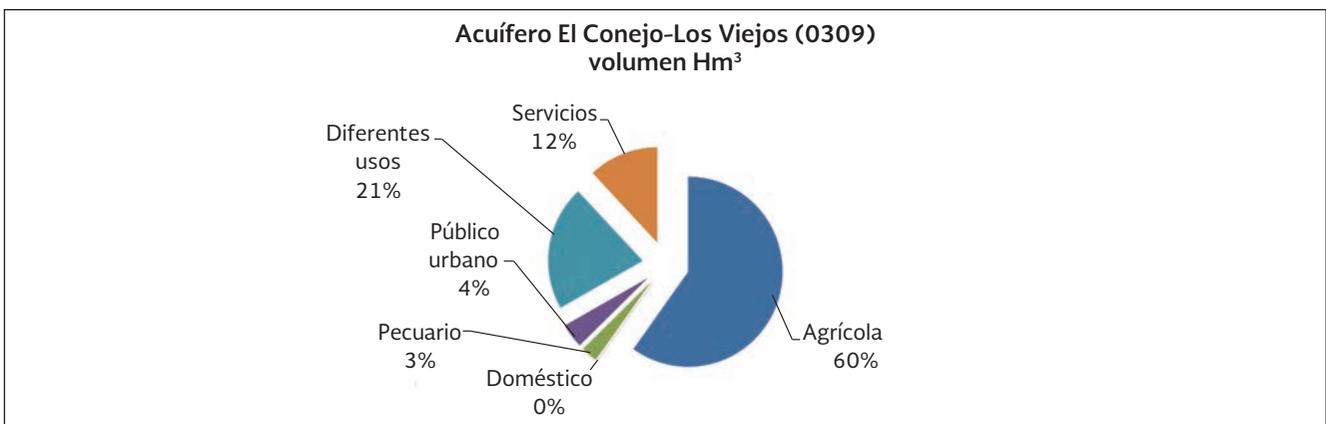


Figura 10. Volumen del acuífero Melitón Albáñez por usos, en Baja California Sur.

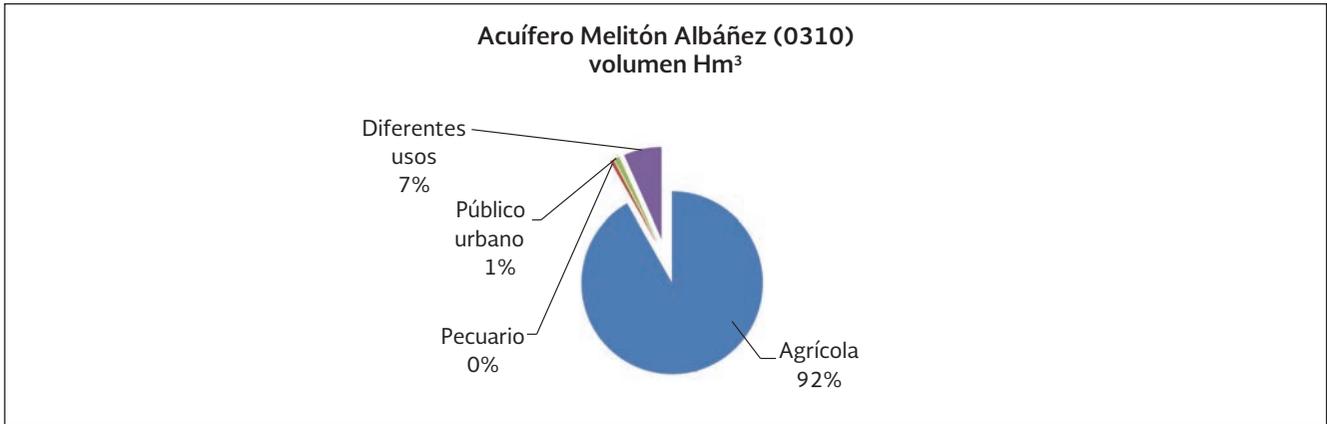


Figura 11. Volumen del acuífero La Matanza por usos, en Baja California Sur.

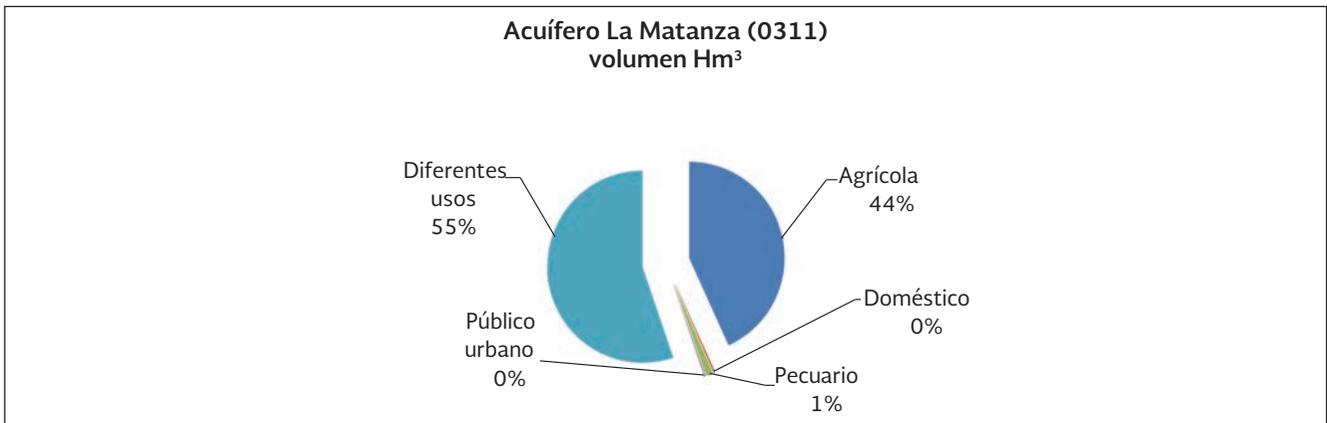


Figura 12. Volumen del acuífero Cañada Honda por usos, en Baja California Sur.

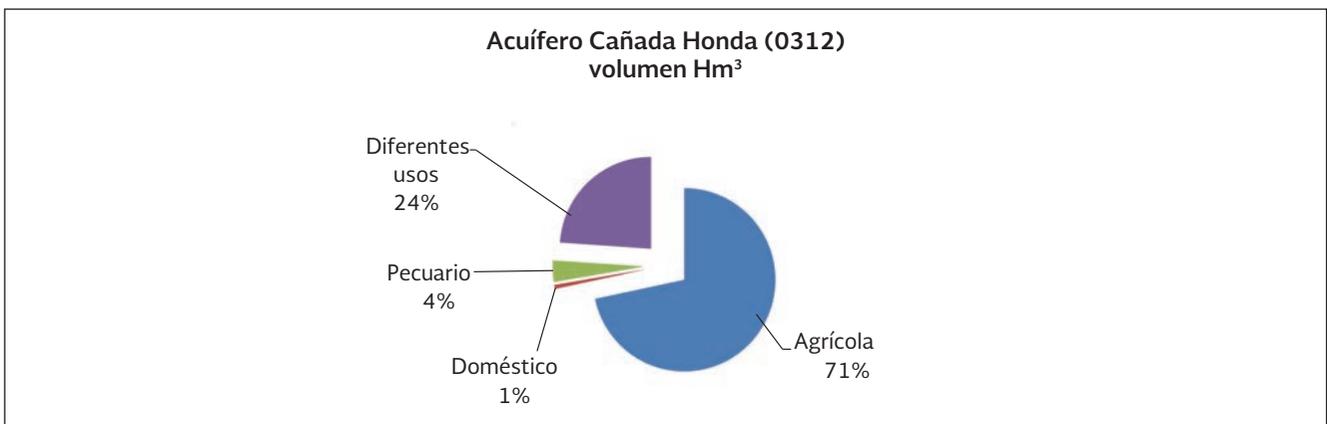


Figura 13. Volumen del acuífero Todos Santos por usos, en Baja California Sur.

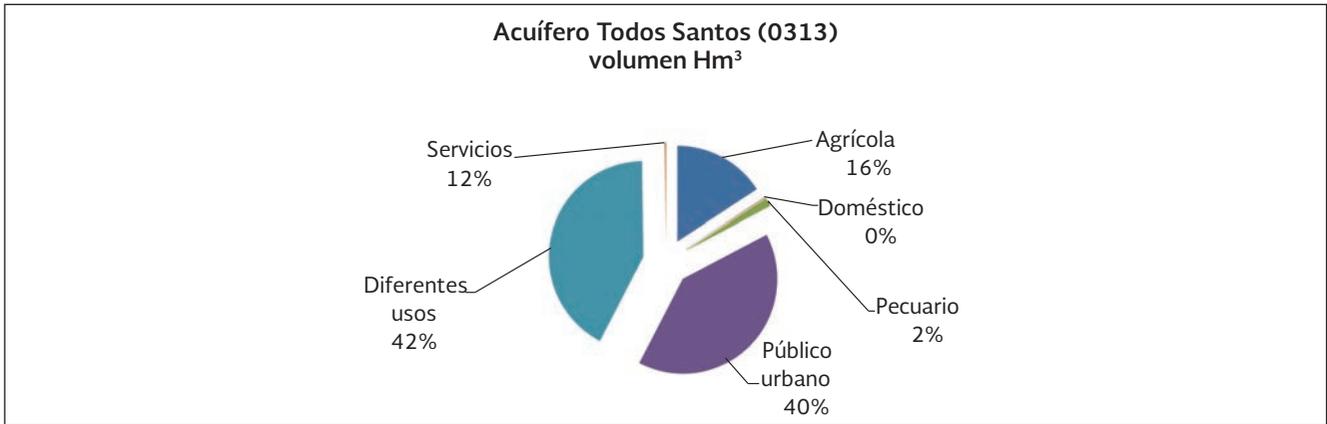


Figura 14. Volumen del acuífero El Pescadero por usos, en Baja California Sur.

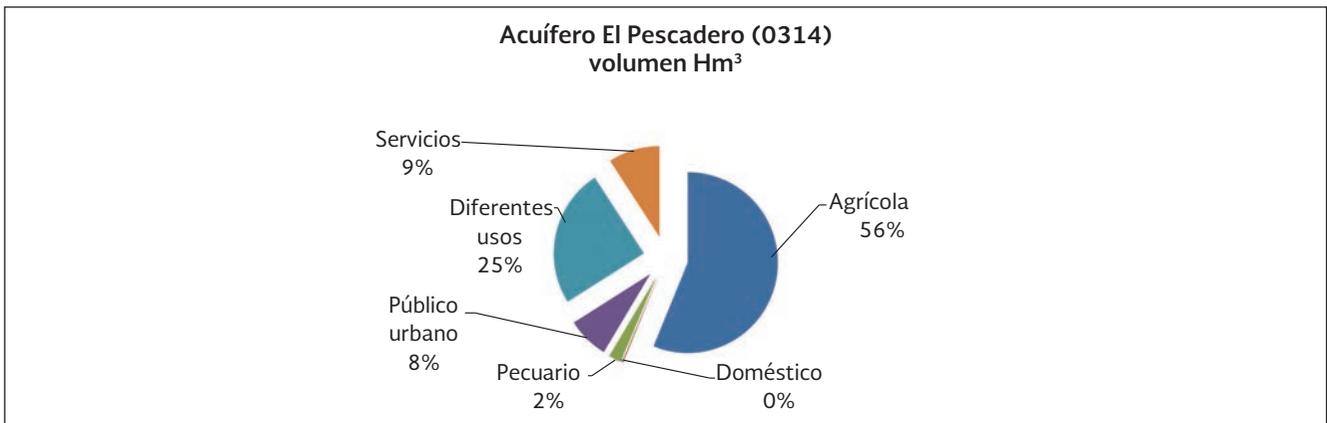


Figura 15. Volumen del acuífero Plutarco E. Calles por usos, en Baja California Sur.

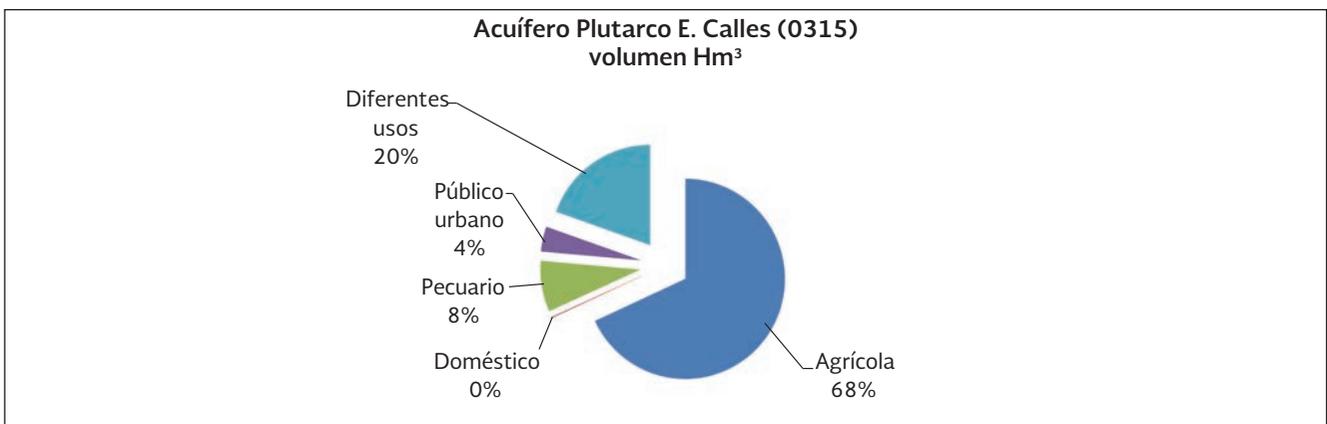


Figura 16. Volumen del acuífero Migriño por usos, en Baja California Sur.

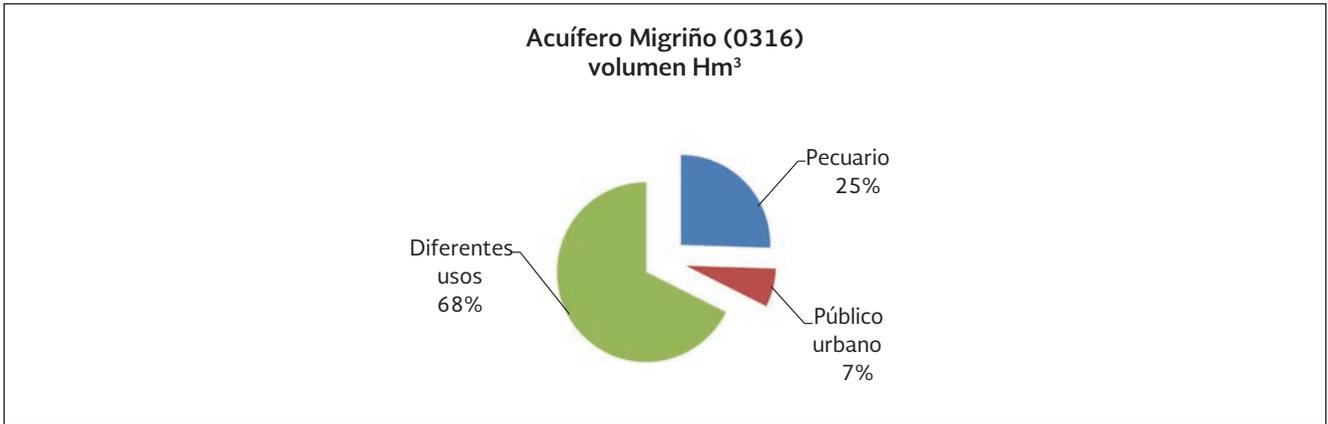


Figura 17. Volumen del acuífero Cabo San Lucas por usos, en Baja California Sur.

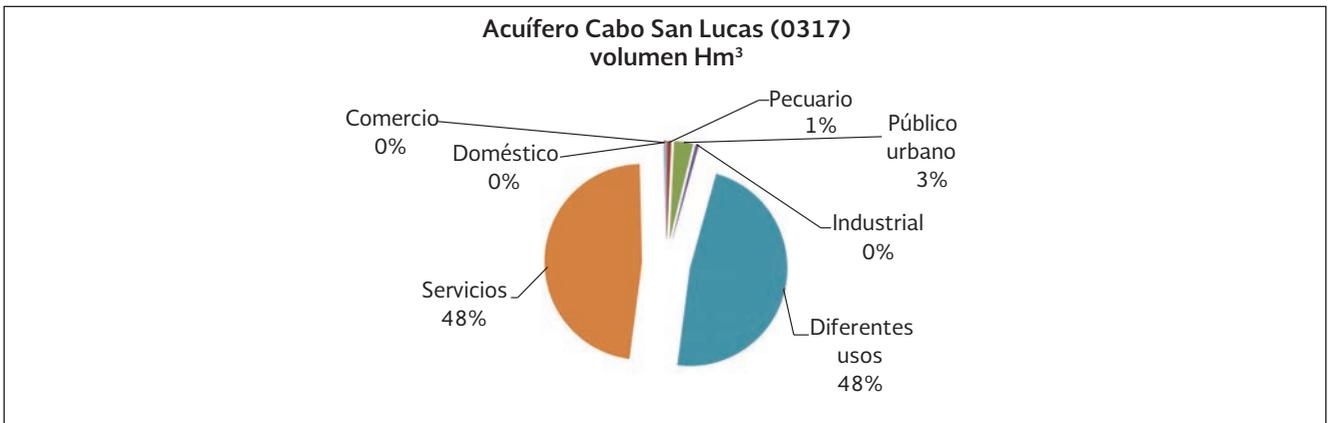


Figura 18. Volumen del acuífero Cabo Pulmo por usos, en Baja California Sur.

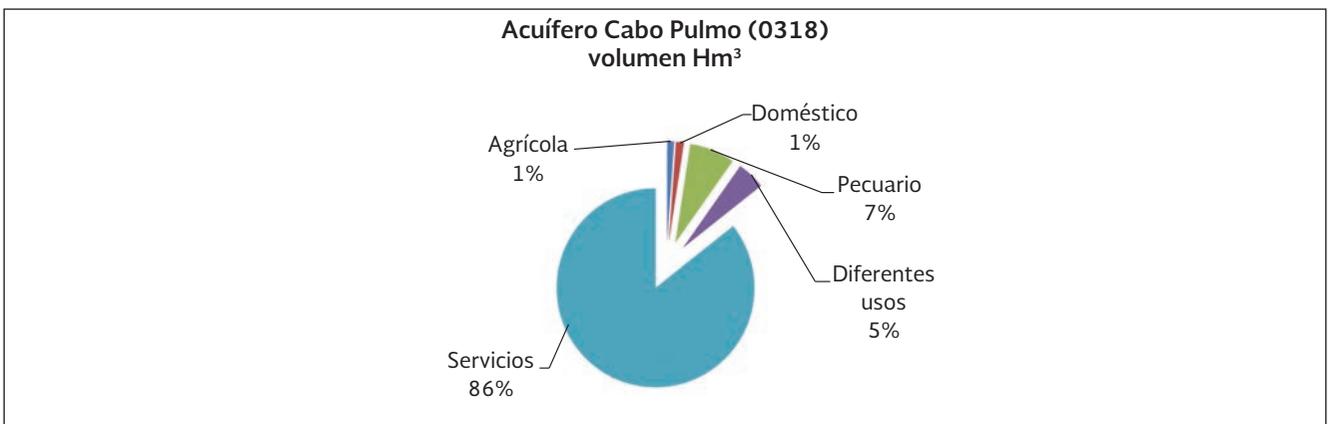


Figura 19. Volumen del acuífero San José del Cabo por usos, en Baja California Sur.

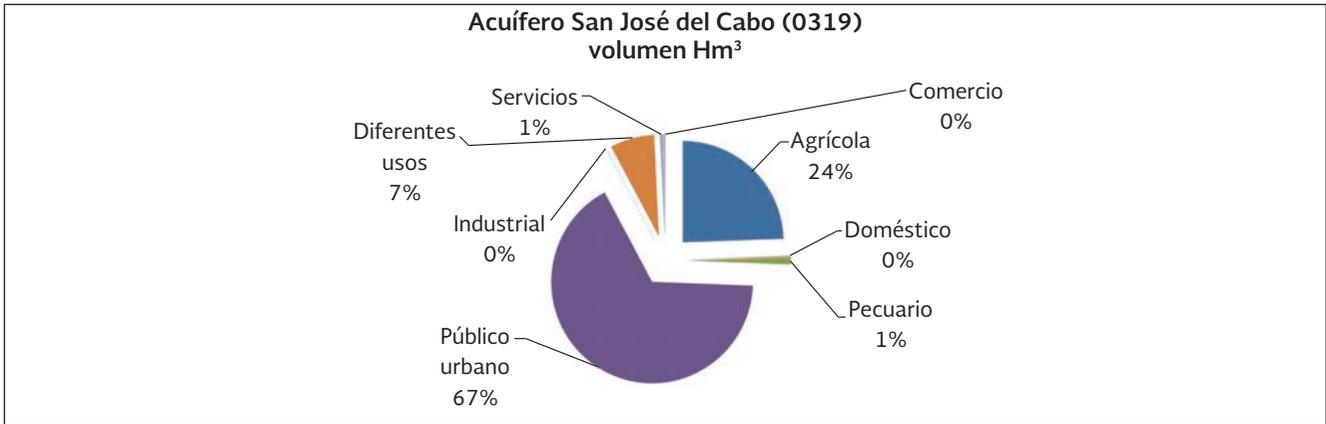


Figura 20. Volumen del acuífero Santiago por usos, en Baja California Sur.

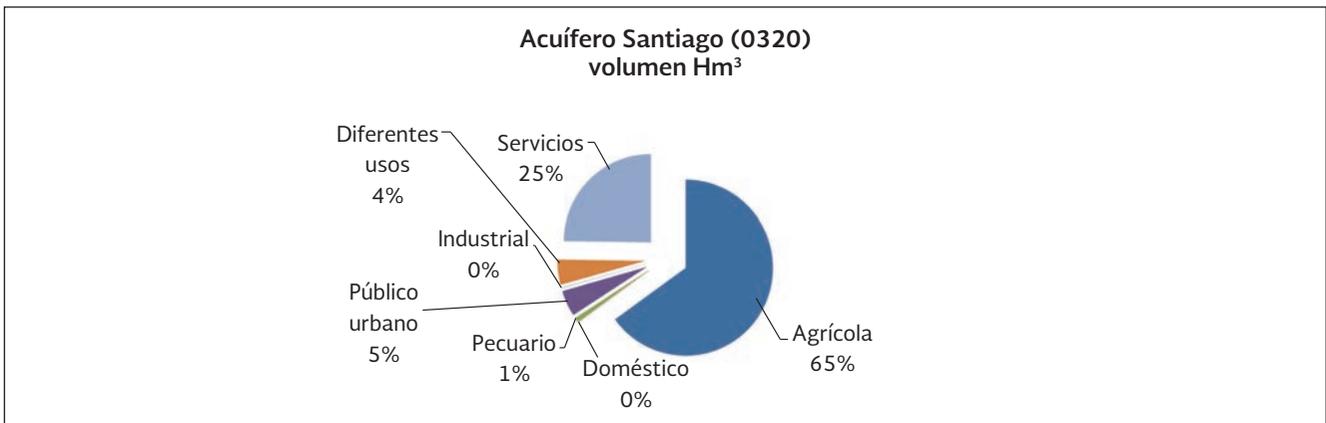


Figura 21. Volumen del acuífero San Bartolo por usos, en Baja California Sur.

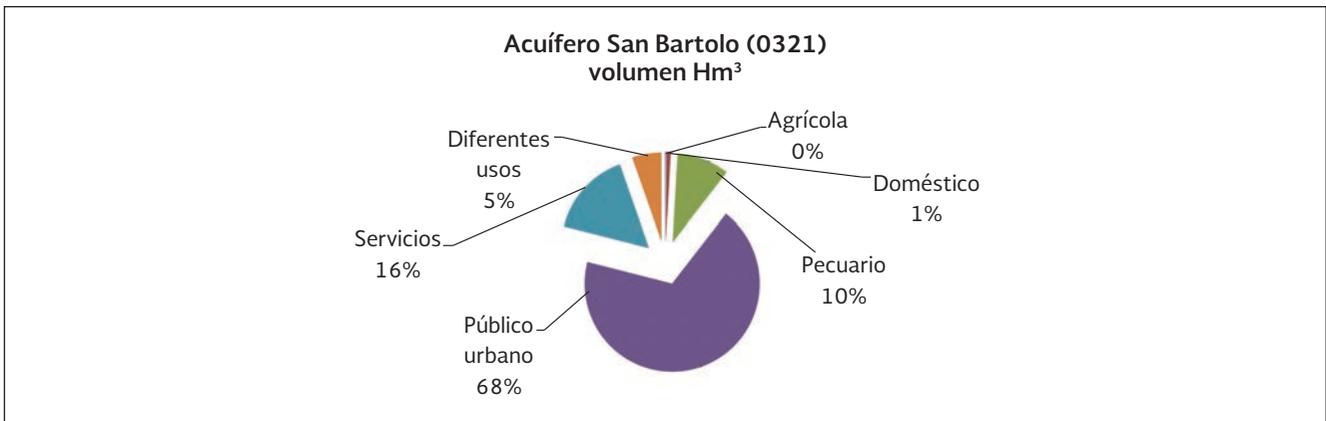


Figura 22. Volumen del acuífero El Carrizal por usos, en Baja California Sur.

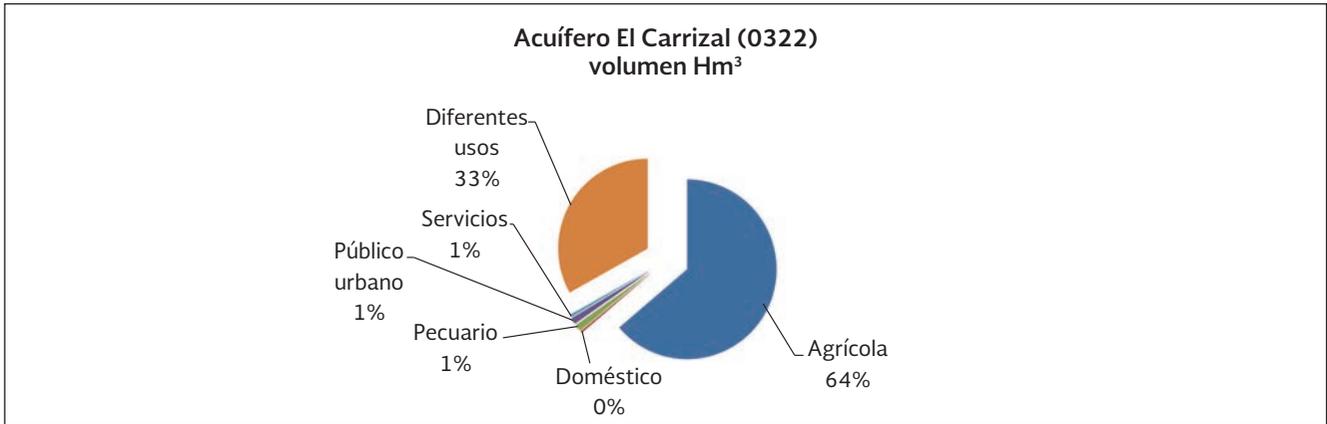


Figura 23. Volumen del acuífero Los Planes por usos, en Baja California Sur.

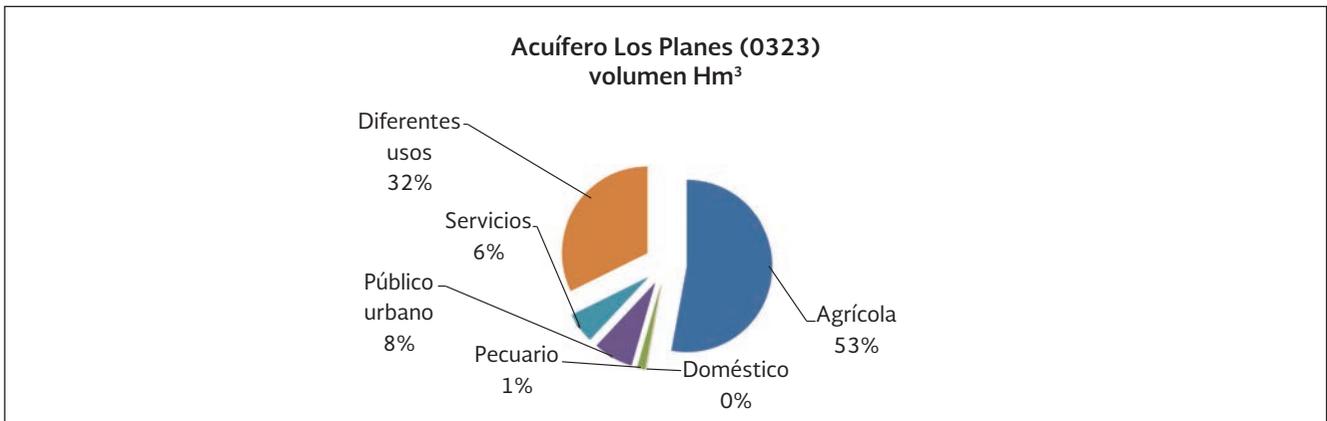


Figura 24. Volumen del acuífero La Paz por usos, en Baja California Sur.

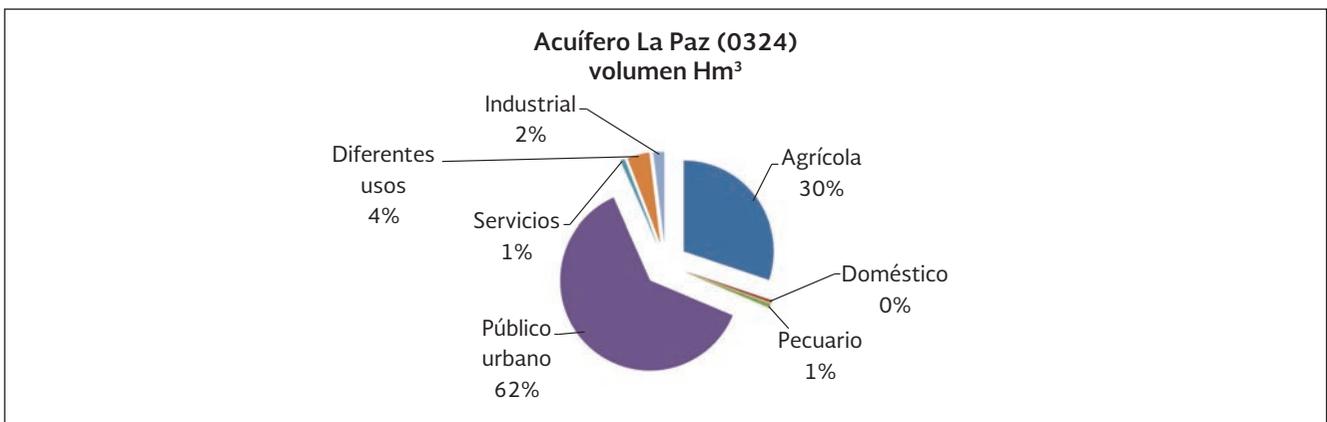


Figura 25. Volumen del acuífero El Coyote por usos, en Baja California Sur.

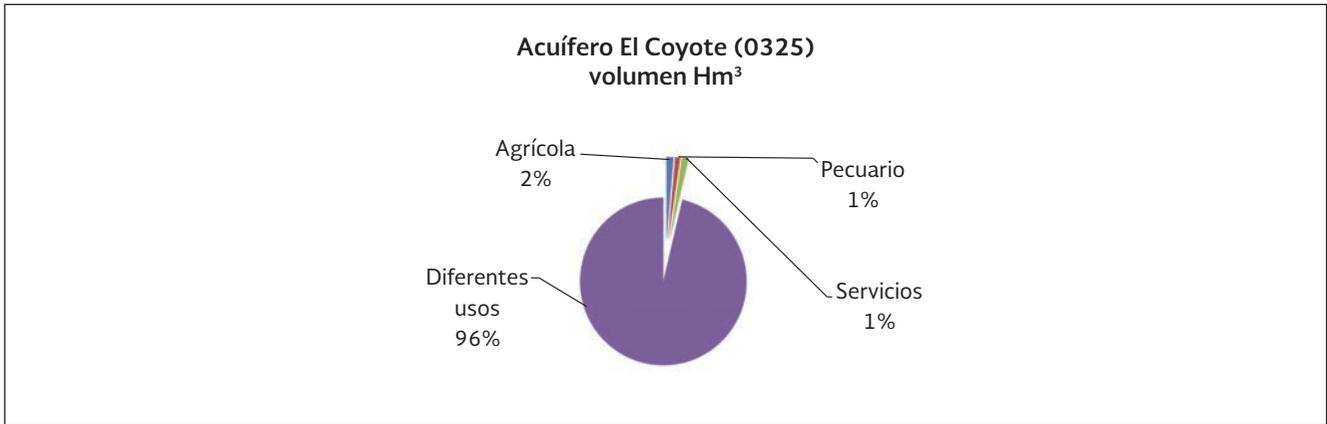


Figura 26. Volumen del acuífero Alfredo V. Bonfil por usos, en Baja California Sur.

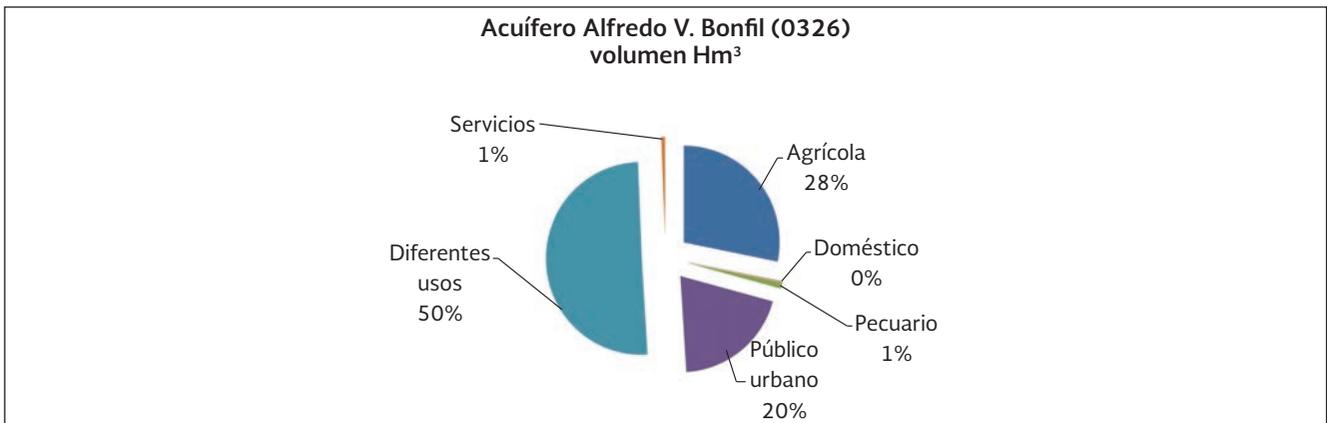


Figura 27. Volumen del acuífero Tepentú por usos, en Baja California Sur.

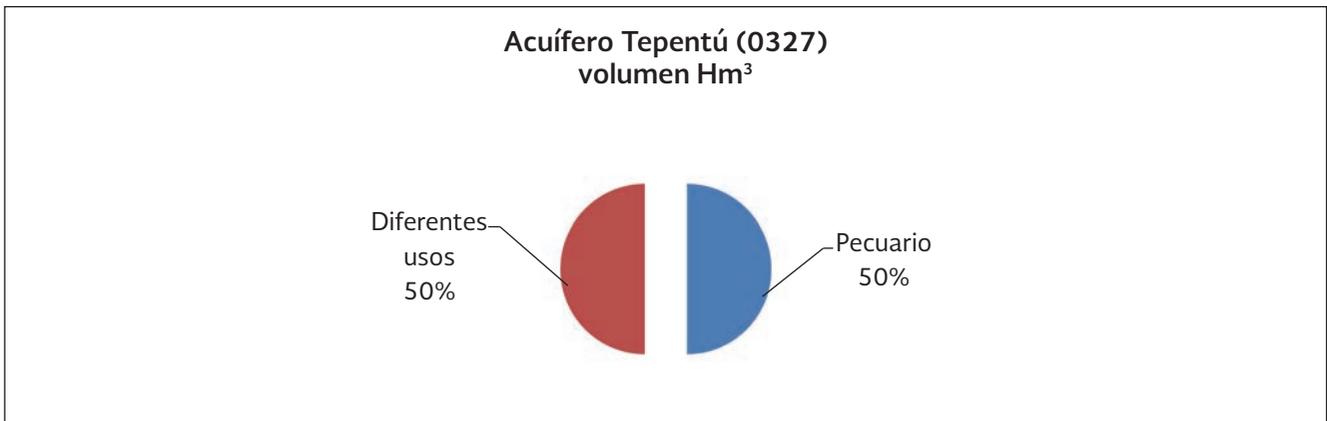


Figura 28. Volumen del acuífero Loreto por usos, en Baja California Sur.

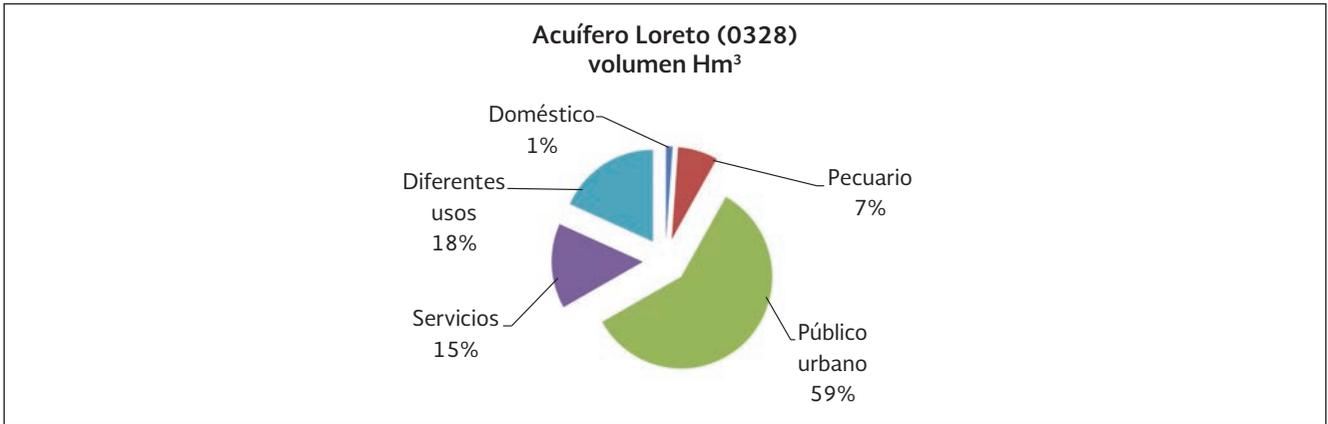


Figura 29. Volumen del acuífero San Juan B. Londó por usos, en Baja California Sur.

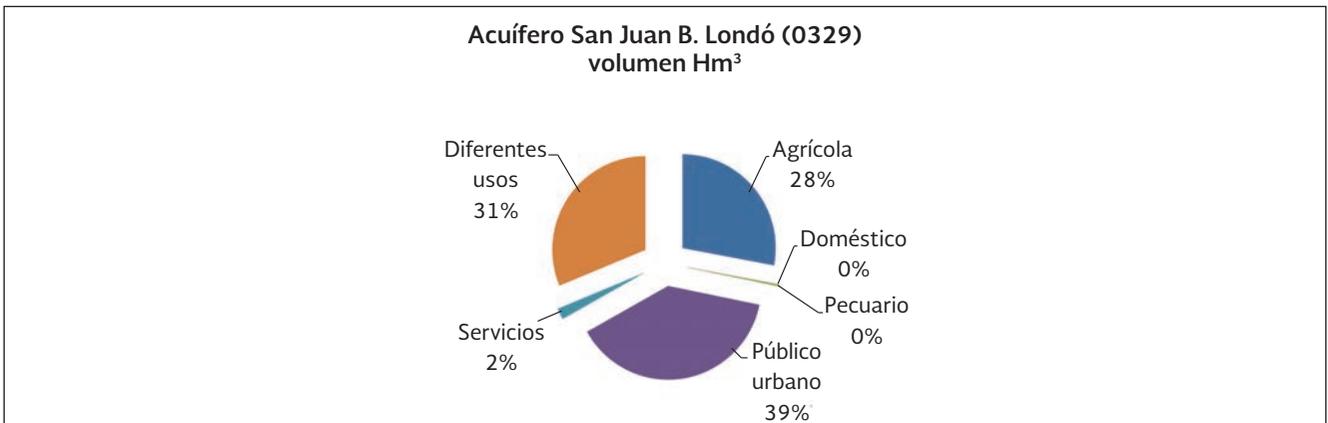


Figura 30. Volumen del acuífero Rosarito por usos, en Baja California Sur.

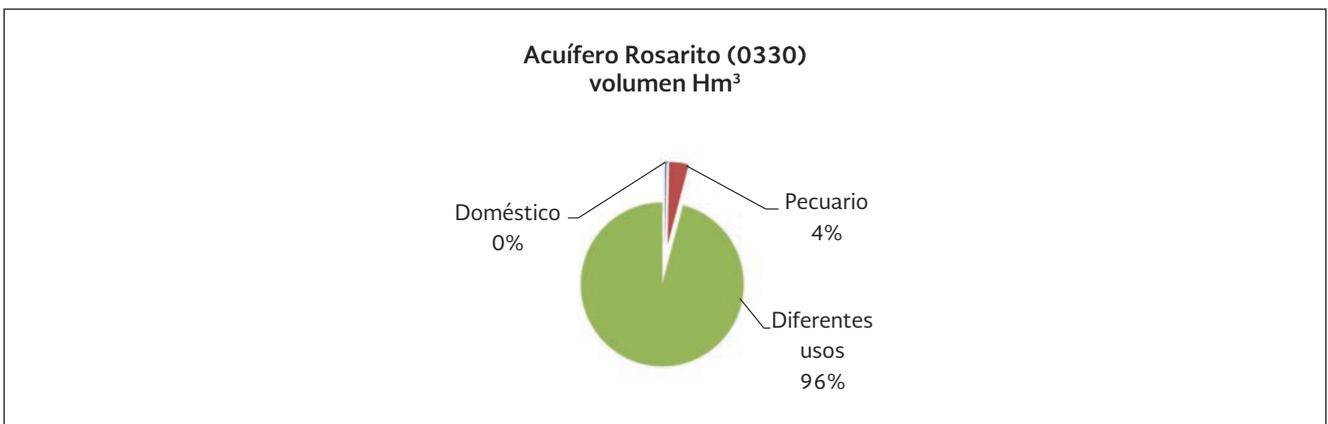


Figura 31. Volumen del acuífero Bahía Concepción por usos, en Baja California Sur.

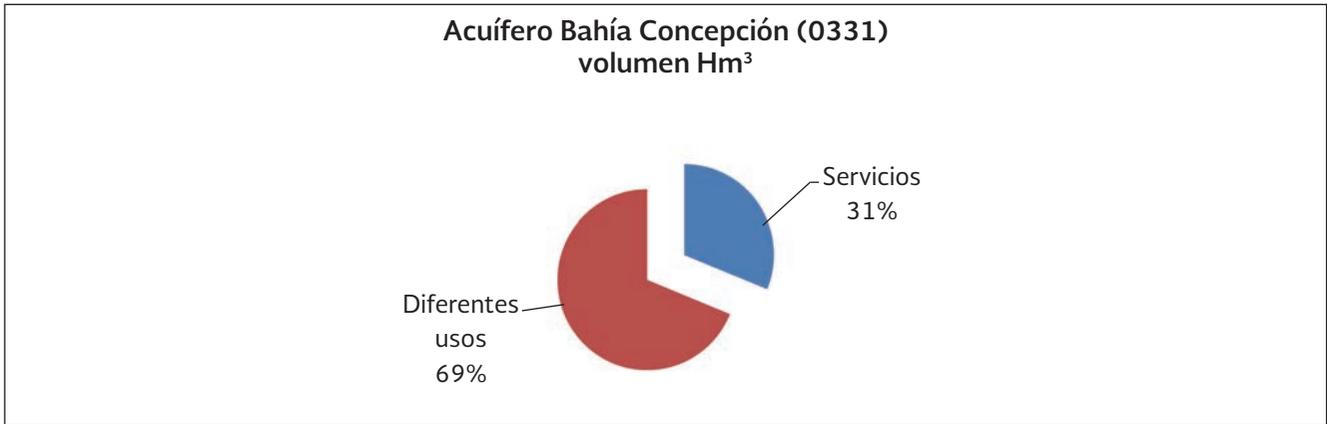


Figura 32. Volumen del acuífero Mulegé por usos, en Baja California Sur.

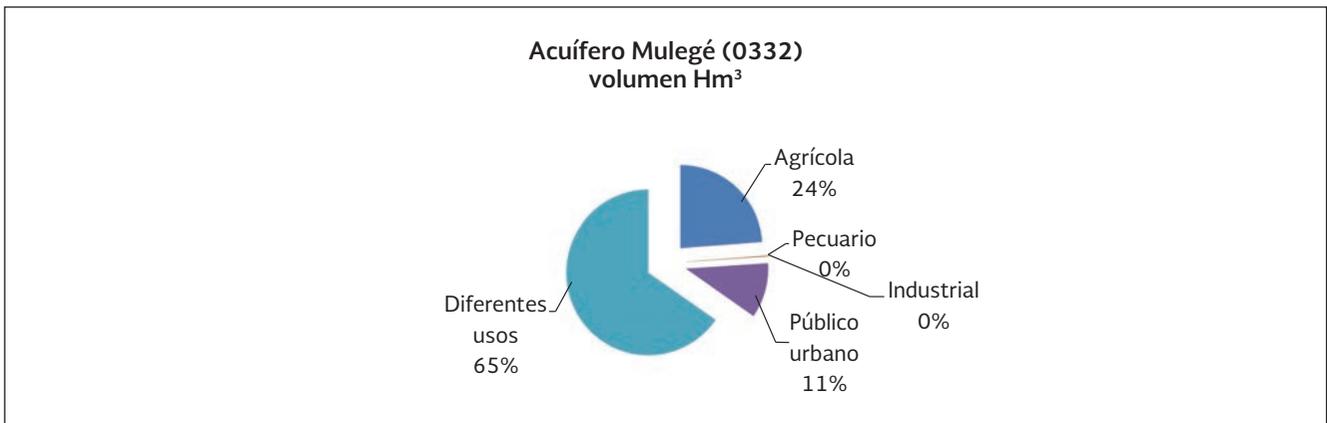


Figura 33. Volumen del acuífero San Marcos-Palo Verde por usos, en Baja California Sur.

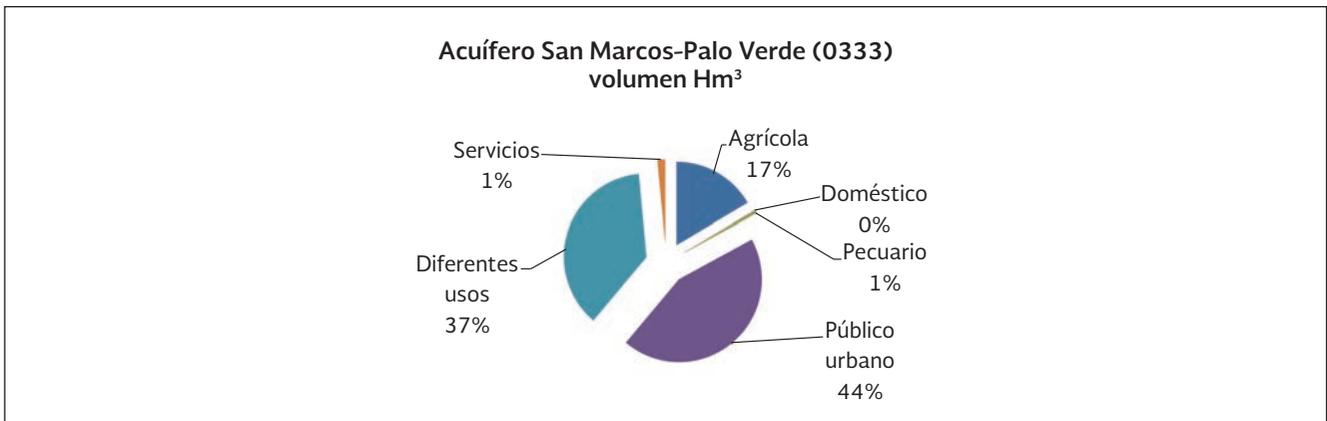


Figura 34. Volumen del acuífero San Bruno por usos, en Baja California Sur.

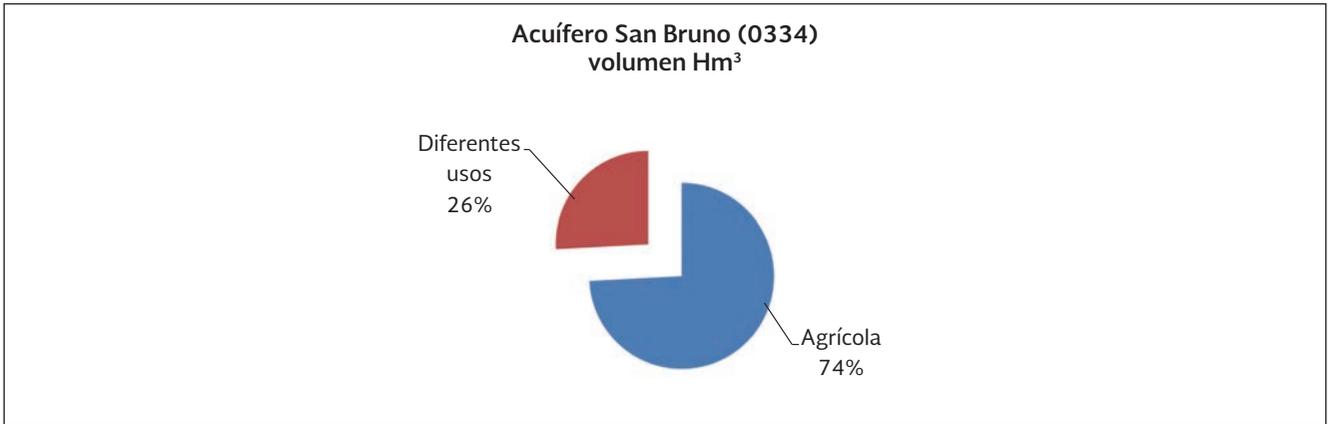


Figura 35. Volumen del acuífero San Lucas por usos, en Baja California Sur.

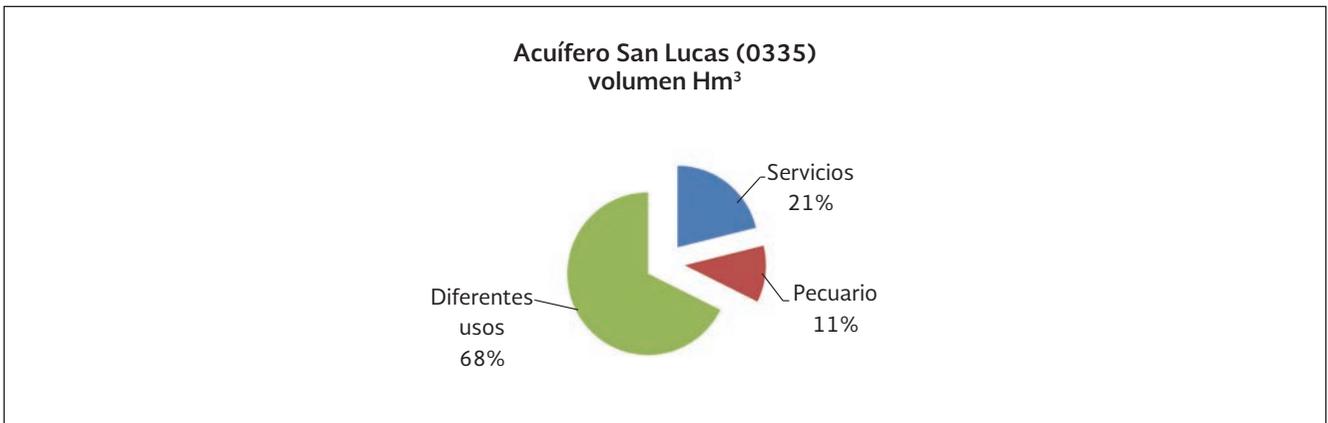


Figura 36. Volumen del acuífero Santa Águeda por usos, en Baja California Sur.

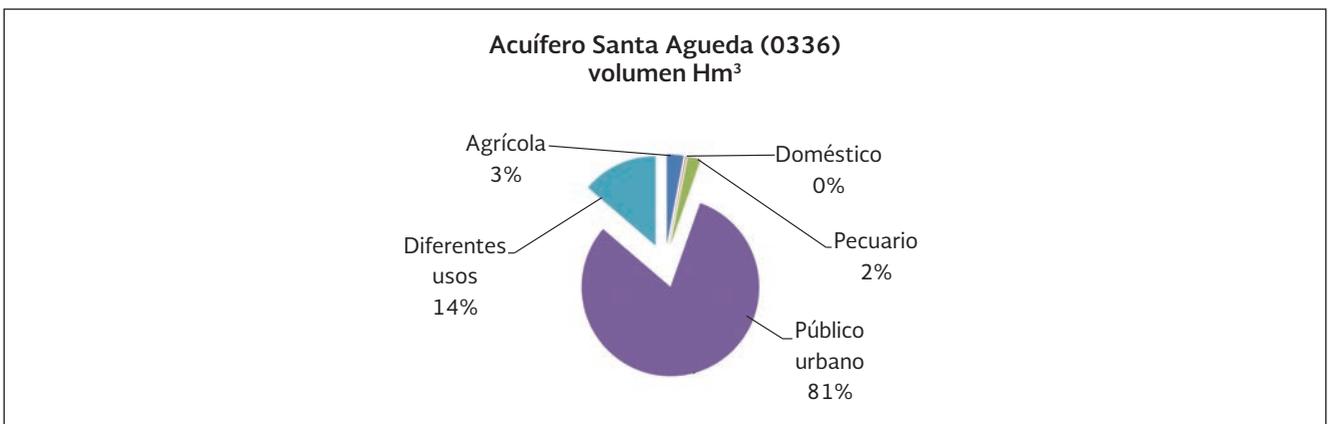


Figura 37. Volumen del acuífero Santa Rosalía por usos, en Baja California Sur.

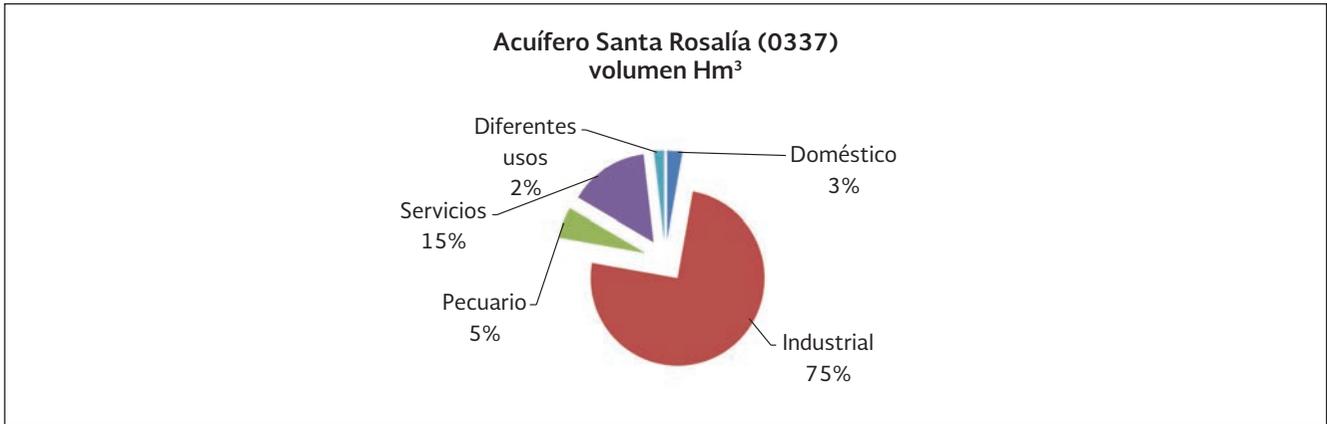
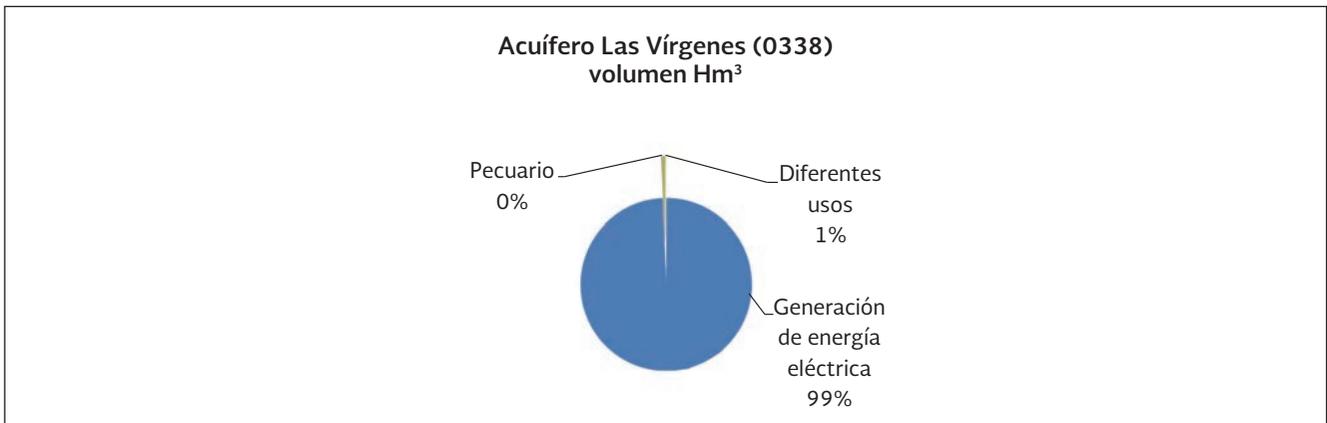


Figura 38. Volumen del acuífero Las Vírgenes por usos, en Baja California Sur.



El acuífero 0339 no presenta volúmenes de extracción registrados por lo que no aparece en estas gráficas.

Anexo 3. Mapas de indicadores de vulnerabilidad

Figura 1. Índice de balance de recarga por acuífero del CC-01.

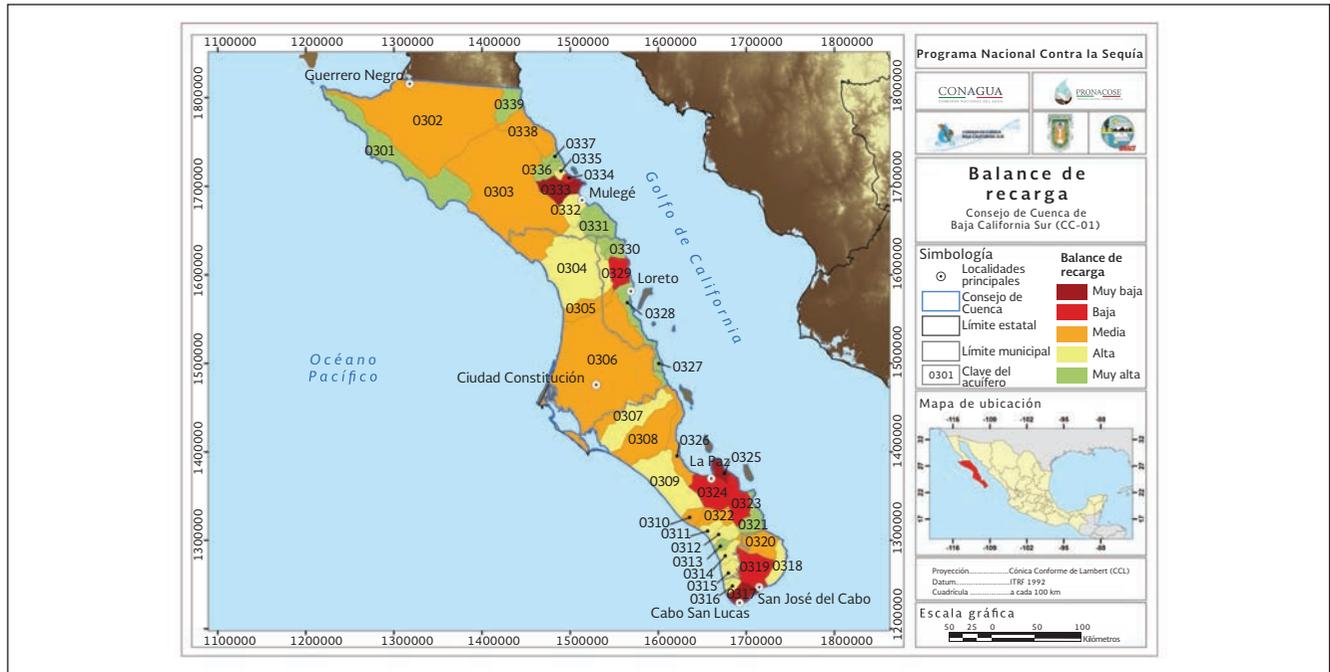


Figura 2. Índice de cambio de almacenamiento por acuífero del CC-01.

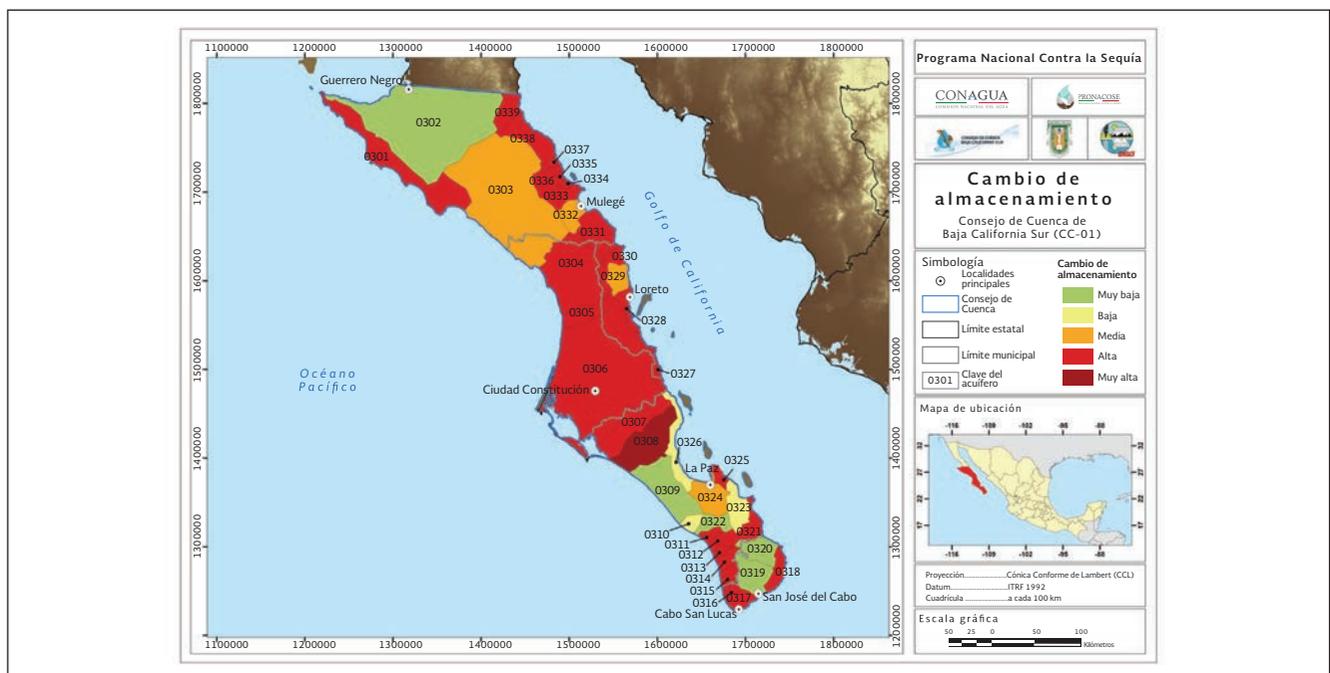


Figura 5. Índice de frecuencia de sequía por acuífero del CC-01.

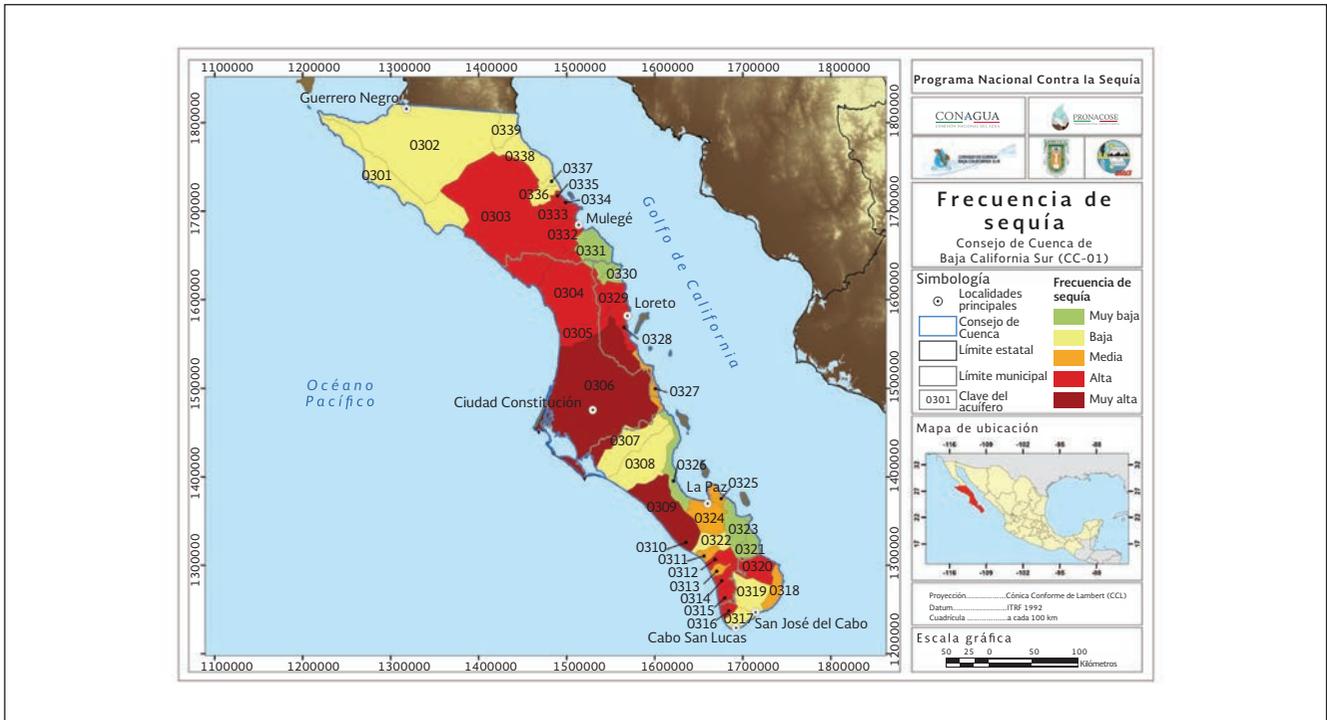


Figura 6. Índice de salinización del agua por acuífero del CC-01.

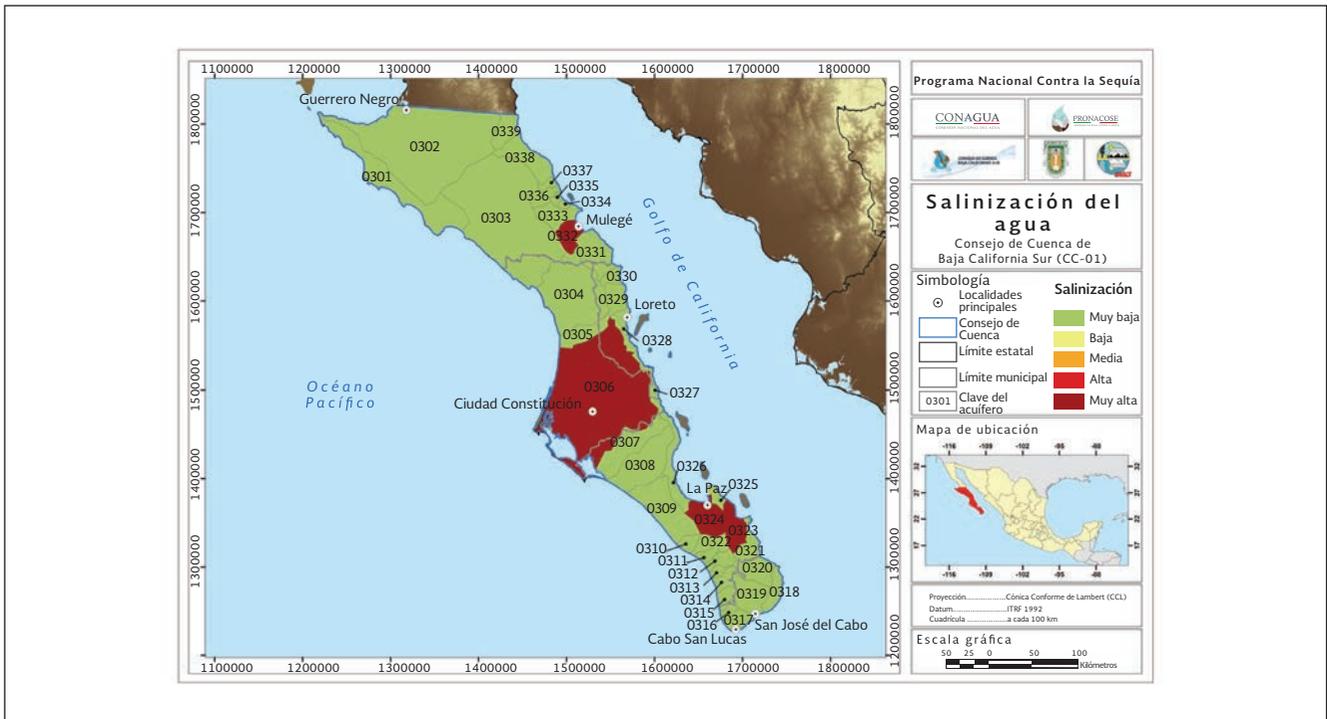


Figura 7. Índice de Presión por el recurso del CC-01.

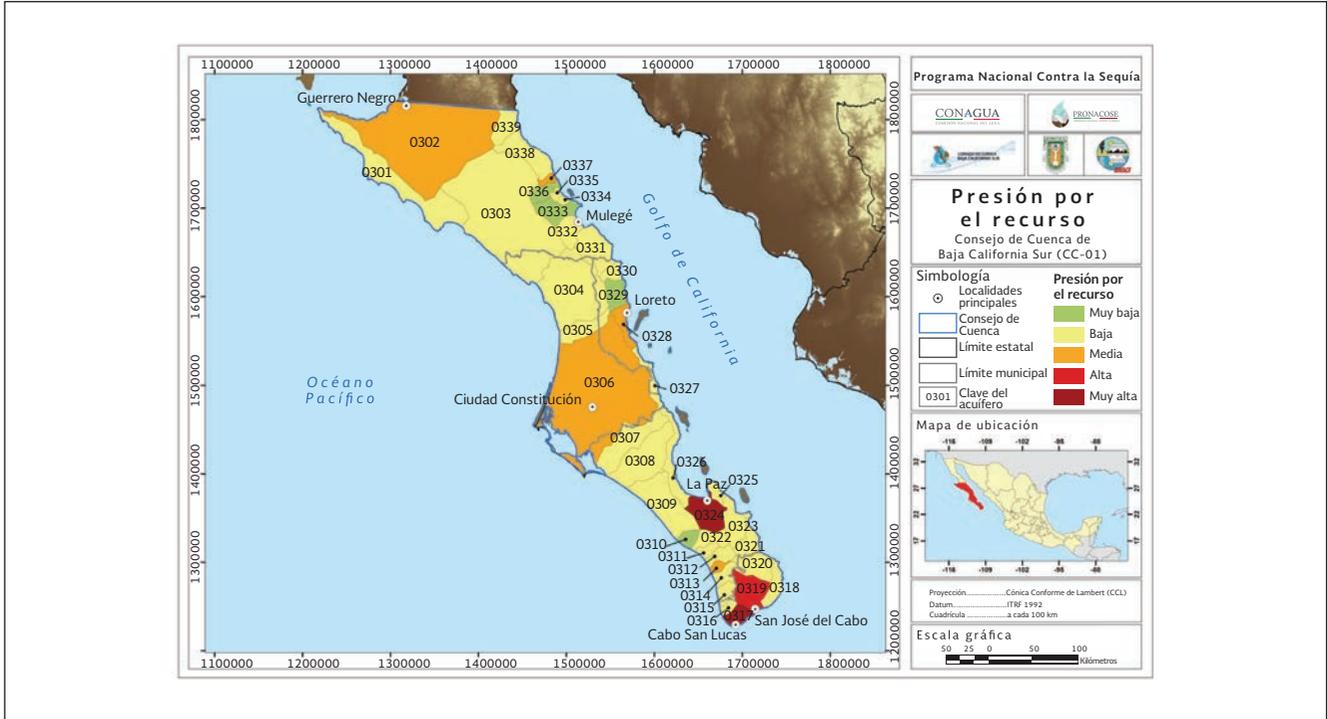


Figura 8. Índice de grado de impacto por usos por acuífero del CC-01.

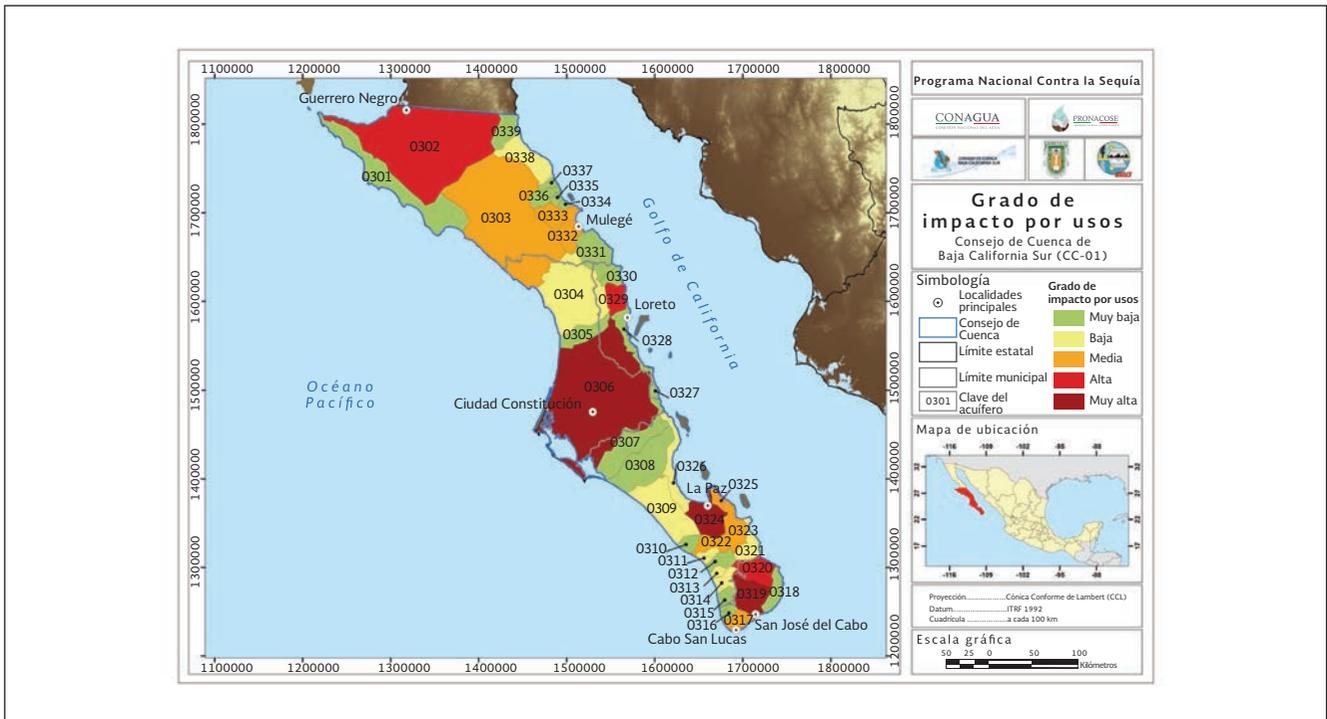


Figura 9. Índice de número de concesiones por acuífero del CC-01.

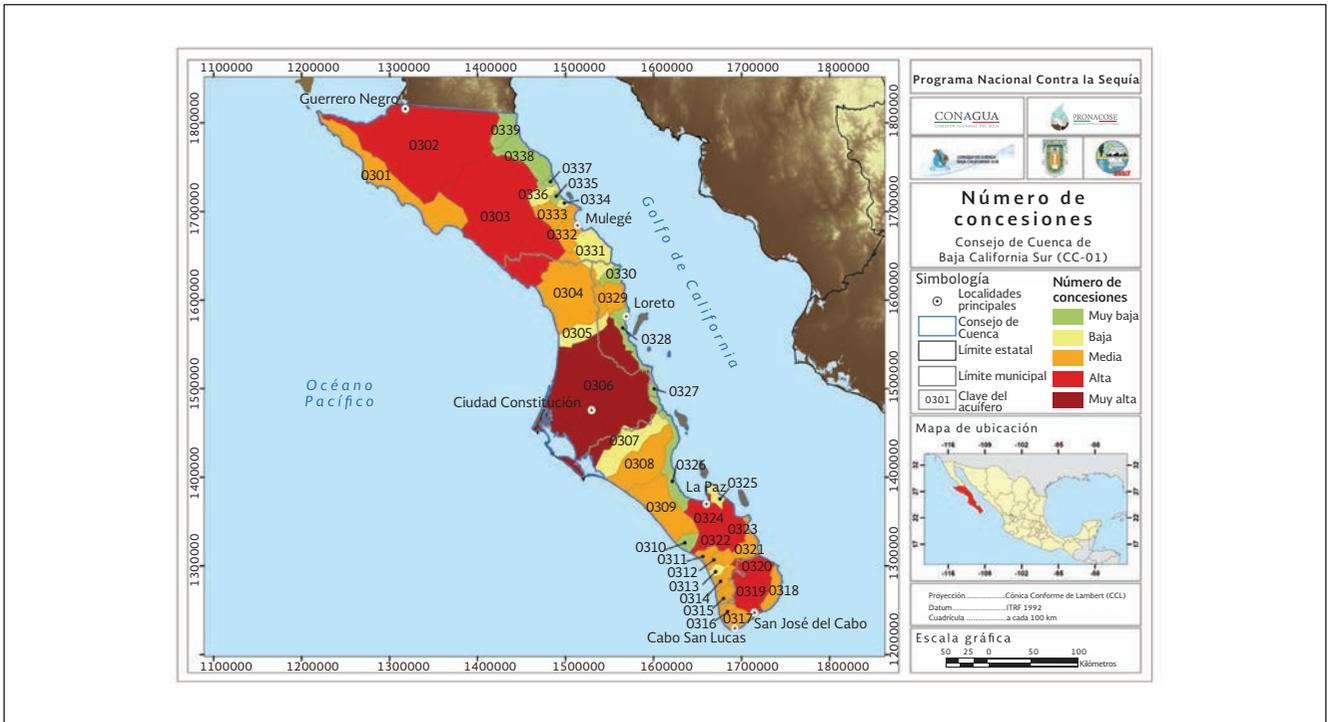
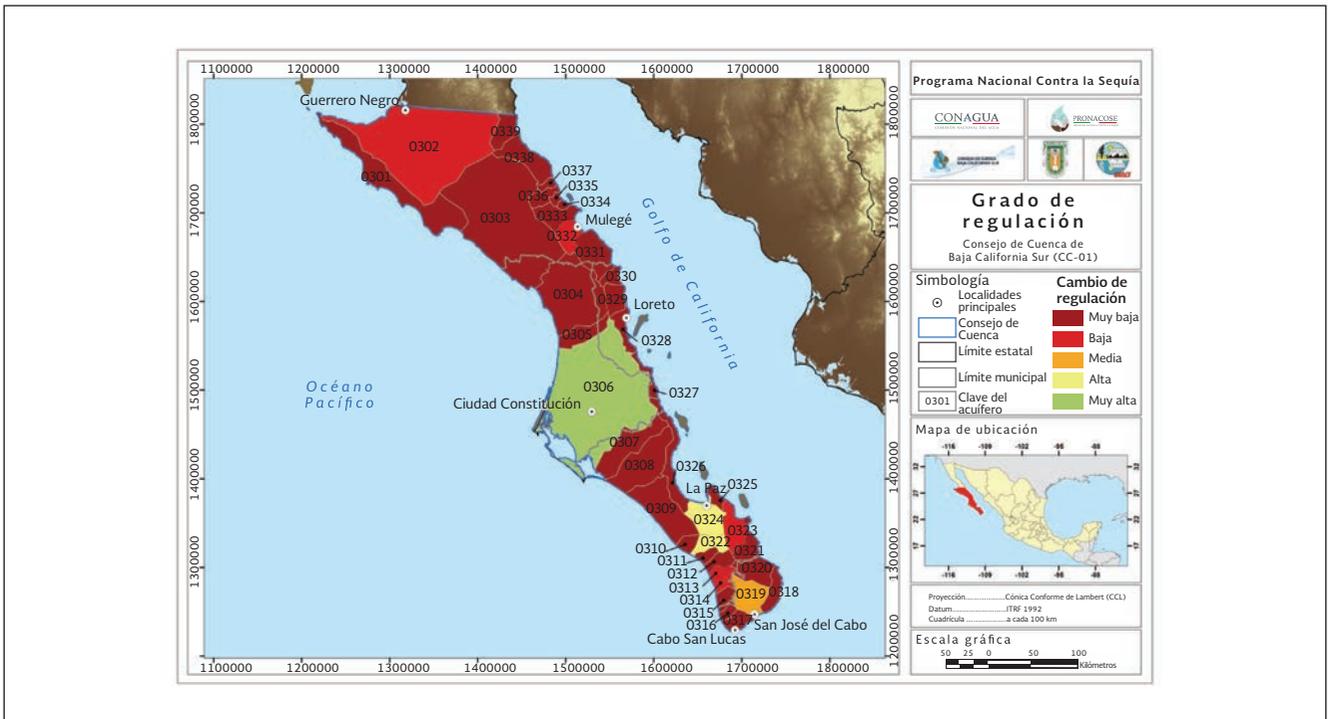


Figura 10. Índice de grado de regulación por acuífero del CC-01.



Grupo Participante

Coordinador General

Dr. Alejandro García Gastelum

Coordinador Baja California Sur

Dr. Oscar Arizpe Covarrubias

Coordinador Baja California

Dr. José Luis Fermán Almada

Supervisor Baja California Sur

M. en C. Arturo González Baheza Técnico

Supervisor Baja California

Dra. Lorena Poncela Rodríguez

Técnicos Generales

Biol. Mar. Ma. de Los Ángeles Cobarrubias García

Biol. Mar. Luz Fabiola Armenta Martínez

L.C.A. Yolanda Torres Rodríguez

M.C. Rosa María Carmona Enríquez

Técnicos Operativos

Biol. Mar. Marisol Arce Acosta

Biol. Mar. Mariela Amador Amao

Investigadores Asociados

Dr. Jobst Wurl

Dr. José Isabel Urciaga García

Dra. Elizabeth Olmos Martínez

Dr. Diego Armando Casas Beltrán

Dr. Alfredo Bermúdez Contreras

