

**ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del Acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa, Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Norte.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

ROBERTO RAMÍREZ DE LA PARRA, Director General de la Comisión Nacional del Agua, Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 32 Bis fracciones III, XXIII, XXIV y XLII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 4, 7 BIS fracción IV, 9 fracciones I, VI, XVII, XXXV, XXXVI, XXXVII, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12 fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1, 14 fracciones I y XV, y 73, del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales y, 1, 8 primer párrafo, y 13 fracciones II, XI, XXVII y XXX, del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua, y

**CONSIDERANDO**

Que el artículo 4 de la Ley de Aguas Nacionales, establece que corresponde al Ejecutivo Federal la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, quien las ejercerá directamente o a través de la Comisión Nacional del Agua;

Que el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en la meta 4, denominada “México Próspero”, establece la estrategia 4.4.2, encaminada a implementar un manejo sustentable del agua, que haga posible que todos los mexicanos accedan a ese recurso, teniendo como línea de acción ordenar su uso y aprovechamiento, para propiciar la sustentabilidad sin limitar el desarrollo;

Que el 5 de diciembre de 2001, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “ACUERDO por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, por la Comisión Nacional del Agua, y la homologación de los nombres de los acuíferos que fueron utilizados para la emisión de los títulos de concesión, asignación o permisos otorgados por este órgano desconcentrado”, en el cual al acuífero objeto de este Estudio Técnico, se le asignó el nombre oficial de Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa;

Que el 28 de agosto de 2009, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos”, en el que se modificaron los límites del acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa; y se actualizó su disponibilidad media anual de agua subterránea; obteniéndose un déficit de 24.554976 millones de metros cúbicos anuales;

Que la Comisión Nacional del Agua, en el año 2010 obtuvo información hidrogeológica en el acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa, que le permitió mejorar el conocimiento del acuífero, actualizar la estimación del balance de aguas subterráneas, recalcular la recarga del acuífero que estaba subestimada, y consecuentemente actualizar su disponibilidad media anual de agua subterránea;

Que el 20 de diciembre de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el “ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican”, en el que se actualizó la disponibilidad media anual del acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa, obteniéndose un valor de 20.673923 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de marzo de 2013;

Que el 20 de abril de 2015, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el “ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican”, en el que se actualizó la disponibilidad media anual del acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa, obteniéndose un valor de 17.045212 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014;

Que la actualización de la disponibilidad media anual del agua subterránea del acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa, se determinó de conformidad con la “NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”, publicada el 17 de abril de 2002 en el Diario Oficial de la Federación;

Que en el acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa, se encuentran vigentes los siguientes instrumentos jurídicos:

- a) "ACUERDO que establece el Distrito de Riego del Río Mocorito y declara de utilidad pública la construcción de las obras que lo formen y la adquisición de los terrenos necesarios para construir las y operarlas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de diciembre de 1956, que comprende una pequeña porción al noroeste del acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa;
- b) "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de las aguas del subsuelo en la zona comprendida dentro de los límites del Distrito de Riego de Culiacán, Sin.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de noviembre de 1957, que comprende una porción al suroeste del acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa;
- c) "DECRETO que declara de utilidad pública la expropiación de setenta mil hectáreas localizadas en el Valle de Pericos, Sin., para adicionar el Distrito de Riego de Culiacán. (2a. publicación)", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1958, que comprende una porción al sureste del acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa;
- d) "ACUERDO que incorpora al Distrito de Riego del río Culiacán, Sin., para formar parte de él, la superficie de sesenta y cinco mil hectáreas ubicadas en el Valle de Guamúchil, de la propia entidad", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de octubre de 1960, que comprende una pequeña porción al suroeste del acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa;
- e) "DECRETO por el que se declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Riego del Río San Lorenzo, en terrenos del Municipio de Culiacán, Sin.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 1974, que comprende una porción al sureste del acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa, y
- f) "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 21 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual se prohíbe en el acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa, la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de volúmenes autorizados o registrados, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo;

Que la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en el artículo 38, párrafo primero de la Ley de Aguas Nacionales, en relación con el diverso 73 de su Reglamento, procedió a formular los estudios técnicos del acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa, con el objetivo de definir si se presentan algunas de las causales de utilidad e interés público previstas en la propia Ley, para sustentar la emisión del ordenamiento procedente, mediante el cual se establezcan los mecanismos para regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, que permitan llevar a cabo su administración y uso sustentable;

Que para la realización de dichos estudios técnicos se promovió la participación de los usuarios, a través del Consejo de Cuenca de los Ríos Mocorito al Quelite; a quienes se les presentó el resultado de los mismos en la cuadragésima séptima reunión ordinaria de su Grupo de Seguimiento y Evaluación, realizada el 10 de abril del 2014, en la Ciudad de Culiacán, Estado de Sinaloa, habiendo recibido sus comentarios, observaciones y propuestas; por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

**ACUERDO POR EL QUE SE DA A CONOCER EL RESULTADO DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS DE AGUAS NACIONALES SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO RÍO CULIACÁN, CLAVE 2504, EN EL ESTADO DE SINALOA, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA PACÍFICO NORTE**

**ARTÍCULO ÚNICO.-** Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Río Culiacán, clave 2504, ubicado en el Estado de Sinaloa en los siguientes términos:

**ESTUDIO TÉCNICO**

**1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL**

El acuífero Río Culiacán, clave 2504, se localiza en la porción central del Estado de Sinaloa, abarca una porción al sur del Estado de Chihuahua y una porción al oeste del Estado de Durango; comprende una superficie de 20,389 kilómetros cuadrados, y abarca totalmente al Municipio de Topia del Estado de Durango, así como un área considerable de los municipios de Navolato, Culiacán, Badiraguato y Mocorito del Estado de Sinaloa; Tamazula, Canelas, Tepehuanes y Guanaceví del Estado de Durango y el Municipio de Guadalupe y

Calvo del Estado de Chihuahua, así como pequeñas porciones de los Municipios de Angostura, Cosalá, Salvador Alvarado y Sinaloa del Estado de Sinaloa, y Santiago Papasquiari del Estado de Durango; administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Norte.

Los límites del acuífero Río Culiacán, clave 2504, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas se presentan a continuación y que corresponden a las incluidas en el "ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.

#### ACUÍFERO 2504 RÍO CULIACÁN

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	106	24	28.1	25	56	55.5	
2	106	19	50.6	26	0	20.7	
3	106	7	41.3	25	58	40.6	
4	106	11	48.5	25	54	33.4	
5	106	10	30.8	25	47	22.5	
6	106	16	20.4	25	39	22.2	
7	106	21	40.7	25	38	31.4	
8	106	9	30.4	25	26	8.5	
9	105	55	58.1	25	18	51.6	
10	105	54	34.5	25	15	59.7	
11	105	47	30.2	25	12	26.7	
12	105	48	35.3	25	4	43.8	
13	105	55	28.2	25	5	2.2	
14	106	2	34.8	25	8	53.8	
15	106	5	8.5	25	3	32.7	
16	106	10	18.1	25	4	4.8	
17	106	14	18.9	24	59	29.6	
18	106	26	3.0	25	8	53.8	
19	106	30	55.3	24	56	21.4	
20	106	36	33.7	24	51	7.4	
21	106	42	8.3	24	49	23.3	
22	106	44	7.3	24	51	40.9	
23	106	51	47.2	24	49	13.7	
24	106	52	30.5	24	42	22.8	
25	107	0	5.0	24	37	19.6	
26	107	9	42.1	24	39	11.5	
27	107	15	54.5	24	35	51.1	
28	107	26	34.1	24	34	51.4	
29	107	39	34.3	24	24	46.8	DEL 29 AL 30 POR LA LÍNEA DE BAJAMAR A LO LARGO DE LA COSTA

30	108	10	34.4	24	56	19.1	
31	107	53	30.0	24	56	17.0	
32	107	45	56.0	24	58	16.0	
33	107	49	4.1	25	0	23.3	
34	107	48	46.0	25	5	35.0	
35	107	48	0.0	25	9	17.0	
36	107	52	27.0	25	10	17.0	
37	107	54	56.1	25	14	31.6	
38	107	38	38.6	25	21	20.6	
39	107	38	6.8	25	41	47.3	
40	107	39	1.2	25	47	26.2	
41	107	32	39.6	25	53	30.9	
42	107	25	28.0	25	40	39.2	
43	107	15	6.7	25	37	36.1	
44	107	8	1.6	25	47	24.7	
45	106	59	9.5	25	37	19.4	
46	106	57	12.7	25	35	31.6	
47	106	55	9.8	25	38	44.2	
48	106	43	30.1	25	50	40.9	
49	106	43	56.2	25	57	25.5	
50	106	33	36.8	25	53	25.2	
51	106	33	33.5	25	54	26.7	
52	106	32	45.6	25	57	13.0	
53	106	31	50.9	25	57	8.3	
54	106	31	27.4	25	56	51.4	
55	106	30	7.3	25	57	12.5	
56	106	29	32.8	25	58	2.9	
1	106	24	28.1	25	56	55.5	

## 2. POBLACIÓN Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN VINCULADOS CON EL RECURSO HÍDRICO

De acuerdo con los resultados del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, para el año 2005 la población total en el área que comprende el acuífero Río Culiacán, clave 2504, era de 920,267 habitantes y para el año 2010 era de 984,643 habitantes, distribuidos en 2,414 localidades, de las cuales 14 correspondían a localidades urbanas que concentraban a la mayor parte de la población, ya que en ellas vivían 803,594 habitantes, mientras que 181,049 habitantes estaban distribuidos en 2,400 localidades rurales. La tasa de crecimiento poblacional en el territorio que abarca el acuífero, evaluada del año 2005 al 2010 era de 1.4 por ciento anual, que es superior a la tasa de crecimiento estatal de 0.9 por ciento anual, de acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía al año 2010.

Las principales ciudades en toda la extensión territorial del acuífero son Culiacán de Rosales, capital del Estado de Sinaloa, con 675,773 habitantes, Navolato con 29,153 habitantes, Costa Rica con 24,874 habitantes y Licenciado Benito Juárez (Campo de Gobierno) con 24,185 habitantes; localidades urbanas con menor población son General Ángel Flores (La Palma) con 9,812 habitantes, El Diez con 6,939 habitantes, Pericos con 6,341 habitantes, Adolfo López Mateos (El Tamarindo) con 5,546 habitantes, así como Culiacancito, San Pedro, Badiraguato, El Limón de los Ramos, El Castillo y Juan Aldama (El Tigre), con menos de cinco mil habitantes.

Los municipios que abarca el acuífero Río Culiacán, clave 2504, presentan un nivel de desarrollo socioeconómico desde bajo hasta altamente especializado en los servicios, sobre todo en las ciudades de Culiacán de Rosales y Navolato. Culiacán es el municipio con mayores servicios de impartición de educación, así como buenas carreteras federales, servicio de transporte público suficiente, internet gratuito, oficinas postales, repetidoras de televisión, radiodifusoras y el único aeropuerto internacional. Los servicios de agua, luz y drenaje están presentes en casi todos los municipios. En los municipios de Topia, Tamazula, Canelas, Tepehuanes y Guanaceví del Estado de Durango, la comunicación con el resto del Estado de Sinaloa, se realiza por medio de caminos de terracería. Hasta ahora Culiacán de Rosales y Navolato, son las ciudades con mayor número de habitantes e indicadores de desarrollo en sus zonas urbanas, las cuales se estima conurbarán en el corto plazo.

La principal actividad económica de la región es la agricultura; predomina la propiedad ejidal seguida por la propiedad privada. Los principales cultivos que se producen son maíz, sorgo, caña de azúcar, tomate, alfalfa, frijol y garbanzo; producidos en los Distritos de Riego No. 010 "Culiacán-Humaya", con 212,141 hectáreas y el Distrito de Riego No. 109 "Río San Lorenzo", con 69,399 hectáreas, que se caracterizan por contar con sistemas de riego por gravedad y de riego tecnificado. También se practican la fruticultura y la floricultura en menor escala, así como la producción de guayabo, ciruelo, litchies, mango y recientemente cítricos como el limón persa.

El Municipio de Culiacán es el líder nacional de la industria alimentaria con una producción destacada a nivel nacional de maíz; además lidera la producción de hortalizas como tomate, pepino, chile, berenjena, calabaza y frutas como mango, frijol y sorgo.

Fuera de las zonas de riego y en las zonas altas del acuífero, donde la topografía es abrupta, la agricultura se practica de manera rudimentaria, debido a que las condiciones del terreno no permiten la utilización de maquinaria moderna, prevaleciendo las actividades de fruticultura, como el cultivo de manzana y durazno.

La actividad forestal es de suma importancia, favorecida por las condiciones naturales de las sierras, se aprovecha una gran variedad de árboles como pino, encino, madroño, brasil, palo colorado y nogal.

La ganadería es importante para los municipios emplazados sobre el acuífero, con la cría y engorda de ganado bovino, caprino, ovino y porcino y la producción de carne y leche, derivados de estas especies, colocando a la Ciudad de Culiacán de Rosales en los primeros lugares nacionales. También la industria avícola tiene un importante desarrollo, con la cría y engorda de cientos de miles de pollos al año.

La pesca se practica en las presas Adolfo López Mateos, Sanalona y Heladio Serrano Gastélum. La pesca en la región se ha caracterizado por ser una actividad con amplia participación productiva de los sectores social y privado. De esta actividad, se obtiene una gran diversidad de especies; destacan por sus importantes volúmenes de producción, recursos como atún, camarón, sardina, especies de escama, jaiba, cazón y tiburón. La acuicultura mantiene a Sinaloa como el principal productor de especies marinas del país, entre las que predomina el camarón y algunas especies de agua dulce como la mojarra tilapia, lobina y carpa, y recientemente, se han integrado otros proyectos de desarrollo como el cultivo de la langosta.

La minería está presente en casi todos los municipios que comprende el acuífero, donde se encuentran yacimientos minerales de oro, plata, cobre, plomo, talco, zinc, cadmio, caolines, calizas, yeso, grava, arena, vetas argentíferas y de mercurio, en lugares como El Pueblo, Barranca de Topia y Sianori con poco desarrollo por lo abrupto del terreno. El mineral de Guanaceví, donde se produce oro-plata-plomo-zinc-cobre, se encuentra en vetas que levantan sus crestones en varios kilómetros de la sierra, siendo las principales las de Paleros, donde se producen alrededor de 700 toneladas por día. También se han explotado fuertes volúmenes de metales de altas leyes, como el mineral de San Pedro, mientras que en el Municipio de Guadalupe y Calvo se prospectó oro y plata epitermal. También en la región de Topia hay mineralización de oro-plata-plomo-zinc. La extracción la realizan importantes compañías mineras como "Peñoles" y "Endeavour Silver Corp", que aprovechan oro, plata, plomo, estaño, zinc y mercurio, en minas como La Tovar, Mina Grande, La Esperanza y Rosario.

El turismo local y extranjero representa una actividad económica importante en la superficie del acuífero Río Culiacán, sobre todo en el Municipio de Navolato, en las Bahías de Altata y Talchichitle; así como en las playas de Isla Cortés, El Tambor y Dautillos. En la región existen sitios turísticos como El Charcón, La Cascajosa, El Arco y Arroyo Grande, entre otros, así como balnearios que aprovechan aguas termales como Imala, en el Municipio de Culiacán; pinturas rupestres y la casa del primer presidente de México; por lo que en la región se cuenta con atractivos culturales, históricos y arquitectónicos, así como hoteles y restaurantes, que brindan al turista la atractiva gastronomía de la región.

### **3. MARCO FÍSICO**

#### **3.1 Climatología**

En la superficie que comprende el acuífero Río Culiacán, clave 2504, predominan los climas seco a semiseco en las partes bajas, cálido a subhúmedo en las partes medias a altas y templado a subhúmedo en las partes altas de la sierra; para toda la superficie del acuífero se considera que la temperatura media anual es de 22.6 grados centígrados, la precipitación media anual de 877.3 milímetros, y la evaporación potencial de 1,857.6 milímetros anuales.

En la parte baja prevalece un clima muy seco y cálido, caracterizado por humedad deficiente en todas las estaciones, una escasa estación invernal, lluvias en verano y temperatura media anual de 25.6 grados centígrados.

En la zona intermedia prevalece un clima cálido a subhúmedo, con primavera seca y cálida e invierno benigno. Se registran temperaturas medias mensuales de entre 24.6 y 26.1 grados centígrados.

En la parte alta de la cuenca, prevalece un clima templado subhúmedo a semifrío extremoso, con régimen de lluvias en verano y temperaturas medias mensuales de entre 11.5 y 24.9 grados centígrados.

En invierno se presentan frentes fríos del norte, los cuales provocan un descenso importante en la temperatura mínima, provocando heladas, con mínimos registrados de hasta -2 grados centígrados.

Las lluvias se presentan principalmente en verano, y también son producidas por eventos meteorológicos extremos como los ciclones y la incidencia de uno a dos huracanes por año en promedio, los cuales se presentan generalmente en los meses de junio a octubre. Las lluvias regulares suelen ser intensas y de corta duración, por lo que generan fuertes avenidas, reguladas por las presas Adolfo López Mateos y Sanalona. Sin embargo, se producen inundaciones en la zona baja de las ciudades de Culiacán y Navolato, y demás pueblos establecidos en el valle, debido a las precipitaciones extraordinarias registradas aguas abajo de las presas mencionadas. Durante los meses de diciembre a febrero se presentan lluvias, producto de los frentes fríos. Agosto es el mes más lluvioso con 207.6 milímetros, como promedio histórico; mientras que el período de estiaje ocurre de marzo a mayo, siendo este último el mes más crítico, con precipitaciones de 1.36 milímetros como promedio histórico. En la parte media de la cuenca, la precipitación promedio anual aumenta a más de 950 milímetros y en la parte alta se incrementa por encima de los 1,100 milímetros.

#### **3.2. Fisiografía y geomorfología**

El acuífero Río Culiacán, clave 2504, se encuentra emplazado en dos provincias fisiográficas; la primera de ellas corresponde a la Sierra Madre Occidental, y se encuentra dividida en la subprovincia Gran Meseta y Cañadas Duranguenses y subprovincia Pie de la Sierra, y la segunda provincia fisiográfica es la Llanura Costera del Pacífico, que a su vez se subdivide en la subprovincia Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa.

La Sierra Madre Occidental presenta ondulaciones e inclinaciones preferentemente al occidente y altitudes de hasta 2,500 metros sobre el nivel del mar en un área bastante extensa. La mayor parte de estas topofomas serranas se componen de cañones que se disectan, así como llanuras, lomeríos y mesetas formadas por derrames piroclásticos de composición riolítica; esta provincia ocupa más de la mitad del área del acuífero y en ella ocurre la mayor parte de la recarga que recibe el acuífero.

La fisiografía de la llanura costera se caracteriza por abanicos aluviales y valles fluvio-deltaicos antiguos, pequeñas colinas constituidas por rocas pre-deltaicas, deltas actuales, estuarios, complejos lagunares, cauces de ríos y arroyos, ríos, depósitos eólicos y marinos, playas o barras; las cuales pueden ser clasificadas como unidades fisiográficas en cuanto al ambiente de formación como continentales, fluviales, de transición, eólicas y marinas. La explotación más importante del acuífero ocurre en la llanura costera, donde se encuentran localizados los valles agrícolas.

#### **3.3 Geología**

El marco geológico donde se emplaza el acuífero Río Culiacán, clave 2504, está conformado por abundantes rocas de origen volcánico de las mesetas de la Sierra Madre Occidental, surcadas por cañones y por sedimentos de la Llanura Costera del Pacífico. Estos dos grupos se componen de rocas con edades que varían desde el Paleozoico Superior hasta el Holoceno, que incluyen rocas meta-vulcano-sedimentarias, vulcano-sedimentarias, sedimentarias, ígneas intrusivas y extrusivas y sedimentos de origen aluvial, fluvial, litoral y lacustre; que se describen a continuación.

El basamento de la región está constituido por una secuencia meta-vulcano-sedimentaria conformada por pizarras, esquistos, cuarcitas, meta-andesitas y filitas, al norte de Sinaloa, del Paleozoico Superior, que subyace discordantemente a las rocas mesozoicas y cenozoicas y cabalga a rocas más jóvenes en algunas zonas.

El Jurásico está representado por el Conglomerado Guanaceví compuesto por fragmentos de cuarzo y meta-andesita, todos del Jurásico Superior, y que subyacen transicionalmente a la unidad de limolitas y tobas andesíticas del Cretácico Inferior.

En el Cretácico Inferior se depositaron secuencias vulcano-sedimentarias representadas por limolitas y tobas andesíticas; durante el Aptiano se emplazaron lavas almohadilladas relacionadas al piso oceánico y andesitas en medios continentales; en el Albiano se depositaron dos secuencias sedimentarias representadas por calizas-lutitas y lutitas-areniscas. El cuerpo intrusivo dunitico que aflora al poniente de El Palmar de Los Sepúlveda, y el batolito granodiorítico de Sinaloa, que aflora hacia el pie de la sierra, en las partes bajas y en la zona de costa, son representativos del periodo y afectan a las rocas más antiguas.

En el Terciario se emplazaron rocas volcánicas, conformadas por andesitas y tobas andesíticas del Paleógeno, que descansan en discordancia sobre las rocas del Cretácico. Al terminar el vulcanismo temprano, la erosión rellenó con materiales clásticos algunas cuencas continentales, constituidas por unidades sedimentarias conglomeráticas consolidadas, compuestas principalmente por fragmentos de arenisca, caliza, cuarzo, lutita y limolita.

Posteriormente, en el Neógeno se presentó un intenso vulcanismo explosivo caracterizado por tobas riolíticas e ignimbriticas situadas en las partes altas de la Sierra Madre Occidental. Este paquete descansa sobre los depósitos continentales de rellenos de fosa, y está cubierto por una secuencia sedimentaria constituida por una alternancia de areniscas y limolitas. Posteriormente, en los últimos eventos volcánicos se emplazaron gruesas coladas de andesitas basálticas que cubren a las rocas riolíticas. Al término de este periodo, se depositó un conglomerado continental polimíctico semi-consolidado, constituido por clastos de rocas más antiguas que cubren parcialmente en discordancia a las secuencias vulcanoclástica y volcánicas preexistentes. Cabe resaltar que durante el Eoceno, un intrusivo post-batolítico de granodiorita, diorita a cuarzo-monzonita, afectó a las rocas previas. Tales cuerpos intrusivos fueron afectados por diques andesíticos y cuerpos subvolcánicos de composición andesítica y riolítica; asociados a la mineralización polimetálica de la región. Por otro lado, existen algunos afloramientos de gabro.

Finalmente, durante el Cuaternario se emplazaron andesitas basálticas, brechas y derrames basálticos y se depositaron sedimentos de origen aluvial, fluvial, litoral y lacustre, constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas.

Estructuralmente la región está afectada por un patrón de fallas normales de orientación noroeste-sureste, que conforman una serie de fosas tectónicas escalonadas, ocasionalmente con desplazamientos laterales. En menor proporción existe fallamiento inverso, representado al noroeste por la cabalgadura de las rocas paleozoicas sobre las cretácicas; el segundo patrón de fallamiento presenta dirección noroeste-suroeste y está evidenciado por los Ríos Tamazula, Humaya y Mohinora-Sinaloa, provocando desplazamientos de bloques, como el caso del colapso de la caldera localizada al sureste de la región.

#### **4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

El acuífero Río Culiacán, clave 2504, está emplazado en la Región Hidrológica Número 10 Sinaloa, dentro de la cuenca del Río Culiacán, en la subcuenca del grupo de corrientes independientes. La Región Hidrológica señalada, comprende la mayor parte del Estado de Sinaloa, porciones de los estados de Chihuahua y Durango, así como un área muy pequeña del Estado de Sonora.

En el marco orográfico de la Sierra Madre Occidental, existe una gran cantidad de escurrimientos torrenciales que aportan agua hacia la Cuenca del Río Culiacán, a varios arroyos, como el de San Fernando, Banopa y Badiraguato, que a su vez nace de los arroyos Huejote y Santa Cruz; su principal afluente es el Arroyo de Bamopa, y de menor importancia los arroyos San Luis Gonzaga, Los Viejitos, San José del Oro, los Ríos Colorado y Los Lobos, que nacen en el Municipio de Tepehuanes.

En el Estado de Sinaloa, el Río Tamazula atraviesa varios poblados como Las Chicuras, Sanalona, El Álamo, San José, Los Naranjos y Los Ayunes. El Río Humaya pasa por Palos Blancos, Aguacaliente, Varejona y Tepuche, hasta llegar a la Ciudad de Culiacán, donde ambos conforman al Río Culiacán, que descarga a la vertiente del Océano Pacífico. El Río Culiacán es perenne y presenta un caudal base de un metro cúbico por segundo.

Con el fin de desarrollar la agricultura, aprovechando los escurrimientos de las aguas superficiales de la Sierra Madre Occidental, se construyó la Presa Sanalona, sobre el Río Tamazula y la Presa Adolfo López Mateos (Varejonal), sobre el Río Humaya; del agua superficial de estas presas, depende la infraestructura hidroagrícola del Distrito de Riego 010 "Culiacán-Humaya", del Distrito de Riego 109 "Río San Lorenzo" y del Distrito de Riego 074 "Río Mocorito".

La mayoría de los volúmenes de escurrimiento sobre el Río Culiacán y sus afluentes, se generan de junio a octubre de cada año, durante la temporada de lluvias de verano y en la época de ciclones; y en menor magnitud durante el invierno, cuando reciben aportaciones por los deshielos de las nevadas que se producen anualmente en la parte alta de la cuenca. Por otra parte, en localidades como Agua Caliente, Imala y La Presita, brotan aguas sulfurosas termales, y en algunos casos se ha encontrado agua subterránea con estas características en pozos profundos.

## **5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

### **5.1 El acuífero**

El acuífero costero Río Culiacán, clave 2504, es de tipo libre, heterogéneo y anisotrópico y se encuentra alojado en su porción superior, en los sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada, que constituyen el lecho y llanura de inundación del Río Culiacán, así como en los conglomerados y sedimentos lacustres, cuyo espesor es de varios cientos de metros hacia el centro de los valles y la planicie. Esta es la unidad que actualmente se explota para satisfacer las necesidades de agua de la región para todos los usos.

En la porción inferior del acuífero, el agua subterránea se aloja en una secuencia de rocas volcánicas, tales como andesitas, riolitas, basaltos y brechas volcánicas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento, con baja aportación acuífera.

Las fronteras y barreras al flujo subterráneo, así como el basamento geohidrológico, están representados por las mismas rocas ígneas al desaparecer el fracturamiento a profundidad, así como rocas ígneas intrusivas y metamórficas más antiguas.

El acuífero Río Culiacán, clave 2504, obtiene su recarga de la infiltración del agua de lluvia que se precipita en las partes altas de la Sierra Madre Occidental y en los piedemonte, que escurre en los arroyos intermitentes hacia las corrientes principales, y se infiltra en las formaciones permeables, así como en las entradas por flujo subterráneo; la recarga inducida procedente del retorno de riego en las zonas agrícolas y de las fugas en la red de distribución de agua potable de las poblaciones urbanas y rurales; y también la que es generada por la presencia de eventuales ciclones, que tienen una incidencia estadística, en el Estado de Sinaloa de 1.5 ciclones por año.

El flujo de agua subterránea, ocurre con una dirección preferencial del noreste al suroeste, hacia la zona de la planicie costera, donde las salidas del acuífero ocurren a través de la extracción por bombeo, evapotranspiración, flujo base hacia el río, manantiales y por salidas subterráneas hacia las lagunas y el mar.

### **5.2 Niveles del agua subterránea**

El nivel de saturación del agua subterránea es aquel a partir del cual el agua satura todos los poros y oquedades del subsuelo. La profundidad al nivel de saturación medida desde la superficie del terreno para el acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el año 2010 variaba de menos de un metro en la zona de la costa, hasta valores superiores a 18 metros en la zona oriente del acuífero, al suroeste de la Ciudad de Culiacán de Rosales.

Para el año 2010, la elevación del nivel de saturación con respecto al nivel del mar, registró valores de 3 a 70 metros sobre el nivel del mar; las mayores elevaciones se presentan en las zonas topográficamente más altas, hacia las localidades de Santiago de Comanito y La Noria; y desciende gradualmente hacia la zona costera, debido al efecto de la topografía; en localidades como La Bandera, Aguapepito, Laguna de Bataoto e Iraguato se registran elevaciones del nivel de saturación de 3 metros sobre el nivel del mar. La dirección preferencial del flujo subterráneo es del noreste hacia el suroeste, hacia las bahías Altata y Dautillos.

Al norte del poblado El Bolsón se observa un domo de niveles de saturación con elevaciones de hasta 12 metros sobre el nivel del mar, y otro domo con elevación de 6 metros sobre el nivel del mar, se observa al sur del poblado Las Trancas; en ambos casos como resultado de la recarga inducida producida por los excedentes de riego y debido a la baja extracción de aguas subterráneas en la zona.

Para el periodo comprendido del año 2005 al 2010, la evolución del nivel de saturación del agua subterránea muestra diferente comportamiento en tres zonas; en la primera zona se observan recuperaciones de hasta 4 metros al oriente del poblado Bachoco y Lo de Reyes; la segunda zona, es un área acotada al poniente de la Ciudad de Culiacán de Rosales y las localidades La Curva, Lo de Jesús y San Manuel, con recuperaciones desde medio metro hasta 2 metros; en medio de estas dos zonas de clara recuperación, sólo en una pequeña porción del acuífero, en los alrededores de las ciudades de Navolato y Bariometo, se registran abatimientos máximos de 2 metros; con lo cual se concluye que en general el nivel estático ha tenido recuperaciones en este periodo de tiempo, por lo que se considera un cambio de almacenamiento positivo en el acuífero.

### 5.3 Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

En el acuífero Río Culiacán, clave 2504, según la información del censo de aprovechamientos llevado a cabo en 2010 por la Comisión Nacional del Agua, se registraron 991 aprovechamientos, de los cuales 725 corresponden a pozos, 258 norias, 4 manantiales, 3 galerías filtrantes y un jagüey, de los que se extrae un volumen total de 168.9 millones de metros cúbicos anuales. Del total de aprovechamientos 758 están activos y 233 inactivos.

Del volumen total de extracción, 89.9 millones de metros cúbicos (53.23 por ciento) se destinan al uso agrícola; 70.8 millones de metros cúbicos (41.92 por ciento) al uso público urbano; 3.6 millones de metros cúbicos (2.13 por ciento) para uso industrial; 2.4 millones de metros cúbicos (1.42 por ciento) al uso pecuario; 2.0 millones de metros cúbicos (1.18 por ciento) al uso doméstico y 0.2 millones de metros cúbicos (0.12 por ciento) a otros usos.

Los aprovechamientos se encuentran distribuidos en la planicie costera, donde se encuentran los Distritos de Riego 010 "Culiacán-Humaya" y 109 "Río San Lorenzo", así como la concentración de la población, y por tanto las captaciones de agua subterránea para los distintos usos.

### 5.4 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

De acuerdo a los resultados de estudios realizados en el año 2010, en el acuífero Río Culiacán, clave 2504, las concentraciones de sólidos totales disueltos variaban de menos de 100 a 6,500 miligramos por litro, rebasando cerca de la costa los límites máximos permisibles establecidos para consumo humano en la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000. De manera general, predominan las concentraciones de 400 miligramos por litro cerca del río, mientras que los valores entre 1,000 y 2,800 miligramos por litro se aprecian cercanos a la costa; el incremento de salinidad se debe en parte a efectos generados por disolución de evaporitas e intercambio iónico con el material predominantemente arcilloso de la franja costera.

Las concentraciones de calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruros y sulfatos se mantienen en general por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la norma señalada, a excepción de una muestra localizada cerca de la comunidad Colonia Michoacana, con valores por encima de los permitidos para calcio, sodio y sulfato, debido a la cercanía con la costa y por la influencia del Distrito de Riego 010 "Culiacán-Humaya". Los valores de los elementos como el arsénico, cadmio, cobre, cromo, fierro, manganeso, mercurio, plomo y zinc, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles por la norma.

En relación a las familias de agua, en la parte norte del área de estudio, el agua subterránea se clasifica como cálcico-bicarbonatada y sódico bicarbonatada, debido a que circula a través de sedimentos derivados de rocas ígneas que contienen feldespatos sódicos y cálcicos. En las proximidades de los ríos, es cálcico-bicarbonatada y en las zonas cercanas a la costa es cálcico-clorurada, debido a la influencia de las sales asociadas al mar y las evaporitas.

### 5.5 Balance de Agua Subterránea

Para el acuífero Río Culiacán, clave 2504, se estimó la recarga al aplicar la ecuación del balance de aguas subterráneas para el periodo comprendido entre los años 2005 a 2010. La ecuación o expresión del balance de aguas subterráneas es:

Entradas o Recarga total – Salidas o Descarga total = Cambio de almacenamiento

La recarga total media anual que recibe el acuífero Río Culiacán, clave 2504, es de 416.9 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 45.9 millones de metros cúbicos anuales que entran por flujo subterráneo, 190.8 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical a partir de agua de lluvia, y 180.2 millones de metros cúbicos anuales que ingresan al acuífero como recarga inducida debido al retorno por riego agrícola, sobre todo en los Distritos de Riego y las fugas en los sistemas de agua potable.

Las salidas del acuífero ocurren mediante la extracción a través de las captaciones de agua subterránea, de las que se extraen 168.9 millones de metros cúbicos anuales, y mediante descargas naturales por evapotranspiración de 168 millones de metros cúbicos anuales, debido a los niveles freáticos someros en las partes bajas, por flujo base de 31.5 millones de metros cúbicos anuales, determinado en la parte baja del Río Culiacán, que finalmente descarga al mar, 15.7 millones de metros cúbicos anuales que salen por flujo subterráneo hacia las lagunas y el mar, y 0.2 millones de metros cúbicos anuales a través de manantiales; el cambio de almacenamiento en el acuífero es de 32.6 millones de metros cúbicos anuales.

## 6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Río Culiacán, clave 2504, fue determinada conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002, aplicando la expresión:

$$\begin{array}{r} \text{Disponibilidad media} \\ \text{anual de agua} \\ \text{subterránea} \end{array} = \begin{array}{r} \text{Recarga total} \\ - \\ \text{Descarga natural} \\ \text{comprometida} \end{array} - \begin{array}{r} \text{Volumen concesionado e inscrito en} \\ \text{el Registro Público de Derechos de} \\ \text{Agua} \end{array}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Río Culiacán, clave 2504, se determinó considerando una recarga media anual de 416.9 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 173.4 millones de metros cúbicos anuales, que corresponden a la suma de los volúmenes de las salidas subterráneas horizontales hacia el mar de 15.7 millones de metros cúbicos anuales, para mantener la posición de la interfase marina, la descarga por flujo base de 31.5 millones de metros cúbicos anuales, la descarga a través de manantiales de 0.2 millones de metros cúbicos anuales y el 75 por ciento de la evapotranspiración, es decir 126.0 millones de metros cúbicos anuales, que se deben comprometer para preservar el ecosistema costero; el volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 226.454788 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 17.045212 millones de metros cúbicos anuales.

## REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA PACÍFICO NORTE

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
2504	RÍO CULIACÁN	416.9	173.4	226.454788	168.9	17.045212	0.000000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

Esta cifra indica que existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Río Culiacán, clave 2504.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 243.5 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

## 7. SITUACIÓN REGULATORIA, PLANES Y PROGRAMAS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Actualmente el acuífero Río Culiacán, clave 2504, se encuentra sujeto a las disposiciones de los siguientes instrumentos jurídicos:

- "ACUERDO que establece el Distrito de Riego del Río Mocerito y declara de utilidad pública la construcción de las obras que lo formen y la adquisición de los terrenos necesarios para construirlas y operarlas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de diciembre de 1956, que comprende una pequeña porción al noroeste del acuífero Río Culiacán, clave 2504.
- "DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de las aguas del subsuelo en la zona comprendida dentro de los límites del Distrito de Riego de Culiacán, Sin.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de noviembre de 1957, que comprende una porción al suroeste del acuífero Río Culiacán, clave 2504.

- “DECRETO que declara de utilidad pública la expropiación de setenta mil hectáreas localizadas en el Valle de Pericos, Sin., para adicionar al Distrito de Riego de Culiacán (2a. publicación)”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1958, que comprende una porción al sureste, cerca de la costa, del acuífero Río Culiacán, clave 2504.
- “ACUERDO que incorpora al Distrito de Riego del río Culiacán, Sin., para formar parte de él, la superficie de sesenta y cinco mil hectáreas ubicadas en el Valle de Guamúchil, de la propia entidad”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de octubre de 1960, que comprende una pequeña porción al suroeste del acuífero Río Culiacán, clave 2504.
- “DECRETO por el que se declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Riego del Río San Lorenzo, en terrenos del Municipio de Culiacán, Sin.”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 1974, que comprende una porción al sureste del acuífero Río Culiacán, clave 2504.
- “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 21 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual se prohíbe en el acuífero Río Culiacán, clave 2504, la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de volúmenes autorizados o registrados, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

En la porción cercana a la costa del acuífero Río Culiacán, clave 2504, se localiza la Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre Islas del Golfo de California, establecida mediante el “DECRETO por el que se establece una zona de reserva y refugio de aves migratorias y de la fauna silvestre, en las islas que se relacionan, situadas en el Golfo de California”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de agosto de 1978, con carácter de Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, conforme lo establece el “ACUERDO que tiene por objeto dotar con una categoría acorde con la legislación vigente a las superficies que fueron objeto de diversas declaratorias de áreas naturales protegidas emitidas por el Ejecutivo Federal”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2000.

Adicionalmente, los sistemas lagunares denominados Laguna Playa Colorada-Santa María La Reforma y Ensenada de Pabellones, en la Bahía de Altata, ubicados en la zona costera del acuífero Río Culiacán, son sitios que han sido adheridos a la lista de humedales de importancia internacional de la Convención de Ramsar, con fechas de adhesión 2 de febrero de 2004 y 2 de febrero de 2008, respectivamente.

## **8. PROBLEMÁTICA**

### **8.1. Escasez natural de agua**

El acuífero Río Culiacán, clave 2504, está ubicado en una región con escasez de agua y un clima de semiseco a templado-subhúmedo, con una precipitación media anual de 877.3 milímetros, y una elevada evaporación potencial media anual de 1,857.6 milímetros anuales, por lo que la mayor parte del agua precipitada se evapora.

En más del 60 por ciento de la superficie del acuífero se favorece la escorrentía por la Sierra Madre Occidental. Sin embargo, las lluvias en los últimos años han sido cada vez más escasas y cuando han sido abundantes, han ocurrido aguas abajo de las presas Adolfo López Mateos, Sanalona y Gustavo Díaz Ordaz que benefician a los Distritos de Riego 010 “Culiacán-Humaya”, 109 “Río San Lorenzo” y 074 “Río Mocerito”, con la consecuente disminución de su volumen de almacenamiento.

Dicha circunstancia, además de la creciente demanda de agua subterránea para cubrir las necesidades básicas de los habitantes y seguir impulsando las actividades económicas de la región, y la limitada disponibilidad del agua subterránea en el acuífero, implican el riesgo de que se presenten los efectos negativos de la explotación del agua subterránea, tanto para el ambiente como para los usuarios del recurso, por lo que, es de interés público controlar la explotación, uso y aprovechamiento del agua subterránea.

### 8.2. Riesgo de sobreexplotación

Actualmente, aun con la existencia de los instrumentos jurídicos referidos en el Noveno Considerando, en el acuífero Río Culiacán, clave 2504, debido a que en su superficie se concentran actividades agrícolas, ganaderas, turísticas, mineras y de servicios importantes para los habitantes de la región, existe la posibilidad de que la demanda del agua subterránea se incremente y ante la falta de agua superficial, persiste el riesgo de que se generen los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como la inutilización de pozos, el incremento de costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición de los manantiales, del flujo base hacia el río y de la descarga hacia los ecosistemas costeros que resultarían afectados por la disminución del gasto ecológico que descarga en los humedales que existen en la franja litoral de este acuífero, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, en parte provocada por el fenómeno de la intrusión marina.

Lo anterior, podría poner en la condición de sobreexplotación al acuífero, situación que se traduciría en un freno para el desarrollo de las actividades productivas sustentables, que dependen del agua subterránea, lo que impactaría negativamente en el ambiente y en el abastecimiento de agua para todos los habitantes.

### 8.3. Riesgo de contaminación y deterioro de la Calidad del Agua

En el acuífero Río Culiacán, clave 2504, la calidad del agua subterránea, es un factor que limita su utilización, ya que en gran parte del acuífero se presentan elevadas concentraciones de sólidos totales disueltos, que superan los límites máximos permisibles para consumo humano y que limitan su uso para riego. La mala calidad del agua subterránea es provocada por la contaminación generada por el uso de agroquímicos, descargas industriales, manejo inadecuado del agua residual, la presencia de evaporitas en el subsuelo y en algunas porciones del acuífero por el fenómeno de la intrusión marina.

La actividad agrícola incrementa el riesgo de salinización y contaminación del agua subterránea por el uso de agroquímicos, aunado al crecimiento urbano, que genera contaminación producida por las descargas de las industrias y la contaminación bacteriológica originada en los centros de población por el manejo inadecuado del agua residual.

En el acuífero costero Río Culiacán, clave 2504, existe el riesgo potencial de que la intrusión marina incremente la salinidad del agua subterránea en la zona actual de explotación, que se concentra en la zona cercana al litoral y próxima a la interfase salina, en caso de que la extracción intensiva del agua subterránea provoque abatimientos tales que ocasionen la modificación e inversión de la dirección del flujo de agua subterránea, y consecuentemente el agua marina pudiera migrar hacia las zonas de agua dulce, lo que provocaría que la calidad del agua subterránea se deteriore, hasta imposibilitar su utilización sin previa desalación; lo que implicaría elevados costos y restringiría el uso del agua, que sin duda afectaría al ambiente, a la población, a las actividades que dependen del agua subterránea y el desarrollo económico de la región.

## 9. CONCLUSIONES

- En el acuífero Río Culiacán, clave 2504, existe disponibilidad para otorgar concesiones o asignaciones; sin embargo, el acuífero debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental, y prevenir la sobreexplotación del acuífero.
- El acuífero Río Culiacán, calve 2504, se encuentra sujeto a los instrumentos jurídicos referidos en el Considerando Noveno del presente.
- Las disposiciones de los Decretos y Acuerdos que establecen vedas, aplican en el 28.8 por ciento de la superficie del acuífero, mientras que en el 71.2 por ciento de la superficie restante, aplican las disposiciones del Acuerdo General.
- El Acuerdo General de suspensión de libre alumbramiento, establece que estará vigente en la porción no vedada del acuífero, hasta en tanto se expida el instrumento jurídico que la Comisión Nacional del Agua, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, proponga al titular del Ejecutivo Federal; mismo que permitirá realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero Río Culiacán, clave 2504.

- De los resultados expuestos, en el acuífero Río Culiacán, clave 2504, se presentan las causales de utilidad e interés público, referidas en los artículos 7 y 7 BIS de la Ley de Aguas Nacionales, relativas a la protección y conservación del recurso hídrico, a la atención prioritaria de la problemática hídrica, al control de la extracción, explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, la sustentabilidad ambiental y prevención de la sobreexplotación del acuífero; causales que justifican el establecimiento de un ordenamiento legal para el control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad de su extensión territorial, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.
- El ordenamiento precedente aportará las bases para obtener un registro confiable y conforme a derecho, de usuarios y extracciones; y con ello se organizará a todos los asignatarios y concesionarios del acuífero.

#### **10. RECOMENDACIONES**

- Suprimir la veda establecida mediante el “ACUERDO que establece el Distrito de Riego del Río Mocorito y declara de utilidad pública la construcción de las obras que lo formen y la adquisición de los terrenos necesarios para construir las y operarlas”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de diciembre de 1956, únicamente en el área que se encuentra comprendida dentro del acuífero Río Culiacán, clave 2504.
- Suprimir la veda establecida mediante el “DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de las aguas del subsuelo en la zona comprendida dentro de los límites del Distrito de Riego de Culiacán, Sin.”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de noviembre de 1957, únicamente en el área que se encuentra comprendida dentro del acuífero Río Culiacán, clave 2504.
- Suprimir la veda establecida mediante el “DECRETO que declara de utilidad pública la expropiación de setenta mil hectáreas localizadas en el Valle de Pericos, Sin., para adicionar al Distrito de Riego de Culiacán (2a. publicación)”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1958, únicamente en el área que se encuentra comprendida dentro del acuífero Río Culiacán, clave 2504.
- Suprimir la veda establecida mediante el “ACUERDO que incorpora al Distrito de Riego del río Culiacán, Sin., para formar parte de él, la superficie de sesenta y cinco mil hectáreas ubicadas en el Valle de Guamúchil, de la propia entidad”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de octubre de 1960, únicamente en el área que se encuentra comprendida dentro del acuífero Río Culiacán, clave 2504.
- Suprimir la veda establecida mediante el “DECRETO por el que se declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Riego del Río San Lorenzo, en terrenos del Municipio de Culiacán, Sin.”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 1974, únicamente en el área que se encuentra comprendida dentro del acuífero Río Culiacán, clave 2504.
- Decretar el ordenamiento precedente para el control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Río Culiacán, clave 2504, y que en dicho acuífero quede sin efectos el “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 21 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, en términos de lo dispuesto por su artículo primero transitorio.
- Una vez establecido el ordenamiento correspondiente, integrar el padrón de usuarios de las aguas subterráneas, conforme a los mecanismos y procedimientos que establezca la Comisión Nacional del Agua.

#### **TRANSITORIOS**

**PRIMERO.-** El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.-** Los estudios técnicos que contienen la información detallada, y memorias de cálculo con la que se elaboró el presente Acuerdo, así como el mapa que ilustra la localización, los límites y la extensión geográfica del acuífero Río Culiacán, clave 2504, en el Estado de Sinaloa, estarán disponibles para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua, en su Nivel Nacional, que se ubican en Avenida Insurgentes Sur 2416, Colonia Copilco El Bajo, Delegación Coyoacán, Código Postal 04340, México, Distrito Federal; y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en la dirección del Organismo de Cuenca Pacífico Norte, en Avenida Federalismo y Boulevard Culiacán Sin Número, Colonia Recursos Hidráulicos, Código Postal 80105, Culiacán, Sinaloa.

México, Distrito Federal, a los 4 días del mes de noviembre de dos mil quince.- El Director General, **Roberto Ramírez de la Parra.-** Rúbrica.