PODER EJECUTIVO
SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del Acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, en el Estado de Durango, Región Hidrológico-Administrativa Cuencas Centrales del 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 Matalotes-El Oro, clave 1009, en el Estado de Durango;

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 establecieron los límites del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, en el Estado de Durango;

Que el 14 de diciembre de 2011, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 58 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológicas administrativas que se indican”, en el que se dio a conocer la disponibilidad media anual del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, en el Estado de Durango, con un valor de 32.520029 millones de metros cúbicos anuales, considerando los volúmenes inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de marzo de 2010;

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 de agua subterránea en el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, en el Estado de Durango, obteniéndose un valor de 32.709224 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 de agua subterránea en el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, en el Estado de Durango, obteniéndose un valor de 32.709224 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 para el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, en el Estado de Durango, 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 el 5 de abril de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican", a través del cual en el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, en el Estado de Durango, se prohíbe 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 los volúmenes de extracción autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización emitidos por la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo;

Que con el Acuerdo referido en el Considerando anterior, se ha evitado el aumento de la extracción de agua subterránea sin control por parte de la Autoridad del Agua, y se han prevenido los efectos adversos de la explotación intensiva tales como el abatimiento del agua subterránea, con el consecuente aumento en los costos de extracción e inutilización de pozos, así como el deterioro de la calidad del agua, que hubieran generado una situación de peligro en el abastecimiento de los habitantes de la zona e impacto en las actividades productivas que dependen de este recurso;

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 Matalotes-El Oro, clave 1009, en el Estado de Durango, 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 permita 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 de la Comisión de Operación y Vigilancia del Consejo de Cuenca Nazas-Aguanaval, a quienes se les presentó el resultado de los mismos en la reunión realizada el 18 de febrero de 2014 en la ciudad de Gómez Palacio, Estado de Durango, 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 MATALOTES-EL ORO, CLAVE 1009, EN EL ESTADO DE DURANGO, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA CUENCAS CENTRALES DEL NORTE

ARTÍCULO ÚNICO.- Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, ubicado en el Estado de Durango, en los siguientes términos:

ESTUDIO TÉCNICO

1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL

El acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, se localiza en la porción noroccidental del Estado de Durango, cubriendo una superficie de 7,574 kilómetros cuadrados; comprende casi en su totalidad al Municipio de San Bernardo y parcialmente a los municipios de Guanaceví, Tepehuanes y El Oro, así como una pequeña porción de los municipios de Indé y Ocampo, todos ellos del Estado de Durango, y administrativamente, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Cuencas Centrales del Norte.

Los límites del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, en el Estado de Durango, 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 (1009) MATALOTES-EL ORO

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	105	53	33.1	26	25	28.0
2	105	52	34.7	26	29	0.9
3	105	47	37.3	26	29	11.3
4	105	42	58.7	26	28	56.7
5	105	36	9.7	26	17	40.6
6	105	29	31.2	26	17	6.8
7	105	28	22.3	26	12	2.5
8	105	20	55.7	26	2	8.2
9	105	15	13.4	25	58	20.1
10	105	14	26.0	25	56	8.7
11	105	13	41.6	25	51	27.2
12	105	10	51.1	25	44	23.0
13	105	15	58.5	25	44	47.5
14	105	17	0.6	25	43	46.9
15	105	18	42.0	25	39	3.5
16	105	20	56.4	25	38	56.0
17	105	23	14.1	25	39	59.8
18	105	23	9.9	25	42	15.2
19	105	26	29.0	25	43	59.9
20	105	28	2.3	25	45	45.8
21	105	31	10.7	25	44	56.4
22	105	32	37.4	25	44	5.7
23	105	32	6.9	25	40	12.7
24	105	34	14.7	25	38	57.6
25	105	36	12.2	25	35	57.0
26	105	36	27.9	25	32	13.4
27	105	38	58.3	25	34	8.3
28	105	43	18.1	25	35	0.8
29	105	46	4.4	25	35	44.6
30	105	49	20.0	25	34	43.3
31	105	51	50.8	25	31	47.3
32	105	55	56.8	25	32	46.2
33	105	59	6.1	25	34	52.4
34	106	2	38.5	25	32	48.3
35	106	6	19.3	25	27	11.8

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
36	106	9	30.4	25	26	8.5
37	106	21	40.7	25	38	31.4
38	106	16	20.4	25	39	22.2
39	106	10	30.8	25	47	22.5
40	106	11	48.5	25	54	33.4
41	106	7	41.3	25	58	40.6
42	106	14	7.7	26	1	43.8
43	106	15	51.0	26	4	56.7
44	106	14	54.7	26	8	10.0
45	106	3	17.9	26	13	22.4
46	106	3	23.8	26	24	24.8
47	106	0	14.9	26	27	57.7
48	105	57	9.1	26	28	12.9
49	105	56	28.4	26	30	24.4
1	105	53	33.1	26	25	28.0

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

De acuerdo con los resultados de los censos y conteos de población y vivienda, realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la población total en la superficie comprendida por el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, para el año 2000 era de 19,836 habitantes, en el año 2005 era de 17,885 habitantes y en el año 2010 era de 18,445 habitantes. La población está distribuida en 274 localidades, 2 localidades urbanas con una población de 8,786 habitantes y 272 localidades rurales que sumaban una población de 9,659 habitantes. Las localidades más importantes son Santa María del Oro con una población de 5,878 habitantes, Guanaceví con 2,908 habitantes, San Bernardo con 700 habitantes, El Zape con 433 habitantes, José María Morelos con 380 habitantes y Cinco de Julio con 334 habitantes.

De acuerdo con las proyecciones de crecimiento poblacional del Consejo Nacional de Población, para el año 2030 se estima una población de 19,693 habitantes en las localidades ubicadas en el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009.

En el Municipio de Guanaceví la principal actividad económica es la ganadería con un valor de producción anual de 85.7 millones de pesos; en el Municipio de San Bernardo la actividad económica principal es la ganadería, seguida por la agricultura, las cuales generaron 63 y 60.6 millones anuales de pesos, respectivamente; por otro lado, en el Municipio de Tepehuanes, la actividad económica principal es la ganadería, con un valor de producción anual de 69.78 millones de pesos, seguido de la agricultura, con un valor de producción de 64.5 millones de pesos; en el Municipio de El Oro, la principal actividad económica es la ganadería, aportando un valor de producción anual de poco más de 129 millones de pesos, le sigue la agricultura con cerca de 46 millones de pesos de valor de producción, de acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera para el año 2012.

Los principales cultivos de temporal en la región son avena forrajera, maíz para grano y sorgo forrajero. Los cultivos principales desarrollados bajo riego son avena forrajera, maíz de grano, trigo de grano y chile. Del total de la superficie sembrada en los municipios, sólo el 5.3 por ciento es de riego; sin embargo, dicha superficie genera el 12.8 por ciento del valor de la producción agrícola, es decir, que una hectárea de agricultura bajo riego genera el valor de 2.4 hectáreas de temporal. La actividad pecuaria se integra por la producción ganadera de carne de bovino y en menor grado carne de porcino, ovino, ave y caprino; además, se produce leche de bovino y caprino, huevo y miel; siendo la venta de ganado bovino la que genera al menos el 86.5 por ciento de ingreso anual pecuario.

En lo que respecta a la minería, de acuerdo con las cartas geológicas del Servicio Geológico Mexicano, dentro del acuífero Matalotes-El Oro, se encuentran localizados los Distritos Mineros El Carmen y Guanaceví en la Región mineralizada Guanaceví y el Distrito Minero Magistral del Oro e Indé en la Región mineralizada Santa María del Oro. De acuerdo con la base de datos de minas elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, existen 3 minas con producción de oro, plata y plomo; 4 con producción de plata, oro y cobre; 2 con producción de plata, plomo y zinc; 1 con plata y cobre; 1 con mercurio; 1 con plata y plomo; 1 con fluorita y mercurio y 1 con manganeso, sumando un total de 14 minas, de las cuales 12 se encuentran en el Municipio de San Bernardo y 2 en Guanaceví.

3. MARCO FÍSICO

3.1 Climatología

En la superficie cubierta por el acuífero, de oeste a este, se presenta una variación de climas templados a climas secos esteparios. Los climas templados son los que predominan.

En la porción central del acuífero, abarcando un 10 por ciento del territorio e incluida la localidad de Guanaceví, el clima es de tipo seco estepario, presenta una temperatura media anual entre 12 y 18 grados centígrados, y el régimen de lluvia es de verano.

En el área que rodea a la zona en la que existe el clima anterior se presenta el clima templado subhúmedo, considerado como el clima más seco de los húmedos; conforme se asciende topográficamente, hacia las serranías del acuífero, se presentan las variantes de este clima, cuya diferencia se debe al ascenso de la relación precipitación-temperatura, derivado del incremento de la precipitación y la disminución de la temperatura.

En la porción centro-occidental predomina el clima templado subhúmedo. Este clima forma una franja delgada que se extiende desde la localidad El Cebollín hasta la localidad Las Barajas, abarcando un 15 por ciento del territorio, comparte las mismas características que el clima anterior, variando sólo en el grado de humedad, que se encuentra entre 43.2 y 55.0.

En el extremo oeste del acuífero, donde se presentan las mayores elevaciones topográficas correspondientes a 2,700 metros sobre el nivel del mar, predomina el clima templado, abarcando un 20 por ciento del territorio. Su régimen de lluvias es de verano, y la temperatura media anual se encuentra entre 5 y 12 grados centígrados.

En la porción este del acuífero, abarcando un 35 por ciento del territorio, el clima es de tipo seco estepario. La diferencia con el clima predominante en la porción central, es que el porcentaje de lluvia invernal, que es la cantidad de lluvia que cae en este periodo con respecto al total anual, es menor que 5.

Considerando la información de 11 estaciones climatológicas que tienen influencia en la superficie del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, utilizando el método de polígonos de Thiessen, se determinó que los valores promedio anuales de las variables climatológicas son 585.1 milímetros, 15.0 grados centígrados y 1,679 milímetros, para la precipitación, temperatura y evaporación potencial, respectivamente.

3.2 Fisiografía y geomorfología

El acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, se encuentra ubicado dentro de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental, abarcando parte de tres subprovincias, la porción noroccidental se ubica en la Subprovincia Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses, en tanto que la porción sur y occidental se ubican dentro de la Subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses, la porción oriental se localiza en la Subprovincia Sierras y Llanuras de Durango.

La Subprovincia Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses presenta algunos de los paisajes más espectaculares del país y está caracterizada por la morfología de una enorme meseta de rocas volcánicas, principalmente riolíticas, fuertemente disectada en toda su extensión y en la que los ríos de la vertiente occidental han labrado profundos cañones. Dentro del área del acuífero Matalotes-El Oro, las Sierras Matalotes y San Juan de Minas son las más representativas e importantes de esta subprovincia.

En la Subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses, la morfología de meseta, pese a que presenta una considerable disección por ríos encañonados, es la que más destaca, donde los afloramientos litológicos predominantes son de las rocas volcánicas ácidas, con algunos afloramientos de rocas ígneas básicas e intermedias. La altitud general de las mesetas es de 2,200 metros sobre el nivel del mar, subiendo a 2,400 en el parteaguas entre la vertiente del Pacífico y la Interior. Esta subprovincia está representada dentro del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, por una gran cantidad de mesetas amplias y alargadas con orientación noreste-suroeste que se manifiestan en la porción suroccidental del área, principalmente al poniente de los poblados de José María Morelos y Ciénega de Escobar.

La Subprovincia de Sierras y Llanuras de Durango se presenta como una franja angosta y alargada que forma parte de los costados orientales de la Sierra Madre Occidental, desde Cuauhtémoc en Chihuahua hasta Sombrerete en Zacatecas. Está representada por llanuras amplias y una manifestación importante de mesetas, dominando en la litología las rocas ígneas de composición ácida, principalmente riolitas e ignimbritas. En la porción oriental del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, que se ubica dentro de esta subprovincia, sobresalen morfologías de mesetas bordeando el valle aluvial desarrollado por los ríos Matalotes y Sextín, entre las que destacan Yerbanís, Los Beceros, Los Terreros, Del Baluarte, Ojo de Agua del Pueblo, El Capulín, Zacatera, La Ciénega, La Palma, Morillos, El Nogalito, San Javier, La Madera y La Cienegueta.

La morfología del área es abrupta, producto de la disección de corrientes jóvenes sobre una gran meseta riolítica. La presencia de material húmico y suelos sobre el que se levantan los bosques presentan aspectos redondeados que denotan una etapa de erosión madura. Los procesos endógenos más importantes son ígneos volcánicos y fuertes fallamientos de tipo normal. El proceso exógeno más sobresaliente es la erosión fluvial.

3.3 Geología

En la región en la que se ubica el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, afloran rocas volcánicas, metamórficas y sedimentarias, cuyo registro estratigráfico comprende del Paleozoico al Reciente.

Las rocas más antiguas de la región corresponden a la Formación Gran Tesoro y están compuestas por micaesquistos, metalavas y calizas que fueron definidas formalmente en la localidad de Santa María del Oro. Estas rocas afloran en el extremo nororiental del acuífero, en donde se reconoce una secuencia de esquistos de muscovita y augen gneis de facies de esquistos verdes intercalados.

En la región de Santa María del Oro aflora un cuerpo intrusivo de composición granítica que varía a diorita. Por relación de campo, este cuerpo se interpreta polifásico ya que se presentan clastos de él en el Conglomerado Ahuichila y al oriente de Magistral se observa intrusionando a las andesitas de la Secuencia Volcánica Inferior; se reporta una edad jurásica para este magmatismo.

El Grupo Mezcalera es la unidad de mayor distribución espacial en el acuífero y se presenta como una intercalación de caliza y lutita, con cambios laterales de facies a una intercalación de arenisca y lutita. La edad de esta unidad se considera del Neocomiano-Aptiano.

Presentando casi el 80 por ciento de los afloramientos litológicos dentro del acuífero se encuentra el Supergrupo Volcánico Superior que se caracteriza por rocas volcánicas ácidas, tales como tobas riolíticas, riolitas, brechas riolíticas e ignimbritas.

El conglomerado polimíctico de la Formación Santa Inés aflora ampliamente comprendiendo la parte oriental del área del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, como el relleno sedimentario de una fosa tectónica que presenta una orientación predominante noroeste-sureste. De manera general esta unidad consiste de grava y arena hasta conglomerados con clastos de roca volcánica ácida, subredondeados a subangulosos del tamaño de guijas finas a cantos rodados medianos, los cuales varían de no consolidados a bien cementados.

Los depósitos lacustres constituyen una alternancia de arenas finas, limos y arcillas con laminaciones delgadas de 0.5 a 2 centímetros de espesor, semicompactados, con algunos horizontes de sales y carbonatos acumulados en zonas fluviolacustres, en la porción norte del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, se presenta un afloramiento muy restringido. Representan los fragmentos producto de la erosión de las rocas volcánicas, transportados y acumulados en los valles.

El aluvión incluye aquellas acumulaciones de material de origen fluvial, producto de la intensa erosión de las unidades mesozoicas y volcánicas terciarias y cuaternarias, con su posterior transporte y depósito, lo cual ha originado la formación de planicies aluviales y lacustres. Son sedimentos detríticos de forma subredondeada a redondeada con un rango granulométrico muy amplio desde gravas hasta arcillas. Su espesor en algunos sitios alcanza los 100 metros, aunque localmente se presentan también pequeños depósitos de terrazas aluviales con espesores de 10 a 20 metros.

4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, se localiza en la Región Hidrológica 36, Nazas-Aguanaval, dentro de la cuenca Presa Lázaro Cárdenas; forma parte de las subcuencas Río del Oro, Río San Esteban, Arroyo de Lobos, Arroyo de Matalotes, Río del Oro-Río Zape y el Río Tepehuanes. Una pequeña porción se localiza dentro de la subcuenca Río Florido-San Antonio y Río Colorado.

En el área que comprende el acuífero existe un gran número de corrientes superficiales, tanto arroyos intermitentes y ríos perennes. Las corrientes de mayor importancia son los ríos San Esteban, Tepehuanes y Sextín o El Oro, todos ellos de carácter perenne, los cuales reciben aportación de pequeños arroyos intermitentes que provienen de las sierras que delimitan la región.

El Río San Esteban se encuentra en la porción oeste del acuífero, en la zona centro del Municipio de Guanaceví, se origina cerca del poblado Piedra Agujerada, surgiendo los arroyos Seco, La Malilla y El Ranchito. El Río San Esteban es de carácter perenne, sigue una dirección al suroeste, para pasar entre los poblados La Joya de Casas y El Tecolote, continúa con dirección al este para llegar a la localidad de San Esteban, donde recibe las aportaciones de los arroyos Las Pilas y Todo Falta, sigue con dirección al este para llegar a la localidad La Cruz y recibir las aportaciones del Río Carrizo el cual proviene de la parte sur del acuífero. A partir de esta zona el Río San Esteban se convierte en un afluente más del Río Sextín.

El Río Sextín es el más importante dentro del acuífero ya que sus afluentes se extienden por gran parte de su superficie, tiene su origen al sur de la Sierra del Oso y al noroeste de la Sierra Candela en el Estado de Durango, en las inmediaciones de la comunidad Las Adjuntas, donde comienza a ser perenne, toma dirección hacia el sureste donde se le une el Río Nuevo, a partir de esta zona toma dirección este, a la altura de la localidad José María Morelos, se le une el Arroyo Escobar, a partir de esta zona toma dirección al norte pasando por la comunidad El Zape, donde se le une el Arroyo Biogame, así como también el Arroyo Ciénega del Quelite, continúa aguas abajo donde recibe aguas provenientes del Arroyo Guanaceví, de ahí recorre aproximadamente 24 kilómetros pasando cerca de las localidades San Miguel, El Carrizo y Los Ancones hasta llegar a La Cruz. Durante este trayecto recibe algunos afluentes de carácter perenne como son el Arroyo San Andrés y El Río San Esteban. A partir de este punto cambia su dirección hacia el este, pasa a un costado de la localidad Jesús María, donde recibe el afluente perenne del Arroyo Los Lobos, luego continúa con dirección hacia el este para pasar por las localidades de San José del Tule y San Simón hasta llegar a la localidad de San José Sextín, donde se le une el Arroyo Matalotes proveniente de la parte norte del acuífero, a partir de esta zona cambia su dirección hacia el sureste hasta llegar a la localidad La Granja donde por la margen derecha se le une el Río Alférez. Aguas abajo se le unen los Ríos Nogales y Agostaderos en las inmediaciones de la localidad La Palma, a partir de ahí avanza 30 kilómetros aproximadamente hasta llegar a Santa Lucía donde por su margen izquierda se le une el Arroyo Agua Fría; por último recorre aproximadamente 4 kilómetros para entrar al acuífero colindante San José de Nazareno, clave 1010.

El Río Tepehuanes tiene sus primeros afluentes en la zona sur del acuífero, en las localidades El Taiste y Santa Rosa teniendo como afluentes a los arroyos El Toro, Las Lajas y Las Víboras, pasando por el Capulín de los Ojos Azules, dirigiéndose al sureste para salir del acuífero cerca de Bajíos de las Iglesias, recorriendo una distancia de 30 kilómetros desde el origen de su primer afluente hasta que sale del acuífero.

En la superficie del acuífero existen 544 concesiones de aguas superficiales, con un volumen concesionado de 9.257763 millones de metros cúbicos anuales distribuidos en el sector agrícola, público-urbano, pecuario y múltiples; de estas concesiones 121 son bordos de almacenamiento, 298 corresponden a manantiales y 125 son tomas directas sobre los principales arroyos y el Río Sextín. El 89 por ciento del volumen superficial concesionado es destinado a uso agrícola.

5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

5.1 El acuífero

La información geológica superficial y del subsuelo, permite definir la presencia de un acuífero libre, heterogéneo y anisótropo, en el que el agua subterránea se desplaza principalmente en un medio poroso constituido por materiales clásticos aluviales de granulometría diversa y conglomerados, de permeabilidad media, que constituyen el cauce y llanura de inundación del Río Sextín y otros arroyos tributarios, depositados en fosas tectónicas escalonadas que están limitadas por pilares conformados por las rocas volcánicas de composición ácida, que incluyen ignimbritas, riolitas y tobas, principalmente, y en menor proporción rocas metasedimentarias e intrusivas. El espesor de los depósitos sedimentarios es de algunas centenas de metros en el centro de los valles y disminuye gradualmente hacia los flancos. Esta es la unidad que se explota actualmente para satisfacer las necesidades de agua de la región.

La unidad inferior está constituida por rocas volcánicas ácidas que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento que en superficie funcionan como zonas de recarga. Las fronteras al flujo subterráneo y el basamento geohidrológico del acuífero están representados por las mismas rocas volcánicas, cuando a mayor profundidad desaparece el fracturamiento.

El agua subterránea se desplaza desde las zonas topográficamente más altas que constituyen las zonas de recarga, con una dirección preferencial noroeste-sureste, paralela a la dirección de escurrimiento del Río Sextín, alimentada por los flujos provenientes de los flancos oriental y occidental, en la porción central del acuífero la dirección preferencial es oeste-este. Dichas trayectorias de flujo subterráneo son confirmadas por el incremento en la concentración de los sólidos totales disueltos, que presenta valores inferiores a 750 miligramos por litro. Junto con la familia de agua dominante bicarbonatada-cálcica, reflejan la existencia de sistemas de flujo locales, representados por agua de reciente infiltración que ha circulado principalmente a través de rocas volcánicas.

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 quedades del subsuelo. Para el año 2010, la profundidad al nivel de saturación, medida desde la superficie del terreno, variaba desde algunos metros, a lo largo del cauce del Río Sextín y arroyos tributarios, aumentando gradualmente hacia las estribaciones de las sierras que delimitan el acuífero, hasta los 30 metros.

La cota de elevación del nivel de saturación del agua subterránea, referido al nivel del mar, para el año 2010, varía de 1,940 a 1,550 metros sobre el nivel del mar, mostrando el reflejo de la topografía.

No existe información histórica que permita elaborar la configuración de la evolución del nivel del agua subterránea. Sin embargo, debido a que la configuración del nivel de saturación no muestra alteraciones del flujo natural del agua subterránea que indiquen la presencia de conos de abatimiento, causados por la concentración del bombeo y la extracción es inferior al volumen de recarga que pueda estimarse, se considera que la posición de los niveles del agua subterránea no muestra cambios significativos en el transcurso del tiempo. Por estas razones se considera que no existe cambio de almacenamiento.

De esta manera, es posible identificar la dirección preferencial del flujo subterráneo de noroeste a sureste, alimentada por las aportaciones procedentes de los flancos oriental y occidental.

5.3 Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

De acuerdo con la información del censo de aprovechamientos realizado en el año 2010 por la Comisión Nacional del Agua, se registró la existencia de 70 aprovechamientos de agua subterránea, de los cuales 37 son pozos y 24 norias, y en 9 de ellos no se tuvo acceso.

El volumen de extracción total estimada es de 3.2 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales 1.7 millones de metros cúbicos, que corresponden al 53.1 por ciento, se destinan al uso agrícola, 1.4 millones de metros cúbicos, que corresponden al 43.8 por ciento de la extracción total, se destinan al uso público-urbano y los 0.1 millones de metros cúbicos anuales restantes, que equivalen al 3.1 por ciento, se utilizan para satisfacer las necesidades de uso doméstico.

5.4 Calidad del agua subterránea

De manera general, el agua subterránea es de baja salinidad, se encontraron tres familias de agua, bicarbonatada-cálcica, bicarbonatada-sódica y bicarbonatada-cálcica-magnésica. El tipo de agua que predomina en el acuífero es la bicarbonatada-cálcica, que corresponde a un agua de reciente infiltración que ha circulado principalmente a través de rocas sedimentarias y volcánicas, por lo que las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la "Modificación de 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.

La concentración de sólidos totales disueltos presenta valores que varían de 52 a 750 miligramos por litro, por lo que no sobrepasan el límite máximo permisible de 1,000 miligramos por litro establecido en la referida Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Los aprovechamientos muestran valores promedio de 323 partes por millón, ubicados uniformemente en el área de explotación del acuífero, mientras que los mayores se registran hacia el este. Los valores más bajos se ubican en los aprovechamientos ubicados hacia las partes topográficamente más altas, ubicadas en el extremo noroccidental del acuífero, mientras que los mayores se registran en la porción central y suroriental, reflejando de esta manera la dirección preferencial del flujo subterráneo.

De acuerdo con el criterio de Wilcox, que relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio, el agua extraída de los aprovechamientos se clasifica en agua de baja concentración de sodio y de salinidad baja; agua de salinidad media y contenido bajo de sodio intercambiable, y agua de salinidad alta y bajo contenido de sodio intercambiable, esto indica que las tres clases de agua son apropiadas para su uso en riego. Sólo en el caso de las aguas de la última clasificación pueden requerirse lavados de suelo.

5.5 Balance de Agua Subterránea

El estudio hidrogeológico realizado en el año 2010, permitió a la Comisión Nacional del Agua obtener información hidrogeológica para calcular el balance de aguas subterráneas del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009.

De acuerdo con este balance, la recarga total media anual que recibe el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, es de 35.7 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 30.5 millones de metros cúbicos anuales que entran por flujo subterráneo y 5.2 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical a partir de agua de lluvia.

Las salidas del acuífero ocurren mediante la extracción a través de las captaciones de agua subterránea, de las que se extraen 3.2 millones de metros cúbicos anuales, 14.9 millones de metros cúbicos anuales por evapotranspiración en las zonas donde se presentan niveles freáticos someros, y 17.6 millones de metros cúbicos anuales que salen por flujo subterráneo; como se mencionó en el apartado de los niveles del agua subterránea, se considera que el cambio de almacenamiento es nulo.

6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, 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:

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

La disponibilidad media anual en el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, se determinó considerando una recarga media anual de 35.7 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida nula; y el volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014 de 2.990776 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 32.709224 millones de metros cúbicos anuales.

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA CUENCAS CENTRALES DEL NORTE

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
1009	MATALOTES-EL ORO	35.7	0.0	2.990776	3.2	32.709224	0.0

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 Matalotes-El Oro, clave 1009.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 35.7 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, en la superficie que ocupa el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, se encuentra vigente el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, mediante el cual se prohíbe 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 los volúmenes de extracción autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización emitidos por la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

8. PROBLEMÁTICA

8.1 Escasez natural de agua

El acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, está ubicado en una región con escasez natural, en la que se presenta una escasa precipitación media anual de 585.1 milímetros, y una elevada evaporación potencial media anual de 1,679 milímetros, por lo que la mayor parte del agua precipitada se evapora, lo que implica que el escurrimiento y la infiltración son reducidos.

Adicionalmente, a través del análisis del comportamiento histórico de la precipitación, se determinó que las lluvias han disminuido paulatinamente, debido a que la región ha sido afectada por la sequía regional, a excepción del año 2013 que fue excepcionalmente lluvioso, por lo que la recarga natural del acuífero se verá mermada.

Dichas circunstancias, además del posible incremento de la demanda del recurso hídrico, para cubrir las necesidades básicas de sus habitantes, y seguir impulsando las actividades económicas de la misma, y la limitada disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero, podría generar competencia por el recurso entre los diferentes usos, e implica el riesgo potencial de que en el futuro se generen los efectos negativos de la explotación intensiva del agua subterránea, tanto en el ambiente como para los usuarios del recurso.

8.2 Riesgo de sobreexplotación

En el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, la extracción total a través de norias y pozos es de 3.2 millones de metros cúbicos anuales; mientras que la recarga que recibe el acuífero, está cuantificada en 35.7 millones de metros cúbicos anuales.

La cercanía del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, con acuíferos sobreexplotados del Estado de Durango, representa una gran amenaza, debido a que los usuarios que en los últimos años han adoptado nuevas tecnologías de producción agrícola, cuya rápida expansión ha favorecido la construcción de un gran número de pozos en muy corto tiempo, con una gran capacidad de extracción, propiciando la sobreexplotación de los acuíferos, podrían invadir el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, con lo que la demanda de agua subterránea se incrementaría notoriamente, la disponibilidad del acuífero se vería comprometida y el acuífero correría el riesgo de sobreexplotarse en el corto plazo.

El acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, tiene una disponibilidad media anual de agua subterránea limitada, para impulsar el desarrollo de las actividades productivas. En caso de que en el futuro el crecimiento de la población y el desarrollo de las actividades productivas de la región demanden mayores volúmenes de agua que la recarga que recibe el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar sobreexplotación, impidiendo el impulso de las actividades productivas y poniendo en riesgo el abastecimiento de agua para los habitantes de la región que dependen de este recurso.

Actualmente, aun con la existencia del instrumento referido en el Considerando Noveno del presente, en el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, existe el riesgo de que el incremento de la demanda de agua subterránea genere los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como la profundización de los niveles de extracción, la inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición de los manantiales, así como deterioro de la calidad del agua subterránea, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación, proteger al acuífero de un desequilibrio hídrico y del deterioro de su calidad, que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

9. CONCLUSIONES

- En el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, existe disponibilidad media anual de agua subterránea 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 Matalotes-El Oro, clave 1009, se encuentra sujeto a las disposiciones del “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013. Dicho instrumento ha permitido prevenir los efectos de la explotación intensiva, sin embargo persiste el riesgo de que la demanda supere la capacidad de renovación del acuífero con el consecuente abatimiento del nivel de saturación, el incremento de los costos de bombeo y el deterioro de la calidad del agua subterránea, en detrimento del ambiente y de los usuarios de la misma.
- El Acuerdo General de suspensión de libre alumbramiento, establece que estará vigente 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 Matalotes-El Oro, clave 1009.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, 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, mejoramiento, conservación del recurso hídrico y restauración de acuíferos; a la atención prioritaria de la problemática hídrica en zonas de escasez natural; al control de la extracción, explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo; la sustentabilidad ambiental y la 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 la extensión territorial del acuífero, 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 concesionarios y asignatarios del acuífero.

10. RECOMENDACIONES

- Decretar el ordenamiento precedente para el control de la extracción, explotación, uso o aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la superficie del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, y que en dicho acuífero, quede sin efectos el “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 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 al efecto 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, mapas 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 Matalotes-El Oro, clave 1009, Estado de Durango, 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 número 2416, Colonia Copilco El Bajo, Delegación Coyoacán, Código Postal 04340, en la Ciudad de México, Distrito Federal, y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte, en Calzada Manuel Ávila Camacho número 2777 Oriente, Colonia Magdalena, ciudad de Torreón, Coahuila, Código Postal 27010. Dirección Local Durango, en Palacio Federal, Planta Baja, kilómetro 6 Carretera Durango-Torreón, Ciudad Industrial, Ciudad de Durango, Código Postal 34208.

México, Distrito Federal, a los 21 días del mes de octubre de dos mil quince.- El Director General, **Roberto Ramírez de la Parra**.- Rúbrica.

ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del Acuífero Mariscala, clave 2023, en el Estado de Oaxaca, Región Hidrológico-Administrativa Balsas.

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 Mariscala, clave 2023, en el Estado de Oaxaca;

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 establecieron los límites del acuífero Mariscala, clave 2023, en el Estado de Oaxaca;

Que el 14 de diciembre de 2011, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 142 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican”, en el que se dio a conocer la disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Mariscala, clave 2023, en el Estado de Oaxaca, con un valor de 4.062000 millones de metros cúbicos anuales;

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 Mariscala, clave 2023, en el Estado de Oaxaca, obteniéndose un valor de 3.840668 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 Mariscala, clave 2023, en el Estado de Oaxaca, obteniéndose un valor de 3.858668 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 para el acuífero Mariscala, clave 2023, en el Estado de Oaxaca, 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 el 5 de abril de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican”, a través del cual en el acuífero Mariscala, clave 2023, en el Estado de Oaxaca, se prohíbe 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 los volúmenes de extracción autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización emitidos por la Comisión Nacional del Agua;

Que con el Acuerdo referido en el Considerando anterior, se ha evitado el aumento de la extracción de agua subterránea sin control por parte de la Autoridad del Agua, y se han prevenido los efectos adversos de la explotación intensiva, tales como el abatimiento del agua subterránea, con el consecuente aumento de los costos de extracción e inutilización de pozos, disminución e inclusión desaparición del caudal base y manantiales, así como el deterioro de la calidad del agua, que hubieran generado una situación de peligro en el abastecimiento de los habitantes de la zona e impacto en las actividades productivas que dependen de este recurso;

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 Mariscala, clave 2023, en el Estado de Oaxaca, 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 permita llevar a cabo su administración y uso sustentable;

Que para la realización de dichos estudios técnicos se promovió la participación de los usuarios organizados a través del Comité de Cuenca del Río Mixteco, órgano auxiliar del Consejo de Cuenca Balsas, a quienes se les presentó el resultado de los mismos en la reunión realizada el 17 de abril de 2015, en Huajuapán de León, en el Estado de Oaxaca, 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 MARISCALA, CLAVE 2023, EN EL ESTADO DE OAXACA, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA BALSAS

ARTÍCULO ÚNICO.- Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Mariscala, clave 2023, ubicado en el Estado de Oaxaca, en los siguientes términos:

ESTUDIO TÉCNICO

1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL

El acuífero Mariscala, clave 2023, se localiza en la porción noroeste del Estado de Oaxaca, comprende una superficie de 2,059 kilómetros cuadrados y abarca totalmente los municipios de Silacayoápam, Santiago del Río, San Lorenzo Victoria, San Jorge Nuchita, Guadalupe de Ramírez, Mariscala de Juárez, San Nicolás Hidalgo, Santa Cruz Tacache de Mina, Santos Reyes Yucuna, San Martín Zacatepec, Fresnillo de Trujano, San Miguel Amatitlán, San Simón Zahuatlán, Santiago Ayuquihilla, San José Ayuquila; y parcialmente a los Municipios de San Sebastián Tecomaxtlahuaca, San Martín Peras, San Francisco Tlapancingo, Santa Cruz de Bravo, Santiago Yucuyachi, Santiago Tamazola, San Juan Ihualtepec, San Juan Cieneguilla, Santiago Miltepec, Zapotitlán Palmas, Heroica Ciudad de Huajuapán de León, San Jerónimo Silacayoapilla, San Marcos Arteaga, Tezoatlán de Segura y Luna, Santo Domingo Tonal, San Agustín Atenango, Ixpantepec Nieves, San Miguel Tlacotepec; todos ellos del Estado de Oaxaca, administrativamente, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Balsas.

Los límites del acuífero Mariscala, clave 2023, en el Estado de Oaxaca, 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 MARISCALA, CLAVE 2023

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	97	50	3.9	17	50	55.8	
2	97	53	4.2	17	49	35.8	
3	97	52	39.8	17	46	41.4	
4	97	55	18.9	17	44	44.3	
5	97	55	58.6	17	42	51.2	
6	97	55	5.5	17	40	47.7	
7	97	55	42.3	17	37	15.1	
8	97	57	6.0	17	36	56.3	
9	97	58	2.6	17	35	16.4	
10	97	59	48.5	17	29	3.6	
11	98	2	43.8	17	27	13.4	
12	98	4	13.7	17	23	56.0	
13	98	10	0.3	17	18	0.7	
14	98	11	28.6	17	18	13.3	
15	98	12	37.7	17	29	31.2	
16	98	11	18.5	17	33	16.6	
17	98	14	17.2	17	36	25.4	
18	98	13	40.6	17	41	38.0	
19	98	16	21.0	17	43	33.8	
20	98	15	48.5	17	47	25.2	
21	98	14	43.6	17	48	30.2	
22	98	14	40.1	17	52	35.5	DEL 22 AL 23 POR EL LÍMITE ESTATAL
23	97	44	59.4	18	0	17.8	
24	97	43	53.8	17	57	58.4	
25	97	47	51.1	17	54	13.0	
1	97	50	3.9	17	50	55.8	

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

De acuerdo con los resultados de los censos y conteos de población y vivienda, realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el año 2005 la población que habitaba dentro de los límites del acuífero Mariscala, clave 2023, era de 52,578 habitantes y para el año 2010 alcanzó los 59,113 habitantes, distribuida en una localidad urbana, Santo Domingo Tonalá, con 2,704 habitantes y en 189 localidades rurales que en conjunto suman 56,409 habitantes.

La población está concentrada en 32 municipios entre los que destacan: Santo Domingo Tonalá, Santa Cruz Tacache de Mina, Silacayoápam, Mariscala de Juárez, Santiago Tamazola, San Jorge Nuchita, San Sebastián del Monte, Santiago Ayuquillilla, San Lorenzo Vista Hermosa, San Simón Zahuatlán, San Agustín Atenango, Yetla de Juárez, Zapotitlán Palmas, Santiago Chilixtlahuaca, con más de 1,000 habitantes.

La tasa de crecimiento poblacional del año 2005 al 2010 es de 2.48 por ciento, superior a la tasa de crecimiento estatal de 1.0 por ciento anual, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía al año 2010.

Los municipios emplazados completamente en la superficie del acuífero forman parte de la región económica-política y cultural denominada "La Mixteca", que ocupa los estados de Puebla, Guerrero y Oaxaca.

En la actividad agrícola predominan las tierras de temporal, sin tecnificación, se siembran granos básicos para consumo humano de subsistencia con niveles muy bajos de rendimiento. Destaca el cultivo de maíz, frijol, trigo, calabaza, tomate, chile verde. Gran parte de la población emigra a otras entidades federativas del país y a los Estados Unidos de Norteamérica, abandonando sus tierras.

La ganadería es extensiva y se practica de manera familiar, la actividad relacionada con el ganado vacuno está paralizada. Destaca la práctica de la porcicultura y la avicultura con aves domésticas como gallinas, gallos, pollos y guajolotes, que contribuyen a la alimentación de la población rural.

En los municipios pertenecientes a la Región Mixteca, emplazados dentro de la superficie del acuífero, se encuentran yacimientos de oro, plata, plomo, cobre y zinc. Por otro lado, en el Distrito Minero "Silacayoapan" existen yacimientos de hierro, magnesio, plomo, zinc, oro y plata. Respecto a los minerales no metálicos, en el Municipio Santo Domingo Tonalá, está ubicada la Mina Santo Domingo Tonalá, con el concesionario Yeso Supremo, Sociedad Anónima de Capital Variable, con una producción de 5,000 toneladas al mes.

3. MARCO FÍSICO

3.1. Climatología

En la superficie del acuífero Mariscala, clave 2023, predomina el clima semicálido subhúmedo, pero también se presenta el cálido subhúmedo.

De los datos registrados en las estaciones climatológicas emplazadas en la superficie del acuífero, cuyo registro comprende un periodo de 1980 al 2000, se determinó una precipitación media anual de 842 milímetros, con temperaturas mínimas de 4 a 5 grados centígrados y temperaturas máximas no mayores a 32 grados centígrados y una temperatura media anual de 25.2 grados centígrados, así como una evaporación potencial de 1,822.2 milímetros anuales.

3.2 Fisiografía y geomorfología

El acuífero Mariscala, clave 2023, está emplazado en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, particularmente en la Subprovincia Cordillera Costera del Sur. Esta provincia es una de las más complejas y a la vez menos conocidas del país, tiene una litología de rocas intrusivas cristalinas, principalmente de composición granítica y rocas metamórficas; está caracterizada por una morfología de sierras abruptas, barrancas profundas y valles intermontanos que definen pendientes moderadas.

Las elevaciones máximas de poco más de 3,000 metros sobre el nivel del mar no definen orientación y se establecen en las rocas ígneas. Los afloramientos calcáreos alcanzan altitudes de unos 2,500 metros sobre el nivel del mar y se orientan sensiblemente en dirección sur-norte y los conglomerados conforman lomeríos que se elevan unos 150 metros arriba de las hondonadas y barrancas que los disectan; los drenajes de tipo radial divergente y dentrítico en estas rocas son condicionados por sistemas de fracturas y fallas.

3.3. Geología

El acuífero Mariscala, clave 2023, se ubica en la Sierra Madre del Sur, donde afloran rocas metamórficas, sedimentarias continentales, de litoral y marinas de plataforma, así como ígneas extrusivas e intrusivas, con edades que van del Precámbrico al Cuaternario.

Las rocas más antiguas, que son el basamento de la región, pertenecen al Complejo Acatlán, el cual aflora en la región y que conforma al Terreno Mixteco, compuesto por rocas sedimentarias, volcánicas, migmatitas y granitoides, con distintos grados de metamorfismo, con edades que van del Precámbrico al Paleozoico.

Sobreyace al Complejo Acatlán, el Sistema Carbonífero-Pérmico, representado por la Formación Olinalá, constituida por una secuencia detrítica conformada por conglomerados, limolitas y areniscas dispuestas en estratos delgados y laminares, intercaladas con calizas, con espesores de hasta 500 metros, depositadas en ambientes marinos poco profundos.

Durante el Triásico y el Jurásico Inferior, se depositaron rocas volcánicas y sedimentos clásticos en un ambiente continental, sin contenido faunístico, cuyo espesor es de hasta 400 metros, representado por la ignimbrita Las Lluvias y el Conglomerado Cualác, así como la secuencia detrítico-calcárea del Grupo Tecocoyunca. A estas rocas, les sobreyace un conjunto de depósitos marinos y de litoral con flora y fauna del Jurásico Medio, asociados a depósitos volcánicos dacíticos.

El Cretácico presenta una historia de cambios de facies abruptos en la sedimentación y caracteres de formación compleja, al observarse dos unidades litoestratigráficas de rocas calizas de plataforma y cuenca. Representados por la secuencia detrítica del Grupo Tlaxiaco, conformado por conglomerados policimáticos, areniscas y lutitas; así como la presencia de los yesos de la Formación Tlattepeji, las calizas de la Formación Teposcolula y los depósitos clásticos con aporte de origen volcánico de la Formación Huajuapán; con presencia de flora y fauna del Jurásico Superior-Cretácico, que en conjunto tienen un espesor de más de 3,000 metros.

El Cenozoico está formado por depósitos continentales, tanto sedimentarios como volcánicos y vulcanoclásticas, así como por plutones de granito, gabro y pórfidos. Las rocas volcánicas y vulcanoclásticas, están representados por tobas areno-limosas aglomeradas con andesitas.

En la actualidad, los depósitos fluviales del sistema Cuaternario, observados principalmente a lo largo de los cauces de los ríos perennes del área, están constituidos por conglomerados sin consolidar poco redondeados, constituidos por fragmentos de cuarzo, rocas volcánicas, tobas y rocas intrusivas en matriz arcillo-arenosa; así como de suelos aluviales conformados de material arenoso sin consolidar, constituidos por pequeños cristales de yeso, anhidrita y arcillas.

4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El acuífero Mariscala, clave 2023, está ubicado dentro de la Región Hidrológica Número 18 Balsas, en la cuenca del Alto Balsas, se divide en las subcuencas Río Mixteco, donde está emplazada casi la totalidad de la superficie del acuífero, y Río Coycoyan y Río Acatlán.

En estas subcuencas, se distinguen diez corrientes principales que aportan el mayor volumen de los escurrimientos totales entre las que se encuentra el Río Mixteco que tiene sus orígenes en la vertiente occidental de la Sierra de Oaxaca, en la Mixteca, 25 kilómetros al sur-suroeste del poblado de Santa María La Asunción Tlaxiaco, donde se forma con las aportaciones de los Ríos Tlaxiaco y Mixtepec, y más adelante con las del Río Salado, considerado en esta parte como el colector general.

Por su parte el Río Atoyac, se forma por varios escurrimientos que provienen de la vertiente sur de la Faja Volcánica Transmexicana y que descienden del Volcán Iztaccíhuatl, entre los Estados de México y Puebla; recibe en su margen izquierda a las aguas del Río Mixteco y la confluencia de ambos crean el Río Balsas. A partir de esta unión, el Río Balsas recibe a lo largo de su recorrido los nombres de Río Poblano, Río Grande, Río Mezcala y Río Balsas.

Aguas abajo de la confluencia del Río Atoyac y el Río Mixteco, el Río Balsas recibe en su margen derecha las aguas del Río Nexapa, otro de los formadores primarios del Río Balsas, que nace de los escurrimientos que descienden del Volcán Popocatepetl. Nueve kilómetros antes de su confluencia con el Río Balsas, sobre

su margen izquierda, recibe las aguas del Río Tlapaneco, uno de los de mayor caudal del Alto Balsas. El Río Tlapaneco se origina en la unión de las corrientes: El Salado y el Río Atencochayota desde los Estados de Oaxaca y Guerrero.

Respecto a los cuerpos de almacenamiento, hacia la parte central de la superficie del acuífero, cerca de la localidad de San Martín Zacatepec, está en funcionamiento la Presa Plan de Vergel Carrizal.

5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

5.1. El Acuífero

El acuífero Mariscal, clave 2023, es de tipo libre, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada, en donde el agua subterránea se desplaza entre los poros, principalmente en los subálveos del Río Mixteco, entre otros, que cruzan los valles y hondonadas, donde se alojan la mayoría de las captaciones con niveles piezométricos someros.

La porción inferior del acuífero se aloja en una secuencia de rocas carbonatadas, donde el agua subterránea se desplaza a través de fracturas y conductos de disolución, ya que estas rocas presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y disolución, así como condiciones de semiconfinamiento, debido a su alternancia con lutitas y limolitas, donde también se advierte la presencia de aprovechamientos con niveles de saturación más profundos, así como de manantiales.

El basamento geohidrológico del acuífero está representado por las mismas rocas sedimentarias fracturadas al desaparecer el fracturamiento y por secuencias de depósitos de lutitas y limolitas. A mayor profundidad el basamento geohidrológico regional está constituido por la secuencia de rocas metamórficas del Complejo Acatlán.

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 quedades del subsuelo. La profundidad al nivel de saturación, medida desde la superficie del terreno para el año 2003, variaba de 0.80 a 4.64 metros, en las norias ubicadas en el subálveo del Río Arenas de Oro; mientras que en el subálveo del Río Mixteco las profundidades del agua en las norias varían entre 0.25 y 4.0 metros, y las profundidades en las norias emplazadas en los tributarios del extremo norte son menores a 2.0 metros.

Las cotas de elevación del nivel de saturación del agua subterránea definen valores de 1,675 y 1,575 metros sobre el nivel del mar, en las norias ubicadas en el subálveo del Río Arenas de Oro; este río se localiza en una de las zonas altas del acuífero y es afluente del Río Mixteco por su margen izquierda.

Las norias emplazadas en el subálveo del Río Arenas de Oro, definen curvas cuyos valores oscilan de 1,200 a 1,100 metros sobre el nivel del mar y en el extremo noreste del acuífero se tienen valores de 1,150 a 1,530 metros sobre el nivel del mar.

La extracción ocurre en el subálveo de las corrientes superficiales y no tienen continuidad hidrogeológica a lo largo de ellas, puesto que descargan al subálveo al entrar en barrancas labradas en rocas impermeables, donde no existen subálveos. La dirección predominante del flujo subterráneo es de suroeste a noreste.

5.3. Extracción del Agua Subterránea y su distribución por usos

De acuerdo con la información disponible en la Comisión Nacional del Agua, en el acuífero Mariscal, clave 2023, existen 20 captaciones de agua subterránea, de las cuales 19 son norias y 1 pozo. El volumen total extraído es de 0.6 millones de metros cúbicos anuales.

5.4. Calidad del Agua Subterránea

El agua subterránea del acuífero Mariscal, clave 2023, presenta reducida concentración de sólidos totales disueltos, lo cual indica que corresponde a agua de reciente infiltración. Las concentraciones de sólidos totales disueltos, son menores de 700 miligramos por litro. El potencial hidrógeno varía de 7 a 8, propia de aguas de naturaleza básica en ambientes alcalinos.

En general el agua subterránea en cuanto a su salinidad total y a las concentraciones de los principales elementos, no rebasa los límites establecidos 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.

5.5. Modelo conceptual del acuífero

El acuífero está constituido por sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada, en la que el agua subterránea se desplaza a través del subálveo del río, donde se encuentran la mayoría de las captaciones de agua subterránea y los niveles piezométricos son someros.

El acuífero Mariscalá, clave 2023, se recarga a partir de la infiltración de agua de lluvia sobre el lecho del río y de la que escurre hacia él. La dirección del flujo subterráneo sigue la misma dirección de los escurrimientos superficiales, es decir del noreste hacia el suroeste, desde la zona de recarga aguas arriba del río, hasta descargar a las corrientes aguas abajo del acuífero. El esquema de flujo subterráneo no presenta conos de abatimiento por la extracción de los aprovechamientos existentes.

La principal salida del acuífero Mariscalá, clave 2023, ocurre a través de la descarga natural como salidas subterráneas, evapotranspiración, manantiales y descarga por flujo base de los ríos. Adicionalmente, otra salida del acuífero está representada por la extracción a través del bombeo de las captaciones de agua subterránea para los distintos usos.

5.6 Balance de Agua Subterránea

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas del acuífero Mariscalá, clave 2023, la recarga total media anual que recibe el acuífero es de 4.7 millones de metros cúbicos anuales, que entran por flujo subterráneo y como recarga vertical a partir de la infiltración del agua de lluvia sobre el lecho del río y de la que escurre hacia él.

Las salidas del acuífero, ocurren principalmente como descargas naturales de 4.1 millones de metros cúbicos anuales por evapotranspiración, flujo base al río, salida subterránea; así como mediante la extracción a través de las captaciones de agua subterránea, de las que se extrae un volumen de 0.6 millones de metros cúbicos anuales. El cambio de almacenamiento se considera nulo.

6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Mariscalá, clave 2023, 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:

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

La disponibilidad media anual de las aguas subterráneas en el acuífero Mariscalá, clave 2023, se calculó considerando una recarga media anual de 4.7 millones de metros cúbicos anuales, una descarga natural comprometida nula y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014 de 0.841332 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 3.858668 millones de metros cúbicos anuales.

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA BALSAS

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
2023	MARISCALA	4.7	0.0	0.841332	0.6	3.858668	0.0

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 Mariscalá, clave 2023.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 4.7 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde a la 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 Mariscala, clave 2023, en el Estado de Oaxaca, se encuentra sujeto a las disposiciones del “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, mediante el cual se prohíbe 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 los volúmenes de extracción autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización emitidos por la Comisión Nacional del Agua.

Adicionalmente, en el acuífero Mariscala, clave 2023, está vigente el “DECRETO por el que se declara área natural protegida, con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, la zona conocida como Boquerón de Tonalá, localizada en el Municipio de Santo Domingo Tonalá, en el Estado de Oaxaca”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de septiembre de 2008.

8. PROBLEMÁTICA

8.1. Escasez natural de agua

El acuífero Mariscala, clave 2023, está ubicado en una región en la que se presenta una precipitación media anual de 842 milímetros, mientras que la evaporación potencial media anual es de 1,822.2 milímetros, por lo que la mayor parte del agua precipitada se evapora, lo que implica que el escurrimiento y la infiltración son reducidos.

Dicha circunstancia, además de la creciente demanda del recurso hídrico en la región, para cubrir las necesidades básicas de sus habitantes y seguir impulsando las actividades económicas de la misma, y la limitada disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Mariscala, clave 2023, podría generar competencia por el recurso entre los diferentes usos, e implica el riesgo de que se generen los efectos negativos de la explotación intensiva del agua subterránea, tanto en el ambiente como para los usuarios del recurso, por lo que es de interés público controlar la extracción, explotación, uso y aprovechamiento del agua subterránea.

8.2. Riesgo de Sobreexplotación

En el acuífero Mariscala, clave 2023, la extracción total a través de norias y pozos es de 0.6 millones de metros cúbicos anuales; mientras que la recarga que recibe el acuífero está cuantificada en 4.7 millones de metros cúbicos anuales. En caso de que en el futuro el crecimiento de la población y el desarrollo de las actividades productivas de la región demanden un volumen mayor de agua subterránea al que recibe como recarga media anual, existe el riesgo potencial de sobreexplotar el acuífero.

El acuífero Mariscala, clave 2023, tiene una disponibilidad media anual de agua subterránea limitada para impulsar el desarrollo de las actividades productivas. La extracción intensiva de agua subterránea para satisfacer el incremento de la demanda podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar sobreexplotación, impidiendo el impulso de las actividades productivas y poniendo en riesgo el abastecimiento de agua para los habitantes de la región que dependen de este recurso.

Actualmente, aún con la existencia del instrumento referido en el Considerando Noveno del presente, en el acuífero Mariscala, clave 2023, existe el riesgo de que el incremento de la demanda de agua de agua subterránea genere los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como la profundización de los niveles de agua subterránea, el incremento de costos de bombeo, la inutilización de pozos, la disminución e incluso desaparición de los manantiales y del flujo base hacia los ríos, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación, proteger el acuífero de un desequilibrio hídrico y del deterioro de su calidad que puede llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

9. CONCLUSIONES

- En el acuífero Mariscala, clave 2023, existe disponibilidad media anual de agua subterránea 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 Mariscala, clave 2023, se encuentra sujeto a las disposiciones del “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013. Dicho instrumento ha permitido prevenir los efectos de la explotación intensiva, sin embargo persiste el riesgo de que la extracción supere la capacidad de renovación del acuífero, provocando los efectos adversos de la sobreexplotación, tales como el abatimiento del nivel de saturación, el incremento de los costos de bombeo, la disminución o desaparición de los manantiales y del caudal base que descarga hacia los ríos, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, en detrimento del ambiente y de los usuarios del agua subterránea.
- El Acuerdo General de suspensión del libre alumbramiento, establece que estará vigente, 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 Mariscala, clave 2023.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Mariscala, clave 2023, 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, mejoramiento, conservación y restauración de acuíferos, a la atención prioritaria de la problemática hídrica en acuíferos con escasez del recurso, al control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, así como a la sustentabilidad ambiental y la prevención de la sobreexplotación del acuífero, que abarque la totalidad del acuífero, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.
- El ordenamiento procedente aportará las bases para obtener un registro confiable y conforme a derecho, de usuarios y extracciones; y con ello un registro de todos los asignatarios y concesionarios del acuífero.

10. RECOMENDACIONES

- Decretar el ordenamiento procedente para el control de la extracción, explotación, uso o aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Mariscala, clave 2023, y que en dicho acuífero, quede sin efectos el “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 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

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- Los estudios técnicos que contienen la información detallada, mapas 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 Mariscala, clave 2023, en el Estado de Oaxaca, 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 número 2416, Colonia Copilco El Bajo, Código Postal 04340, en la Ciudad de México, Distrito Federal; y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en la dirección que se indica a continuación: Organismo de Cuenca Balsas, en Avenida Universidad Número 5, Colonia Santa María Ahuacatlán, Ciudad de Cuernavaca, Estado de Morelos, Código Postal 62260.

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

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 extremo, 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 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.
- "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, clave 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.