PODER EJECUTIVO
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Chacahua, clave 2019, en el Estado de Oaxaca, Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Sur.

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 Chacahua, clave 2019, 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 Chacahua, clave 2019, 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 Chacahua, clave 2019, en el Estado de Oaxaca, con un valor de 13.308675 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de marzo de 2011;

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 Chacahua, clave 2019, en el Estado de Oaxaca, obteniéndose un valor de 13.290675 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 Chacahua, clave 2019, en el Estado de Oaxaca, obteniéndose un valor de 13.215675 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 Chacahua, clave 2019, 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 Chacahua, clave 2019, 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 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 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 Chacahua, clave 2019, 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 a través del Consejo de Cuenca de la Costa de Oaxaca, a quienes se les presentó el resultado de los mismos en la séptima sesión ordinaria de su Comisión de Operación y Vigilancia, realizada el 21 de julio de 2015, en la Ciudad de Oaxaca, 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 LAS AGUAS NACIONALES SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO CHACAHUA, CLAVE 2019, EN EL ESTADO DE OAXACA, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA PACÍFICO SUR

ARTÍCULO ÚNICO. Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Chacahua, clave 2019, ubicado en el Estado de Oaxaca, en los siguientes términos:

ESTUDIO TÉCNICO

1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL

El acuífero Chacahua, clave 2019, es un acuífero costero y se localiza en la porción suroeste del Estado de Oaxaca, comprende una superficie de 1,128.84 kilómetros cuadrados y abarca parcialmente los municipios de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, Santiago Jamiltepec, San Miguel Panixtlahuaca, Santa Catarina Juquila, Santiago Yaitepec y Santos Reyes Nopala; todos ellos del Estado de Oaxaca. Administrativamente, el acuífero corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Sur.

Los límites del acuífero Chacahua, clave 2019, 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 CHACAHUA, CLAVE 2019

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	97	15	13.5	16	12	32.5	
2	97	13	33.0	16	10	4.1	
3	97	15	0.6	16	6	22.5	
4	97	19	58.7	16	3	47.8	
5	97	20	50.1	16	1	20.2	
6	97	17	36.6	15	56	15.1	DEL 6 AL 7 POR LA LINEA DE BAJAMAR A LO LARGO DE LA COSTA

7	97	47	49.9	15	59	29.2	
8	97	38	30.8	16	5	15.9	
9	97	37	13.6	16	9	47.0	
10	97	26	53.4	16	12	27.0	
1	97	15	13.5	16	12	32.5	

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

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la población que habitaba dentro de los límites del acuífero Chacahua, clave 2019, en el año 2005, era de 33,499 habitantes y para el año 2010, alcanzó los 35,893 habitantes, distribuida en una localidad urbana, Río Grande o Piedra Parada con 12,943 habitantes, además de 133 localidades rurales que en conjunto albergaban a 22,950 habitantes.

La tasa de crecimiento poblacional en el territorio que abarca el acuífero, evaluada del año 2005 al 2010, es de 1.42 por ciento anual, que es superior a la tasa de crecimiento estatal de 1.0 por ciento anual, de acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía al año 2010.

El Municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo comprende a las localidades importantes de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, La Luz y Río Grande o Piedra Parada. En general el acuífero describe una densidad de población baja.

La principal actividad económica en la superficie del acuífero es la agricultura, ya que aporta el 68.73 por ciento del total del Producto Interno Bruto estatal.

Las actividades primarias son la agricultura y la ganadería. La primera se centra en la producción de pastos con un 42 por ciento de superficie de temporal dedicada a dicho cultivo, seguida del maíz, plátano, papaya y limón, cultivándose estos 3 últimos en terrenos de riego. La papaya genera el 49.42 por ciento del total de aporte agrícola en el acuífero. El 12.7 por ciento de la superficie cultivable se destina al riego, pero aporta el 74.21 por ciento del valor de producción. La mayoría del aporte económico en dicha actividad viene del municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo. En la ganadería, el principal producto es el ganado bovino con un aporte del 85.63 por ciento del total del rubro, y concentrándose la actividad en los municipios de Santa Catarina Juquila y Santos Reyes Nopala.

Las actividades secundarias se concentran en la manufactura, en particular en la elaboración de pan y tortillas (15.33 por ciento) y empaquetado de cárnicos y alimentos procesados, así como en la generación y transporte de energía, agua y gas.

Las actividades terciarias se concentran en el comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabacos, que generó 44.596 millones de pesos en el año 2009 y que representó el 20 por ciento del sector, seguido por la industria restaurantera con el 18 por ciento del sector, mientras que la actividad menos productiva fue el comercio al por mayor con una producción del 0.03 por ciento.

Las industrias principales que sobresalen en el área del acuífero son el cultivo de papaya, limón y pastos, empaquetado y procesado de alimentos, así como el comercio al menudeo, y transportes, del más al menos productivo respectivamente.

3. MARCO FÍSICO

3.1. Climatología

En la superficie del acuífero Chacahua, clave 2019, el clima en la zona de costa y parte central del acuífero es cálido-subhúmedo, mientras que hacia la zona montañosa, hacia el norte, el clima se torna cálido-húmedo.

Del análisis de la información de las estaciones climatológicas C.A.E Río Grande (20223), y Río Grande (20098), cuyo registro comprende un periodo de 1951 a 2010, se determinó una precipitación media anual de 1,385 milímetros, una temperatura media anual de 22.9 grados centígrados y una evaporación media anual potencial de 1,030 milímetros.

3.2. Fisiografía y geomorfología

El acuífero Chacahua, clave 2019, está emplazado en la Provincia Fisiográfica denominada Sierra Madre del Sur, caracterizada por ser montañosa, y en particular, donde se emplaza el acuífero, presenta barrancas y hondonadas más amplias, así como lomeríos con pendiente moderada y cimas que alcanzan altitudes superiores a los 3,800 metros sobre el nivel del mar, así como drenajes dendríticos de baja densidad y cauces estrechos.

En el área donde se emplaza el acuífero se manifiestan particularmente, la Subprovincia Cordillera Costera del Sur y la Subprovincia Costas del Sur.

La Cordillera Costera del Sur se caracteriza por la presencia de montañas conformadas por rocas cretácicas y paleozoicas, que forman topografía abrupta y escarpada. El sistema de drenaje desarrollado sobre las rocas de la zona montañosa se enmarca en el de tipo rectangular, similar al patrón de fracturamiento regional que las afecta. Esta Sierra tiene sus principios en el Istmo de Tehuantepec, adentrándose en los estados de Guerrero y Michoacán con una dirección paralela a la costa del Océano Pacífico; existe una corta extensión que puede llamarse Costas del Sur, la cual tiene una campana formada por rocas ígneas y metamórficas como granitos, dioritas, tobas, esquistos y gneises.

El acuífero está emplazado hacia la parte noreste, en valles intermontanos de sedimentos aluviales conformados por acarreos, derivados principalmente de las rocas ígneas y metamórficas, cuyos constituyentes al ser erosionados y luego arrastrados por las corrientes se han ido acumulando en las partes bajas, hacia la zona de costa, en las partes suroeste, centro-sur y sureste. Estos depósitos de acarreos están constituidos por gravas, conglomerados, arenas y limos. El granito que aflora en el área es considerado como un intrusivo de la edad paleozoica.

El paisaje geológico de la región es el de un valle en la parte sur y el de sierras escarpadas en la parte norte, correspondiendo para el primero una etapa geomorfológica de madurez y para el segundo una etapa de juventud tardía. Actualmente los valles están siendo labrados por corrientes de régimen permanente que descienden de las sierras y desembocan en la línea costera del Océano Pacífico, rellenando las lagunas marginales y los esteros.

3.3. Geología

En la superficie del acuífero Chacahua, clave 2019, afloran rocas metamórficas antiguas como gneises, esquistos paleozoicos, rocas cretácicas, calizas y lutitas metamorfoseadas, así como intrusivos graníticos y granodioritas emplazadas en las zonas serranas, cuya edad varía del Paleozoico al Reciente.

Al ser una zona costera asociada a la desembocadura de varios ríos; hay una alta presencia de arcillas, así como depósitos aluviales, de litoral y lacustres hacia las zonas de planicie, así como terrazas de poco espesor, compuestas por clastos de las rocas preexistentes.

La región que comprende el acuífero Chacahua, clave 2019, al igual que toda la porción sur de México, tiene un alto grado de complejidad tectónica y estructural, debido a la presencia de los complejos metamórficos Oaxaca y Acatlán, los cuales se encuentran yuxtapuestos por fallas de desplazamiento lateral. Estos complejos metamórficos desarrollaron cubiertas sedimentarias diferentes.

La delimitación del Terreno Oaxaca a través de zonas de cizalla con los terrenos Mixteco y Maya, define zonas de debilidad que sufrieron reactivaciones en diferentes tiempos geológicos, actuando como fallas de desplazamiento lateral o bien como fallas normales, de las cuales esta última se considera que contribuyó en la configuración de la denominada Cañada Oaxaqueña.

El acuífero Chacahua, clave 2019, se ubica dentro del Conjunto Tectonoestratigráfico Oaxaca, conformado por un basamento metamórfico y una cubierta sedimentaria. El basamento está constituido fundamentalmente por paragneises, y en menor cantidad por ortogneises cuarzo feldespáticos, anortositas, pegmatitas y milonitas. La edad asignada para el complejo metamórfico es del Precámbrico, con edades absolutas que varían entre 900 a 1,100 millones años.

Las rocas del Paleozoico, con edades de hasta 375 millones de años, son de origen metamórfico e ígneas intrusivas que cubren la mayor parte del área.

Durante el Triásico-Jurásico se sitúan al norte y noreste rocas sedimentarias. Los principales afloramientos del Periodo Jurásico están localizados al occidente. Los depósitos del Cuaternario, se ubican al sureste paralelamente con la línea de costa. Estos materiales manifiestan granulometría variable en sus diversos materiales; ya que son producto de la erosión, transporte y acumulación de las rocas preexistentes; cuyos materiales resultantes varían desde arcillas, limos y arenas, hasta gravas y cantos y bloques, mismos que ocurren en toda la superficie del valle, con espesores máximos de 10 metros con permeabilidades medias a altas, que favorecen la infiltración de agua de lluvia y de riego.

El acuífero está emplazado en los terrenos tectonoestratigráficos Oaxaca y Xolapa. El primero está constituido por el basamento más antiguo del sur de México, denominado Complejo Oaxaqueño y está representado por una variedad de rocas metamórficas como paragneises, ortogneises, anortosita, cuerpos dioríticos y gabroicos, así como cuerpos calcosilicatados y pegmatíticos.

Estructuralmente el Complejo Oaxaqueño ha sufrido una intensa y continua deformación que impide reconocer las características originales de las rocas, caracterizados por estructuras planares de foliación penetrativa e indicadores cinemáticos, así como alargamiento de minerales.

El Terreno Xolapa está constituido esencialmente por el complejo metamórfico denominado Complejo Xolapa, constituido por gneis cuarzo-feldespático y gneis pelítico, anfibolita, pegmatita, migmatita y algunos horizontes de mármol. Las rocas metamórficas del Complejo Xolapa se encuentran afectadas por cuerpos intrusivos del Paleógeno-Neógeno.

Cubren al Complejo Xolapa dos diferentes depósitos Cuaternarios, el conglomerado Puerto Escondido formado por una alternancia de conglomerado polimítico y arenas poco consolidadas que afloran en las inmediaciones de la costa. Finalmente ocurren depósitos palustres, de litoral y aluviones.

El Terreno Xolapa está constituido en gran parte por una serie de megaestructuras de cizalla de mecanismo dúctil-frágil, que comprenden diferentes episodios de deformación que se manifiestan por la presencia de foliación penetrativa con rumbos este-oeste, pliegues intrafoliales, isoclinales, disarmónicos, zonas anastomosadas, boudinage, bandeamiento y lineaciones.

Regionalmente la estructura de mayor importancia es la falla Chacalapa que representa uno de los contactos más interesantes entre los terrenos cristalinos del sur de México, es el contacto entre los terrenos Oaxaca y Xolapa. En la falla, las rocas de los complejos Oaxaqueño y Xolapa se confunden en un solo cinturón milonítico con un espesor variable, desde algunos metros a varios kilómetros.

Las fallas Pochutla y Figueroa son muy semejantes en sus características a la Chacalapa, por lo que se consideran del mismo sistema, así como las fallas Mixtepec y Limones, en las que se proponen reactivaciones bajo el régimen frágil.

4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El acuífero Chacahua, clave 2019, está ubicado dentro de la Región Hidrológica Número 21, denominada Costa de Oaxaca y unas pequeñas porciones hacia el suroeste del acuífero dentro de la Región Hidrológica 20, denominada Costa Chica de Guerrero. La Cuenca que prevalece en la región que comprende el acuífero es la denominada Río Colotepec y Otros; Subcuencas San Pedro Mixtepec, Río Grande y Río San Francisco, las cuales desembocan hacia el mar.

Los ríos presentes en las cuencas emplazadas en el acuífero son el Río Verde, que nace en el Valle de Oaxaca, en las inmediaciones del poblado de las Sedas, que está situado en el parteaguas continental; adoptando el nombre de Atoyac. Sigue una dirección sur-suroeste y en el trayecto se le unen una gran cantidad de ríos tributarios, continuando su curso hacia el mar, encontrando la Sierra Madre del Sur, la cual cruza un estrecho cañón en donde recibe como afluente al Río Juquila. Penetra en el área tomando el nombre de Río Verde a la altura de donde se encuentran los poblados de Paso de la Reina, Huichapa y Charco Anduayoo; continúa por los poblados de San José Río Verde, Los Cerreros y Charco Redondo, para desembocar finalmente en el Océano Pacífico cerca del poblado El Azufre.

Los ríos secundarios son El Pipe, El Júcaro, La Humedad, Mininyacua, El Tigre, La Soledad, San Francisco, Grande, Mancuernas, Sangala, La Sabana y Cacalotepec y otros arroyos de régimen intermitente. Todos estos ríos se originan en la vertiente sur de la Sierra Madre del Sur; siguen un curso paralelo entre ellos y antes de desembocar al mar, forman lagunas, manglares y pantanos, por lo que se presentan zonas de inundación a lo largo de todo el litoral. El Río Grande desemboca hacia el mar, cruzando las poblaciones de Río Grande y La Aurora.

Algunos cuerpos de aguas superficiales importantes en el acuífero son La Laguna Zapotalito-Pastoria y la Laguna Chacahua, ubicadas hacia el sur del acuífero.

No existe infraestructura hidráulica para el aprovechamiento de los escurrimientos superficiales.

5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

5.1. El Acuífero

El acuífero Chacahua, clave 2019, es de tipo libre, heterogéneo y anisótropo constituido en su porción superior por sedimentos aluviales de granulometría variada que al estar constituidos principalmente por arenas con muy baja consolidación, permiten la infiltración de la lluvia, siendo buenos receptores y almacenadores de los escurrimientos superficiales provenientes de las laderas que los rodean y de los arroyos que los atraviesan; su espesor es reducido y por tanto de bajo potencial.

Este es el acuífero que actualmente se explota en la planicie de inundación, principalmente mediante norias perforadas manualmente para uso doméstico.

Por otro lado, el medio fracturado, localizado a mayor profundidad, se conforma de rocas ígneas intrusivas que presentan poca porosidad secundaria por fracturamiento y alteración, representadas por el complejo metamórfico Xolapa y la granodiorita aún no exploradas.

Toda la zona sur del acuífero, al ser una zona costera, asociada a la desembocadura de varios ríos, contiene una alta presencia de arcillas provenientes de las zonas montañosas que están compuestas de rocas metamórficas, esquistos, gneis, cuarcitas y algunos intrusivos de granito. Las terrazas son de poco espesor y compuestas por clastos de este tipo de litología, el agua subterránea que está presente en la costera fluye hacia el mar, y se conforman pequeñas áreas acuíferas, en las márgenes de los ríos principales.

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. Para el año 2010, la profundidad al nivel de saturación, medida desde la superficie del terreno, variaba de 0 a 2 metros, conforme se asciende topográficamente, las profundidades más altas se encuentran en la región de Río Grande.

La cota de elevación del nivel de saturación del agua subterránea, referido al nivel del mar, varía de 5 a 17 metros sobre el nivel del mar, descendiendo de las estribaciones de la Sierra Madre del Sur hacia la línea de la costa. La dirección del flujo subterráneo es de norte hacia el sur desde la zona de recarga en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, hasta las salidas hacia el Océano Pacífico, siguiendo el patrón de la topografía. Se localizan conos de abatimiento cerca de las poblaciones de La Luz y Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, ubicadas hacia la porción suroeste del acuífero, mientras que en la población de Río Grande o Piedra Parada, también se registran conos de abatimiento.

Respecto a la evolución del nivel de saturación del agua subterránea, las mediciones piezométricas recabadas en los recorridos de campo, para el período 2004-2010, permiten identificar abatimientos del nivel estático que van de 0.6 metros a 3 metros. Los máximos descensos se presentan al noreste del acuífero, hacia las localidades de Faisán y La Cañada. Los conos de abatimiento que muestran recuperaciones de 1.8 y 2.4 metros se registran hacia las localidades de La Luz y Villa de Tututepec de Melchor Ocampo, así como en la localidad de Río Grande o Piedra Parada, donde se registran conos de abatimiento con valores desde 0.6 hasta 2.4 metros. El abatimiento medio anual de los niveles estáticos es de 0.21 metros.

5.3. Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

Conforme al censo de aprovechamientos realizado por la Comisión Nacional del Agua en el año 2010, en el acuífero Chacahua, clave 2019, existen 109 captaciones de agua subterránea, de las cuales 92 son pozos y 17 norias. Del total de captaciones 106 están activas y 3 inactivas.

El volumen total extraído es de 13.3 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales 0.08 millones de metros cúbicos anuales que representan el 0.6 por ciento, se utilizan para uso doméstico, 11.9 millones de metros cúbicos anuales, que representa el 89.5 por ciento, se destina al uso agrícola, 0.9 millones de metros cúbicos anuales que representa el 6.8 por ciento, se dedica al uso público urbano y 0.4 millones de metros cúbicos anuales que representan el 3.0 por ciento se utiliza para servicios.

5.4. Calidad del Agua Subterránea

El agua subterránea del acuífero Chacahua, clave 2019, en general se caracteriza por ser de tipo dulce mas no potable, de baja concentración en sales, con una concentración de sólidos totales disueltos de 89 a 975 miligramos por litro, lo cual indica que corresponde a agua de reciente infiltración;

Las conductividades eléctricas del agua varían entre 170 a 1,980 microSiemens por centímetro, catalogadas como aguas subterráneas dulces de buena calidad. Los valores de temperatura del agua subterránea varían de 28.9 a 32 grados centígrados. La dureza del agua varía entre 52 a 622 miligramos por litro, que corresponde a agua dura.

Las concentraciones de los diferentes iones y elementos no rebasan los límites máximos permisibles establecidos en la "Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental.

Con el criterio de Wilcox, que relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio, el agua subterránea se clasifica como tipo S1-C2, que se refieren a aguas de salinidad baja, y bajo contenido de sodio intercambiable que corresponden a agua para riego sin restricciones.

Finalmente se puede concluir que el agua puede utilizarse para riego, con pocas posibilidades de alcanzar elevadas concentraciones de sodio intercambiable; por lo que se pueden cultivar plantas moderadamente tolerantes como: cítricos como limón rugoso, Citrus volkameriana, Mandarino Cleopatra, Palmera, Olivo, Higuera, Cebada, trigo, Sorgo.

5.5. Modelo conceptual del acuífero

El acuífero está constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales de granulometría variada siendo buenos receptores y almacenadores de los escurrimientos superficiales provenientes de las laderas que los rodean y de los arroyos que los atraviesan, de espesores reducidos.

Entonces la recarga del acuífero proviene de las zonas montañosas, así como de toda la infiltración en la zona de la planicie costera. Mientras que la descarga que sufre el acuífero, ocurre por evaporación y de las extracciones para el uso agrícola principalmente, el flujo base que va hacia el mar, y que mantiene estables los estuarios y manglares.

El flujo del agua subterránea, sigue la topografía superficial y describe una dirección norte-sur.

5.6. Balance de Agua Subterránea

De acuerdo con el balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Chacahua, clave 2019, es de 77.1 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 69.6 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical por lluvia y 7.5 millones de metros cúbicos anuales de entradas por flujo subterráneo.

Las salidas del acuífero están integradas por 36.6 millones de metros cúbicos anuales que descargan por evapotranspiración, 9.4 millones de metros cúbicos anuales de salidas subterráneas, 16.3 millones de metros cúbicos anuales que descargan como flujo base hacia los ríos que desembocan al mar y por 13.3 millones de metros cúbicos anuales que se extraen del acuífero mediante pozos y norias. El cambio de almacenamiento se considera positivo de 1.5 millones de metros cúbicos anuales.

6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Chacahua, clave 2019, 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:

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

La disponibilidad media anual de las aguas subterráneas en el acuífero Chacahua, clave 2019, se determinó considerando una recarga total media anual de 77.1 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 55.0 millones de metros cúbicos anuales; y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 8.884325 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 13.215675 millones de metros cúbicos anuales.

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA PACÍFICO SUR

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
2019	CHACAHUA	77.1	55.0	8.884325	13.3	13.215675	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 Chacahua, clave 2019.

El máximo volumen de agua que puede extraerse del acuífero Chacahua, clave 2019, para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 22.1 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 Chacahua, clave 2019, 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 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. Riesgo de Sobreexplotación

En el acuífero Chacahua, clave 2019, la extracción total a través de norias y pozos es de 13.3 millones de metros cúbicos anuales y la descarga natural comprometida de 55.0 millones de metros cúbicos anuales; mientras que la recarga que recibe el acuífero está cuantificada en 77.1 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 Chacahua, clave 2019, 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, aun con la existencia del Acuerdo General señalado en el Considerando Noveno del presente, en el acuífero Chacahua, clave 2019, existe el riesgo de que el incremento de la demanda de agua subterránea y su extracción rebase su capacidad de renovación natural y genere los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como el abatimiento de los niveles de agua subterránea, el incremento de costos de bombeo, la inutilización de pozos, la disminución e incluso desaparición de los manantiales, del flujo base hacia los ríos y de la descarga al mar y a los ecosistemas costeros, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación, proteger al acuífero de un significativo desequilibrio hídrico y del deterioro de su calidad, que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

8.2. Riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua

En el acuífero Chacahua, clave 2019, existe riesgo de contaminación, debido a la falta de tratamiento de las aguas residuales y a las fosas sépticas en zonas donde no se cuenta con drenaje sanitario, así como por el uso de agroquímicos en la agricultura y la ocasionada por la actividad pecuaria, que en conjunto representan fuentes potenciales de contaminación del agua subterránea.

Es importante mencionar que este es un acuífero costero y los aprovechamientos próximos a la línea de costa tienen un factor que limita la extracción de agua subterránea, ya que 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, 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 Chacahua, clave 2019, 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 Chacahua, clave 2019, 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 del 2013; sin embargo persiste el riesgo de que la extracción supere la capacidad de renovación del acuífero, provocando los efectos adversos de la sobreexplotación, 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 y la descarga al mar y a los ecosistemas costeros, 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 en la totalidad 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, misma que permitirá realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero Chacahua, clave 2019.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Chacahua, clave 2019, 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, y de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, así como a la sustentabilidad ambiental y la prevención de la sobreexplotación del acuífero; causales que justifican el establecimiento de un ordenamiento para el control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad 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 asignatarios y concesionarios del acuífero.

10. RECOMENDACIONES

- Decretar el ordenamiento precedente para el control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Chacahua, clave 2019, 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 precedente, 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

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 Chacahua, clave 2019, 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 ubica en Avenida Insurgentes Sur número 2416, colonia Copilco El Bajo, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, código postal 04340; y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Pacífico Sur, en calle Emilio Carranza número 604, Planta Baja, colonia Reforma, código postal 68050, en la ciudad de Oaxaca, Estado de Oaxaca.

Ciudad de México, a los 29 días del mes de junio de dos mil dieciséis.- El Director General, **Roberto Ramírez de la Parra**.- Rúbrica.