

ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del Acuífero Río Cañas, clave 2513, 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 una 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 Laguna El Huizache, clave 2513, en el Estado de Sinaloa;

Que el 3 de enero de 2008, 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 30 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológicas que se indican", donde se estableció la denominación correcta del acuífero 2513 como "Río Cañas", sustituyendo la denominación "Laguna El Huizache"; así mismo se dio a conocer la disponibilidad media anual de agua subterránea, y se establecieron los límites del acuífero Río Cañas, clave 2513, 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 actualizó la disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Río Cañas, clave 2513, en el Estado de Sinaloa, con un déficit de 0.745434 millones de metros cúbicos anuales, considerando los volúmenes inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de septiembre de 2008;

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 Río Cañas, clave 2513, en el Estado de Sinaloa, obteniéndose un déficit de 0.133834 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 Río Cañas, clave 2513, en el Estado de Sinaloa, obteniéndose un déficit de 0.133834 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 Río Cañas, clave 2513, 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 el acuífero que se indica”, a través del cual en la totalidad del acuífero Río Cañas, clave 2513, en el Estado de Sinaloa, 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, 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 General referido en el Considerando anterior, se evitó el aumento de la extracción de agua subterránea sin control por parte de la Autoridad del Agua, y el que se agravara la problemática del acuífero, aminorando 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 de seguirse presentando en la misma medida, hubieran generado una situación de peligro en el abastecimiento a 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 Río Cañas, clave 2513, 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 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 los Ríos Presidio al San Pedro, a quienes se les presentó el resultado de los mismos en su tercera reunión ordinaria, realizada el día 28 de marzo de 2014, en la ciudad de Mazatlán, 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 CAÑAS, CLAVE 2513, 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 Cañas, clave 2513, ubicado en el Estado de Sinaloa, en los siguientes términos:

ESTUDIO TÉCNICO

1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL

El acuífero Río Cañas, clave 2513, se localiza en la porción sureste del Estado de Sinaloa, cubriendo una superficie de 582 kilómetros cuadrados y comprende los municipios de Escuinapa y El Rosario, del Estado de Sinaloa y una pequeña porción del Municipio Huajicori, Estado de Nayarit, administrativamente, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Norte.

Los límites del acuífero Río Cañas, clave 2513, 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 el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 30 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológicas que se indican”, donde se establece la denominación correcta del acuífero 2513 como “Río Cañas”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de enero de 2008.

ACUÍFERO 2513 RIO CAÑAS

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	105	39	30.9	22	34	53.8	
2	105	42	20.0	22	41	10.1	
3	105	37	2.0	22	46	14.3	
4	105	39	12.9	22	48	1.7	

5	105	36	47.5	22	48	57.9	
6	105	33	52.0	22	50	12.1	
7	105	30	57.3	22	48	48.6	
8	105	29	11.4	22	50	20.9	DEL 8 AL 1 POR EL LÍMITE ESTATAL
1	105	39	30.9	22	34	53.8	

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

De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en la superficie comprendida por el acuífero Río Cañas, clave 2513, para el año 2010, había 7,440 habitantes, ubicados en 25 localidades, de las cuales sólo la localidad Ojo de Agua de Palmillas corresponde a localidad urbana y concentra a 2,833 habitantes, mientras que en las 24 localidades rurales restantes viven 4,607 habitantes. Las principales localidades rurales ubicadas dentro de los límites del acuífero Río Cañas, clave 2513, son La Concha, con 1,400 habitantes y Ejido de La Campana Número Uno con 1,168 habitantes. En el acuífero se presenta un incremento del 8 por ciento con respecto al censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en el año 2005, cuando se contaba con una población de 6,791 habitantes. Se estima una población de 8,860 habitantes para el año 2030 de acuerdo con el Consejo Nacional de Población.

En el acuífero Río Cañas, clave 2513, habita casi el 7 por ciento del total de la población del Municipio de Escuinapa, sus principales actividades agrícolas son el cultivo de chile, tomate y mango, entre otros más, como coco, melón, pepino, sandía, chile verde, sorgo, frijol y maíz. Destacan las poblaciones La Campana Número Dos, Ejido La Campana Número Uno, Ojo de Agua de Palmillas, Copales y La Concha (La Concepción), como los principales productores de mango, dentro del municipio. Considerando la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, para el año 2010, señala 7,407 hectáreas de siembra, con dos ciclos al año, con una producción estimada de 51.4 millones de pesos.

La región se caracteriza por la producción de ganado bovino, porcino, ovino, equino y aves de corral. En cuanto a la pesca, las especies marinas que más se capturan son el camarón, huachinango, lisa y sierra, entre otros.

El sector primario mantiene prácticas agrícolas de riego tecnificadas en una parte de los terrenos dedicados a la agricultura, donde se cuenta con fuentes de abastecimiento para el riego, tanto con aguas subterráneas como superficiales almacenadas, como es el caso de la Presa de La Campana, y de temporal donde se continúan utilizando métodos agrícolas tradicionales. Además, en la planicie se cuenta con suelos que favorecen el desarrollo de la agricultura, mientras que en la parte montañosa ésta es más limitada, registrándose las precipitaciones pluviales más importantes y en menor proporción granizadas, siendo las lluvias menos intensas en la planicie costera, aunque en ocasiones se incrementan fuertemente como consecuencia de la incidencia esporádica de fenómenos hidrometeorológicos, presentándose también de forma recurrente heladas a destiempo que afectan la agricultura; considerando que estas circunstancias favorecen el proceso de cambio del sector primario hacia la industria, el comercio y los servicios en general.

3. MARCO FÍSICO

3.1 Climatología

Los climas en la zona sur del Estado de Sinaloa, están definidos por franjas paralelas a la planicie costera, pertenecientes al grupo climático "A", cálidos húmedos tropicales con lluvias en verano.

En la superficie del acuífero Río Cañas, clave 2513, el clima es cálido subhúmedo con lluvias de verano y un porcentaje de lluvia invernal menor al 5 por ciento, de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García.

La precipitación media anual en la superficie del acuífero es de 1,020 milímetros; siendo los meses de junio a septiembre los de mayor precipitación, los valores mensuales registrados muestran variaciones que van de 246 a 304 milímetros.

La temperatura media anual, varía entre 21.8 y 29.6 grados centígrados; presentando sus máximos valores durante los meses de junio y julio, mientras que los meses más fríos son diciembre y enero, de acuerdo con los valores registrados en la estación climatológica La Concha (La Concepción).

3.2. Fisiografía y geomorfología

El acuífero Río Cañas, clave 2513, se localiza en las inmediaciones de dos provincias fisiográficas, Sierra Madre Occidental, que ocupa la porción nororiental de su territorio, mientras que su porción occidental se encuentra dentro de provincia Llanura Costera de Sinaloa.

La provincia Sierra Madre Occidental, ocupa la parte norte del acuífero, y está conformada por sierras que alcanzan alturas de los 2,700 metros sobre el nivel del mar y cañadas tan profundas que llegan a alcanzar diferencias topográficas superiores a los 500 metros.

La provincia fisiográfica Llanura Costera de Sinaloa, corre de forma semi-paralela a la línea de costa, se extiende a lo largo de la costa del Pacífico, sus dimensiones son variables, desde unos cuantos metros de ancho hasta 30 kilómetros, con una dirección general del noroeste hacia el sureste, cubre las partes bajas del relieve en la porción suroeste del Estado de Sinaloa, y está surcada por todas las corrientes de la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental.

En cuanto a las características geomorfológicas, la zona presenta diferentes grados de resistencia a la erosión, caracterizándose las formaciones superficiales por su morfología de hondonadas o valles, mientras que las que presentan alta resistencia a la erosión se constituyen como estructuras prominentes formando acantilados. La morfología del acuífero distingue las siguientes unidades geomorfológicas: lomeríos, sierras, mesetas, abanicos aluviales, cauces fluviales, valles, estuarios, lagunas litorales, bermas, manglares, dunas y playas.

3.3 Geología

La geología del Estado de Sinaloa está representada por un basamento de rocas Precámbricas metamorizadas del Complejo Sonobari, que es sobreyacido por dos unidades del Paleozoico; la inferior de rocas metamórficas no diferenciadas y la superior de edad Carbonífero, constituida por rocas sedimentarias diversas, sobre las cuales descansan 5 unidades de formaciones del Mesozoico, con una litología de rocas metavolcánicas, clásticas y calcáreas. Las rocas Cenozoicas esencialmente volcánicas cubren la parte superior de la columna, culminando con depósitos detríticos y derrames volcánicos del Cuaternario.

La secuencia más antigua para el Estado de Sinaloa es el Complejo Sonobari, que fue descrito en la región de San Blas y El Fuerte, asignándola tentativamente al Precámbrico. Aflora en la Sierra de Sonobari-San Francisco, constituido por gneises anfibolíticos, tonalita, diorita y esquistos con alto grado de deformación, afectados por intrusiones granodioríticas del Cretácico-Terciario, y por diques aplíticos y pegmatíticos. Su espesor se desconoce y es difícil de establecer. El contacto con las rocas más antiguas es tectónico.

El Paleozoico está representado por el Grupo Guayacán y la Formación Vuelta Colorada, conformados por una secuencia pelítica-arenítica con horizontes calcáreos de origen marino, la cual fue plegada, afallada e intrusionada en varias ocasiones produciéndose metamorfismo de contacto sobrepuesto al de tipo regional. Estas rocas se encuentran sumamente deformadas y en contacto tectónico con rocas del Complejo Sonobari y del Grupo Alisitos. Su espesor se calcula en 500 metros y su edad fue asignada entre el Ordovícico Medio al Pérmico inferior. Toda esta secuencia se encuentra intrusionada por cuerpos como troncos, diques y mantos, cuya composición va de ácida a básica y algunas ocasiones hasta ultrabásica.

Dentro del Paleozoico se identifican tres unidades: una sección estructural en la base, pizarra carbonosa y filita, con interestratos de cuarcita budinada y rocas carbonatadas en menor proporción; en la parte media una sección gruesa de cuarcita extraordinariamente pura y algo masiva, y en la parte superior arenisca, lutita silicificada y pedernal piritoso de color verde, interestratificado.

El Mesozoico está caracterizado por una secuencia metavolcánica, rocas carbonatadas marinas, principalmente calizas puras y calizas arenáceas; finalmente, por el inicio de un nuevo ciclo de actividad magmática de composición básica a intermedia. Esta secuencia presenta metamorfismo de bajo grado, pudiéndose observar estructura con lineaciones y desarrollo incipiente de foliación. Formación Venadillo del Mesozoico, es el nombre informal para describir una secuencia sedimentaria siliciclástica constituida de lutita y arenisca, con escasos bloques de caliza que afloran al norte de Mazatlán. Se trata posiblemente de una secuencia turbidítica en estratos delgados de lutita y arenisca de cuarzo en afloramientos muy cizallados. Presenta metamorfismo regional de bajo grado de la facies de esquistos verdes así como metamorfismo de contacto producto de intrusiones batolíticas.

De acuerdo a la litología, es posible hacer referencia a dos eventos, el primero corresponde al depósito de rocas volcánicas. Por su aspecto, se trata de depósitos continentales, lo cual implica que la región se encontraba levantada y expuesta a la erosión al cierre del Paleozoico e inicio del Mesozoico. Posteriormente las rocas quedaron expuestas a la erosión, se presenta una transgresión que da lugar al depósito de rocas esencialmente calcáreas pero aun conteniendo intercalaciones de rocas volcánicas en horizontes delgados, lo que seguramente está marcando el final del volcanismo correspondiente al Mesozoico Temprano.

En términos generales, durante el Mesozoico se depositó una secuencia consistente de rocas volcánicas y sedimentarias marinas, presuponiendo estas últimas por su litología que durante el depósito existían condiciones de plataforma. La región presenta cierta estabilidad desde el punto de vista de tectónica de placas, dada la ausencia de depósitos de cuenca oceánica, así como de actividad ígnea intrusiva.

Es evidente que la actividad volcánica es manifiesta durante el Terciario, formando extensos y potentes derrames basálticos contemporáneos evidenciados por la presencia de numerosos conos cineríticos, mesetas de flujos piroclásticos y derrames ígneos de composición basáltica. Así mismo es clara la acción que ejerce el agua superficial al formar importantes extensiones de suelos residuales, desarrollado sobre los valles aluviales extendidos entre los cañones de la zona.

Las rocas volcánicas se encuentran muy alteradas, la actividad hidrotermal homogeniza el aspecto de rocas de diferentes edades y composiciones. Sus efectos son muy visibles en rocas del Terciario Inferior, y en menor escala los derrames del Terciario Superior. Conforme a lo anterior, podemos decir que las rocas metamórficas del Precámbrico, gneisses y anfibolitas, han sido deformadas al menos en tres ocasiones.

Dentro de la zona de estudio se tienen afloramientos extensos de rocas volcánicas y volcanoclásticas y consisten de derrames de andesita, dacita, arenisca tobácea, toba y brecha andesítica traquiandesitas, con intercalaciones de conglomerado y arenisca. Las mejores exposiciones se tienen al sureste de Culiacán y al norte de Concordia, depositadas durante el Paleoceno-Eoceno Inferior. Estructuralmente estas rocas representan la continuación hacia el este del arco volcánico continental del Cretácico Superior.

Mientras que el Terciario Clástico, se encuentra representado por un conglomerado que en ocasiones se presenta fracturado con una matriz tobácea, que generalmente sobreyace a las rocas antes mencionadas y se encuentra en contacto con éstas de forma lateral y vertical en forma de abanicos aluviales y rellenando depresiones de antiguos valles, con espesores variables.

El Cuaternario está constituido por depósitos de materiales en proceso de compactación que corresponden a la unidad del Cuaternario Pleistoceno Clástico, con características similares al depósito citado anteriormente y con un comportamiento similar, mientras que el Cuaternario Pleistoceno de Llanura Deltaica, se limita su extensión a depósitos que se encuentran limitados por la influencia de antiguos deltas producidos por el Río Cañas.

Existen otro tipo de depósitos del Cuaternario recientes y actuales que están representados por sedimentos granulares constituidos principalmente por cantos rodados, boleos, gravas gruesas, arenas y limos, que por su distribución y granulometría fueron divididos en dos tipos de sedimentos:

Playones y terrazas, esta unidad tiene su origen en el transporte de las aguas fluviales, cuyos materiales han sido depositados en las vegas del río, formando playones y terrazas de poca altura, en las que superficialmente abundan las arenas. Esta unidad presenta alta permeabilidad, misma que superficialmente facilita la infiltración del agua de lluvia. Además esta unidad es susceptible de inundarse durante las crecientes del río, razón por la cual puede llegar a funcionar como acuífero, cuando alcanza un espesor considerable.

Cauce aluvio-fluvial, estos son clásticos constituidos por materiales granulares de diversos tamaños, transportados por la acción de las aguas fluviales y depositados en las depresiones formadas en las rocas preexistentes, principalmente por la acción erosiva de las corrientes. Esta unidad presenta buena porosidad y alta permeabilidad debido a la naturaleza propia de los materiales que la conforman y su espesor y extensión puede ser considerable y de una importancia geohidrológica favorable.

La secuencia aluvio-fluvial, se encuentra cubriendo a las rocas preexistentes en la zona de estudio, éstos son depósitos locales que se restringen a la llanura de inundación de ríos y arroyos, tienen una buena permeabilidad y son capaces de almacenar agua, representa la principal unidad acuífera de la zona.

Por último, podemos mencionar la secuencia lacustre que se localiza específicamente en la zona de marisma, que está representada por depósitos de tipo lagunar, está conformada por limos, arcillas y evaporitas de espesor desconocido y se encuentran sobreyaciendo discordantemente a las rocas volcánicas. Por su constitución litológica, baja permeabilidad y transmisividad, carecen de interés hidrogeológico.

4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El acuífero Río Cañas, clave 2513, se localiza en la Región Hidrológica 11 "Presidio-San Pedro", a su vez, esta región está dividida en 7 cuencas, Lago de Santiaguillo, Río Presidio, Estero de Urias, Río Baluarte, Río San Pedro, Laguna Agua Grande y Río Acaponeta. La delimitación de las cuencas muestra que el acuífero Río Cañas se ubica en dos de ellas, la porción noroccidental del acuífero se ubica dentro de la cuenca Laguna Agua Grande, y su porción suroriental se localiza en la cuenca Río Acaponeta. Todas estas corrientes superficiales escurren hacia el Océano Pacífico.

El principal río de la zona es el Río Cañas, considerado como un río costero de la vertiente del Océano Pacífico de México, nace en la Sierra de Huajicori, en el Estado de Nayarit; su longitud, tomando como punto de partida la Sierra de San Francisco, Nayarit, hasta su desembocadura en el Estero de Teacapan, es de 72 kilómetros. Son sus afluentes los arroyos de Juamecate, Potrero Grande, San Francisco, el Caimán y Pancho Lorenzo. Dentro de su desarrollo 12.5 kilómetros sirven de límite entre los Estados de Sinaloa y Nayarit.

5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

5.1 El acuífero

La parte del acuífero Río Cañas, clave 2513, que actualmente se encuentra en explotación es de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales y aluviofluviales de granulometría variada, conformado por arenas, gravas y arcillas, de espesor reducido no mayor de 100 metros, los cuales sobreyacen a las rocas volcánicas del Terciario.

La zona de mayor explotación se localiza en el extremo sur del acuífero, en el subálveo del Río Cañas y de los arroyos que se encuentran distribuidos en toda la planicie de este acuífero, que extraen el agua subterránea de los depósitos granulares conformados por la secuencia del Cuaternario, principalmente mediante norias construidas de forma manual y en menor proporción mediante pozos profundos.

La información geofísica determinó que la porción inferior del acuífero está conformada por un medio fracturado constituido por una secuencia de rocas volcánicas, principalmente basaltos, tobas y andesitas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. Las fronteras que representan barreras al flujo subterráneo, así como el basamento hidrogeológico del acuífero, están representadas por las mismas rocas volcánicas al desaparecer el fracturamiento a profundidad.

El pozo más profundo de la zona corresponde al perforado en la comunidad La Concha (La Concepción), con una profundidad de 75 metros, cortando en su totalidad un conglomerado del Cuaternario y en la parte inferior rocas volcánicas fracturadas del Terciario, que forman parte del acuífero que actualmente se encuentra en explotación.

La recarga principal del acuífero está constituida por la infiltración del agua de lluvia, la entrada por flujo subterráneo, la recarga inducida procedente del retorno de riego y por las fugas en la red de distribución de agua potable. Las salidas del acuífero ocurren a través de la extracción por bombeo, flujo base hacia el río, evapotranspiración y salida por flujo subterráneo.

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 2013, la profundidad al nivel de saturación o nivel estático, medida desde la superficie del terreno, variaba de 0.65 metros hasta un máximo de 6.5 metros de profundidad. El valor máximo registrado, como valores puntuales dentro del acuífero, se localiza en las inmediaciones de la comunidad La Ceiba, con una profundidad de 6.5 metros. Hacia el extremo noroccidental del acuífero, en la comunidad El Trébol, se tiene una profundidad de 5.6 metros, en la noria que utilizan para el servicios de agua potable de esta comunidad.

La parte central del acuífero se caracteriza por profundidades del orden de 1 a 4 metros, cubriendo la zona delimitada por los poblados Ojo de Agua Palmillas hasta El Zarco. Hacia la comunidad La Concha (La Concepción) y El Tigre se incrementa la profundidad del nivel estático alcanzando valores de 2.5 a 5.3 metros.

La curvas equipotenciales en esta zona muestran una disminución de la carga hidráulica hacia el sur sobre el Río Cañas, con dirección hacia las comunidades La Concha (La Concepción) y La Loma, donde se identificaron elevaciones del nivel estático de 13.94 metros sobre el nivel medio del mar, cuya carga hidráulica se extiende hasta el poblado Copales, localizado 6 kilómetros al poniente de la comunidad La Concha (La Concepción). De aquí se concluye que el flujo subterráneo en esta zona presenta una dirección hacia el sur.

En la localidad Ojo de Agua Palmillas, se observa la elevación máxima registrada de 18.69 metros sobre el nivel medio del mar, valor que disminuye al poniente hasta alcanzar elevaciones de 4.5 metros sobre el nivel medio del mar.

En la zona no existen variaciones importantes en la posición del nivel estático, básicamente se presentan abatimientos en la porción sur del acuífero en las inmediaciones de las comunidades La Concha (La Concepción), Copales y Las Mulas donde se calcularon abatimientos anuales de 10 centímetros.

5.3 Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

De acuerdo con la información del censo de aprovechamientos llevado a cabo en el año 2013, por la Comisión Nacional del Agua, en el acuífero Río Cañas, clave 2513, se registró la existencia de 45 aprovechamientos activos de agua subterránea, de ellos 44 son norias y uno es pozo profundo correspondiente al pozo de agua potable de la comunidad La Concha (La Concepción).

El volumen de extracción calculado es de 0.7 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales 306,180 metros cúbicos anuales le corresponde al uso público-urbano, mediante 9 aprovechamientos, para uso agrícola se calcularon 277,180 metros cúbicos anuales, los cuales se extraen mediante 21 norias que en muchos casos se encuentran excavadas sobre la secuencia cuaternaria aluvial con profundidades no mayores a 10 metros, y para uso doméstico se tienen 14 norias mediante las cuales se extrae un volumen de 121,505 metros cúbicos anuales.

5.4 Calidad del agua subterránea

Los resultados de los análisis físicos y químicos realizados al agua subterránea del acuífero Río Cañas, clave 2513, indican que las concentraciones de sólidos totales disueltos, oscilan de 20 a 490 miligramos por litro. Mostrando sus máximos valores en la zona donde se localizan las comunidades La Loma y La Concha (La Concepción). De acuerdo a las concentraciones de elementos mayores por ión dominante, el agua subterránea se clasifica como del tipo bicarbonatada-cálcica.

Hacia la zona donde se localiza el trazo del Río Cañas los valores de salinidad presentan valores mínimos de 200 miligramos por litro de sólidos totales disueltos, incrementándose en sentido de la dirección del río, mostrando valores superiores a los 400 miligramos por litro, identificados en las inmediaciones de las poblaciones. Los valores más bajos se ubican en los aprovechamientos ubicados hacia las partes topográficamente más altas, mientras que los mayores se encuentran hacia el extremo suroriental del acuífero, reflejando de esta manera la dirección preferencial del flujo subterráneo, estos valores no exceden el límite máximo permisible que establece 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 acuerdo 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 refiere a aguas de salinidad baja, y bajo contenido de sodio intercambiable que corresponden a agua para riego sin restricciones.

5.5.- Modelo Conceptual

Litológicamente el acuífero Río Cañas, clave 2513, se encuentra constituido por una secuencia de materiales de tipo granular de origen volcánico -gravas, arenas de grano grueso a fino y limos- cuyo espesor varía de menos de 25 metros a más de 150 metros con la presencia de materiales de granulometría media a fina, mostrando su máximo espesor en las inmediaciones de la comunidad Ojo de Agua Palmillas.

Con base en la información de sondeos geofísicos, cortes litológicos y de la geología superficial, es posible definir que el acuífero se encuentra alojado, en su porción superior, por un estrato de sedimentos aluviales y en su porción inferior por rocas volcánicas fracturadas, de composición básica e intermedia, cuyo espesor supera los 150 metros. Las fronteras y el basamento del acuífero están conformados por rocas volcánicas, que se vuelven impermeables cuando desaparece su fracturamiento a profundidad.

La recarga natural del acuífero es originada, principalmente, por infiltración directa de la lluvia, que produce infiltración continua sobre los extensos afloramientos de rocas volcánicas fracturadas que constituyen las porciones altas de la zona de estudio. Estas formaciones se caracterizan por ser permeables, por lo que funcionan como importantes fuentes de recarga hacia el acuífero, las áreas receptoras más importantes se localizan en las porciones norte de la zona, en las estribaciones de las sierras que delimitan las partes planas, donde la precipitación pluvial es alta y están ampliamente expuestos los afloramientos de secuencias volcánicas. Las salidas del acuífero ocurre principalmente por evapotranspiración y salida subterránea hacia la zona de marismas, así como extracción de agua subterránea mediante pozos y norias.

5.6.- Balance de Aguas Subterráneas

De acuerdo al balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Río Cañas, clave 2513, es de 90.5 millones de metros cúbicos anuales, conformados por 74.5 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical a partir de agua de lluvia y 16.0 millones de metros cúbicos anuales que entran por flujo subterráneo. Las salidas del acuífero ocurren principalmente a través de la descarga natural por evapotranspiración de 58.1 millones de metros cúbicos anuales y por salida subterránea hacia la zona de marismas de 17.4 millones de metros cúbicos anuales, así como a través de las captaciones de agua subterránea, de las que se extraen 0.70 millones de metros cúbicos anuales. El cambio de almacenamiento en el acuífero se considera nulo.

6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La Disponibilidad Media Anual de agua subterránea del acuífero Río Cañas, clave 2513, 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:

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

La disponibilidad media anual en el acuífero Río Cañas, clave 2513, se determinó considerando una recarga media anual de 90.5 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 75.5 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales 17.4 millones de metros cúbicos corresponden a flujo subterráneo, hacia la zona de marisma y 58.1 millones de metros cúbicos anuales de evapotranspiración que se debe mantener para preservar el ecosistema ribereño del Río Cañas y el área de marisma; y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 15.133834 millones de metros cúbicos anuales, por lo que el acuífero Río Cañas, clave 2513, presenta un déficit de 0.133834 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					
2513	RÍO CAÑAS	90.5	75.5	15.133834	0.7	0.000000	-0.133834

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 no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones, en el acuífero Río Cañas, clave 2513.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 15.0 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 Cañas, clave 2513, 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 el acuífero que se indica", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, mediante el cual en toda la extensión territorial del acuífero Río Cañas, clave 2513, 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, 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

A pesar de que el acuífero Río Cañas, clave 2513, está ubicado en una región con climas cálidos húmedos tropicales con lluvias en verano, en la que se presenta una precipitación media anual de 1,020 milímetros, la evaporación potencial media anual es de 1,812 milímetros anuales; lo que indica que la mayor parte del agua precipitada se evapora, y en consecuencia la infiltración y los escurrimientos son reducidos.

Además, 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, con excepción del año 2013 que fue excepcionalmente lluvioso, por lo que la recarga vertical del acuífero se verá mermada.

Dicha circunstancia, además de la creciente demanda del recurso hídrico en la región, para cubrir las necesidades básicas de los habitantes, considerando que el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento de agua potable para la población, y para seguir impulsando las actividades económicas de la región, así como la deficitaria disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero, provoca 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 en los usuarios del recurso hídrico.

8.2. Riesgo de sobreexplotación

En el acuífero Río Cañas, clave 2513, la recarga está cuantificada en 90.5 millones de metros cúbicos anuales, sin embargo el volumen máximo que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables es de 15.0 millones de metros cúbicos anuales, volumen que es superado por el volumen concesionado y asignado inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua. El acuífero es la principal fuente de abastecimiento de agua potable para los habitantes.

A pesar de que la población actual en la superficie del acuífero es reducida, y por tanto la extracción de agua subterránea es incipiente, la cercanía con acuíferos sobreexplotados, 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 Río Cañas, clave 2513, 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.

En caso de que en el futuro se establezcan en la superficie del acuífero grupos con ambiciosos proyectos agrícolas o industriales y de otras actividades productivas que requieran gran cantidad de agua, como ha ocurrido en otras regiones, demanden mayores volúmenes de agua que la recarga que recibe el acuífero Río Cañas, clave 2513, podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar sobreexplotación del recurso.

Actualmente, aun con la existencia de un instrumento que 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 en el acuífero Río Cañas, clave 2513; el mismo, ya presenta una disponibilidad deficitaria, así como una tendencia hacia el abatimiento del nivel del agua subterránea, con lo que existe el riesgo de que se agraven 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, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, provocada por el fenómeno de la intrusión marina; por lo que es necesario proteger al acuífero de un significativo desequilibrio hídrico que pudiera llegar a afectar al ambiente y a las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

9. CONCLUSIONES

- De acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual de aguas subterráneas en el acuífero Río Cañas, clave 2513, ésta es nula y presenta un déficit de 0.133834 millones de metros cúbicos anuales, por lo que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones. 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 Cañas, clave 2513, 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 el acuífero que se indica”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013; no obstante, persiste el riesgo de que se agrave el abatimiento del nivel de saturación, el incremento de los 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, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, provocada por el fenómeno de la intrusión marina, en detrimento del ambiente y de los usuarios del agua subterránea.
- 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 Río Cañas, clave 2513;
- De los resultados expuestos, en el acuífero Río Cañas, clave 2513, 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 y 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 o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, y la sustentabilidad ambiental y prevención de la sobreexplotación del acuífero, el restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas del subsuelo y de los ecosistemas vinculados con el agua; 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

- Decretar el ordenamiento precedente para el control de la extracción, explotación, uso o aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Río Cañas, clave 2513, y que el “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero que se indica”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, quede sin efectos, 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 Cañas, clave 2513, 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 número 2416, Colonia Copilco El Bajo, Delegación Coyoacán, Código Postal 04340, México, Distrito Federal; y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Pacífico Norte, Avenida Federalismo y Boulevard Culiacán, sin número, Colonia Recursos Hidráulicos, Código Postal 80105, Culiacán, Sinaloa.

México, Distrito Federal, a los 3 días del mes de septiembre de dos mil quince.- El Director General,
Roberto Ramírez de la Parra.- Rúbrica.