

## SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

**ACUERDO por el que se dan a conocer los resultados del estudio técnico de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas, Región Hidrológico-Administrativa VII, Cuencas Centrales del Norte.**

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

BLANCA ELENA JIMÉNEZ CISNEROS, Directora 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, XXI, 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, XXXVII, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12, fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1 y 73 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, y 1, 8, primer párrafo, 13, fracciones I, II, XI 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 artículo 7 BIS fracción IV de la Ley de Aguas Nacionales, declara de interés público el mejoramiento permanente del conocimiento sobre la ocurrencia del agua en el ciclo hidrológico, en su explotación, uso o aprovechamiento, en su conservación en el territorio nacional, y en los conceptos y parámetros fundamentales para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos, así como la realización periódica de inventarios de usos y usuarios, cuerpos de agua, infraestructura hidráulica y equipamiento diverso necesario para la gestión integrada de los recursos hídricos;

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", a través del cual, al acuífero objeto de este estudio técnico se le asignó el nombre oficial de Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas;

Que a través del "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, se modificaron los límites del acuífero Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas, identificados con vértices de la poligonal simplificada en coordenadas geográficas que fueron determinadas con base en la versión magnética del Marco Geoestadístico Municipal 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y su base cartográfica escala 1:250,000, en coordenadas geográficas y NAD27 como Datum;

Que el 4 de enero de 2018, 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 Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas, obteniéndose un déficit de 8.268083 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de diciembre de 2015;

Que la disponibilidad media anual de las aguas nacionales subterráneas, se determinó de conformidad con la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada el 27 de marzo de 2015 en el Diario Oficial de la Federación;

Que en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas, se encuentra vigente el siguiente instrumento jurídico:

- a) "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de los Municipios de Fresnillo y Villa de Cos, Zac., y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en esos Municipios",

publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 1981, el cual cubre la extensión total del acuífero Puerto Madero, clave 3224;

Que el acuífero referido, se encuentra completamente vedado por el Decreto anterior; no obstante, dicho instrumento regulatorio no han sido suficiente para lograr revertir la problemática que a lo largo de estos años ha enfrentado el acuífero Puerto Madero, clave 3224, aunado a las condiciones hidrológicas que se precisan en el presente estudio técnico, y la gran demanda de aguas subterráneas, principalmente para uso agrícola que hay en la región;

Que la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en los artículos 38, párrafo primero de la Ley de Aguas Nacionales, en relación con el diverso 73 de su Reglamento, ha procedido a formular el estudio técnico del acuífero Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas, con el propósito de determinar si es necesario modificar el marco regulatorio vigente en materia de control de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, conforme a las causales de utilidad e interés público, previstas en la propia Ley, y en su caso, sustentar la emisión del ordenamiento procedente, mediante el cual se establezcan los mecanismos para su regulación, que permitan llevar a cabo su administración y uso sustentable;

Que para la elaboración del estudio técnico, se promovió la participación de los usuarios a través del Consejo de Cuenca del Altiplano, a quienes se les presentaron los resultados de los mismos en la Décima Reunión Ordinaria de la Comisión de Operación y Vigilancia, celebrada el día 30 de junio de 2017, en la Ciudad de Zacatecas, en el Estado de Zacatecas; por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

**ACUERDO POR EL QUE SE DAN A CONOCER LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO TÉCNICO DE LAS AGUAS NACIONALES SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO PUERTO MADERO, CLAVE 3224, EN EL ESTADO DE ZACATECAS, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA VII, CUENCAS CENTRALES DEL NORTE**

**ARTÍCULO ÚNICO.-** Se dan a conocer los resultados del estudio técnico realizado en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, ubicado en el Estado de Zacatecas, en los términos siguientes:

**ESTUDIO TÉCNICO**

**1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL**

El acuífero Puerto Madero, clave 3224, se localiza al noreste de la Ciudad de Zacatecas, en la porción oriental de la entidad federativa de Zacatecas (Mapa 1), con una superficie aproximada de 1,931 kilómetros cuadrados; se ubica totalmente en el Municipio de Villa de Cos. Administrativamente, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa VII, Cuencas Centrales del Norte.

Los límites del acuífero Puerto Madero, clave 3224, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas geográficas se presentan a continuación y corresponden a las establecidas 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 PUERTO MADERO, CLAVE 3224**

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	101	45	45.1	23	27	25.3	DEL 1 AL 2 POR EL LIMITE ESTATAL
2	102	17	5.5	23	16	20.8	
3	102	19	46.1	23	16	59.6	
4	102	20	35.1	23	18	25.1	
5	102	20	10.3	23	21	10.5	
6	102	21	16.3	23	24	27.3	
7	102	18	10.5	23	31	52.8	
8	102	14	23.4	23	34	27.8	
9	102	15	10.2	23	38	0.5	
10	102	4	38.3	23	39	51.2	
11	102	3	22.7	23	44	44.8	

12	101	58	54.1	23	46	15.2	
13	101	56	6.4	23	44	19.3	
14	101	47	58.9	23	42	34.6	
15	101	39	8.0	23	36	3.7	
16	101	36	42.9	23	34	40.1	DEL 16 AL 1 POR EL LIMITE ESTATAL
1	101	45	45.1	23	27	25.3	

Las coordenadas geográficas señaladas, fueron determinadas con base en la versión magnética del Marco Geoestadístico Municipal 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y su base cartográfica escala 1:250,000, en coordenadas geográficas y NAD27 como Datum.

Para mayor precisión se ilustra en el siguiente mapa, la ubicación del acuífero Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas:



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

De acuerdo con los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía Censo 2000, Censo 2005 y la Proyección de Población 2005-2050 del Consejo Nacional de Población, la población circunscrita al acuífero Puerto Madero, clave 3224, es de 6,648 habitantes. No se identifican localidades urbanas, toda la población habita en 41 localidades rurales. Las coberturas promedio de agua potable y drenaje son de 71.5 por ciento. El sector público-urbano emplea un 2.0 por ciento del agua subterránea extraída.

La población económicamente activa es de 1,245 habitantes, mientras que la población ocupada asciende a 1,209 habitantes, de estos el 45 por ciento se ocupa en el sector primario, el 30 por ciento en el secundario y el 25 por ciento en el sector terciario.

El sector agrícola es el principal usuario del agua en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, con el 92.4 por ciento del volumen extraído. Para el periodo comprendido entre los años 2013 a 2015, se reportaron un promedio de 33,896 hectáreas por año bajo explotación agrícola; de las cuales 3,478 hectáreas, equivalentes al 10 por ciento son de riego, y 30,418 hectáreas son de temporal, que representan el 90 por ciento. En términos de valor de la producción, aun cuando la superficie de agricultura de riego es aproximadamente ocho veces menor a la de temporal, representa un valor de la producción cuatro veces mayor con respecto a la de temporal; de forma general, la demanda agrícola supera por sí sola a la recarga natural. La superficie que se siembra bajo riego equivale únicamente al 2.4 por ciento de la superficie de riego en el Estado.

Con base en su extensión, los principales cultivos cíclicos son frijol, maíz, chile verde y avena forrajera; en este caso la alfalfa es el único cultivo perenne. Se estima que prácticamente el 98.7 por ciento de la superficie regada, se emplea para cultivos cíclicos, y el 1.3 por ciento restante por los perennes.

### **3. MARCO FÍSICO**

#### **3.1 Climatología**

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García en 1964, para las condiciones de la República Mexicana, en el área que comprende al acuífero Puerto Madero, clave 3224, predomina el clima de tipo seco, templado (BSokw), con condición de canícula hacia la parte norte de la zona en estudio; en la porción sur, se presenta el clima semiseco subtipo semiseco templado (BS1kw), en las cercanías de la cabecera municipal de Villa de Cos.

La temporada de lluvias tiene lugar entre los meses de julio a septiembre, la mayor precipitación se registra en las porciones este y oeste de la zona, con valores máximos de 390 milímetros al año; mientras que la precipitación más baja se registra hacia la porción sur, con valores de 330 milímetros al año. La temperatura media anual más alta en la superficie del acuífero se registra hacia la porción suroeste, con valores de 17.2 grados centígrados, las temperaturas más bajas se registran en la porción oriental, con 14.6 grados centígrados

Con los registros climatológicos del periodo 1980-2009, con los que se determinaron valores de precipitación y temperatura media anual de 348 milímetros y 15.6 grados centígrados, respectivamente. La evaporación potencial promedio es de 1,991.5 milímetros anuales.

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

De acuerdo con la clasificación fisiográfica de Erwin Raisz (1959), modificada por Ordoñez (1964), para las condiciones de la República Mexicana, el acuífero Puerto Madero, clave 3224, se ubica totalmente en la Provincia Fisiográfica Mesa Central. Y conforme a la regionalización fisiográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 1981), el acuífero se ubica en la Provincia Fisiográfica Mesa del Centro, en dos subprovincias, la mayor parte en la Subprovincia Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas, y una pequeña porción de su extremo norte y la región nororiental en la Subprovincia Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande.

Los principales sistemas de topoformas son sierras, lomeríos y llanuras aluviales. Las sierras se encuentran separadas por amplias llanuras aluviales y aumentan en magnitud hacia el norte del área. En la porción nororiental se localiza la Sierra La Sarteneja y al oriente, en el territorio del Estado de San Luis Potosí, la Sierra El Sabinal; ambas presentan forma alargada con una orientación general ligeramente hacia el noroeste, cuyas elevaciones varían de 2,150 a 2,600 metros sobre el nivel del mar, destacan sobre las extensas llanuras aluviales. Los sedimentos marinos que forman la mayor parte de estas montañas se presentan fuertemente plegadas y la intensa erosión que ha actuado sobre ellos ha contribuido al modelado de las actuales formas. El drenaje que presentan es de tipo radial.

Los lomeríos se encuentran distribuidos en la región noroccidental; su forma y elevación están condicionadas por las rocas que los conforman: las lutitas y areniscas de la Formación Caracol dan lugar a lomeríos amplios y de poca altura; las calizas y lutitas de la Formación Indidura originan lomas alargadas de suave relieve y poca altura; mientras que las formaciones Cuesta del Cura y Cupido presentan cerros aislados redondeados con alturas de 50 y 100 metros; son de morfología muy suave y presentan un horizonte petroclástico impermeable de muy poca profundidad, mientras que en la porción baja, correspondiente al llano de piso rocoso que cubre la mayor parte del territorio, se presentan suelos profundos en los cuales se desarrolla la actividad agrícola. Los cerros están erosionados en forma característica, redondeados y con pendientes suaves, en cuya base se han acumulado depósitos de pie de monte, que continúan hacia las llanuras aluviales extensas y poco inclinadas.

Las llanuras aluviales se encuentran principalmente en la región central del área, tienen un relieve relativamente plano con ligeras ondulaciones y un drenaje muy escaso e intermitente de tipo endorreico, sin

corrientes superficiales de importancia. En las porciones altas donde afloran las calizas el tipo de drenaje es dendrítico e intermitente. Las llanuras están formadas por pequeños grabens tectónicos, que fueron rellenados durante el Terciario y Cuaternario por depósitos aluviales, depósitos lacustres y por rocas ígneas vulcano clásticas, cuyos espesores varían de 100 a 300 metros.

### 3.3 Geología

La columna geológica de la zona de estudio, está constituida por rocas sedimentarias y materiales volcánicos, cuyas edades varían del Triásico al Reciente distribuidos principalmente en el Terreno Tectonoestratigráfico Sierra Madre. Formando parte del Terreno Guerrero, se tiene la presencia de la Formación Chilitos, de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior, se le conoce como una secuencia vulcanosedimentaria conformada por lavas masivas y almohadilladas de composición basáltica-andesítica. El Terreno Sierra Madre o Cuenca Mesozoica del Centro de México está constituido por las formaciones siguientes: Formación Zacatecas, litológicamente está constituida por intercalaciones de estratos delgados de filitas, pizarras, capas gruesas y medias de cuarcitas y calizas, la edad estimada para esta formación es del Triásico Superior, su depósito se considera que ocurrió en un ambiente marino marginal.

Del Sistema Jurásico se tiene la Formación Nazas, también conocida como Formación Huizachal, en el área del acuífero está representada por una secuencia sedimentaria formada por limolitas y un conglomerado con clastos de rocas andesíticas y riolíticas, aflora al noreste y sureste de Villa de Cos. La Formación Zuloaga está representada por una caliza en la que se distinguen dos unidades bien definidas: la parte inferior que contiene capas de caliza, cuyo color varía de gris claro a ligeramente oscuro, contiene también algunas capas de limolita calcárea, la parte superior está constituida por caliza masiva de color gris, que se caracteriza por presentar estilolitas de gran amplitud y algunos horizontes donde se presentan pequeños nódulos de pedernal, aflora en las sierras plegadas ubicadas al norte del acuífero. La Formación La Caja consiste de calizas margosas con pedernal, alternando con limolitas y areniscas, que se hacen progresivamente más finas hacia la cima, aflora en la mayoría de las sierras plegadas.

De Edad Cretácico, afloran en la zona las formaciones Taraises, constituidas de caliza con cantidades menores de limolita, que descansan sobre sedimentos arcillosos de la Formación La Caja; la Formación Cupido está representada por rocas muy resistentes y homogéneas constituidas principalmente por calizas de estratificación mediana a gruesa; la Formación La Peña se describe como un grupo de estratos calcáreo arcillosos, cuya base comienza como una secuencia de calizas de estratificación delgada de color gris claro y continúa en la parte media con calizas que presentan cantidades variables de arcilla deleznable; la Formación Cuesta del Cura es una secuencia de calizas compactas, de estratificación delgada y ondulada, con nódulos y bandas de pedernal e intercalaciones delgadas de arcilla; la Formación Indidura se encuentra constituida en general por una secuencia calcárea arcillosa, conformada por calizas arcillosas, con intercalaciones de calizas y lutitas calcáreas laminares; la Formación Caracol es una unidad compuesta de areniscas de grano medio, con cementante calcáreo y matriz arcillosa, que muestran estratificación cruzada, intercaladas con limolitas y lutitas, los afloramientos se encuentran ampliamente distribuidos en toda la superficie del acuífero.

Del Sistema Terciario afloran: un Conglomerado Polimíctico, éste se presenta estratificado, medianamente clasificado y constituido por fragmentos del tamaño de grava, con horizontes arenosos de grano fino a grueso, la matriz y cementante es de carbonato de calcio, ocasionalmente con estratificación cruzada; que afloran de manera aislada al noroeste y sur de los poblados Santa Clara, Banderillas y al noroeste de la Laguna San José Caligüey; Rocas volcánicas riolíticas-intermedias, se denomina con este nombre a una secuencia de rocas piroclásticas en la base y un grueso paquete de riolitas fluidales en la cima, los piroclásticos que subyacen al cuerpo de riolita están conformados por tobas arenosas, pómez y lapilli; Caliza y depósitos lacustres, se le denomina así a la depositación continua con sedimentos lacustres que rellenan una fosa tectónica ubicada principalmente en las lagunas Santa María, Saldivar, La Prieta, Santa Clara y San José Caligüey; presentan coloración que varía de blanco a café rosáceo, con horizontes evaporíticos de yeso en mantos y fracturas, y ocasionalmente interestratificados con horizontes de conglomerados, durante la depositación de los sedimentos lacustres se llevó a cabo un depósito de carbonatos en cuencas secundarias o en zonas cercanas a las márgenes de la cuenca, dando origen a una caliza, que por correlación estratigráfica se le asignó una edad Oligoceno-Mioceno; Unidad Volcánica Basáltica, se propone este nombre para denominar una serie de rocas volcánicas máficas que se encuentran cubriendo a las rocas pre-oligocénicas, principalmente están constituidos por derrames de basaltos, de textura vesicular a amigdaloides, con relleno de cuarzo y calcita, que aflora de manera aislada en la porción oriental del acuífero.

Durante el Cuaternario se depositó un Conglomerado polimíctico, éste cubre discordantemente a las unidades anteriores y es producto posiblemente de la desecación y agrietamiento ocurridos durante la retirada temporal de aguas someras y el subsiguiente desplazamiento durante las crecidas. De esta misma edad son los depósitos aluviales, los materiales que constituyen esta unidad se encuentran rellenando las depresiones, generalmente sinclinales y pequeñas fosas tectónicas, así como llanuras de piedemonte y llanuras aluviales que forman los rellenos de cuencas cerradas, denominadas bolsones, éstas se encuentran representadas en el área por depósitos de talud, terrazas aluviales, depósitos de acarreo en cauces de arroyos, así como en suelos residuales, limos y arcillas, que fueron depositados en las partes bajas y planas, se encuentran cubriendo a rocas cretácicas y terciarias y tienen una distribución muy extensa en el área.

## 4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El área en la que se encuentra el acuífero Puerto Madero, clave 3224, corresponde a la Región Hidrológica 37 El Salado, Cuenca Fresnillo-Yescas. El acuífero se localiza prácticamente en su totalidad en la Subcuenca Yesca. Todo este conjunto hidrográfico está constituido por una serie de cuencas cerradas de muy diferentes dimensiones. En su mayor extensión carece de corrientes superficiales permanentes, sólo existen escurrimientos efímeros en las partes topográficamente más altas.

La Subcuenca Yesca carece de corrientes de importancia, sólo algunos arroyos presentan escurrimientos en temporadas de lluvia. La infraestructura hidráulica está representada por una serie de bordos y algunas lagunas efímeras en las regiones topográficamente más bajas, entre las que destacan San Andrés, Las Hermanas, La Loma, Víboras, El Pinto y Los Pobres. La más importante que es Santa Clara, que se localiza en el acuífero vecino El Barril, en el Estado de San Luis Potosí, hacia donde fluye el escurrimiento superficial.

## **5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

### **5.1 El acuífero**

De la información existente y con base en la distribución espacial de los materiales que conforman el acuífero Puerto Madero, clave 3224 éste es de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido por un medio granular y otro fracturado. La porción superior está conformada por sedimentos aluviales, de granulometría variada, depósitos lacustres y eólicos, así como conglomerados polimícticos, cuyo espesor puede alcanzar los 200 metros en la porción central de la llanura; debajo de éstos se presentan areniscas y lutitas fracturadas. Esta es la unidad que se explota principalmente para satisfacer las necesidades de agua en la región. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas sedimentarias, principalmente areniscas y lutitas de la Formación Caracol, cuando presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. El espesor de este acuífero en su medio granular y fracturado puede alcanzar 400 metros. Las calizas y areniscas representan un acuífero potencial que aún no ha sido explorado, que puede presentar condiciones de semiconfinamiento, debido a que están sobreyacidas por lutitas y limolitas.

El predominio de sedimentos granulares y conglomerados polimícticos, de granulometría fina, le confieren muy baja permeabilidad al acuífero, dado que los bajos caudales que aporta sólo son suficientes para el abastecimiento de las necesidades del uso doméstico y pecuario. Las fronteras y barreras al flujo subterráneo, así como el basamento geohidrológico del acuífero, están representadas por las mismas rocas sedimentarias cuando se presentan inalteradas y al desaparecer el fracturamiento, así como por rocas metamórficas y la secuencia de depósitos terrígenos finos que conforman las lutitas y limolitas. A mayor profundidad se considera que el basamento geohidrológico regional está constituido por la secuencia de calizas arcillosas y lutitas de las formaciones Nazas La Peña e Indidura.

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

Profundidad al nivel estático. La configuración de profundidad al nivel estático para el año 2015 muestra que los valores varían, de manera general, de 10 a 90 metros los cuales se incrementan por efecto de la topografía desde el centro de la llanura hacia las estribaciones de las sierras que los delimitan, excepto en la porción occidental donde la concentración de la extracción ha causado la profundización de los niveles del agua subterránea. Los niveles estáticos someros, de 10 a 20 metros, se presentan en la región suroccidental, en las inmediaciones del poblado Cañas; así como en toda la porción occidental que circunda a la llanura. Los más profundos, de 70 a 90 metros, se registran en la porción occidental de la llanura, en la zona ubicada al este del poblado Emiliano Zapata.

Elevación del nivel estático. La elevación del nivel estático en el año 2015 registró valores que variaron de 2,050 a 1,890 metros sobre el nivel del mar, decreciendo desde la porción suroccidental del acuífero hacia la planicie aluvial localizada en la región central, mostrando de esta manera una dirección preferencial del flujo subterráneo suroccidental-nororiental, con alimentaciones provenientes de los flancos oriental, occidental y norte, para finalmente dirigirse hacia la laguna que se ubica al este de la localidad Emiliano Zapata, donde la concentración de la extracción para uso agrícola ha formado un cono de abatimiento, definido por la curva 1,890 metros sobre el nivel del mar e interceptando flujo subterráneo que antes, en condiciones naturales, se dirigía al sur hacia el acuífero El Barril, en el Estado de San Luis Potosí. Los valores más altos, de 2,000 a 2,050 metros sobre el nivel del mar, se presentan en la porción suroccidental y occidental del acuífero, entre las comunidades Cañas y El Venado.

Evolución del nivel estático. La configuración de evolución del nivel estático para el periodo de años de 2008 a 2015, registra valores de abatimiento que varían de 5 a 10 metros, que representan un promedio anual de 0.7 a 1.4 metros, con valores puntuales de hasta 15 metros que se observaron al este de la localidad Emiliano Zapata, donde se concentra la extracción por bombeo; en estas zonas el abatimiento promedio anual es de 1.7 metros. Hacia los extremos de mayor elevación topográfica y hacia el extremo sur del acuífero los abatimientos disminuyen gradualmente hasta desaparecer. De manera general, en la mayor parte de la superficie del acuífero, no se registraron variaciones significativas en la posición de los niveles del agua subterránea.

### **5.3 Calidad del agua subterránea**

De los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados al acuífero Puerto Madero, clave 3224, se determinó que los valores de concentración de sólidos totales disueltos variaron de 248 a 1,283 miligramos por litro, únicamente 2 pozos superaron el límite máximo permisible de 1000 miligramos por litro establecido por la Norma Oficial Mexicana "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 del 2000. Asimismo en 8 muestras se detectaron concentraciones de flúor que exceden los 1.5 miligramos por litro que establece dicha norma. Respecto a la ubicación de estas muestras, no existe un patrón de ocurrencia, ya que se localizan tanto en pozos emplazados en material aluvial, como en conglomerados y en tobas.

El agua del acuífero Puerto Madero, clave 3224, se clasifica como agua dulce, ya que los valores de conductividad eléctrica, en su mayoría, son inferiores a 2,000 micro Siemens por centímetro, únicamente dos muestras sobrepasan este valor, se presentan concentraciones extremas de 509 a 2,582 micro Siemens por centímetro. Los valores de conductividad eléctrica más altos se localizan en la parte central del acuífero, donde se encuentran los materiales sedimentarios lacustres del cuaternario. Las temperaturas registradas varían de 17.5 a 24.8 grados centígrados y el potencial hidrógeno varía de 7.4 a 8.6.

La familia de agua que predomina es la sulfatada sódica, que es característica de agua de una relativa reciente infiltración, que se ha almacenado y circulado en materiales volcánicos ácidos como tobas y riolitas, enriquecidas en sodio hacia la parte baja de la llanura.

De acuerdo con el criterio de Wilcox, predomina agua de salinidad media con bajo contenido de sodio, que se considera apta para el uso agrícola, sin restricción alguna en el tipo de cultivos y suelos. En menor proporción existe agua que presenta salinidad alta con bajo contenido de sodio, que representa un riesgo moderado, cuya utilización en la agricultura requiere de suelos con buen drenaje y lavados periódicos o utilización en cultivos tolerantes a la salinidad.

### 5.5 Balance de agua subterránea

De acuerdo con el balance hidrogeológico realizado por la Comisión Nacional del Agua, la recarga total media anual que recibe el acuífero Puerto Madero, clave 3224, es de 16.5 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 10.7 millones de metros cúbicos anuales generados por entradas de flujo subterráneo; 4.9 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical a partir de agua de lluvia que se infiltra al acuífero, y 0.9 millones de metros cúbicos anuales que ingresan al acuífero como recarga inducida debido a los retornos del riego agrícola.

Las salidas del acuífero están conformadas únicamente por el bombeo de las captaciones de agua subterránea. No existen descargas naturales por flujo subterráneo, flujo base de ríos, por evapotranspiración de niveles freáticos someros, ni a través de manantiales. El cambio de almacenamiento es negativo, lo que indica que corresponde a un minado de la reserva no renovable del acuífero y provoca un abatimiento continuo de los niveles del agua subterránea.

## 6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de aguas nacionales subterráneas, se determinó conforme al método establecido en la “NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, 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 27 de marzo de 2015, aplicando la expresión:

$$\text{DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA DEL SUBSUELO EN UN ACUÍFERO} = \text{RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL} - \text{DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA} - \text{EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, se determinó considerando una recarga media anual de 16.5 millones de metros cúbicos anuales; no existe descarga natural comprometida; un volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua con fecha de corte al 31 de diciembre de 2015, de 24.689333 millones de metros cúbicos anuales, ambos con fecha de corte al 31 de diciembre de 2015; resultando un déficit de 8.268083 millones de metros cúbicos anuales.

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA	ENTIDAD FEDERATIVA	CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS				DMA	
						VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	POSITIVA	NEGATIVA (DÉFICIT)
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES											
VII CUENCAS CENTRALES DEL NORTE	ZACATECAS	3224	PUERTO MADERO	16.5	0.0	24.689333	0.000000	0.078750	0.000000	0.000000	-8.268083

R: recarga total media anual; DNC: descarga natural comprometida; VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas; VCAS: volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; VEALA: volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; VAPTYR: volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; VAPRH: volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; DMA: disponibilidad media

anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Esta cifra indica que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Puerto Madero, clave 3224.

El volumen máximo que puede extraerse de este acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 16.5 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, ya que la descarga natural comprometida se considera nula.

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

Actualmente, en la extensión del acuífero Puerto Madero, clave 3224, en el Estado de Zacatecas, se encuentra vigente el siguiente Decreto de veda de aguas del subsuelo:

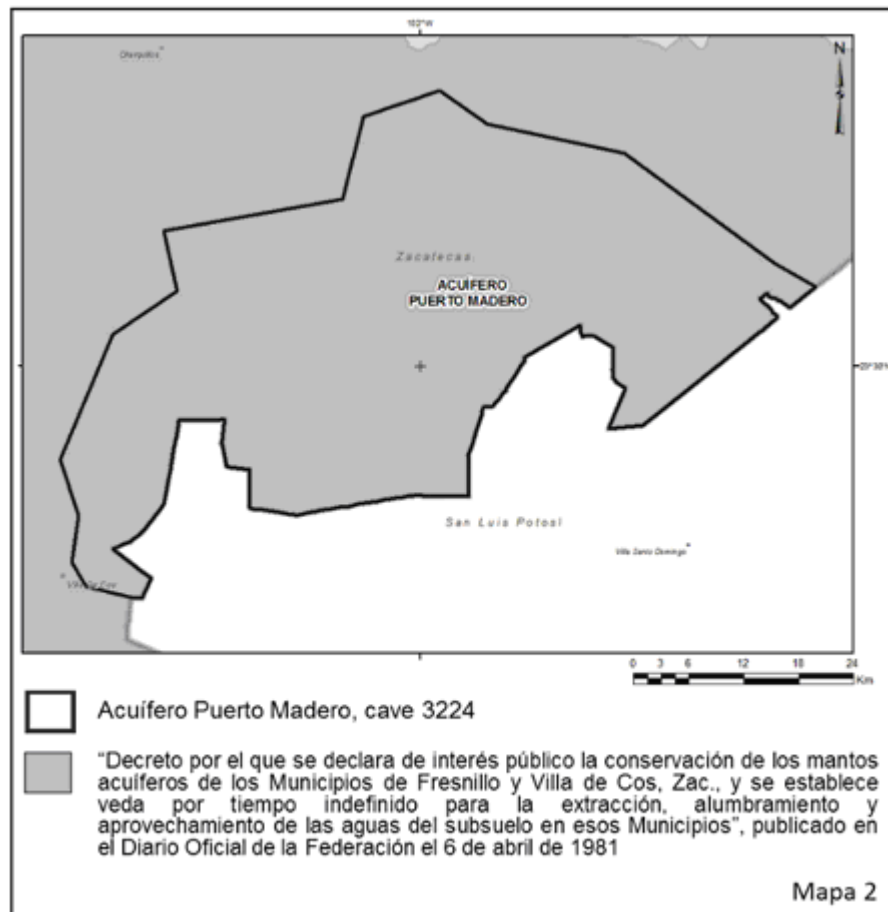
- a) "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de los Municipios de Fresnillo y Villa de Cos, Zac., y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en esos Municipios", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 1981, el cual cubre en la extensión total del acuífero Puerto Madero, clave 3224.

Con relación a dicho instrumento, cabe señalar que conforme a la Ley Federal de Aguas, vigente en 1978, la veda establecida tuvo por efectos jurídicos permitir de forma controlada nuevas extracciones mediante título de asignación o concesión y permiso para las obras de alumbramiento otorgado por la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, antecesora de la Comisión Nacional del Agua, a efecto de vigilar y prevenir la posible afectación por los aprovechamientos existentes y no sobrepasar la capacidad explotable en el acuífero materia del presente estudio técnico.

Considerando que dicho instrumento jurídico fue emitido en 1981, el ámbito espacial de su aplicación se determinó con base en la división política de los municipios y entidades federativas, posteriormente, 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", instrumento que vinculado con el uso de equipos de geoposicionamiento, el desarrollo de sistemas de información geográfica y la disponibilidad de herramientas computacionales, han permitido que a la fecha se logren identificar las áreas de dichas unidades de gestión, ubicarlas en coordenadas geográficas y establecer sus límites, así como relacionar su localización con el ámbito territorial en el que surte efectos el Decreto señalado.

A continuación se ilustra en el mapa que el instrumento jurídico anteriormente referido aplica en la extensión total del acuífero Puerto Madero, clave 3224:





## 8. PROBLEMÁTICA

### 8.1. Escasez natural de agua

El acuífero Puerto Madero, clave 3224, se localiza en la región semiárida del Estado de Zacatecas, presenta características de baja precipitación y alta tasa de evaporación, lo cual disminuye la disponibilidad de agua superficial e incrementa la presión sobre el agua de origen subterráneo. La precipitación pluvial es del orden de 348 milímetros por año, que equivale al 67 por ciento de la media anual registrada en el Estado de Zacatecas; muy por debajo de la media nacional, representando el 45 por ciento de la media anual del país. La temperatura media anual es de 15.6 grados centígrados, y la evaporación potencial media de 1,991 milímetros anuales; estas características se traducen en una escasez natural de agua.

Este panorama de escasez de agua, también se ve reflejado en 27 declaratorias de sequía, emitidas en el periodo comprendido entre el año 2000 y el 2008, por la Secretaría de Gobernación (Centro Nacional de Prevención de Desastres, Sistema Integral de Información sobre Riesgos de Desastre 2009).

Uno de los fenómenos climáticos que más afecta a las actividades económicas del país es la sequía, el Servicio Meteorológico Nacional se encarga de detectar el estado actual y la evolución de este fenómeno, para lo que se apoya en el Monitor de Sequía en México, que consta de un Reporte que contiene una descripción de la sequía en el país, tablas y gráficos de porcentaje del área afectada por sequía a nivel nacional. Se predice para la región una expansión geográfica de sequías catalogadas como muy fuertes. Las perspectivas ante el calentamiento global, para el año 2040, pronostican una reducción del 2 por ciento de la precipitación e incremento en la temperatura de 2.3 grados centígrados, dando como consecuencia un aumento en las necesidades hídricas mayor al 4 por ciento.

### 8.2. Sobreexplotación

Para el periodo comprendido de 2008 a 2015, los resultados de la evolución del nivel estático indican que la zona con abatimientos más críticos se localiza al este de la localidad Emiliano Zapata, en la porción poniente del acuífero, que es donde se concentra la extracción por bombeo, presentándose valores de abatimiento de hasta 15 metros en el periodo señalado, con un abatimiento promedio anual de 1.7 metros.

El acuífero presenta condiciones de sobreexplotación, debido a que la extracción de agua subterránea ha sido durante un tiempo prolongado superior a la recarga que recibe, por lo que actualmente se presentan los efectos negativos asociados, tales como el descenso de los niveles de agua subterránea, el deterioro de la calidad del agua subterránea, lo que se traduce en una baja rentabilidad de varios cultivos; lo cual ha traído consigo un freno al desarrollo de diversos sectores productivos y una fuerte competencia por el uso del agua.

A pesar de que este acuífero actualmente se encuentra completamente vedado por el Decreto señalado en el considerando séptimo, en tanto que no se sujete a una regulación en términos de la legislación vigente, será más difícil la implementación de las acciones tendientes a reducir la sobreexplotación, persistiendo el riesgo de que se agraven los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como el abatimiento del nivel del agua subterránea, con la consecuente inutilización de pozos, el incremento de los costos de bombeo, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea.

### **8.3 Riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua**

La calidad del agua subterránea en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, se ve afectada por la extracción de agua cada vez más profunda y más antigua que circula a través de las rocas volcánicas fracturadas, que al disolverse incorporan al agua subterránea elementos nocivos para la salud, de origen natural. Adicionalmente en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, existe el riesgo de contaminación, debido al retorno del riego agrícola, que por el uso de agroquímicos representa una fuente potencial de contaminación al agua subterránea.

## **9. CONCLUSIONES**

- El acuífero Puerto Madero, clave 3224, recibe una recarga media anual de 16.5 millones de metros cúbicos anuales; mientras que el volumen de extracción de agua subterránea concesionado para los diversos usos es de 24.689333 millones de metros cúbicos anuales.
- La disponibilidad media anual de agua subterránea presenta un déficit de 8.268083 millones de metros cúbicos anuales, por lo que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones.
- La nula disponibilidad media anual de agua subterránea implica que el recurso hídrico subterráneo debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlado, conforme a la legislación vigente, que tenga por objetivo detener la sobreexplotación del acuífero y alcanzar su sustentabilidad ambiental.
- La extensión total del acuífero Puerto Madero, clave 3224, se encuentra sujeta a las disposiciones del instrumento jurídico referido en el considerando séptimo del presente estudio técnico; que en términos de la Ley Federal de Aguas, vigente en 1978, constituía un medio de control de los aprovechamientos.
- Actualmente se presentan diversos efectos negativos asociados a la sobreexplotación, tales como el descenso de los niveles de agua y reducción en el rendimiento de los pozos, con el consiguiente incremento en los costos de bombeo, lo que ha propiciado que algunos cultivos resulten poco rentables, con lo que se ha afectado al sector agrícola, principal consumidor del agua.
- De los resultados expuestos, en el acuífero Puerto Madero, clave 3224, 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 del recurso hídrico; a la atención prioritaria de la problemática hídrica en zonas de escasez natural; al control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo; el restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas nacionales del subsuelo, así como la sustentabilidad ambiental y la prevención del aumento de la sobreexplotación del acuífero; causales que justifican el establecimiento de una zona de veda para un mayor control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, que

abarque la totalidad de la extensión territorial del acuífero Puerto Madero, clave 3224, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.

#### 10. RECOMENDACIONES

- Suprimir en la extensión del acuífero Puerto Madero, clave 3224, la veda establecida mediante el "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de los Municipios de Fresnillo y Villa de Cos, Zac., y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en esos Municipios", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 1981.
- La problemática del acuífero Puerto Madero, clave 3224, reúne las causales de interés y utilidad pública, para que en términos legales se proceda a establecer dentro de sus límites oficiales, una zona de veda conforme a lo señalado en la fracción LXV del artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales.
- Una vez establecida la zona de veda, 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.-** El estudio técnico que contiene la información detallada, planos y memorias de cálculo con los que se elaboró el presente Acuerdo, estará disponible para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua en su Nivel Nacional, ubicadas en Calzada México-Xochimilco Número 4985, Colonia Guadalupe, Alcaldía Tlalpan, Código Postal 14388, Ciudad de México, y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte, sito en Calzada Manuel Ávila Camacho, Número 2777, Oriente, Colonia Las Magdalenas, Torreón, Coahuila, Código Postal 27010, así como en la Dirección Local Zacatecas, que se ubica en Avenida Secretaría de la Defensa Nacional Número 90, Zona Industrial, Guadalupe, Zacatecas, Código Postal 98604.

Ciudad de México, a los 16 días del mes de agosto de dos mil diecinueve.- La Directora General, **Blanca Elena Jiménez Cisneros**.- Rúbrica.

**ACUERDO por el que se dan a conocer los resultados del estudio técnico de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Loreto, clave 3229, en el Estado de Zacatecas, Región Hidrológico-Administrativa VII, Cuencas Centrales del Norte.**

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

BLANCA ELENA JIMÉNEZ CISNEROS, Directora 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, XXI, 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, XXXVII, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12, fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1 y 73 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, y 1, 8, primer párrafo, 13, fracciones I, II, XI 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 artículo 7 BIS fracción IV de la Ley de Aguas Nacionales, declara de interés público el mejoramiento permanente del conocimiento sobre la ocurrencia del agua en el ciclo hidrológico, en su explotación, uso o aprovechamiento, en su conservación en el territorio nacional, y en los conceptos y parámetros fundamentales para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos, así como la realización periódica de inventarios de usos y usuarios, cuerpos de agua, infraestructura hidráulica y equipamiento diverso necesario para la gestión integrada de los recursos hídricos;