

## SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

### **ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, en el Estado de Puebla, Región Hidrológico-Administrativa Balsas.**

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

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

#### CONSIDERANDO

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

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

Que el 5 de diciembre de 2001, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, por la Comisión Nacional del Agua, y la homologación de los nombres de los acuíferos que fueron utilizados para la emisión de los títulos de concesión, asignación o permisos otorgados por este órgano desconcentrado", en el cual al acuífero objeto de este Estudio Técnico, se le asignó el nombre oficial de Libres-Oriental, clave 2102, en el Estado de Puebla;

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 y se modificaron los límites del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, en el Estado de Puebla;

Que el 20 de diciembre de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican", en el que se actualizó la disponibilidad media anual del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, obteniéndose una disponibilidad de 0.051537 millones de metros cúbicos anuales, con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 31 de marzo de 2013;

Que el 20 de abril de 2015, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican", en el que se actualizó la disponibilidad media anual del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, obteniéndose un déficit de 0.351629 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 Libres-Oriental, clave 2102, se determinó de conformidad con la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada el 17 de abril de 2002 en el Diario Oficial de la Federación;

Que en el acuífero Libres-Oriental, clave 2102, en el Estado de Puebla, se encuentran vigentes los siguientes instrumentos jurídicos:

- a) “DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la cuenca cerrada denominada Oriental, en los Estados de Puebla y Tlaxcala”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 1954, cuyas disposiciones aplican en el 85.17 por ciento de la extensión territorial del acuífero Libres-Oriental, clave 2102;
- b) “DECRETO por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona meridional del Estado de Puebla”, publicado el 15 de noviembre de 1967 en el Diario Oficial de la Federación, que aplica sólo en el 0.62 por ciento de la extensión del acuífero Libres-Oriental, clave 2102;
- c) “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 21 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en la porción no vedada del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, que en el mismo se indica y que corresponde al 8 por ciento de su extensión, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura y la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de los volúmenes de extracción autorizados o registrados, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo;

Que la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en el artículo 38, párrafo primero de la Ley de Aguas Nacionales, en relación con el diverso 73 de su Reglamento, procedió a formular los estudios técnicos del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, en el Estado de Puebla, 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 en el Comité Técnico de Aguas Subterráneas Huamantla Libres-Oriental Perote (de las porciones de los Estados de Tlaxcala, Puebla y Veracruz), órgano auxiliar del Consejo de Cuenca del Río Balsas, a quienes se le presentó el resultado de los mismos en su vigésima tercera reunión, realizada el día 29 de septiembre de 2015, en la ciudad de Tepeyahualco de Hidalgo, Municipio de Tepeyahualco, Estado de Puebla, habiendo recibido sus comentarios, observaciones y propuestas; por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

**ACUERDO POR EL QUE SE DA A CONOCER EL RESULTADO DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS DE LAS AGUAS NACIONALES SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO LIBRES-ORIENTAL, CLAVE 2102, EN EL ESTADO DE PUEBLA, REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA BALSAS**

**ARTÍCULO ÚNICO.-** Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero Libres-Oriental, clave 2102, ubicado en el Estado de Puebla, en los siguientes términos:

**ESTUDIO TÉCNICO**

**1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL**

El acuífero Libres-Oriental, clave 2102, se localiza en el extremo centro-noreste del Estado de Puebla, comprende una superficie de 3,973.80 kilómetros cuadrados, lo que representa el 11.58 por ciento con respecto a la superficie total estatal. Comprende en forma total los municipios de Aljojuca, Chichiquila, Chilchotla, Guadalupe Victoria, Lafragua, Mazapiltepec de Juárez, Oriental, Quimixtlán, Rafael Lara Grajales, San José Chiapa, San Nicolás Buenos Aires, Tlachichuca, Tepeyahualco y San Salvador El Seco, y abarca parcialmente a los municipios de Ocotepic, Libres, Cuyoaco, Nopalucan, San Juan Atenco, Chalchicomula de Sesma, Soltepec, Chignautla, Xiutetelco, General Felipe Ángeles, Ixtacamaxitlán, Tlatlauquitepec, Tepeaca, Atzitzintla, Acajete, Zautla, Acatzingo, Quecholac, todos ellos pertenecientes al Estado de Puebla. Administrativamente, el acuífero corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Balsas.

Los límites del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, están definidos por los vértices de la poligonal simplificada cuyas coordenadas se presentan a continuación y que corresponden a las incluidas en el "ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.

**ACUÍFERO 2102 LIBRES-ORIENTAL**

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	97	23	2.4	19	41	15.0	
2	97	19	53.3	19	42	52.3	DEL 2 AL 3 POR EL LÍMITE ESTATAL
3	97	13	49.4	19	21	51.9	DEL 3 AL 4 POR EL LÍMITE ESTATAL
4	97	12	21.9	19	19	53.8	DEL 4 AL 5 POR EL LÍMITE ESTATAL
5	97	2	30.5	19	7	40.4	DEL 5 AL 6 POR EL LÍMITE ESTATAL
6	97	16	3.0	19	1	47.5	DEL 6 AL 7 POR EL LÍMITE ESTATAL
7	97	16	58.2	19	0	4.6	
8	97	18	53.8	18	59	2.0	
9	97	29	21.8	18	58	27.9	
10	97	33	5.1	18	58	30.2	
11	97	36	42.5	19	2	22.1	
12	97	37	24.2	19	1	24.1	
13	97	38	35.7	19	3	2.5	
14	97	41	43.2	19	5	52.2	
15	97	44	13.4	19	6	4.8	
16	97	45	4.8	19	8	12.1	
17	97	48	35.0	19	8	46.2	
18	97	52	40.9	19	5	50.0	
19	97	55	41.7	19	9	45.4	DEL 19 AL 20 POR EL LÍMITE ESTATAL
20	97	51	31.7	19	29	27.1	
21	97	47	53.4	19	30	9.6	
22	97	42	58.0	19	33	26.1	
23	97	44	40.1	19	36	23.6	
24	97	41	52.0	19	37	43.8	
25	97	37	31.1	19	38	13.6	
26	97	37	51.1	19	40	17.5	
27	97	25	6.1	19	43	6.5	
1	97	23	2.4	19	41	15.0	

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

De acuerdo con los resultados de los censos y conteos de población y vivienda, realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, para el año 2000, la población total en el área que comprende el acuífero Libres-Oriental, clave 2102, ascendía a 308,903 habitantes, en el año 2005, era de 323,073 habitantes y en el año 2010, sumaba 349,101 habitantes. La población que habita en la superficie del acuífero está distribuida en 696 localidades, de las cuales, 24 corresponden a localidades urbanas, las que en conjunto concentraban en el año 2010 a 166,479 habitantes, que corresponden al 47.6 por ciento de la población total que habita dentro de los límites del acuífero; mientras que en las restantes 672 localidades rurales había 182,622 habitantes, que corresponden al 52.4 por ciento de la población total. De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía la tasa de crecimiento poblacional en el territorio que abarca el acuífero, evaluada del año 2000 al 2010, fue de 1.23 por ciento anual, menor a la tasa de crecimiento estatal, la cual fue de 1.43 por ciento anual para el mismo periodo.

Las principales localidades ubicadas en la superficie del acuífero son Ciudad Serdán, la más importante de la zona oriente del Estado, Ciudad de Libres, San Salvador El Seco, Rafael Lara Grajales, Oriental y Guadalupe Victoria.

Para el año 2030, la población urbana llegará a 200,225 habitantes, 33,746 habitantes más de los que había en el año 2010, mientras que la población total pasará de 349,101 habitantes en el año 2010 a 419,848 habitantes al final del año 2030; por su parte la población rural presentará un incremento en el número de habitantes, de 182,622 habitantes a 219,622, aunque se debe considerar que en años posteriores al 2010 algunas dejarán de ser rurales para pasar a ser urbanas.

Al final del año 2030, la población que habite dentro de la demarcación del acuífero requerirá 22.98 millones de metros cúbicos por año para abastecimiento de agua potable, bajo un escenario inercial; lo cual representa 3.87 millones de metros cúbicos más de los utilizados en el año 2010, considerando dotaciones por habitante de 150 litros diarios.

La cobertura de agua, para las localidades urbanas que se localizan en la superficie del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, en el año 2010 era de 95.7 por ciento, la cual se encontraba por encima de la media nacional que era de 95.4 por ciento para el mismo año; mientras que en las localidades rurales, la cobertura de agua era de 72.9 por ciento, la cual se encontraba por abajo de la media nacional que era de 77 por ciento para el mismo año. Por su parte, la cobertura de alcantarillado para las localidades urbanas era de 47.6 por ciento, la cual se encontraba por abajo de la media nacional que fue de 96.3 por ciento. La cobertura de alcantarillado para las localidades rurales fue del 47.1 por ciento, la cual se encontraba por abajo de la media nacional que fue de 68.9 por ciento.

La población económicamente activa en la superficie del acuífero para el año 2010, se estimó en 86,374 habitantes, que representa el 24.7 por ciento de la población total que habita dentro de los límites de la poligonal del acuífero Libres-Oriental, clave 2102.

Dentro de los límites de la poligonal del acuífero, en el año 2010 se generó un Producto Interno Bruto estimado en 16,583.4 millones de pesos, lo cual representa el 5.5 por ciento del Producto Interno Bruto total generado por el Estado de Puebla, para el año 2010. En cuanto a la renta per cápita estimada dentro del acuífero, 15 municipios presentan ingresos por encima de los 30,000 pesos anuales, y sólo dos por arriba de los 40,000 pesos anuales (Ocoatepec y Rafael Lara Grajales); mientras que la del país para el mismo año fue de 85,470 pesos por habitante al año.

Las principales actividades socioeconómicas en los municipios que integran al acuífero Libres-Oriental, clave 2102, son las actividades de los sectores secundario y terciario, dado que tienen mayor representatividad en lo concerniente al producto interno bruto estatal y nacional; sin embargo, para algunos casos, algunas ramas de la producción aun cuando muestran incrementos significativos en valores reales, su porcentaje de participación a nivel nacional ha disminuido. La economía regional descansa en la producción agropecuaria. Predominan las parcelas de temporal, destacando los cultivos de maíz, nopal, cebada, avena

forrajera, frijol, haba seca, papa y trigo. Las áreas de riego producen, además de los granos básicos, papa, zanahoria, alfalfa, col y brócoli. En lo concerniente a la ganadería, en la región destaca la avicultura y la porcicultura; respecto de otras especies, la ganadería es de mala calidad genética, con escasa tecnificación y pocos pastizales importantes.

La superficie actualmente sembrada bajo riego, es del orden de las 32,500 hectáreas. La demanda de agua por el sector agrícola representa el 85 por ciento del volumen de agua subterránea concesionada, siendo por mucho el sector que más agua consume en el acuífero.

Se considera que la principal problemática del sector consiste en la baja eficiencia en el uso de agua para riego, superficies con infraestructura hidroagrícola no aprovechada, disminución de la disponibilidad superficial y competencia por el recurso; además, las eficiencias actuales del sector son relativamente bajas, siendo del orden del 35 por ciento.

En los últimos años se ha generado una creciente demanda de agua, principalmente para los usos público urbano y agrícola, indispensables para sostener el desarrollo y continuidad de las actividades socioeconómicas en la superficie del acuífero Libres Oriental, clave 2102, en el Estado de Puebla.

### **3. MARCO FÍSICO**

#### **3.1 Climatología**

En la mayor parte de la superficie del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, predomina el clima templado, subhúmedo, con lluvias en verano, a excepción de la parte central, que es semiseco, con temperatura media anual de 14 grados centígrados y precipitación media anual de 590 milímetros; la temporada de lluvias abarca los meses de abril a octubre, siendo agosto y septiembre los más lluviosos, con láminas de 50 a 140 milímetros. Asimismo, la evaporación potencial media anual es de 1,460 milímetros y variaciones similares a la temperatura, mientras que la evaporación real es de 472 milímetros por año.

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

El acuífero Libres-Oriental, clave 2102, se localiza en el extremo oriente de la Provincia Fisiográfica Cordillera Volcánica Transmexicana y parte de la Provincia Sierra Madre del Sur. La primera es volcánica, caracterizada por basaltos, andesitas y riolitas que han dado origen a conos de escoria y de cenizas, volcanes compuestos y escudo, calderas y domos, así como sierras y cadenas montañosas, entre las que se han originado valles intermontanos.

El 10 por ciento de la superficie del acuífero corresponde a la Provincia Sierra Madre del Sur, que se caracteriza por tener una serie de depresiones disectadas por un gran número de corrientes fluviales, siendo el último vestigio de la Sierra Madre del Sur.

Geomorfológicamente, se le considera a esta zona como una cuenca del tipo endorreico, cuyos límites lo constituyen las sierras tanto volcánicas como sedimentarias; presenta drenaje del tipo radial centrífugo, barrancas profundas y estrechas con laderas verticales. En cambio, en la porción occidental, el drenaje es radial centrífugo a subdendrítico y rectangular.

#### **3.3 Geología**

El acuífero está limitado por la Caldera de Los Humeros al norte, que contiene elevada permeabilidad por los materiales piroclásticos que la conforman, mientras que al noroeste se levanta la Sierra de Tlaxco, donde se observa una alineación montañosa de andesitas y tobas; al sur aparece la Sierra de Soltepec, que es una estructura calcárea, fuertemente plegada y afallada; en el centro hay extensas planicies de origen lacustre.

En el acuífero Libres-Oriental, clave 2102, afloran rocas sedimentarias e ígneas, intrusivas y extrusivas, con edades que varían del Jurásico al Reciente.

Representadas por la Formación Pimienta del Jurásico, las rocas más antiguas son calizas, lutitas y dolomías con horizontes arcillosos, que aparecen localmente al noreste de la zona, al norte de la población El Tepeyac. Las rocas sedimentarias presentan permeabilidad variable, así las Formaciones Maltrata, Agua Nueva, San Felipe, Mexcala y Tamaulipas Inferior, son estructuras masivas, prácticamente impermeables, que

se encuentran a profundidad en la zona en cuestión, funcionan como acuitardos o como el basamento de la misma. No obstante, en la sierra aledaña al poblado de Tetipanapa, se encuentran fuertemente fracturadas, pero su permeabilidad es baja, ya que en las fracturas se han depositado materiales finos, además de que se cierran a profundidad, por lo que representan fronteras lateral y vertical del relleno de la cuenca.

Características muy similares a éstas tienen las rocas volcánicas que constituyen a la Riolita Oyameles, a la Andesita Alseseca y a los cuerpos intrusivos del Terciario, ubicados en las partes central y norte de la zona.

Las Formaciones Orizaba, Tamaulipas Superior y Guzmantla, todas ellas del Cretácico, actúan como receptoras de recarga y transmiten el agua infiltrada hacia las partes bajas, ya que presentan denso fracturamiento, haciendo que el agua circule a profundidad, aunque si la estructura es irregular y las fracturas están rellenas por sedimentos finos, el agua transita sobre las calizas, sin llegar a alimentar a éstas.

Circundando la zona, en las sierras de Tlaxco y Citlaltépetl, además del Volcán de La Malinche, se encuentran las rocas volcánicas de las Formaciones Teziutlán y Temastepec y los piroclastos poco compactados del Cuaternario, que son permeables por su fracturamiento y actúan como receptoras y transmisoras del agua que escurre a través de ellas.

Funcionando como acuitardos almacenadores de cantidades significativas de agua, casi siempre salobre, el aluvión de grano fino, con contenido de limos y arcillas, se presentan en las partes bajas de la zona, donde se encuentran los lagos Totolcingo y Tepeyahualco.

De igual manera, las rocas no consolidadas son excelentes receptores de recarga, por tener alta capacidad de infiltración, constituyendo un gran acuífero de transmisividad media a alta en la zona de saturación, por lo que se comporta como libre, pero puede estar semiconfinado por lentes de materiales arcillosos localmente; es frecuente que la permeabilidad de los depósitos no consolidados decrezca, conforme aumenta la profundidad, debido a la compactación originada por su propio peso.

#### **4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

Esta zona se ubica dentro de las regiones hidrológicas 18 Balsas y 28 Papaloapan, y les corresponden las subregiones hidrológicas 18A Alto Balsas, 28A Ríos Actopan, La Antigua y Jamapa, así como la 28B Río Papaloapan.

La recarga natural proviene principalmente desde el Volcán La Malinche y las Sierras de Citlaltépetl y Perote. Se presume la existencia de una región de retención hidrológica importante en la zona de Buenos Aires-Serdán.

Las corrientes principales son el Arroyo Xonecuila y el Río Barranca La Malinche, que nacen en Tlaxcala y vierten sus escurrimientos, en forma intermitente, al Lago de Totolcingo o El Carmen. Así, el escurrimiento superficial es transitorio y escaso, ya que se trata de una cuenca endorreica, sin salidas superficiales.

La zona presenta fuertes tasas de evaporación, por lo que la extracción intensiva del agua subterránea y la alteración de las salidas geohidrológicas naturales, provoca la disminución del nivel freático y la paulatina desaparición de las lagunas El Carmen y El Salado. La superficie de la Laguna de Totolcingo se reduce en la temporada seca, quedando al descubierto un lecho compuesto por una sal conocida como tequesquite. La laguna recibe el agua de pequeños arroyos que nacen en los cerros que rodean la cuenca, aunque la mayor parte de estas corrientes desaparecen antes de llegar al vaso.

#### **5. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

##### **5.1 El acuífero**

El acuífero Libres-Oriental, clave 2102, está conformado por rocas ígneas extrusivas, como materiales piroclásticos y lávicos, sobre todo, en las porciones bajas de la zona, su porción superior está constituida por depósitos aluviales no consolidados, de grano medio a grueso, mientras que en las inmediaciones de los macizos montañosos volcánicos, forman parte del acuífero los derrames lávicos fracturados, interdigitados con los piroclásticos y el aluvión.

El acuífero se encuentra limitado por rocas sedimentarias de plataforma, como las Formaciones Pimienta y Tamaulipas, lateral e inferiormente, formadoras del núcleo de las sierras adyacentes, con espesores variables en el subsuelo, de forma escalonada. Las calizas arrecifales de las Formaciones Orizaba, Tamaulipas Superior y Guzmantla, constituyen la parte inferior del acuífero regional, aun cuando parte de la zona está separada por el relleno de calizas arcillosas, areniscas y lutitas de baja permeabilidad, que actúan como un gran acuitardo discontinuo conformado por las Formaciones Maltrata, Agua Nueva, San Felipe y Mexcala.

En las áreas de los lagos El Carmen y Tepeyahualco, el acuífero está semiconfinado por depósitos arcillosos, de baja permeabilidad y espesor de varias decenas de metros; también puede estar semiconfinado localmente por materiales aluviales de grano fino en el resto del acuífero.

De las características hidráulicas del acuífero, la transmisividad varía entre menos de 0.001 y más de 0.1 metros cuadrados por segundo, con un coeficiente de permeabilidad de 0.0001 metros por segundo, compatible con las arenas de grano medio a grueso que predominan en el relleno volcánico.

Antes de la explotación intensiva del agua subterránea, lo que entraba al acuífero Libres-Oriental salía naturalmente, por evaporación y subterráneamente al sur de Soltepec y al noreste, rumbo al Estado de Veracruz. Actualmente, ante el incremento de la extracción de agua subterránea se han reducido progresivamente las descargas del acuífero y se han presentado cambios importantes, propios de un proceso gradual de desertificación.

Estas condiciones han afectado las características del proceso de recarga y descarga natural. El acuífero recibe menos aportaciones de la zona de Huamantla y sus salidas han disminuido ya que debido al incremento en las captaciones de agua subterránea, los niveles comenzaron a descender, interceptando las salidas naturales del acuífero y, como consecuencia, los lagos El Carmen y El Salado, se han vuelto estacionales y de formación más esporádica y el Lago Totoloapan, prácticamente desapareció.

La elevada permeabilidad de los suelos y la gran extensión del acuífero Libres-Oriental, conjugada con la moderada tasa de abatimiento, hace que durante años con lluvias extraordinarias el acuífero tuviera importantes recuperaciones que se concentraban en las áreas lacustres, zonas de descarga que dan origen a las lagunas; sin embargo, actualmente existe un desequilibrio en su balance que presenta sus principales efectos en el medio ambiente y en las captaciones someras.

El análisis de precipitación para los últimos 30 años en el acuífero Libres-Oriental, presenta una tendencia a la baja, lo que también tiene una relación directa con la situación de los lagos, que progresivamente han sido secados.

El acuífero Libres-Oriental se encuentra en una cuenca susceptible a los procesos de desertificación, que han sido acelerados por deforestación, cambio de uso de suelo y desecación de los lagos.

El acuífero Libres-Oriental, aun cuando presenta una importante reserva almacenada y un moderado ritmo de abatimiento, el sistema hidrológico de la cuenca es susceptible a muy sensible, a los abatimientos del nivel del agua subterránea.

Es probable que en la porción norte de la zona, las fallas y fracturas, la Caldera de Los Humeros y otras estructuras controlen el flujo, dando como resultado sistemas hidrotermales profundos.

## 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 del subsuelo. La profundidad al nivel estático, medida desde la superficie del terreno en el acuífero Libres-Oriental, clave 2102, varía de menos de 2 metros a poco más de 100 metros; es somera en el área lacustre, como la superficie del Lago Totolcingo, cuya profundidad al nivel estático llega a ser de menos de 2 metros en su porción central, hasta aflorar en el área ocupada por éste; por su parte, en Tepeyahualco aflora el agua en los axalapascos de Alchichica y Quecholac, entre otros, con profundidad al nivel estático de 5 metros en el área lacustre y aumenta con un rango de 40 a 100 metros en las estribaciones de las sierras que rodean al valle.

Con relación a la elevación del nivel estático, o carga hidráulica en el acuífero Libres-Oriental, varía entre 2,325 y 2,440 metros sobre el nivel del mar, con un comportamiento decreciente de las partes altas hacia las áreas lacustres y en los bordes suroriental y nororiental de la zona. Así, en las áreas lacustres, se presenta un patrón de flujo subterráneo característico de cuencas cerradas, donde la alimentación subterránea procede de Huamantla y de Buenos Aires, mientras que la descarga se realiza hacia las áreas de Libres y Oriental.

Las direcciones de flujo del agua subterránea son de norte a sur en la zona de Huamantla, cuando el flujo subterráneo llega al centro del valle justo donde se ubica el Lago de El Carmen, la mayor parte del flujo cambia a una dirección suroeste-noreste, es decir hacia el acuífero de Perote-Zayaleta; una pequeña parte del flujo sale horizontalmente hacia el acuífero Valle de Tecamachalco.

Los resultados de la configuración de evolución al nivel estático indican que la zona con abatimientos más críticos se localiza en la porción centro-sur, entre el Cerro El Brujo y Las Derrumbadas, en esta zona junto con la de Ciudad de Libres es donde se presentan los mayores abatimientos del nivel estático, siendo éstas de 0.50 a 0.90 metros por año.

Similar a la distribución anterior, el flujo del área lacustre de Tepeyahualco no converge en el sitio ocupado por el lago, sino hacia la zona de bombeo, al poniente de aquélla y se vislumbra una salida subterránea dirigida al vecino Estado de Veracruz.

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

De acuerdo con la información del censo de aprovechamientos realizado por la Comisión Nacional del Agua en el año 2011, se registró un total de 713 aprovechamientos ubicados en toda la superficie del acuífero Libres-Oriental, clave 2102. Del total de los aprovechamientos censados, 71 se encuentran inactivos y 547 activos; 423 son pozos profundos y 290 son norias.

El volumen de extracción estimado con métodos indirectos en el año 2010, indicaba que este era de 103.0 millones de metros cúbicos anuales.

En el lapso de los años 1964 a 1996, la extracción de agua subterránea en este acuífero se incrementó paralelamente a la perforación de más captaciones profundas, principalmente, con uso agrícola, ya que de la extracción total, un 85 por ciento se destina a esa actividad.

### **5.4 Calidad del agua subterránea**

De manera general, el agua subterránea del acuífero Libres-Oriental, clave 2102 es de baja salinidad, predominantemente bicarbonatada-cálcica, que corresponde a agua de reciente infiltración que ha circulado principalmente a través de rocas sedimentarias y volcánicas, por lo que en la mayoría de las muestras, las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la Modificación de la Norma Oficial Mexicana "NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000.

La concentración de sólidos totales disueltos presenta valores que varían de menos de 100 a 2,600 miligramos por litro, incrementándose de las áreas de recarga en las zonas montañosas a las zonas de descarga hacia las áreas lacustres, donde las concentraciones sobrepasan el límite máximo permisible de 1,000 miligramos por litro establecido en la norma referida. Las menores concentraciones de sólidos totales disueltos se presentan en los aprovechamientos ubicados hacia las partes topográficamente más altas, ubicadas en los extremos oriental y occidental del acuífero, mientras que los mayores se registran en la porción centro-norte, reflejando de esta manera las direcciones preferenciales del flujo subterráneo.

De acuerdo al Diagrama de Piper, el tipo más común de agua que se presenta es la mixta bicarbonatada, sulfatada-mixta y mixta magnésica cálcica bicarbonatada, que está asociada a las formaciones geológicas constituidas por arenas, arcillas limos, gravas, material piroclástico, depósitos lacustres así como por derrames ígneos propios de la zona, que al reaccionar con el agua subterránea le aportan distintas sales y minerales.

Respecto al contenido de fierro, boro, arsénico, fluoruro y manganeso, el agua subterránea no sobrepasa los límites máximos permisibles que establece la Norma referida.

Sin embargo, algunos pozos ubicados en zonas donde existe una gran actividad agrícola y descargas de aguas residuales sin tratamiento, el agua subterránea rebasa el límite máximo permisible de la Norma citada, respecto a nitratos y coliformes.

**5.5 Balance de Agua Subterránea**

De acuerdo al balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Libres-Oriental, clave 2102, es de 179.3 millones de metros cúbicos anuales, integrada por 40.3 millones de metros cúbicos anuales de entradas por flujo subterráneo horizontal, procedente de las sierras que bordean al acuífero y 139.0 millones de metros cúbicos anuales por recarga vertical por lluvia dentro del valle. Asimismo, la descarga total del acuífero es de 193.0 millones de metros cúbicos anuales, la cual está integrada por 103.0 millones de metros cúbicos anuales que se extraen del acuífero por bombeo, 90.0 millones de metros cúbicos por evapotranspiración en las zonas donde se presentan niveles freáticos someros, en las áreas de los lagos mayores; siendo, por lo tanto, el cambio de almacenamiento en el acuífero de -13.7 millones de metros cúbicos anuales, en el que el signo negativo indica que la extracción es a costa de la reserva almacenada no renovable del acuífero.

**6. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA**

La disponibilidad media anual de agua subterránea 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:

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

La disponibilidad media anual en el acuífero Libres-Oriental, clave 2102, se determinó considerando una recarga media anual de 179.3 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 20.0 millones de metros cúbicos anuales; un volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014 de 159.651629 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea nula con un déficit de 0.351629 millones de metros cúbicos anuales.

**REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA BALSAS**

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					

**ESTADO DE PUEBLA**

2102	LIBRES-ORIENTAL	179.3	20.0	159.651629	103.0	0.000000	-0.351629
------	-----------------	-------	------	------------	-------	----------	-----------

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.

Este resultado indica que no existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Libres-Oriental, clave 2102.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sustentables, es de 159.3 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 Libres Oriental, clave 2102, se encuentra sujeto a las disposiciones de los siguientes instrumentos jurídicos:

- “DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo de la cuenca cerrada denominada Oriental, en los Estados de Puebla y Tlaxcala”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 1954, cuyas disposiciones aplican en el 85.17 por ciento de la extensión territorial del acuífero Libres-Oriental, clave 2102.
- “DECRETO por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona meridional del Estado de Puebla”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de noviembre de 1967, que aplica en sólo el 0.62 por ciento de la extensión del acuífero Libres-Oriental, clave 2102.
- “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 21 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en el 8 por ciento de la superficie del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura y la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de los volúmenes de extracción autorizados o registrados, 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 Sobreexplotación**

En el acuífero Libres-Oriental, clave 2102, la extracción de agua subterránea es de 103.0 millones de metros cúbicos anuales, mientras que la recarga que recibe el acuífero está cuantificada en 179.3 millones de metros cúbicos anuales y la descarga natural comprometida en 20.0 millones de metros cúbicos anuales.

Actualmente, aun con la existencia de los instrumentos jurídicos referidos en el Considerando Octavo del presente, en el acuífero Libres-Oriental, clave 2102, se observa ya una tendencia al abatimiento, por lo que persiste el riesgo de que el incremento de la demanda de agua, principalmente para los usos agrícola y público urbano, 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, la disminución e incluso desaparición de los manantiales, del caudal base y la salida subterránea, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea.

La concentración de pozos ha ocasionado conos de abatimiento, situación que actualmente ya es un freno para el desarrollo de las actividades productivas sustentables que dependen del agua subterránea, lo que impacta negativamente en el ambiente y en el abastecimiento de agua para todos los habitantes de la zona.

## **9. CONCLUSIONES**

- En el acuífero Libres Oriental, clave 2103, no existe disponibilidad media anual de agua subterránea, para otorgar concesiones o asignaciones; por lo anterior el recurso hídrico subterráneo debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental y evitar que se agrave la sobreexplotación del acuífero.
- El acuífero Libres Oriental, se encuentra sujeto a las disposiciones de los instrumentos jurídicos referidos en el Octavo Considerando del presente. Sin embargo, persiste el riesgo de que se agrave la problemática del acuífero, en detrimento del ambiente y de los usuarios del agua subterránea.
- El Acuerdo General de suspensión del libre alumbramiento, establece que estará vigente en el acuífero, hasta en tanto se expida el instrumento jurídico que la Comisión Nacional del Agua, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales proponga al Titular del Ejecutivo Federal, mismo que permitirá realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero Libres-Oriental, clave 2102.

- De los resultados expuestos, en el acuífero Libres Oriental, clave 2102, se presentan las causales de utilidad e interés público, referidas en los artículos 7 y 7 BIS de la Ley de Aguas Nacionales, relativas a la protección, mejoramiento, conservación y restauración de acuíferos; a la atención prioritaria de la problemática hídrica en acuíferos con escasez del recurso; al control de la extracción y de la explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo, al restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas nacionales del subsuelo, así como la sustentabilidad ambiental; 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 del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.
- El ordenamiento precedente aportará las bases para obtener un registro confiable y conforme a derecho, de usuarios y extracciones; y con ello se organizará a todos los asignatarios y concesionarios del acuífero.

#### **10. RECOMENDACIONES**

- Suprimir la veda establecida mediante el “DECRETO que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo de la cuenca cerrada denominada Oriental, en los Estados de Puebla y Tlaxcala”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 1954, en la extensión del acuífero Libres-Oriental, clave 2102.
- Suprimir la veda establecida mediante el “DECRETO por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona meridional del Estado de Puebla”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de noviembre de 1967, en la extensión del acuífero Libres-Oriental, clave 2102.
- Decretar el ordenamiento precedente para el control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, y que en la porción de dicho acuífero, que en el mismo se señala, quede sin efectos el “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 21 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, en términos de lo dispuesto por su artículo primero transitorio.
- Una vez establecido el ordenamiento precedente, integrar el padrón de usuarios de las aguas subterráneas, conforme a los mecanismos y procedimientos que al efecto establezca la Comisión Nacional del Agua.

#### **TRANSITORIOS**

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

**ARTÍCULO SEGUNDO.-** Los estudios técnicos que contienen la información detallada, mapas y memorias de cálculo con la que se elaboró el presente Acuerdo, así como el mapa que ilustra la localización, los límites y la extensión geográfica del acuífero Libres-Oriental, clave 2102, estarán disponibles para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua, en su Nivel Nacional, en Avenida Insurgentes Sur 2416, Colonia Copilco El Bajo, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, Distrito Federal, Código Postal 04340, y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en el Organismo de Cuenca Balsas, en Nueva Bélgica esquina con Pedro de Alvarado sin número, Colonia Reforma, Cuernavaca, Morelos, Código Postal 62260 y en la Dirección Local Puebla, en Circuito Juan Pablo II número 505, Plaza Comercial América, primer piso, Colonia Residencial Boulevares, Código Postal 72440, ciudad de Puebla, Estado de Puebla.

México, Distrito Federal, a los 28 días del mes de enero de dos mil dieciséis.- El Director General, **Roberto Ramírez de la Parra**.- Rúbrica.