

***Actualización de la disponibilidad media anual
de agua en el acuífero Valle Del Mayo (2642),
Estado de Sonora***

*Publicada en el Diario Oficial de la Federación
20 de abril de 2015*

Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea

Publicada en el diario oficial de la federación el 20 de Abril de 2015

El artículo 22 segundo párrafo de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), señala que para el otorgamiento de una concesión o asignación, debe tomarse en cuenta la disponibilidad media anual del agua, que se revisará al menos cada tres años; sujetándose a lo dispuesto por la LAN y su reglamento.

Del resultado de estudios técnicos recientes, se concluyó que existe una modificación en la disponibilidad de agua subterránea, debido a cambios en el régimen natural de recarga, volumen concesionado y/o descarga natural comprometida; por lo que se ha modificado el valor de la disponibilidad media anual de agua.

La actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea publicada en este documento corresponde a una fecha de corte en el **Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014.**

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
ESTADO DE SONORA							
2642	VALLE DEL MAYO	370.0	78.1	275.101745	166.7	16.798255	0.000000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales “3” y “4” de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

ACUIFERO 2642 VALLE DEL MAYO

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	109	18	47.7	27	28	35.0	
2	109	11	5.8	27	22	50.3	
3	109	17	2.2	27	19	59.9	
4	109	2	47.8	27	11	48.5	
5	109	0	6.2	27	0	2.1	
6	109	4	38.5	26	57	54.3	
7	109	21	13.8	26	35	48.9	DEL 7 AL 8 POR LA LINEA DE BAJAMAR A LO LARGO DE LA COSTA
8	109	52	54.8	26	54	1.6	
9	109	43	38.4	26	57	57.1	
10	109	35	40.5	27	9	44.3	
11	109	31	54.2	27	19	2.3	
12	109	27	3.6	27	27	7.7	
1	109	18	47.7	27	28	35.0	



Comisión Nacional del Agua

Subdirección General Técnica

Gerencia de Aguas Subterráneas

Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica

***DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD
DE AGUA EN EL ACUÍFERO VALLE DEL MAYO,
ESTADO DE SONORA***

México, D.F., 30 de abril de 2002

CONTENIDO

- 1 GENERALIDADES
 - 1.1 LOCALIZACIÓN
 - 1.2 SITUACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUÍFERO
- 2 FISIOGRAFIA
 - 2.1 PROVINCIA FISIOGRÁFICA
 - 2.2 CLIMA
 - 2.3 HIDROGRAFÍA
- 3 GEOLOGIA
 - 3.1 ESTRATIGRAFÍA
 - 3.2 GEOLOGÍA DEL SUBSUELO
- 4 HIDROGEOLOGIA
 - 4.1 TIPO DE ACUÍFERO
 - 4.2 PARÁMETROS HIDRÁULICOS
 - 4.3 PIEZOMETRÍA
 - 4.4 HIDROGEOQUÍMICA Y CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA
- 5 CENSO DE APROVECHAMIENTOS
- 6 BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS
- 7 DISPONIBILIDAD
 - 7.1 RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL
 - 7.2 DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA
 - 7.3 VOLUMEN ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA CONCESIONADO E INSCRITO EN EL REPDA
 - 7.4 DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
- 8 BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

1 GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN.

El acuífero Valle del Mayo se localiza en la porción Sur de la planicie costera del Estado de Sonora, las coordenadas del polígono para enmarcar el área se presentan en la tabla siguiente:

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	109	16	55.2	27	28	37.2	
2	109	11	52.8	27	22	58.8	
3	109	12	7.2	27	17	31.2	
4	109	3	7.2	27	12	3.6	
5	109	0	43.2	27	9	0.0	
6	108	56	56.4	27	2	31.2	
7	108	55	30.0	26	59	45.6	
8	108	56	20.4	26	58	30.0	
9	109	0	28.8	26	57	46.8	
10	109	4	40.8	26	58	4.8	
11	109	7	37.2	26	56	34.8	
12	109	9	0.0	26	55	1.2	
13	109	8	27.6	26	51	25.2	
14	109	15	3.6	26	43	15.6	
15	109	20	52.8	26	36	21.6	
16	109	21	14.4	26	35	49.2	Del 16 al 17 por la línea de bajamar a lo largo de la costa
17	109	52	55.2	26	54	0.0	
18	109	40	26.4	26	58	4.8	
19	109	32	34.8	27	8	38.4	
20	109	31	4.8	27	16	8.4	
21	109	23	38.4	27	26	6.0	
1	109	16	55.2	27	28	37.2	

Queda comprendido dentro de una pequeña cuenca con una superficie del orden de los 1140 km². El acuífero esta comprendido parcialmente dentro de los municipios de Etchojoa, Huatabampo y Navojoa, y parcialmente dentro del municipio de Benito Juárez. En la región la población se concentra principalmente en las cabeceras de los municipios.

El censo de población y vivienda del INEGI (1995) reporta una población del orden de los 290000 habitantes para esta zona.

1.2 SITUACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUÍFERO.

1.2.1 Decretos de veda.

Dentro de la región se ubica la que se identifica como del Distrito de riego 038 Río Mayo, comprende parcialmente los municipios de Etchojoa y Navojoa y fue decretada el 10 de agosto de 1965 y publicada el 23 de septiembre del mismo año en el Diario Oficial.

1.2.2 Organización de usuarios.

Existen varias organizaciones como la Asociación de Usuarios del Distrito de Riego 038, Asociación de Agricultores del Río Mayo y Asociación de Agricultores del Bajo Río Mayo.

El aprovechamiento del acuífero se destina principalmente para los usos agrícola, pecuario, servicios y uso público urbano.

2 FISIOGRAFIA

2.1 PROVINCIA FISIAGRÁFICA.

Fisiográficamente, el área comprende parte de las Provincias Fisiográficas Sierra Madre Occidental y Llanura Costera del Pacífico, incluye parte de la Subprovincia Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa, conformada por llanuras deltaicas y pendiente con lomeríos.

2.2 CLIMA.

El clima predominante, por su grado de humedad, varía de muy seco a semiseco; por su temperatura, de muy cálido a semicálido en la mayor parte del área.

La temperatura media anual oscila entre 20 y 22°C registrándose la más elevada en el oeste y en las cañadas del río Mayo; la más baja en el este, donde el relieve es montañoso. La evaporación potencial es del orden de 2400 mm.

La precipitación media anual fluctúa de 200 a 400 mm en la parte baja de la cuenca y de 750 mm en la parte alta localizada en la Sierra Madre Occidental.

2.3 HIDROGRAFÍA.

La corriente más importante es el Río Mayo; una de las principales del Estado de Sonora. Tiene su origen en la Sierra Madre Occidental en Chihuahua; su curso es sinuoso con dirección general al suroeste, capta por la margen izquierda al río Batopilillas; aguas abajo se le une en su margen derecha el caudal del río Babanori y a partir de esta unión, cambia de rumbo hacia el sur y recibiendo por la misma margen, los ríos Guajaray y Quiriego, éste en el vaso, de la presa Adolfo Ruiz Cortines o Mocúzari; aguas abajo del embalse, el río drena hacia el oeste y

suroeste, pasa por la ciudad de Navojoa y continúa su curso hasta su desembocadura en el Golfo de California.

Según la división Hidrológica del Territorio Nacional, el acuífero Valle del Mayo se localiza en la Región Hidrológica 9, Sonora sur; está enclavado en la cuenca del río del mismo nombre, perteneciente a la vertiente occidental.

3 GEOLOGIA

3.1 ESTRATIGRAFÍA.

En la región afloran unidades que representan un lapso que comprende desde el Mesozoico que es el período geológico más antiguo en la región, al Reciente.

Las unidades más antiguas se componen de areniscas con intercalaciones de lutitas y calizas, además de una secuencia metamórfica compuesta por filitas, pizarras, cuarcita y calizas recrystalizadas; éstas subyacen en discordancia a las unidades calcáreas y detríticas cretácicas, así como a riolitas y tobas félsicas, areniscas y conglomerados del Terciario. Esta unidad se localiza al norte de la ciudad de Navojoa.

El Cretácico está representado por rocas ígneas extrusivas, intrusivas y sedimentarias. Las rocas ígneas intrusivas son: granodioritas y granitos, que se encuentran muy fracturadas, con intemperismo profundo, están ampliamente distribuidas en el área; ambas subyacen a rocas volcánicas y sedimentarias del Terciario y Cuaternario. Las rocas ígneas extrusivas están representadas por andesitas con fracturamiento moderado a intenso, subyacen a rocas volcánicas y depósitos clásticos del Terciario, en pequeños afloramientos de la porción noroeste del área. Las sedimentarias son yeso, lutita-arenisca, calizas, areniscas y conglomerados; el yeso se localiza en los alrededores del poblado Taymuco; la alternancia de lutita-arenisca aflora en la porción suroeste; las calizas con intercalaciones de lutita en capas laminares se localizan en los alrededores de la presa Adolfo Ruiz Cortínes y en la porción Este.

El Terciario está caracterizado por rocas ígneas extrusivas, así como volcans sedimentarias. Las primeras integran una secuencia de riolitas, ignimbritas tobas félsicas, toba brechoide, brecha volcánica máfica y basaltos. El fracturamiento es moderado y se localizan en la parte este del valle. Las rocas sedimentarias están representadas por una secuencia de arenisca-conglomerado y conglomerados, proviene de antiguos abanicos aluviales. Estos depósitos sedimentarios afloran en el centro oeste y noreste del valle.

Del Cuaternario son los basaltos, conglomerados y suelos: Los suelos son aluvial, lacustre y eólico. El primero está formado por depósitos no consolidados de grava, arena y arcilla; el lacustre por depósitos de arcilla, limo, arena fina, formados en las zonas de inundación del estero Tobari y el eólico está constituido por arena, forma dunas y están expuestas en el suroeste.

3.2 GEOLOGÍA DEL SUBSUELO.

En el año de 1978, la S.A.R.H. llevó a cabo un estudio geohidrológico en el valle del río Mayo, a través de la compañía PLANIMEX, Ingenieros Consultores, S. A. Como parte de este estudio, se realizaron sondeos geofísicos en la zona. De esto se desprende lo siguiente:

El subsuelo del plano del delta esta formado por sedimentos no consolidados de varios tamaños de grano (grava, arena, limo y arcilla), y por basaltos interestratificados. Se encuentran cambios rápidos verticales y horizontales en la textura.

La distribución del material aluvial de granos más gruesos y más finos no es completamente irregular. Las concentraciones de sedimentos con un predominio de fracciones mas gruesas o más finas, pueden discernirse de ciertos rangos de profundidad en diversas zonas.

Las capas basálticas se encuentran en varios de los pozos profundos a diferentes profundidades, abajo debajo de En algunos de los pozos fueron perforadas varias unidades basálticas de diversos espesores. Los estratos encontrados son depósitos clásticos de todos los tipos que ocurren en el área.

Dentro de las diversas unidades basálticas, se encontraron intercalaciones de arcilla de diferentes colores y espesores. Las rocas basálticas muestran diferentes etapas de intemperización.

Los pozos profundos perforados muestran que el basalto no debe considerarse como la base sólida del relleno clástico del vaso, sino como una interestratificación dentro de la secuencia de los depósitos clásticos.

Los basaltos encontrados en las diversas perforaciones son del mismo carácter petrográfico, conteniendo todos ellos un elevado porcentaje de zeolitos.

4 HIDROGEOLOGIA

4.1 TIPO DE ACUÍFERO.

El acuífero de esta zona es del tipo Libre, está contenido en materiales aluviales del Reciente y en Basaltos interestratificados. Los sedimentos aluviales están constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas, con bruscos cambios texturales en sentido vertical como horizontalmente, como es de esperarse en un medio de depositación deltaico. Cerca de la línea costera se encuentran sedimentos evaporíticos depositados en antiguas lagunas cerradas y pantanos; cabe hacer mención que el relleno aluvial ha sido reconocido a profundidades mayores de 400m.

4.2 PARÁMETROS HIDRÁULICOS.

Las pruebas de bombeo permiten determinar las propiedades hidráulicas de un acuífero: transmisividad, coeficiente de almacenamiento, gasto específico, etc.

Mediante estas pruebas, puede observarse que la transmisividad se incrementa en dirección de sur a norte. Esto está de acuerdo con la geología subsuperficial del área. En el norte el aluvión del río contiene gran cantidad de material grueso y por tanto, la transmisividad es relativamente grande, 0.05 m²/s aunque los depósitos pueden ser poco profundos. Hacia la costa, la transmisividad alcanza valores de 0.002 m²/s.

En el sur los depósitos son de carácter deltáico y contienen solo una pequeña cantidad de material grueso permeable. Hacia los límites impermeables en la parte oriente del área la transmisividad decrece rápidamente, debido en general al decrecimiento de la conductividad hidráulica. En la margen noroeste aparecen también valores bajos de transmisividad. Dentro del área se encuentran algunas pocas zonas restringidas, de alta transmisividad. En particular aparecen al sur de la presa derivadora de Tesia. Los valores de transmisividad dentro del área de balance de aguas subterráneas, varían entre un mínimo de 0.004 m²/s cerca de los límites impermeables al oriente, y un máximo de 0.013 m²/s cerca del río, en la parte norte del área.

El decrecimiento de la transmisividad hacia el sur del área, significa que se incrementa la resistencia al flujo de las aguas subterráneas. Este incremento en la resistencia a menudo conduce a gradientes más altos.

El coeficiente de almacenamiento se ubica entre 0.006 y 0.128. (Cuando PLANIMEX realiza el balance del agua subterránea, usa un valor de 0.12 para el coeficiente de almacenamiento).

Respecto a la capacidad específica, su configuración mantiene una estrecha relación con la de la transmisividad. El gasto específico es mayor en la cercanía del cauce del río Mayo (hasta 20 l/s/m), y disminuye hacia la costa.

4.3 PIEZOMETRÍA.

4.3.1 Profundidad del nivel estático

El nivel estático varía de 5 m en la porción sur hasta 60 m al noroeste de la ciudad de Navojoa. Esta posición del nivel estático prácticamente se ha mantenido desde que se inició la explotación del acuífero a finales de la década de los años 40's.

4.3.2 Evolución del nivel estático

La evolución del nivel estático 1997-1998 indica abatimientos que van de 0.5 m hasta cercano a los 6.0 m. observándose los máximos al norte del poblado de Bacobampo y en la porción norte del Distrito de Riego 038- Río Mayo. También se observan pequeñas recuperaciones de 2.5 m en los alrededores de los poblados de Tres Cruces y Las Guayabas.

4.4 HIDROGEOQUÍMICA Y CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

4.4.1 Marco hidrogeoquímico.

En el sistema acuífero se distinguen tres facies hidrogeoquímicas principales:

Na-HCO₃

Na-SO₄

Na-Cl

Estas facies o tipos de familias de agua se relacionan con los diferentes orígenes y medios de depósito: la primera con agua proveniente de rocas de origen volcánico, la segunda con agua que ha circulado a través de depósitos con sedimentos evaporíticos y la tercera con salinidad proveniente de contaminación local (canales de riego, drenes, basureros, etc.), evaporación e intrusión marina.

Salinidad.

La salinidad esta relacionada con la formación del prodelta. Aguas relativamente dulces se encuentran a lo largo del paleocauce y llanuras vecinas. Agua que originalmente tuvo salinidad elevada, continúa siendo expulsada de los antiguos cauces a profundidades mayores a 170 m.

La distribución de las facies permite reconocer cuatro zonas de calidad del agua para el sistema por debajo de 170m de profundidad:

Faja oeste. Ubicada a todo lo largo de la margen derecha del río Mayo, se correlaciona con lavado de agua salada, caracterizada por facies Na-Cl, Na-Ca-Cl, Na-Ca-SO₄-HCO₃ y Na-Cl-SO₄.

Faja río Mayo. Próxima al cauce del río, más amplia hacia la margen izquierda. Agua de baja salinidad tipo Na-Ca-HCO₃.

Faja centro oeste. Ubicada al sur de Navojoa, hacia la margen derecha del río, parcialmente incluida en la zona de máxima explotación. Agua transicional entre baja salinidad y agua de la zona de recarga de basaltos, tipo Na-Cl-HCO₃ y Na-Ca-HCO₃-Cl.

Faja este. Ubicada al extremo oeste del valle, Agua proveniente de las zonas de recarga regional profunda que circula a través de basaltos, tipo Na-Ca-HCO₃, Ca-HCO₃ y una pequeña zona de rocas evaporíticas al sur de la faja, próxima a la línea de costa, con predominio del tipo Na-SO₄.

4.4.2 Calidad del agua.

Por su parte la calidad del agua que corresponde a la parte superior del sistema acuífero, actualmente en explotación, está definida con presencia muy mezclada de salinidades hasta 170 m de profundidad. La información de la salinidad del acuífero reportada en 1970, se observa con amplia distribución aleatoria en sentido vertical hasta esa profundidad. Sin embargo, podrá ser tomada en cuenta para establecer niveles de referencia del monitoreo futuro con el

objeto de conocer evoluciones. La calidad definida entonces mostraba cuatro zonas que prácticamente estaban distribuidas de Oeste a Este y desde la línea de costa hacia la parte alta del valle.

Zona I.- Salinidades mayores a 40000 ppm de STD, la zona comprende desde la línea de costa hasta una distancia de entre 5 y 10 km tierra adentro.

Zona II. Salinidades entre 2000 y 5000 ppm de STD, se extiende desde la anterior zona hacia el norte, como una franja de 7km de anchura.

Zona III.- Salinidades entre 1000 y 2000 ppm de STD, una franja angosta de aproximadamente 3 km de anchura a partir de la anterior.

Zona IV.- Salinidades menores a 1000ppm de STD, es la más extensa abarcando desde la parte central hasta la entrada al valle, próximo a la Derivadora Tesia.

La dinámica del sistema se ha modificado substancialmente desde la fecha de referencia, tanto en las zonas de máxima explotación, las cuales son las más fuertemente impactadas por contaminación natural y antropogénica (II y IV), como la parte baja del valle donde se desconoce la evolución de la intrusión marina, pero donde muchos pozos han dejado de operar por alta salinidad. Debido a ello, los datos de las zonas se deben tomar con reserva, sin embargo, el estado que se presenta se considera como nivel base de referencia para el futuro.

5 CENSO DE APROVECHAMIENTOS

Basándose en información del REPDA (abril del 2000) se encontró lo siguiente:

Aprovechamientos inscritos en el REPDA

Usos	No. Aprov.	Volumen (m ³)
Agrícola	137	100554543.00
Doméstico	295	120932.10
Industrial	19	3828753.00
Múltiples	160	4356790.00
Pecuario	257	5368225.50
Público Urbano	715	18149788.84
Servicios	18	130448.00
Total	1601	132509480.44

6 BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS

El balance de agua subterránea es un método directo de evaluación de la potencialidad de un acuífero, trabaja directamente con el acuífero, con el agua ya infiltrada y relativamente al margen de los fenómenos que ocurren en la superficie. Se basa en el principio de conservación de la materia y tiene por objeto principal la determinación del volumen de recarga.

El balance de aguas subterráneas que PLANIMEX llevó a cabo para el Valle del Mayo, esta basado en factores que involucran el flujo de aguas subterráneas solamente. La ecuación general, tiene la siguiente forma

$$Q_e - Q_s - P + R = \pm S_s \Delta V$$

Donde Q_e , el flujo de entrada; Q_s , el de salida; P , el bombeo; R , la recarga; S_s , el coeficiente de almacenamiento específico y ΔV , el cambio de volumen en el período.

Para el caso del acuífero Valle del Mayo, PLANIMEX plantea el balance para una superficie de unos 1200 km² en el período de octubre de 1967 a septiembre de 1969.

Para calcular la variación neta en el almacenamiento de las aguas subterráneas, usa una división en polígonos de Theissen. De aquí se encuentra que: $S_s \Delta V = 112 \text{ Mm}^3$.

Ahora, Q_e es igual a cero; Q_s es 70.5 Mm³ y el bombeo se estima en 126.5 Mm³; de todo lo anterior se desprende una recarga de 309 Mm³, y considerando que el período de tiempo fue de dos años, la recarga anual es de 155 Mm³.

7 DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica	=	Recarga total media anual	-	Descarga natural comprometida	-	Volumen anual de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPGA
--	---	------------------------------	---	----------------------------------	---	--

7.1 RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero *Valle del Mayo*, en el Estado de Sonora es de 155 Millones de metros cúbicos por año (Mm³/año).

7.2 DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero *Valle del Mayo*, en el Estado de Sonora, no existe una descarga natural comprometida.

7.3 VOLUMEN ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA CONCESIONADO E INSCRITO EN EL REPDA

En el acuífero *Valle del Mayo*, en el Estado de Sonora,, el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de 213,223,070 metros cúbicos por año m³/año.

7.4 DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA:

$$\mathbf{-58,223,070} \quad = \quad \mathbf{155,000,000} \quad - \quad \mathbf{0} \quad - \quad \mathbf{213,223,070}$$

La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero *Valle del Mayo*, en el Estado de Sonora.

8 BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS.

- (1). “Estudio Geohidrológico de los Acuíferos en el Valle del Río Mayo - Sonora”, (1970), PLANIMEX, Ingenieros Consultores, S. A.