

***Actualización de la disponibilidad media anual  
de agua en el acuífero Baja Babícora (0803),  
Estado de Chihuahua***

*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					
<b>ESTADO DE CHIHUAHUA</b>							
0803	BAJA BABÍCORÁ	90.6	0.0	103.988610	132.0	0.000000	-13.388610

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 0803 BAJA BABICORA**

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	107	36	38.3	29	39	28.0
2	107	20	31.8	29	37	35.9
3	107	16	42.6	29	41	9.5
4	107	12	44.2	29	38	28.1
5	107	16	24.5	29	31	39.9
6	107	14	1.0	29	26	33.4
7	107	10	4.3	29	24	6.0
8	107	10	43.1	29	16	47.5
9	107	13	6.6	29	15	37.7
10	107	10	22.7	29	5	32.1
11	107	14	40.4	28	59	21.9
12	107	11	41.7	28	55	4.8
13	107	10	17.3	28	40	46.1
14	107	8	45.3	28	38	48.1
15	107	19	5.9	28	37	33.5
16	107	24	23.3	28	43	20.3
17	107	34	58.3	28	47	48.9
18	107	38	4.8	28	56	3.8
19	107	37	51.6	28	59	31.4
20	107	41	47.4	29	7	24.2
21	107	34	53.2	29	10	37.1
22	107	35	2.4	29	14	12.6
23	107	35	47.9	29	15	10.7
24	107	33	4.6	29	16	42.4
25	107	35	24.8	29	23	49.6
26	107	33	15.9	29	27	33.7
27	107	33	39.2	29	32	16.5
28	107	35	34.5	29	35	16.8
1	107	36	38.3	29	39	28.0



***Comisión Nacional del Agua***

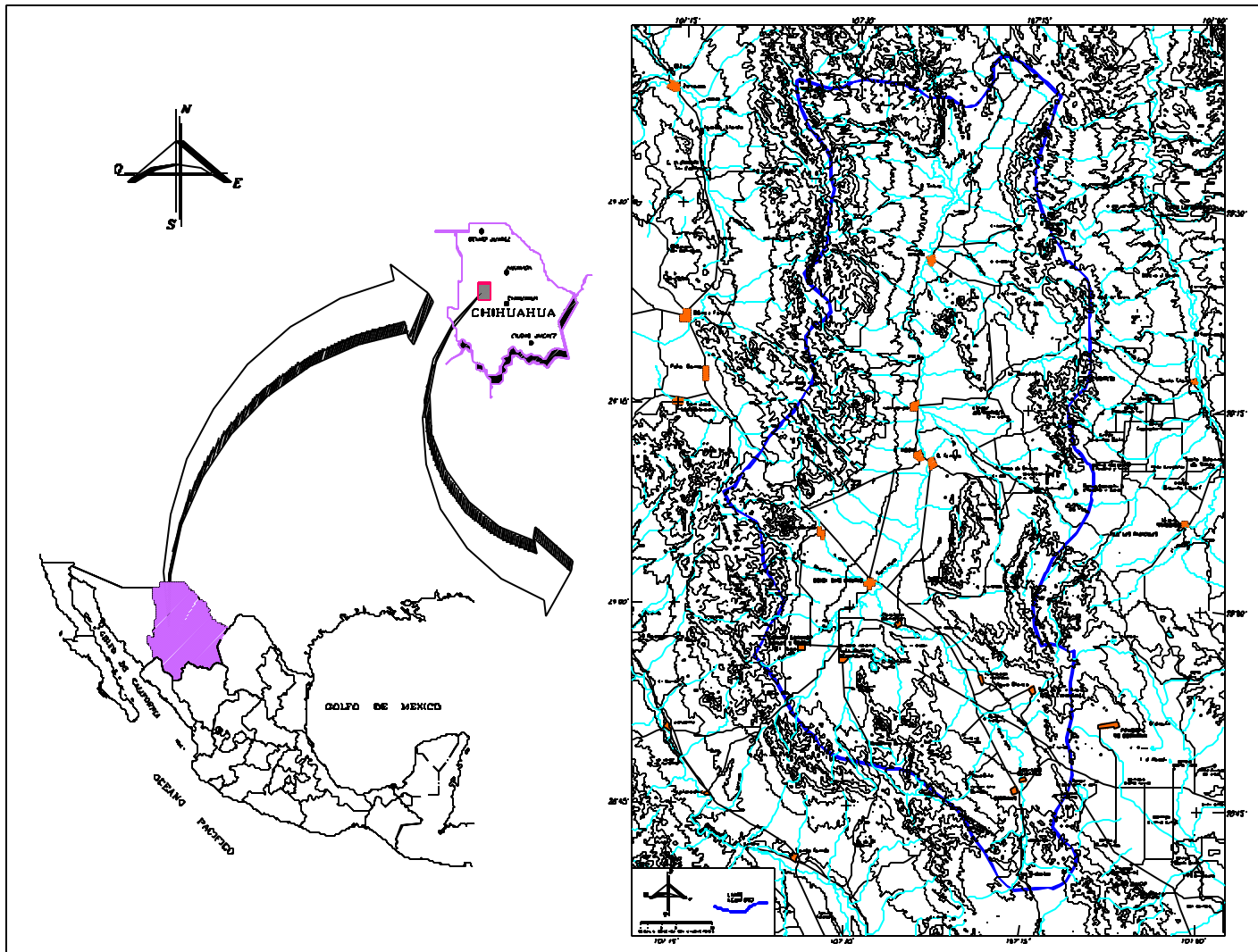
***Subdirección General Técnica***

***Gerencia de Aguas Subterráneas***

***Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica***

***DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD  
DE AGUA EN EL ACUÍFERO DE  
BAJA BABÍCOR, ESTADO DE CHIHUAHUA***

México, D.F., 30 de abril de 2002



Acuífero Baja Babícora, Chih.

## **DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL ACUÍFERO DE BAJA BABÍCOR, ESTADO DE CHIHUAHUA**

### **CONTENIDO**

#### **1 Generalidades**

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Localización, extensión y límites de la unidad hidrogeológica
- 1.3 División municipal

#### **2 Estudios Técnicos realizados con anterioridad**

#### **3 Fisiografía**

- 3.1 Provincias fisiográficas
- 3.2 Clima
  - 3.2.1 Temperatura media anual
  - 3.2.2 Precipitación media anual
  - 3.2.3 Evaporación media anual
- 3.3 Hidrografía
  - 3.3.1 Región hidrológica
  - 3.3.2 Subregión
  - 3.3.3 Cuenca
- 3.4 Geomorfología

#### **4 Geología**

- 4.1 Estratigrafía
- 4.2 Geología estructural
- 4.3 Geología del subsuelo

#### **5 Hidrogeología**

- 5.1 Tipo de acuífero
- 5.2 Parámetros hidráulicos
- 5.3 Piezometría
  - 5.3.1 Profundidad del nivel estático
  - 5.3.2 Elevación del nivel estático
  - 5.3.3 Evolución del nivel estático

#### **6 Censo de aprovechamientos e hidrometría**

#### **7 Balance de aguas subterráneas**

- 7.1 Entradas
  - 7.1.1 Recarga natural
  - 7.1.2 Recarga inducida
  - 7.1.3 Flujo horizontal
- 7.2 Salidas
  - 7.2.1 Evapotranspiración
  - 7.2.2 Descargas naturales
  - 7.2.3 Extracción de aguas subterráneas
  - 7.2.4 Flujo horizontal
- 7.3 Cambio de almacenamiento

## **8 Disponibilidad**

- 8.1 Recarga total media anual
- 8.2 Descarga natural comprometida
- 8.3 Volumen anual de agua subterránea concesionado o inscrito en el REPDA
- 8.5 Disponibilidad de aguas subterráneas

### **Figuras**

- Figura 1 El acuífero Baja Babícora, Chih.
- Figura 2 Profundidad del nivel estático 1994
- Figura 3 Elevación del nivel estático 1994
- Figura 4 Evolución del nivel estático 1987-1994

### **Tablas**

- Tabla 1 Vértices de la poligonal del acuífero de Baja Babícora
- Tabla 2 Estaciones climatológicas en la zona de estudio
- Tabla 3 Balance de aguas subterráneas, acuífero Baja Babícora, Chih.

## **1 Generalidades**

### **1.1 Antecedentes**

La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento (LAN) contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CNA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, por acuífero en el caso de las aguas subterráneas, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la Norma Oficial Mexicana (NOM) “Norma Oficial Mexicana que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales” (NOM de Disponibilidad). Esta norma a sido preparada por un grupo de especialistas provenientes de la iniciativa privada, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, organismos de los gobiernos de los estados y municipios, y de la CNA.

Con la publicación de la LAN en diciembre de 1992, se establece que los aprovechamientos de agua subterránea deberán de estar inscritos en el Registro Público de Derechos del Agua (REPD), estimándose a esa fecha un universo de 140,000 pozos existentes en todo el país, de los cuales, unos 42,600 contaban con registro nacional y otros 10,000 tenían algún tipo de autorización. A finales de 1995 se emitieron Decretos Presidenciales que otorgan facilidades a los usuarios para inscribir sus pozos en el REPDA, que se prorrogaron hasta finales de 1999, con lo que se ha logrado captar a casi todo el universo de usuarios. Uno de los instrumentos que le dará certidumbre jurídica a los actos de autoridad de la CNA, es la publicación en el DOF de los datos de disponibilidad de agua subterránea en cada uno de los acuíferos del país y la publicación de los estudios técnicos correspondientes. Esta publicación deberá estar dentro de los lineamientos que establece la NOM de disponibilidad.

El método que establece la NOM indica que para calcular la disponibilidad de aguas subterráneas deberá de realizarse un balance de las mismas, donde se defina de manera precisa la recarga de los acuíferos, y de ésta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y los usuarios registrados con derechos vigentes en el REPDA.

Los datos técnicos que se publiquen deberán estar respaldados por un documento en el que se sintetice la información necesaria, en donde quede claramente especificado el balance de aguas subterráneas y la disponibilidad de agua subterránea susceptible de concesionar, considerando los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y los usuarios registrados con derechos vigentes en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA). La publicación de la disponibilidad servirá de sustento legal para fines de administración del recurso, en la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, en los planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, y en las estrategias para resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

### **1.2 Localización, extensión y límites de la unidad hidrogeológica**

El acuífero Baja Babícora se localiza en la parte noroeste del estado de Chihuahua. El acuífero cubre una superficie 3 868 km<sup>2</sup> <sup>(1)</sup>, que representa cerca del 1.4% del territorio estatal. Geográficamente, la zona de estudio se localiza entre los paralelos 28° 38' y 29° 41' de latitud norte y en-

---

<sup>1</sup> Catálogo de Acuíferos, CNA, 2000



entre los meridianos 107° 09' y 107° 41' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, dentro de la poligonal cuyos vértices se enlistan a continuación:

Tabla 1 Vértices de la poligonal del acuífero de Baja Babícora (2)

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	107	35	13.2	29	39	18.0	
2	107	20	31.2	29	37	37.2	
3	107	16	40.8	29	41	9.6	
4	107	12	43.2	29	38	27.6	
5	107	14	16.8	29	29	56.4	
6	107	10	12.0	29	24	50.4	
7	107	9	36.0	29	8	31.2	
8	107	13	58.8	29	1	26.4	
9	107	10	48.0	28	56	52.8	
10	107	10	19.2	28	41	31.2	
11	107	15	28.8	28	38	49.2	
12	107	19	37.2	28	43	48.0	
13	107	24	10.8	28	47	27.6	
14	107	32	20.4	28	49	30.0	
15	107	38	6.0	28	56	2.4	
16	107	35	38.4	29	0	10.8	
17	107	37	30.0	29	3	7.2	
18	107	38	6.0	29	6	7.2	
19	107	40	4.8	29	7	1.2	
20	107	41	2.4	29	8	20.4	
21	107	33	25.2	29	17	20.4	
22	107	34	12.0	29	19	15.6	
23	107	32	9.6	29	22	4.8	
24	107	34	22.8	29	24	32.4	
25	107	32	34.8	29	27	21.6	
26	107	32	31.2	29	33	28.8	
1	107	35	13.2	29	39	18.0	

### 1.3 División municipal

La zona ocupa parcialmente los municipios, Bachíniva, Namiquipa, Guerrero y Gómez Farías, como se puede ver en la figura 1.

La comunicación por la carretera al área de interés se puede lograr de Chihuahua hacia Cuauhtémoc, de donde parte un ramal hacia el norte, que llega al extremo sur a la altura de Bachíniva,

<sup>2</sup> Gerencia de Aguas Subterráneas, CNA, 2000

para continuar después hacia Col. Oscar Soto Maynez (Santa Ana) llegando como camino pavimentado hasta Namiquipa, punto desde el cual, se llega a las cruces, en el resto de la zona de estudio los accesos en general son transitables, prácticamente en todo tiempo, salvo en épocas de lluvias intensas (<sup>3</sup>).

Las actividades más importantes son: en primer lugar la agricultura, produciéndose manzana, maíz y frijol, en segundo término la ganadería que sin ser actividad predominante no deja de ser fuente importante de ingresos, en tercer término la minería ya que existe un yacimiento de plata en explotación conocida como Mina de la Venturosa. El resto de la población económicamente activa se dedica al sector de servicios o al comercio.

Entre las poblaciones más importantes de la zona de estudio están: Namiquipa, El Terrero, El Molino y Col. Independencia en la porción norte del valle, la de Oscar Soto Maynez, Abraham González, San Juan Bautista y Ruiz Cortínez en la parte central y la de Bachíniva en el extremo sur este.

## **2 Estudios técnicos realizados con anterioridad**

El trabajo realizado en 1978 (<sup>4</sup>) se trató de un estudio geohidrológico de evaluación y censo en el estado de Chihuahua, zona sur (Baja Babícora), realizado por Ingeniería y Geotecnia; el objetivo del estudio fue definir el funcionamiento geohidrológico y efectuar una estimación preliminar de la potencialidad del acuífero.

En 1994 se realizó un estudio catalogado como de actualización del estudio geohidrológico de la zona de la Baja Babícora en el estado de Chihuahua (<sup>5</sup>); su objetivo fue determinar condiciones de explotación, cuantificar la recarga y las condiciones hidráulicas propias del acuífero. El estudio indica que el acuífero se aloja en materiales de relleno aluvial, y se haya semiconfinado a escala regional por una capa arcillosa; reporta que para el período 1987-1994 hubo evoluciones negativas de niveles piezométricos; la transmisividad varía entre 600 a 10 m<sup>2</sup>/día y el coeficiente de almacenamiento fue del orden de 0.004, ambos valores obtenidos de pruebas de bombeo; la descarga total se estimó en 132 Mm<sup>3</sup>/año (<sup>6</sup>) en el año de 1994, haciendo la aclaración que en ese año tuvo poca precipitación, por lo tanto la extracción de agua subterránea tuvo un fuerte incremento, en condiciones medias de precipitación, la extracción debe ser considerablemente menor. Se estimó que la recarga total era del orden de 115 Mm<sup>3</sup>/año, habida por la infiltración de agua de lluvia, retornos de riego y por flujos subterráneos provenientes de las sierras, principalmente.

Se tiene un informe realizado por la Gerencia Estatal en Chihuahua en 1999 (<sup>7</sup>), cuyo objetivo fue definir la distribución espacial de las concesiones otorgadas para perforar pozos. Se concluye que no es recomendable perforar más pozos en la zona de alta concentración para no provocar daños al acuífero y a la infraestructura hidráulica subterránea ya instalada.

<sup>3</sup> Estudio Geohidrológico de evaluación y censo en el estado de Chihuahua, zona sur, ( Baja Babícora), Ingeniería y Geotecnia, S.A. de C.V, capítulo 1, Contrato EIGZA-77-10G, SARH, 1978

<sup>4</sup> Estudio Geohidrológico de evaluación y censo en el estado de Chihuahua, zona sur, ( Baja Babícora), Ingeniería y Geotecnia, S.A. de C.V. , capítulo 2, Contrato EIGZA-77-10G, SARH, 1978.

<sup>5</sup> Actualización del estudio geohidrológico de la zona de la Baja Babícora en el estado de Chihuahua, Estudios y proyectos en Agua Subterránea S.A. de C.V. Contrato CNA-94-15c, 1994.

<sup>6</sup> Mm<sup>3</sup>/año, millones de metros cúbicos anuales.

<sup>7</sup> Estudio de actualización de condiciones piezométricas de la zona de Baja Babícora, Chi., elaborado en la Gerencia Estatal Chihuahua, CNA, 1999.

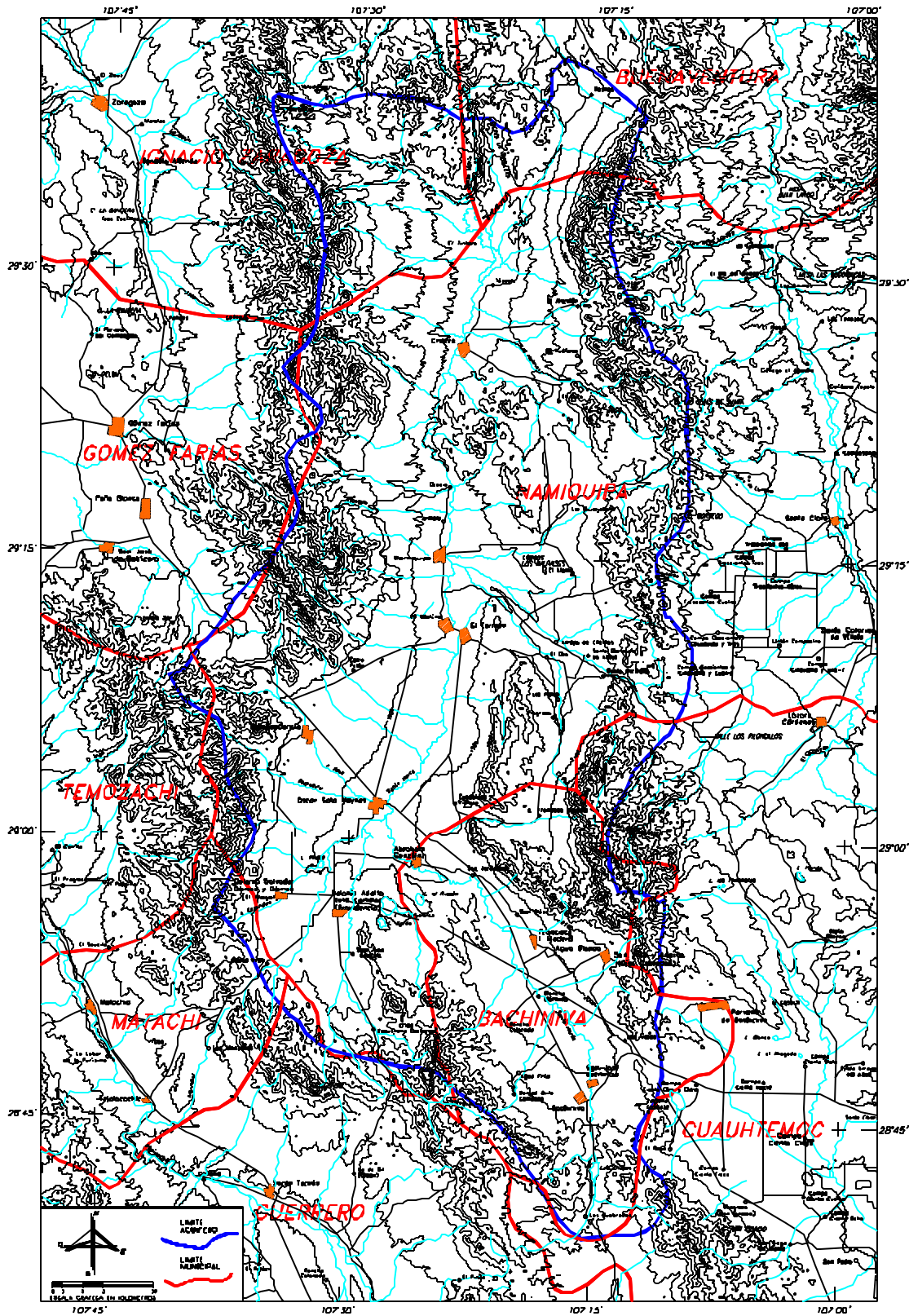


Figura 1 El acuífero de Baja Babicora, Chih.

### 3 Fisiografía

#### 3.1 Provincias fisiográficas

De acuerdo a la clasificación de Provincias Fisiográficas realizada por INEGI (<sup>8</sup>), la zona de estudio se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica de Sierra Madre Occidental. El valle de la Baja Babícora es producto del relleno de una cuenca estructural del tipo graben-horst. Las elevaciones mayores están en la sierra El Chuhupate al oriente y sierra Grande al poniente, y varían en elevaciones entre 2 700 y 2 900 msnm.

El patrón de drenaje es subparalelo y dendrítico, de régimen intermitente, siendo la corriente principal el río Santa María, que corre hacia el norte desde la presa Las Chepas hasta la presa El Tintero.

#### 3.2 Clima

Dentro del área de estudio se manifiestan dos tipos de clima: el que caracteriza la porción sur, desde su extremo definido en las cercanías de Bachíniva hasta unos 10 km al norte de Naquimpa, e incluye a las sierras limitantes en donde se identifica como BS<sub>1</sub>kw (e), que quiere decir semiseco o semiárido, templado, aunque extremoso, y tiene un régimen de lluvias en verano, lloviendo en invierno entre el 5 y el 10 por ciento del total anual.

Por lo que respecta a la región al norte de la definida anteriormente, el clima es de tipo BS<sub>0</sub>kw (e'), correspondiendo a semiseco, templado pero muy extremoso, y con régimen de lluvias también en verano, precipitándose en invierno, al igual que la región anterior, entre el 5 y 10% del total anual.

##### 3.2.1 Temperatura media anual

La temperatura media anual es de 13.7° C, distribuida en el área de estudio. El período caluroso del año es de mayo a septiembre, siendo enero el mes más frío.

Tabla 2 Estaciones climatológicas en la zona de estudio

Estación	Temperatura Media	Temp. °C Mes más Frío	Temp. °C Mes más caliente	Precipitación Media Anual mm	P/T
Babícora (Santa Ana)	11.9	3.8	19.8	557.7	46.9
Bachíniva	14.3	7.2	20.4	460.3	32.2
Las Cruces	14.9	7.5	22.3	298.5	20.0
Valores medios de la zona	13.7	6.2	20.8	438.8	33.0

##### 3.2.2 Precipitación media anual

La precipitación promedio anual es de 438.8 mm/año; el período de lluvias, en general, es de julio a septiembre, siendo abril el mes más seco.

<sup>8</sup> Carta Fisiográfica, escala 1:1,000,000; hoja Chihuahua. INEGI.

### **3.2.3 Evaporación potencial media anual**

La evaporación potencial media anual varía de 1 600 a 2 100 mm; el mes con índice mayor de evaporación media es junio y el de menor es enero.

## **3.3 Hidrografía**

El área corresponde a una cuenca abierta de forma alargada, delimitada oeste por la sierra Grande y al oriente por las sierras Chuchupate y Manzanillas, al sur por la sierra Choriachi y al norte por la presa El Tintero. La corriente principal que cruza la zona es el río Santa María..

### **3.3.1 Región Hidrológica**

La zona de Baja Babícora pertenece a la Región Hidrológica No. 34 “Cuencas Cerradas del Norte”<sup>(9)</sup>.

### **3.3.2 Subregión**

Asimismo, pertenece a la Sub región Cuencas Cerradas Laguna de Santa María-Río Santa María.

### **3.3.3 Cuenca**

El área en estudio también está localizada dentro de la cuenca del río Santa María. El río Santa María es la corriente superficial principal y atraviesa de sur a norte todo el valle de la zona de estudio, el río nace cerca de la población de Bachíniva pasando por las poblaciones de Abraham González, Oscar Soto Maynez, El Terrero, El Molino y Namiquipa, poblaciones ubicadas aguas arriba de la presa El Tintero. Aguas abajo de esta presa el río continúa hasta descargar en la laguna de Santa María.

Los arroyos que desembocan al río Santa María forman la red de drenaje de la cuenca. Estas corrientes son de régimen intermitente y sus caudales máximos se presentan en las temporadas de lluvias de verano.

## **3.4 Geomorfología**

La zona se caracteriza por grandes cañones en las sierras y arroyos de pendiente suave en el valle, estos rasgos indican que, geomorfológicamente, la zona se encuentra en la etapa de madurez<sup>(10)</sup>. Se definen cuatro unidades geomorfológicas, que se describen a continuación:

Unidad montaña.- Constituida por un complejo de rocas volcánicas ácidas y básicas que se extiende por toda la sierra madre occidental.

Unidad mesetas.- Se encuentra principalmente en las sierras compuestas por paquetes gruesos de emisiones riolíticas, ignimbritas y coladas de basalto que forman superficies de pendiente suave y de extensión reducida, como en la sierra Grande.

Unidad lomeríos.- Está constituida por rocas de diferente tipo, predominando las de origen volcánico ácido y los conglomerados; los lomeríos de conglomerados se encuentran al norte del valle y los de roca volcánica ácida al sur.

<sup>9</sup> Boletín Hidrológico de la Región Hidrológica No. 33, SRH, 1970.

<sup>10</sup> Actualización del estudio geohidrológico de la zona de la Baja Babícora en el estado de Chihuahua, Estudios y proyectos en Agua Subterránea S.A. de C.V, Contrato CNA-94-15c, 1994.

Unidad planicies.- Se identifica por sus pendientes suaves hacia las zonas de inundación, constituida por depósitos de origen y tamaño diverso que fueron transportados desde las zonas altas y rellenaron las depresiones formadas por las cuencas tectónicas. Los fragmentos que constituyen esta unidad varían desde el tamaño de los cantos rodados, hasta el tamaño de los limos y arcillas. En las márgenes del valle abundan fragmentos gruesos, disminuyendo gradualmente de tamaño de las partículas hacia el centro del valle, donde abundan las arenas finas y las arcillas. Esta unidad es la más extensa en cuanto a distribución espacial y forma en sí el valle de la Baja Babícora.

## **4 Geología**

Durante el Terciario Inferior (<sup>11</sup>), hubo una gran actividad ígnea originada por procesos tectónicos en la porción occidental de la República Mexicana, que formaron las cuencas y sierras de la actualidad. A finales del Plioceno empezó la eyección de coladas de basalto mientras la erosión actuó sobre las rocas preexistentes, dando como resultado la producción de conglomerados que comenzaron a rellenar la cuenca generada por el fallamiento distensivo. En el Cuaternario la cuenca recibió materiales lacustres y fluviales a través de los arroyos, y se erosionaron las partes altas hasta conformar el paisaje actual de la zona.

La geología de la región está representada por rocas ígneas en las elevaciones que rodean el valle, principalmente ácidas, piroclásticas (tobas riolíticas e ignimbritas), y basaltos (<sup>12</sup>). Estos últimos se han detectado en la zona del valle alrededor del poblado de Soto Maynez.

En la zona del valle la geología esta compuesta por materiales aluviales y fluviales, consistentes en gravas, arenas y arcillas en mezcla heterogénea.. Los sedimentos fluviales se presentan solamente en los cauces del río Santa María y sus principales afluentes, con poco espesor y área reducida.

### **4.1 Estratigrafía**

Las edades de las rocas que afloran en el área de estudio varían desde el Terciario hasta el Reciente (<sup>13</sup>), son de origen volcánico ácido, volcánico básico y sedimentario continental.

A continuación se mencionan las rocas que se encuentran en el área de estudio por edad: rocas volcánicas, constituidas por tobas riolíticas (Ttr) y Basaltos (Tb); rocas sedimentarias, integradas por un conglomerado (Tcg), sedimentos lacustres (T-Q1), depósitos de pie de monte (Qtd), depósitos de inundación (Qi), depósitos fluviales (Qf) y depósitos aluviales (Qal).

### **4.2 Geología Estructural**

La cuenca de la Baja Babícora tiene su origen a partir de los movimientos registrados durante la Revolución Laramídica (<sup>14</sup>). Estos movimientos dieron lugar a desplazamientos de las rocas incluso a la manifestación de fuertes espesores de rocas volcánicas tanto intrusivas como extrusivas, que actualmente conforman toda la Sierra Madre Occidental.

<sup>11</sup> Actualización del estudio geohidrológico de la zona de la Baja Babícora en el estado de Chihuahua, Estudios y proyectos en Agua Subterránea S.A. de C.V, Contrato CNA-94-15c, 1994.

<sup>12</sup> Estudio de actualización de condiciones piezométricas de la zona de Baja Babícora, Chi. Gerencia Estatal de Chihuahua, CNA, 1999.

<sup>13</sup> Actualización del estudio geohidrológico de la zona de la Baja Babícora en el estado de Chihuahua, Estudios y proyectos en Agua Subterránea S.A. de C.V, Contrato CNA-94-15c, 1994.

<sup>14</sup> Estudio Geohidrológico de evaluación y censo en el estado de Chihuahua, zona sur, ( Baja Babícora), Ingeniería y Geotecnia, S.A. de C.V. , capítulo 4, Contrato EIGZA-77-10G, SARH, 1978.

Las emisiones de rocas volcánicas, principalmente de origen basáltico, penetraron en las rocas riolíticas aprovechando el fracturamiento preexistente, llegando hasta la superficie y depositándose en ella con espesores variables entre 10 a 30 m. Muchas de estas emisiones no lograron surgir a la superficie, quedando como intrusiones dentro de las rocas riolíticas.

Se considera que el valle está formado por el hundimiento de un gran bloque (Graben), originado por dos fallamientos ligeramente paralelos entre sí y con orientación predominante norte-sur. El espesor del aluvión supera los 200 m, mismos que se encuentran descansando sobre el basamento de rocas riolíticas, considerándose a estos sedimentos como el acuífero principal.

### **4.3 Geología del Subsuelo**

Se tienen dos secciones geológicas esquemáticas transversales al valle de Babícora, que fueron construidas utilizando la información obtenida de los pozos perforados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (<sup>15</sup>).

Los aluviones tienen gran importancia desde el punto de vista geohidrológico, pues en ellos se ha confirmado con pozos dónde se realiza la explotación de aguas subterráneas. La importancia de las riolitas y basaltos estriba en que son aportadores o alimentadores de estos aluviones, en aquellas áreas donde existe un fracturamiento intenso. Además, existen zonas de aluviones, donde por su granulometría fina, no se presentan buenas perspectivas para la perforación de pozos.

## **5 Hidrogeología**

### **5.1 Tipo de acuífero**

La unidad de depósitos permeables recientes (<sup>16</sup>), funciona como transmisor de agua hacia estratos inferiores de origen fluvio-lacustre, donde se aloja el acuífero principal.

La unidad de depósitos fluvio-lacustre es la más importante, ya que en ella se aloja el acuífero principal de la cuenca, de donde se extrae prácticamente la totalidad del agua subterránea. En la porción superior de ésta se tiene la presencia de una capa arcillosa que se extiende por casi todo el valle y semiconfina al acuífero principal, el espesor de los depósitos fluvio-lacustre varía desde algunos metros en la vecindad de las sierras, hasta aproximadamente 200m en el centro del valle, por las inmediaciones de la población de Soto Maynez. Los conglomerados, que consisten de cantos rodados gravas y arenas empaquetados en una matriz arcillo-arenosa, medianamente compacta, aflora en la zona norte del valle y funciona como transmisora del agua.

Las rocas volcánicas permeables presentan una permeabilidad secundaria moderada y funcionan como áreas de recarga al acuífero principal de la cuenca.

### **5.2 Parámetros hidráulicos**

Las características hidráulicas del acuífero se determinaron mediante la interpretación de 7 pruebas de bombeo con duraciones de 24 hasta 72 horas, tanto en etapa de abatimiento como de recu-

---

<sup>15</sup> Estudio Geohidrológico de evaluación y censo en el estado de Chihuahua, zona sur, ( Baja Babícora), Ingeniería y Geotecnia, S.A. de C.V. , capítulo 4, Contrato EIGZA-77-10G, SARH, 1978.

<sup>16</sup> Actualización del estudio geohidrológico de la zona de la Baja Babícora en el estado de Chihuahua, Estudios y proyectos en Agua Subterránea S.A. de C.V, Contrato CNA-94-15c, 1994.

peración, las cuales fueron realizadas durante el estudio efectuado en 1994<sup>(17)</sup>. En dos de ellas se contó con pozos de observación.

Los valores de transmisividad fluctúan entre 46 y 623 m<sup>2</sup>/día. Existen otros valores de transmisividad obtenidos en pruebas de bobeo realizadas por la SARH, en las cuales se obtuvieron valores entre 9 y 397 m<sup>2</sup>/día.

### **5.3 Piezometría**

En marzo de 1987 la SARH realizó un sondeo general en la región <sup>(18)</sup>, donde obtuvo los niveles estáticos en pozos de ubicados en la zona de estudio.

Durante el estudio de 1994 <sup>(19)</sup>, se efectuaron dos recorridos de piezometría: el primero en agosto-septiembre de 1994 y otro en octubre, sondeándose un total de 157 pozos.

#### **5.3.1 Profundidad del nivel estático**

Con la información piezométrica correspondiente a 1994, se elaboró el plano de curvas de igual profundidad del nivel estático <sup>(20)</sup>, que se considera representativo de las condiciones actuales, el que se puede consultar en la figura 2. Las profundidades en la parte sur presentan valores de 70 a 100 m cerca de Bachíniva, y de 20 a 60 m entre los poblados de Abraham González y El poblado el Refugio. En la parte baja del valle, entre los poblados de Abraham González y Namiquipa, los valores oscilan entre 20 y 40m de profundidad; los niveles estáticos del acuífero se profundizan hacia la parte oeste de la zona, variando desde los 40 m hasta los 70 m.

#### **5.3.2 Elevación del nivel estático**

De acuerdo con la misma información piezométrica del año de 1994, se observa que el acuífero presenta una recarga proveniente del agua que se precipita en las sierras. El flujo subterráneo en forma preferencial es de sur a norte, presentando en Bachíniva elevaciones del nivel de 1920 msnm que induce un flujo con dirección sureste-noroeste, con valores de 1 860 msnm en la zona central del valle y en las cercanías de los poblados Ruíz Cortínez, Oscar Soto Maynez y Abraham González; a partir de esta zona el flujo adopta una dirección hacia el norte, llegando a Namiquipa con una altitud de su nivel estático de 1 790 msnm (figura 3).

---

<sup>17</sup> Actualización del estudio geohidrológico de la zona de la Baja Babícora en el estado de Chihuahua, Estudios y proyectos en Agua Subterránea S.A. de C.V, Contrato CNA-94-15c, 1994.

<sup>18</sup> Estudio de actualización de condiciones piezométricas de la zona de Baja Babícora, Chi. Gerencia Estatal de Chihuahua, CNA.

<sup>19</sup> Actualización del estudio geohidrológico de la zona de la Baja Babícora en el estado de Chihuahua, Estudios y proyectos en Agua Subterránea S.A. de C.V, Contrato CNA-94-15c, 1994.

<sup>20</sup> Actualización del estudio geohidrológico de la zona de la Baja Babícora en el estado de Chihuahua, Estudios y proyectos en Agua Subterránea S.A. de C.V, Contrato CNA-94-15c, 1994



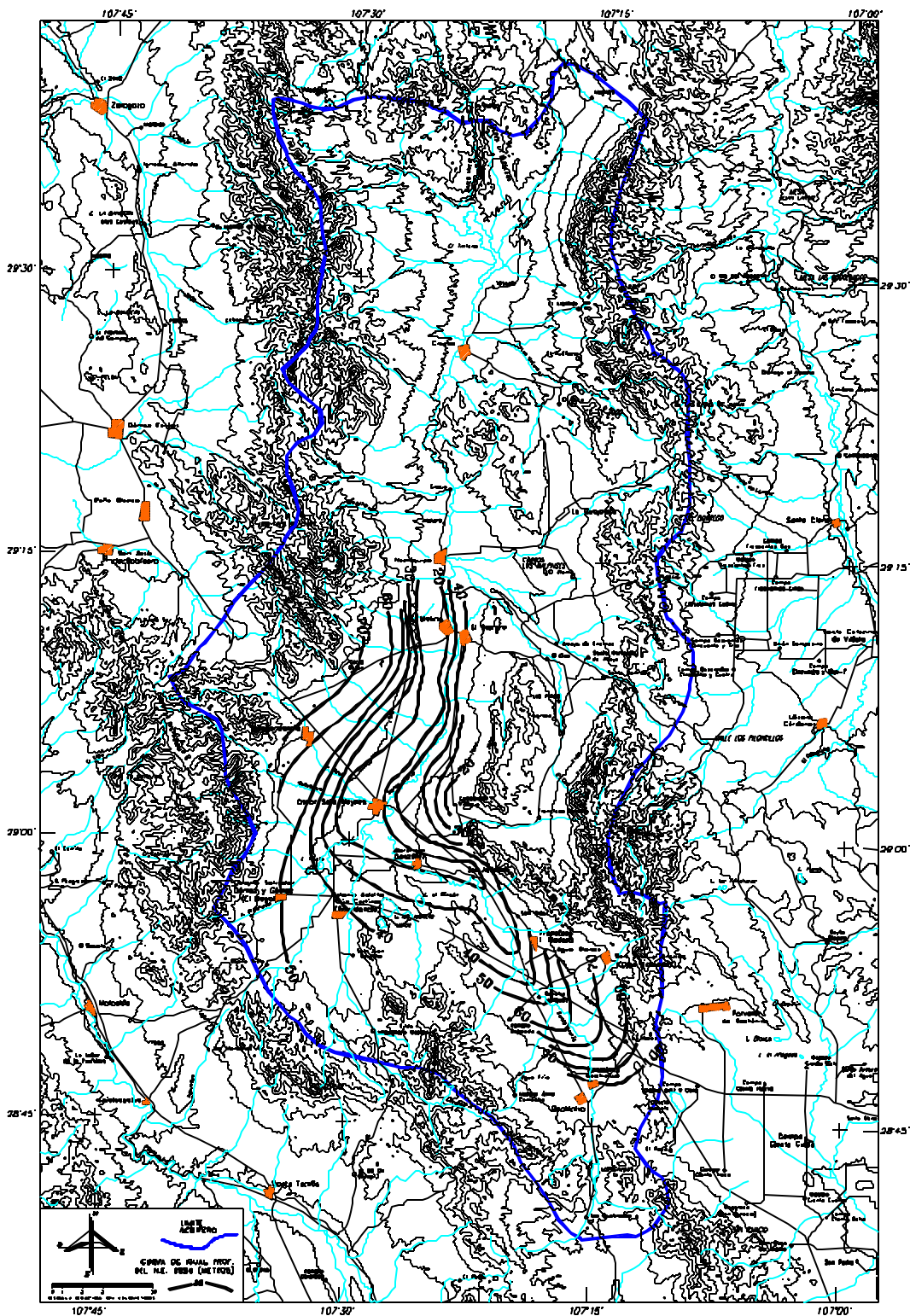


Figura 2 Profundidad del nivel estático 1994

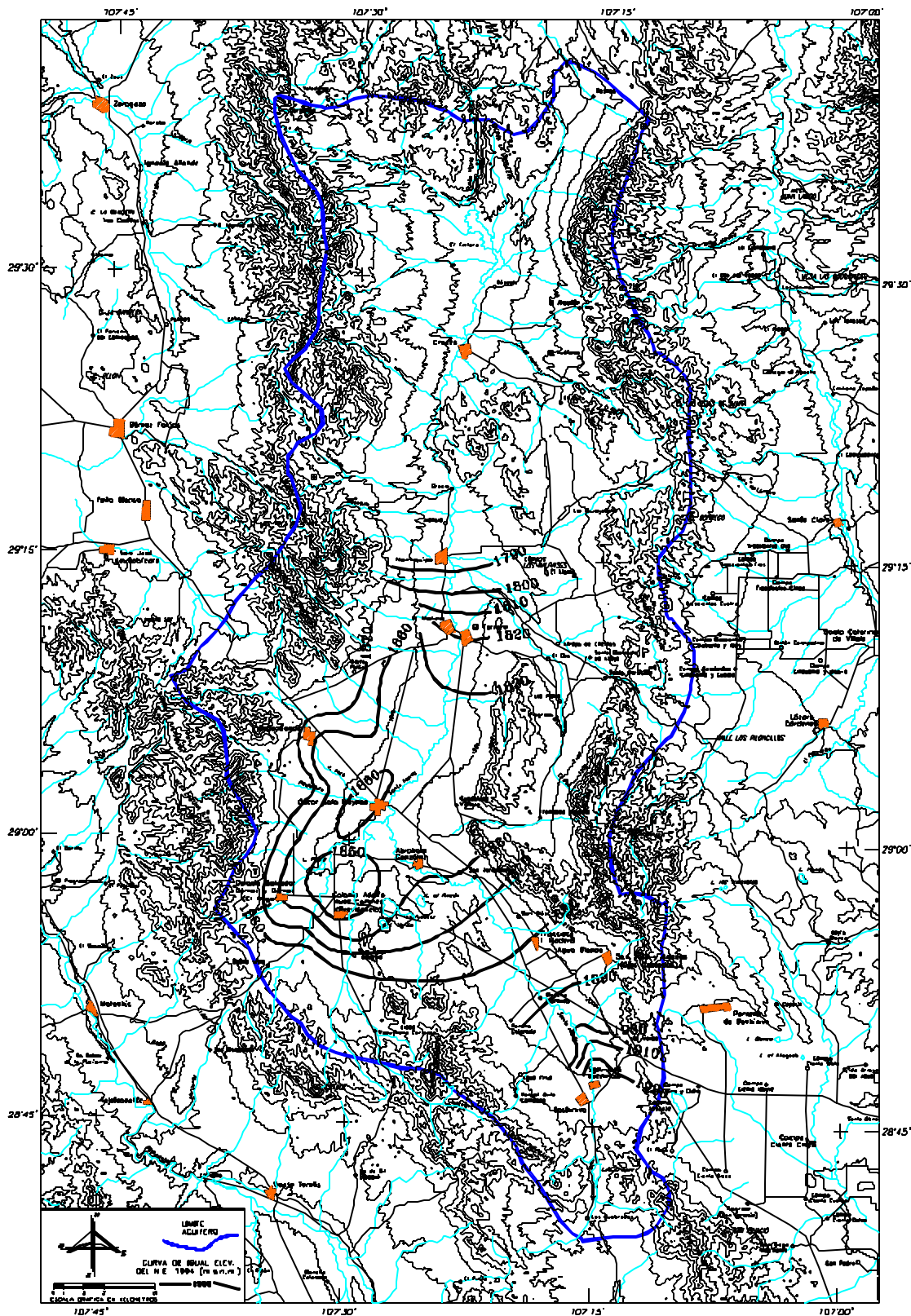


Figura 3 Elevación del nivel estático msnm 1994

### 5.3.3 Evolución del nivel estático

La evolución del nivel estático del acuífero correspondiente al período 1987-1994, presenta abatimientos generalizados. Los descensos mayores se registran en las inmediaciones de la Col. Independencia con valores desde 10 hasta 40 m (1.4 a 5.7 m/año), y de 10 a 15.0 m (1.4 a 2.1 m/año), entre los poblados de Bachíniva y El Refugio, así como en porciones bajas del valle. Valores de 10m (1.4 m/año) se presentan en las cercanías de los poblados de Ruíz Cortínes, Abraham González y El Refugio (figura 4).

Existen zonas dentro del área de estudio donde no se presentan abatimientos de nivel estático durante el período 1987-1994, como en los alrededores del poblado de Oscar Soto Maynez y al oeste del poblado El Terrero. Asimismo, se presentan recuperaciones de los niveles del agua subterránea en las cercanías del poblado de San Juan Bautista, ubicado en las faldas de la sierra Choriachi.

## 6 Censo de aprovechamientos e hidrometría

El número de aprovechamientos hidráulicos subterráneos en el área de estudio es de 525 pozos, 28 norias y 21 manantiales; de los 525 pozos perforados se encuentran operando 444, más las 28 norias y los 21 manantiales, haciendo un total de 493 aprovechamientos en operación <sup>(21)</sup>.

La extracción de agua subterránea es de 132 Mm<sup>3</sup>/año <sup>(22)</sup>. Del volumen extraído, 130 Mm<sup>3</sup>/año (98.5%) son utilizados para fines agrícolas y 2 Mm<sup>3</sup>/año ( 1.5%) son destinados para uso público urbano incluyendo domésticos.

## 7 Balance de aguas subterráneas

El área del valle es de 1 510 km<sup>2</sup> <sup>(23)</sup>, sin embargo la zona donde se presentan abatimientos es del orden de 974 km<sup>2</sup>. A partir de la configuración de elevación del nivel estático del año de 1994, se trazó la red de flujo y área de balance.

La ecuación general de balance de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es como sigue:

$$\text{Entradas (E)} - \text{Salidas (S)} = \text{Cambio de almacenamiento} \dots\dots\dots (1)$$

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero las entradas quedan representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa, al cambio de almacenamiento de una unidad hidrogeológica, representada como sigue:

$$\text{Recarga total} - \text{Descarga total} = \text{Cambio de almacenamiento} \dots\dots\dots (2)$$

en la unidad hidrogeológica

<sup>21</sup> Estudio de actualización de condiciones piezométricas de la zona de Baja Babícora, Chi. Gerencia Estatal de Chihuahua, 1999  
<sup>22</sup> Actualización del estudio geohidrológico de la zona de la Baja Babícora en el estado de Chihuahua, Estudios y proyectos en Agua Subterránea S.A. de C.V, Contrato CNA-94-15c, 1994  
<sup>23</sup> Estudio Geohidrológico de evaluación y censo en el estado de Chihuahua, zona sur, ( Baja Babícora), Ingeniería y Geotecnia, S.A. de C.V., Contrato EIGZA-77-10G, SARH, 1978

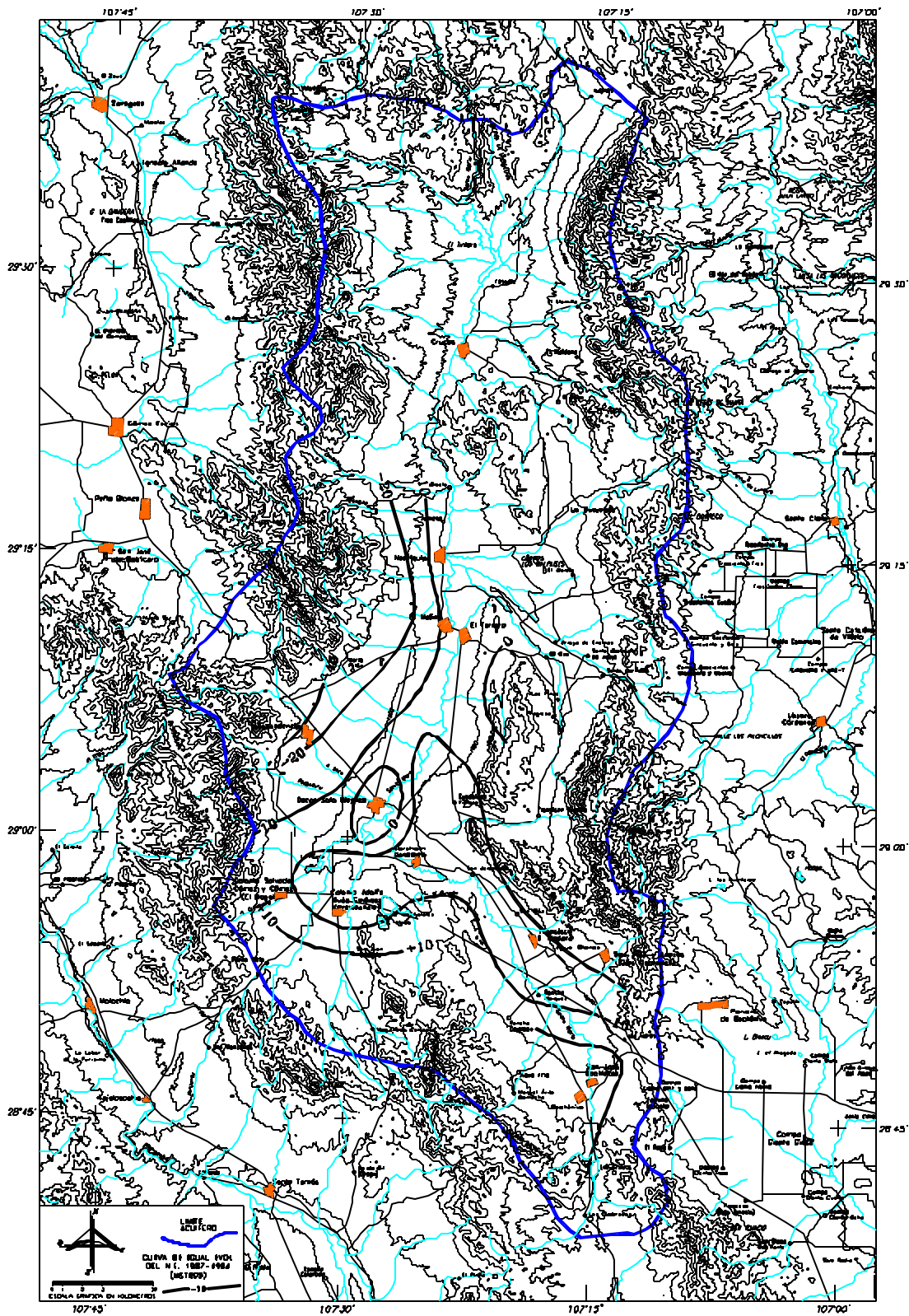


Figura 4 Evolución nivel estático (m), 1987-1994

Más específicamente la ecuación queda como sigue:

$$\frac{[Eh + I_1 (\text{Volumen lluvia}) + I_2 (\text{ Uso público urbano}) + I_3 (\text{Usos agrícola + otros})] - [Sh + Q_{\text{base}} + \text{Manantiales} + \text{Evapotranspiración} + \text{Extracción}]}{V_d S} = \Delta A \dots\dots\dots (3)$$

## 7.1 Entradas

La recarga total esta constituida por la recarga natural y la recarga incidental o inducida por la aplicación de agua en las actividades humanas, tanto superficial como subterránea.

### 7.1.1 Recarga natural

La recarga natural del acuífero corresponde básicamente a los volúmenes infiltrados por agua de lluvia y recarga horizontal proveniente de las zonas de recarga. La recarga por lluvia es de 53.0 Mm<sup>3</sup>/año, al considerar un área de 1 510 km<sup>2</sup>, una precipitación promedio de 439 mm/año y un coeficiente de recarga (I<sub>1</sub>) 0.08.

Respecto a la recarga por infiltración de agua de escurrimientos superficiales naturales, no existen corrientes importantes y permanentes que se generen en la cuenca, o que provengan de otras cuencas vecinas y que contribuyan a la recarga del acuífero.

### 7.1.2 Recarga inducida

El volumen de agua que anualmente retorna al acuífero como consecuencia del riego que se realiza en el área, se calculó multiplicando al volumen aplicado al riego (130 Mm<sup>3</sup>/año) por un coeficiente de infiltración (I<sub>2</sub>), de 0.20, resultando un volumen de recarga de 26.0 Mm<sup>3</sup>/año.

Al mismo tiempo el uso público urbano origina una recarga al acuífero por pérdidas en redes de distribución básicamente, el cual se calculó aplicando un coeficiente de 0.20 (I<sub>3</sub>) al volumen usado de 2.0 Mm<sup>3</sup>/año, resultando una recarga inducida de 0.4 Mm<sup>3</sup>/año

### 7.1.3 Flujo horizontal

De acuerdo a la geología y la piezometría existentes no se tienen entradas por flujos provenientes de acuíferos contiguos; el agua que fluye de las sierras y que entra al acuífero en forma horizontal por el pie de las mismas, proviene de las precipitaciones ocurridas en las partes altas; en este sentido una parte del volumen de lluvia se calculó como una entrada horizontal Eh.

El cálculo de entradas por flujo horizontal (Eh), se realizó con base a la Ley de Darcy, partiendo de la configuración de elevación del nivel estático 1994, y a la transmisividad obtenida a través de pruebas de bombeo efectuadas en pozos distribuidos en la zona de estudio, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q = T * B * i \dots\dots\dots(4)$$

donde:

Q = gasto que pasa por un determinado canal de flujo;

T = transmisividad;

B = ancho de la celda;

i = gradiente hidráulico

El gasto obtenido en un total de 6 celdas de entrada considerada fue de 11.1 Mm<sup>3</sup>/año.

## **7.2 Salidas**

### **7.2.1 Evapotranspiración**

Debido a que los niveles estáticos en general se encuentran a profundidades mayores o iguales a 10 m, que es la profundidad donde prácticamente ya no hay influencia para la evapotranspiración, este parámetro resulta nulo en la ecuación de balance del acuífero en estudio

### **7.2.2 Descargas naturales**

En la zona existen 21 manantiales que ya están considerados dentro del censo de aprovechamientos de agua subterránea. Según el estudio de 1994, el flujo base de descarga del río alcanza la cifra de 1.0 Mm<sup>3</sup>/año.

### **7.2.3 Extracción de aguas subterráneas**

El volumen extraído del acuífero a través del bombeo y para todos los usos, resultó de 132 Mm<sup>3</sup>/año, según datos de 1994.

### **7.2.4 Flujo horizontal**

El cálculo de salidas por flujo horizontal (Sh), se realizó de la misma forma en que se calculó las entradas horizontales; es decir, con base a la Ley de Darcy y datos de configuración del nivel estático del año 1994, así como la transmisividad obtenida a través de pruebas de bombeo efectuadas en pozos distribuidos en la zona de estudio. El gasto obtenido de salida fue de 1.7 Mm<sup>3</sup>/año.

## **7.3 Cambio de almacenamiento**

Para el cálculo de este término se consideró la evolución piezométrica del acuífero en el intervalo de tiempo de 1987 a 1994, con base en la configuración de curvas de igual evolución del nivel estático. Determinando la variación media de los niveles en 1.5 m/año, valor que aplicado al área donde se tienen datos de abatimiento (974 km<sup>2</sup>), resulta un volumen drenado (Vd) de 1 461 Mm<sup>3</sup>/año.

Los valores anteriores aplicados en la ecuación de balance da como resultado un coeficiente de almacenamiento de 0.0302 y un cambio de almacenamiento de -44.2 Mm<sup>3</sup>/año. En forma resumida el balance, para el año de 1994, se presenta en la tabla 3, de acuerdo con la expresión (3).

Tabla 3 Balance de aguas subterráneas

<b>BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS BAJA BABÍCOR A</b>				<b>1994</b>
<b>Área total del acuífero</b>			km <sup>2</sup>	3,868
<b>RECARGA TOTAL</b>				
<b>Área de valle</b>			km <sup>2</sup>	1,510
<b>Coefficiente</b>		$I_1$		0.08
<b>Precipitación</b>			mm/año	439.0
<b>Recarga natural por lluvia</b>			Mm <sup>3</sup> /año	<b>53.0</b>
<b>Entradas horizontales</b>			Eh	Mm <sup>3</sup> /año
<b>Total de recarga natural</b>				Mm <sup>3</sup> /año
<b>Público Urbano</b>			$I_2$	0.20
<b>Recarga inducida P.U.</b>				Mm <sup>3</sup> /año
<b>Agrícola más otros</b>			$I_3$	0.20
<b>Recarga inducida Agrícola + otros</b>				Mm <sup>3</sup> /año
<b>RECARGA TOTAL</b>				Mm <sup>3</sup> /año
<b>DESCARGA TOTAL</b>				
<b>Salidas horizontales</b>			Sh	Mm <sup>3</sup> /año
<b>Caudal base</b>			$Q_{base}$	Mm <sup>3</sup> /año
<b>Evapotranspiración</b>				Mm <sup>3</sup> /año
493	<b>Extracción total</b>			Mm <sup>3</sup> /año
	<b>Manantiales comprometido</b>			Mm <sup>3</sup> /año
447	<b>Agrícola</b>			Mm <sup>3</sup> /año
18	<b>Público urbano</b>			Mm <sup>3</sup> /año
0	<b>Industrial</b>			Mm <sup>3</sup> /año
28	<b>Otros</b>			Mm <sup>3</sup> /año
<b>DESCARGA TOTAL</b>				Mm <sup>3</sup> /año
<b>Cambio de almacenamiento</b>			$\Delta A$	Mm <sup>3</sup> /año
<b>Coefficiente de almacenamiento</b>			S	0.0302
<b>Volumen drenado (1.5 m/año)</b>			Vd	Mm <sup>3</sup> /año
<b>Area de abatimiento</b>				km <sup>2</sup>
				974

## 8 Disponibilidad

La disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente (<sup>24</sup>):

$$\begin{aligned}
 \text{Disponibilidad media anual} &= \text{Recarga total} - \text{Descarga natural} - \text{Volumen anual de} \\
 \text{de agua subterránea en una} & \text{Media anual} \quad \text{Comprometida} \quad \text{extracción de agua} \\
 \text{unidad hidrogeológica} & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{subterránea concesionada en el RE-} \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{PDA} \quad \dots(5)
 \end{aligned}$$

<sup>24</sup> NOM-011-CNA-2000, que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

### **8.1 Recarga total media anual**

La recarga total media anual (Rt), de acuerdo con el balance del inciso anterior resultó de 90.6 Mm<sup>3</sup>/año, de los cuales corresponden 64.2 Mm<sup>3</sup>/año como recarga natural y 26.4 Mm<sup>3</sup>/año como recarga inducida.

### **8.2 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. Respecto al caudal base esta no se presenta en la zona como se mencionó en incisos anteriores; es conveniente hacer mención, que en general el acuífero tiene sus niveles estáticos mayores o iguales a 10 m de profundidad, lo cual corrobora que no se presente flujo base en esas áreas. Las salidas de agua subterránea que se tiene en el acuífero, en este caso, no se considera comprometida hacia otros acuíferos.

### **8.3 Volumen anual de agua subterránea concesionado o inscrito en el REPDA**

De acuerdo a la información existente en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), el volumen concesionado de aguas subterráneas para este acuífero, al 30 de abril de 2002, tiene un volumen de 109,248,235 m<sup>3</sup>/año.

### **8.4 Disponibilidad de aguas subterráneas**

La disponibilidad de aguas subterráneas de acuerdo la expresión (5), resulta ser de -18,648,235 m<sup>3</sup>/año.

$$-18'648,235 = 90'600,000 - 0.0 - 109'248,235$$

La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones, considerando las condiciones geohidrológicas de sobre explotación que predominan en el acuífero de Baja Babícora, Chih.

**México, D.F., 30 de abril de 2002**