

*Actualización de la disponibilidad media anual  
de agua en el acuífero Apatzingán (1620),  
Estado de Michoacán*

*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 MICHOACÁN							
1620	APATZINGÁN	494.4	94.6	273.557365	229.8	126.234635	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 1620 APATZINGAN**

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	102	34	20.4	19	25	4.5	
2	102	25	33.7	19	24	29.8	
3	102	21	45.3	19	25	10.3	
4	102	19	7.4	19	25	1.3	
5	102	16	34.7	19	27	9.5	
6	102	13	4.6	19	26	11.7	
7	102	8	47.8	19	22	40.4	
8	102	12	1.3	19	17	35.4	
9	102	7	12.8	19	11	57.1	
10	102	9	3.5	19	7	48.3	
11	102	8	4.2	18	50	45.0	
12	102	6	42.2	18	49	23.8	
13	102	11	36.2	18	48	24.4	
14	102	14	14.9	18	50	47.8	
15	102	17	25.0	18	50	37.2	
16	102	22	8.0	18	45	54.4	
17	102	32	18.0	18	42	35.2	
18	102	51	37.7	18	44	13.3	
19	102	58	43.3	18	48	10.8	
20	102	58	4.5	18	51	23.8	
21	103	2	8.4	18	57	38.0	
22	103	7	27.4	18	55	47.5	DEL 22 AL 23 POR EL LIMITE ESTATAL
23	103	0	57.5	19	6	46.3	DEL 23 AL 1 POR EL LIMITE ESTATAL
1	102	34	20.4	19	25	4.5	





*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 APATZINGAN,  
ESTADO DE MICHOACÁN*

México, D.F., 30 de abril de 2002



## **CONTENIDO**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1. LOCALIZACION**

- 1.1.1. Coordenadas
- 1.1.2. Municipios
- 1.1.3. Población

#### **1.2. SITUACION ADMINISTRATIVA DEL ACUIFERO**

- 1.2.1. Decretos de Veda
- 1.2.2. Zonas de Disponibilidad
- 1.2.3. Organización de Usuarios
- 1.2.4. Distritos y Unidades de Riego
- 1.2.5. Usuarios Mayores de Agua Subterránea

### **2. ESTUDIOS TECNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD**

### **3. FISIOGRAFIA**

#### **3.1. PROVINCIA FISIOGRAFICA**

#### **3.2. CLIMA**

- 3.2.1. Temperatura Media Anual
- 3.2.2. Precipitación Media Anual
- 3.2.3. Evapotranspiración Potencial Media Anual

#### **3.3. HIDROGRAFIA**

##### **3.3.1. Región Hidrológica**

- 3.3.3. Cuenca
- 3.3.4. Subcuenca
- 3.3.5. Infraestructura Hidráulica

#### **3.4. GEOMORFOLOGIA**

### **4. GEOLOGIA**

#### **4.1. ESTRATIGRAFIA**

#### **4.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL**

#### **4.3. GEOLOGIA DEL SUBSUELO**

### **5. HIDROGEOLOGIA**

#### **5.1. TIPO DE ACUIFERO**

#### **5.2. PARAMETROS HIDRAULICOS**

#### **5.3. PIEZOMETRIA**

#### **5.4. COMPORTAMIENTO HIDRAULICO**

- 5.4.1. Profundidad al Nivel Estático
- 5.4.2. Elevación del Nivel Estático
- 5.4.3. Evolución del Nivel Estático

#### **5.5. HIDROGEOQUIMICA Y CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA**



## **6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRIA**

### **7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS**

#### **7.1. ENTRADAS**

7.1.1. Recarga Natural

7.1.2. Recarga Inducida

#### **7.2. SALIDAS**

7.2.1. Evapotranspiración

7.2.2. Descargas Naturales

7.2.3. Bombeo

#### **7.3. CAMBIO DE ALMACENAMIENTO**

### **8. DISPONIBILIDAD**

8.1. RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL

8.2. DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA

8.3. VOLUMEN CONCESIONADO DE AGUA SUBTERRANEA

8.4. DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRANEAS

## **9. BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS**



## 1.- GENERALIDADES.

### 1.1. LOCALIZACION.

#### 1.1.1.- Coordenadas.

La zona de estudio se localiza entre la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, en la parte suroeste del estado de Michoacán.

### COORDENADAS GEOGRAFICAS LA ZONA ACUIFERA “APATZINGAN”, EN EL ESTADO DE MICHOACAN

Vértice	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	102	30	28.8	19	25	22.8	
2	102	29	49.2	19	25	26.4	
3	102	28	37.2	19	25	1.2	
4	102	28	8.4	19	25	12.0	
5	102	27	36.0	19	25	55.2	
6	102	25	55.2	19	26	27.6	
7	102	21	46.8	19	25	12.0	
8	102	20	20.4	19	26	2.4	
9	102	19	4.8	19	26	16.8	
10	102	18	18.0	19	26	42.0	
11	102	16	33.6	19	27	10.8	
12	102	14	27.6	19	25	4.8	
13	102	11	31.2	19	24	7.2	
14	102	11	27.6	19	21	43.2	
15	102	12	39.6	19	17	13.2	
16	102	10	40.8	19	13	12.0	
17	102	10	44.4	19	13	1.2	
18	102	9	28.8	19	11	49.2	
19	102	8	42.0	19	6	46.8	
20	102	8	49.2	18	58	8.4	
21	102	6	0.0	18	52	15.6	
22	102	6	43.2	18	49	22.8	
23	102	12	54.0	18	47	52.8	
24	102	17	6.0	18	51	0.0	
25	102	32	42.0	18	41	24.0	
26	103	0	10.8	18	47	49.2	
27	102	58	33.6	18	51	7.2	
28	103	4	40.8	18	54	46.8	
29	103	13	37.2	18	54	7.2	



30	103	13	48.0	18	54	14.4	
31	103	15	46.8	19	0	7.2	Del 31 al 32 por el límite estatal
32	103	1	1.2	19	7	1.2	Del 32 al 33 por el límite estatal
33	102	34	19.2	19	25	4.8	
34	102	31	51.6	19	24	57.6	
1	102	30	28.8	19	25	22.8	

### 1.1.2.- Municipios.

El área de este acuífero esta conformada por territorio perteneciente a los municipios de: Apatzingan, Aguililla, Buenavista, Coalcoman, Parácuaro, Periban, Tancitaro y Tepalcatepec.

### PARTICIPACION MUNICIPAL EN EL ACUIFERO “ APATZINGAN ”

CLAVE	MUNICIPIO	% DE PARTICIPACION
002	AGUILILLA	60
006	APATZINGAN	80
012	BUENAVISTA	100
015	COALCOMAN	5
064	PARACUARO	15
068	PERIBAN	5
083	TANCITARO	60
089	TEPALCATEPEC	100

### 1.1.3-Población.

Los principales centros de población localizados en la zona son: Apatzingan, Tepalcatepec, Parácuaro, Tancitaro y Periban

Apatzingan de la Constitución cuenta con 89,834 habitantes. Tepalcatepec cuenta con una población de 14, 962 habitantes. Paracuaro cuenta con una población de 3,582 habitantes. Tancitaro cuenta con una población de 4,439 habitantes. Periban de Ramos cuenta con una población de 10,935 habitantes.

## 1.2- SITUACION ADMINISTRATIVA DEL ACUIFERO.

### 1.2.1.-Decretos de Veda.

El 27 de junio de 1975 se publicó en el Diario Oficial, el decreto que establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en la zona denominada Bajo Balsas, además, el 20 de octubre de 1987 por decreto se declara de interés público, la conservación de los mantos acuíferos y el aprovechamiento de las aguas del subsuelo para todos los municipios del estado de Michoacán que no fueron considerados en los decretos anteriormente publicados. Ambos decretos establecen vedas que de acuerdo a sus características,



permiten extracciones limitadas para usos domestico, industrial, de riego y otros, por lo cual se clasifican como vedas de control.

#### 1.2.2.- Zonas de disponibilidad de acuerdo a la Ley Federal de Derechos vigente.

CLAVE	MUNICIPIO	ZONA DE DISPONIBILIDAD
002	Agulilla	4
006	Apatzingan	2
012	Buenvista	2
015	Coalcoman	4
064	Paracuaro	2
068	Periban	2
083	Tancitaro	2
089	Tepalcatepec	2

#### 1.2.3- Organización de usuarios

Dentro de la zona de estudio los usuarios del agua subterránea, no están organizados bajo ninguna figura asociativa.

#### 1.2.4- Distritos y Unidades de Riego.

Dentro de la zona de estudio se encuentran los cuatro módulos que conforman el distrito de riego 097 “General Lázaro Cárdenas “

#### 1.2.5- Principales usuarios del agua subterránea.

Los principales usuarios del agua subterránea en este acuífero son los productores agrícolas del valle de Apatzingán, en segundo término se encuentran los Organismos Operadores y Comités de Agua Potable, el tercer lugar lo ocupa el uso de servicios y otros.

## 2.- ESTUDIOS TECNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD.

Del Estudio Geohidrológico Cuantitativo de la Zona de Riego del Río Tepalcatepec, Mich., elaborado por la Empresa Geoexploraciones y Construcciones, S.A., según Contrato GZA-82-72-EG, en 1982 se concluye lo siguiente:

Existe una sobreexplotación en la parte sureste de Apatzingán, debido a la concentración de pozos existentes en esa área.

Existen zonas donde la explotación de agua subterránea es mínima.

Las riolitas, tobas riolíticas, andesíticas, andesitas y los intrusivos y graníticos funcionan como barrera impermeable al flujo subterráneo, pero superficialmente presentan fracturamientos que aportan cierta recarga al valle.



El río Grande o Tepalcatepec funciona como nivel base del acuífero en la región. Los niveles estáticos hacia el sur se presentan más profundos debido a la morfología de la zona.

El valle tiene entradas por flujo subterráneo horizontal del orden de 55 millones de m<sup>3</sup>/año.

### **3.- FISIOGRAFIA**

#### **3.1.- PROVINCIA FISIOGRAFICA.**

El área de estudio queda comprendida dentro de la provincia fisiográfica del eje Neovolcánico (según Raisz, 1959; y. López Ramos, 1978),

Esta zona se caracteriza por ser netamente volcánica, ya que se elevan los cerros y lomeríos sobre los valles rellenos de cenizas y conglomerados, cuya altitud varía de 200 a 1500 msnm.

El tipo de drenaje es dendrítico y paralelo, con corrientes de tipo intermitente que fluyen de las partes altas hacia el valle para depositar sus aguas en los ríos importantes de corriente permanente como son: el Tepalcatepec o Grande, el Marqués, Cancita y el Tesorero.

#### **3.2.- CLIMA.**

El clima que impera en la región es del tipo seco, según la clasificación de Koppen corresponde a un Bs, (h) (w) (w) semiseco semicalido y por lo que corresponde a la rivera del río Tepalcatepec, presenta un clima seco muy cálido (Bso (h) (w) (w)), hacia el norte y sur, o sea, en la parte montañosa corresponden climas cálidos (Acc (w) (w)) semi-húmedo y (Aw (w)) cálidos sub-húmedos con lluvias en verano.

##### **3.2.1.-Temperatura media anual.**

La temperatura media anual es del orden de 27° C, y sus extremas es mayor a 40° C, presentándose durante los meses de mayo y junio.

##### **3.2.2.- Precipitación media anual.**

La precipitación media anual registrada en la región es del orden de 800 mm, ocurriendo su mayor incidencia en los meses de junio, julio y agosto.

##### **3.2.3- Evaporación media anual.**

La evaporación media anual es del orden de 180 mm, presentándose los valores máximos durante los meses de marzo, abril y mayo.

### **3.3- HIDROGRAFIA.**

#### **3.3.1- Región Hidrológica: Balsas.**

#### **3.3.2- Cuenca: Río Tepalcatepec.**



3.3.3- Subcuenca: Río Apatzingán, Río Tepalcatepec y Arroyo Tepalcatepec.

3.3.4- Infraestructura Hidráulica.

En la zona de estudio se localizan las presas derivadoras Piedras Blancas, El Llano, Las Burras, y las presas de almacenamiento Chilatan y Los Olivos.

Existen dos ríos principales: el río Tepalcatepec o Grande y Márquez; el primero corre de oeste al este y el segundo de norte a sur; descargando ambos sus aguas en la presa Infiernillo.

3.4.- GEOMORFOLOGIA.

El área en estudio se localiza dentro de los límites de las provincias fisiográficas denominadas Eje Neovolcánico Transmexicano y la Sierra Madre del Sur, prácticamente localizada entre la transición de estas dos provincias denominando a esta región como la depresión del balsas formada por una distensión cortical terrestre que ocasionó un gran vacío dentro de las dos serranías, la edad aproximada de estos depósitos aluviales es del Reciente.

#### **4.- GEOLOGÍA.**

Las rocas predominantes en la zona de estudio son los depósitos fluviales procedentes de la porción suroccidental de la Meseta Tarasca, por lo tanto estos cantos rodados tienen poco arredondamiento dado que la distancia de transporte es pequeña, encontrando fragmentos angulosos y subangulosos; su edad es realmente corta, datan del reciente teniendo como característica principal una porosidad y permeabilidad elevada y una baja compactación interna; estos depósitos descansan sobre un manto rocoso de origen volcánico.

4.1.-ESTRATIGRAFIA.

##### **MEZOZOICO**

Rocas Ígneas Intrusivas.

Estas rocas afloran al este de Nueva Italia y Gabriel Zamora y consiste en un batolito que aflora en diferentes partes de Michoacán constituidos por: granitos, granodioritas, cuarzodioritas y cuarzo monzonitas.

##### **TERCIARIO**

Rocas Extrusivas y Efusivas.

Estas rocas afloran en toda la región en estudio, aparecen en dos periodos, la primera de ellas de edad preterciaria y están constituidas en su gran mayoría por andesitas

##### **CUATERNARIO.**

Conglomerados.

Afloran en diferentes partes del área estudio, constituidas por fragmentos de rocas volcánicas, se encuentran aflorando en el valle, depósitos residuales y aluviones constituidos por: aglomerados, gravas, arenas y arcillas.



#### 4.2.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

Se encuentra afectada la región por un gran intrusivo granodiorítico que intrusiona a las rocas volcánicas que se depositaron, esta intrusión provocó fallas y fracturas, las cuales fueron provocadas por esfuerzos tensionales debido al enfriamiento del intrusivo.

Los derrames lávicos formaron las cadenas montañosas en los valles que originalmente habían sido cuencas lacustres profundas se ha ido depositando material fluvial y lacustre derivado de las montañas y enormes cantidades de cenizas volcánicas de los volcanes más recientes.

#### 4.3.-GEOLOGIA DEL SUBSUELO.

Pozo: Ej. Emiliano Zapata Coordenadas : 19° 13' 00" L.N. y 102° 35' 30" L.W.		Pozo : El Jabalí Coordenadas : 19° 08' 55" L.N. y 102° 12' 30" L.W.		Pozo: La Pandura Coordenadas: 19° 09' 05" L.N. y 102° 13' 40" L.W.	
Prof. (m) DE - A	DESCRIPCIÓN	Prof. (m) DE - A	DESCRIPCION	Prof. (m) DE - A	DESCRIPCION
0-38	boleos grandes empacados con arcilla.	0-4	suelo residual de color negro con presencia de arenas y gravas.	0-2	suelos.
38-46	horizonte arcilloso con intercalaciones de boleos y limos.	4-88	arenas y gravas de origen aluvial, ligeramente compactas.	2-40	conglomerados.
46-78	bloques de roca basáltica y de cantos rodados.	88-94	gravas gruesas de origen aluvial.	40-60	grava y arena.
78-92	arcillas y limos.	94-128	arenas y gravas de origen aluvial.	60-70	conglomerado.
92-106	bloques de roca basalto-andesítica.	128-136	boleos de origen aluvial.	70-80	boleos.
106-204	horizontes clásticos, arenas y arcillas.	136-200	arenas y gravas fluviales con poca compactación.	80-90	arcillas con arenas.
204-220	boleos basalto-andesíticos, empacados en arcilla.			90-110	grava arena
				110-120	boleos.
				120-130	conglomerado.
				130-150	basalto rojo.



Pozo : chivas puco Coordenadas : 19° 12' 50" L.N. y 102° 35' 00" L.W.	
prof. (m) de – a	descripción
0-10	arena fina con arcilla.
10-84	boleos de granulometría heterogénea con gravas y arenas.
84-134	.arenas y gravas poco consolidados y granulometría heterogénea.
134-165	arena aluvial fina.
165-200	arenas y gravas de origen aluvial semiconsolidado.

## 5.- HIDROGEOLOGIA.

### 5.1.- TIPO DE ACUIFERO

El intrusivo granítico de la región se considera de una porosidad y permeabilidad nula que funciona como una barrera impermeable al flujo subterráneo aflorando al este y sur del área, se desconoce a la profundidad que se encuentra en el valle, superficialmente presenta recarga al valle por medio de los fracturamientos que muestra.

Las rocas volcánicas aflorantes en toda la región algunas se consideran de baja permeabilidad como son: tobas riolíticas y andesíticas, andesíticas, andesitas y riolitas, que presentan fracturamientos por donde se infiltra el agua, pudiendo aportar cierta recarga al valle pero en muy mínima proporción, no impidiendo el paso del flujo subterráneo, y funcionan como barrera impermeable las rocas volcánicas como son: basaltos, tobas, cenizas volcánicas y conglomerados, los cuales presentan porosidad y permeabilidad secundaria.

Debido a las precipitaciones que se presentan en el valle y al norte de la zona, el agua se infiltra y llega a fluir y brotar en esta región de interés por medio de algunos manantiales.

En la región se presentan depósitos de piamonte, constituido por: aglomerados, gravas y arenas, por la permeabilidad de sus materiales y por su posición topográfica funcionan como zonas de recarga del acuífero del valle.



Los abanicos fluviales y depósitos del valle constituidos por: aglomerados, gravas, arenas y arcillas, presentan porosidad y permeabilidad alta, funcionando como almacenamientos de un acuífero de tipo libre.

## 5.2.- PARAMETROS HIDRAULICOS.

### PRUEBAS DE BOMBEO:

Para conocer la transmisividad del acuífero se efectuaron 13 pruebas de bombeo de corta duración en pozos particulares, con la finalidad de conocer la capacidad que tiene el acuífero para almacenar y transmitir el agua. Para determinar la transmisividad del acuífero se recurrió a la interpretación de pruebas de bombeo, valiéndose del método de Jacob.

Nº de Pozo	TRANSMISIVIDAD			Gasto LPS	Profundidad Total m	N.E. m	N.D. M	GASTO (Qe)
	Abatimiento $10^{-3} \text{ m}^2/\text{día}$	Recuperación $10^{-3} \text{ m}^2/\text{día}$	Promedio $10^{-3} \text{ m}^2/\text{día}$					
11	7.34	5.46	<b>6.4</b>	95.4	120	29.48	46.32	5.67
27	3.09	3.51	<b>3.3</b>	77.7	120	29.50	45.30	4.9
33	2.77	2.2	<b>2.5</b>	60.6	82	14.96	39.51	2.47
37	5.20	5.13	<b>5.2</b>	67.35	75	17.81	33.47	4.32
47	8.92	S/D	<b>8.9</b>	107.3	150	34.6	45.12	10.2
49	8.14	7.37	<b>7.7</b>	55.6	70	22.95	30.39	9.4
58	S/D	2.48	<b>2.48</b>	57.8	60	17.59	38.55	2.76
59	8.72	22.0	<b>15.36</b>	48.1	70	45.03	51.07	7.96
74	2.78	6.22	<b>4.5</b>	40.8	90	16.47	25.37	4.6
94	7.32	5.56	<b>6.4</b>	82.0	100	41.56	50.92	8.76
110	17.61	16.72	<b>17.1</b>	91.4	70	18.85	27.19	10.96
117	7.59	6.0	<b>6.7</b>	101.6	80	18.86	32.05	7.7
138	3.72	4.89	<b>8.6</b>	29.9	54	37.68	44.21	4.58

Del análisis de los resultados obtenidos se puede concluir que la mayor parte del acuífero presenta transmisividades relativamente altas, indicando una gran permeabilidad.

Considerando que el acuífero se comporta de libre a semi-confinado en rocas ígneas fracturadas y en materiales granulares, respectivamente, por lo cual se le asigno un valor teórico del coeficiente de almacenamiento de 0.01.

## 5.3.- PIEZOMETRIA.

Nº DE POZO	ELEVACION DE BROCAL (msnm)	PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTÁTICO (m)	ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO (msnm)
115	233.53	23.88	209.65
89	241.35	20.0	221.35
101	263.47	41.23	222.24
134	277.23	5.34	271.89
54	264.53	18.18	246.35
40	237.08	13.70	223.38
77	230.24	31.34	198.9
82	231.47	22.15	209.32
72	221.68	17.39	204.29



63	319.68	8.67	311.01
57	314.06	15.91	298.15
34	298.03	20.65	277.38
13	285.92	14.0	271.92
11	340.97	40.0	300.9
27	312.77	40.0	272.77
24	271.40	20.76	250.64
21	330.11	22.34	307.77
111	224.87	1.93	222.94
60	317.76	10.78	306.98
131	232.78	29.10 *	203.68
47	241.72	34.30	207.42
28	264.41	33.91	230.5
18	292.43	21.3	271.13
14	272.03	21.0	251.03
8	350.11	33.85	316.26
33	295.98	14.78	281.2
59	385.94	44.91	341.03
74	223.06	16.5	206.56
66	229.50	22.74	206.76
138	269.34	35.82	233.52
37	221.35	20.40	200.95
141	307.93	14.98	292.95
100	252.85	25.01	227.84
103	261.86	38.04	223.82
120	241.27	25.20 *	216.07
117	230.31	32.85 *	197.46

- Nivel dinámico.

Los registros anteriormente relacionados corresponden a datos reportados en el informe del estudio cuantitativo de la zona de riego del río Tepalcatepec, Mich, elaborado por GEOEXPLORACIONES Y CONSTRUCCIONES S.A., registros que fueron tomados durante el mes de diciembre de 1982 (época de estiaje).

#### 5.4- COMPORTAMIENTO HIDRAULICO.

##### 5.4.1- PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTATICO.

Del análisis de las profundidades al nivel estático que presentan los aprovechamientos subterráneos se observa que se tiene valores de 5 metros en porción central del valle a 45 metros en las zonas de mayor altitud.

##### 5.4.2- ELEVACION DEL NIVEL ESTATICO.

Analizando la elevación del nivel estático registrado por los aprovechamientos de la zona se puede deducir que el movimiento del agua subterránea ocurre de norte a sur, de las estribaciones de la sierra que forma la Meseta Tarasca hacia el río Tepalcatepec o Grande, que funciona como nivel base.

##### 5.4.3- EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO.

Después del ultimo recorrido piezométrico realizado durante el año de 1982, como parte de los trabajos desarrollados por el estudio cuantitativo de la zona de riego del río Tepalcatepec, Mich,



realizado por Geoexploraciones y Construcciones, S. A., esta zona no ha sido estudiada, por lo que la información es escasa y solo se puede contar con algunos datos de campo, mismos que resultan insuficientes para establecer de manera precisa la evolución piezométrica.

## 5.5- HIDROGEOQUIMICA Y CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA.

En base a los diagramas triangulares para la interpretación de análisis químicos de agua (según A. M. Piper 1953), se pudo observar que en general el tipo de aguas resultaron mixtas bicarbonatadas, con algunas excepciones locales que resultaron sódico-bicarbonatadas.

De los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos del área en estudio y de las normas adoptadas en una gran mayoría de países, se deduce que el agua subterránea es en general de calidad aceptable, tanto para uso domestico como industrial y ganadero.

## 6.- CENSO DE APROVECHAMIENTOS SUBTERRANEOS.

Según el historial administrativo de la subgerencia de Ingeniería, se estima que existen aproximadamente 899 aprovechamientos subterráneos distribuidos de la siguiente forma:

USO	Nº DE APROV.	%	VOL.EXTRAIDO (Mm <sup>3</sup> )
AGRICOLA Y PECUARIO	756	94.5	217.115
PUBLICO URBANO	85	3.1	7.122
SERVICIOS Y OTROS	19	1.9	4.365
INDUSTRIAL	39	.5	1.149
TOTAL	899	100	229.751

## BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS.

### 7.1.- ENTRADAS.

#### 7.1.1.-RECARGA NATURAL.

Estas entradas están representadas en parte por el Flujo Subterráneo Horizontal (Rfhz) proveniente de la infiltración de los volúmenes de agua que descienden de las zonas montañosas de la Meseta Tarasca que rodea los valles, la aportación media al río Tepalcatepec entre la estación piedras blancas y la de los Panches, producto del drenaje del acuífero se estimo que su magnitud promedio es del orden de 170 Mm<sup>3</sup>/año (6.5 m<sup>3</sup>/s).

En cuanto a la recarga vertical que recibe el acuífero (Rv), en este estudio se considera como incógnita por ser el parámetro más inconsistente en su determinación, siendo necesario considerar para su determinación, la producción anual que tienen los manantiales originados por la infiltración que ocurre al norte de la zona, específicamente en la Meseta Tarasca. Por lo tanto: (Rv = rv+94.608), siendo 94. 608 Mm<sup>3</sup>. El volumen que representa la recarga mínima que reciben las formaciones basálticas que circundan el valle.



### 7.1.2.- RECARGA INDUCIDA

Los acuíferos reciben una importante alimentación inducida por el desarrollo agrícola, originada por las pérdidas en los canales de riego no revestidos y por la infiltración de excedentes de riego, para lo cual se consideró que un porcentaje de retorno de acuerdo al tipo de material en las zonas de riego es del 4%, el volumen anual utilizado para riego es 200.0 Mm<sup>3</sup>, proveniente de fuentes subterráneas, superficiales así como de los manantiales que existen en la zona, la superficie aproximada es de 48,000 has., por lo que el volumen de retorno por excedentes de riego se estima tiene una magnitud de:

$$R_{rr} = 200 \times 0.04 = 8.0 \text{ Mm}^3$$

### 7.2- SALIDAS.

#### 7.2.1-Descargas Naturales.

Como salidas del acuífero se consideraron las descargas por manantiales, que en conjunto producen un gasto de 3 m<sup>3</sup>/s, lo cual representa un volumen anual producido del orden de 94.608 Mm<sup>3</sup>.

La situación piezométrica actual nos indica que el flujo subterráneo en exceso es drenado por el río Tepalcatepec que constituye el nivel base del embalse subterráneo, la magnitud promedio de esta descarga es del orden de 170 Mm<sup>3</sup>.

#### 7.2.2.- DESCARGA POR BOMBEO.

Con fundamento en el historial administrativo de la Subgerencia de Ingeniería, se establece que la extracción total que ha sido solicitada durante los últimos 10 años para 899 aprovechamientos subterráneos, es del orden de 229.749 Mm<sup>3</sup>/año.

#### 7.2.3.- FLUJO SUBTERRANEO, (Sfs).

La situación piezométrica actual nos indica que el flujo subterráneo en exceso es drenado por el río Tepalcatepec que constituye el nivel base del embalse subterráneo, la magnitud de esta descarga es del orden de 170 Mm<sup>3</sup>.

### 7.3. CAMBIO DE ALMACENAMIENTO.

Después de analizar, integrar, interpretar y correlacionar los resultados obtenidos en los estudios geofísicos y geohidrológicos se llegó a la conclusión de que existe una sobre explotación en la parte sureste de la ciudad de Apatzingán, debida a la concentración de pozos existentes en esa área, de tal forma que se puede clasificar como una sobreexplotación localizada. El resto del área no manifiesta descenso en los niveles piezométricos, reafirmando lo anteriormente señalado con relación a que el río Tepalcatepec constituye el nivel base del embalse subterráneo, el cual continua drenando el exceso del flujo subterráneo del acuífero.



## ECUACION DE BALANCE

$$\text{RECARGA TOTAL (SUMA DE ENTRADAS)} = \text{CAMBIO DE ALMACENAMIENTO DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA} + \text{DESCARGA TOTAL (SUMA DE SALIDAS)}$$

### ENTRADAS:

$$r_v = R_v + 94.608$$

$$R_r = 8.0 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

$$R_{fhz} = 170.0 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

### SALIDAS:

$$S_m = 94.608 \text{ Mm}^3/\text{año}.$$

$$S_b = 229.749 \text{ Mm}^3/\text{año}.$$

$$S_{fs} = 170 \text{ Mm}^3/\text{año}.$$

$$R_v + 94.608 + 8.0 + 170.0 = 0 + (94.608 + 229.749 + 170.0)$$

$$R_v + 94.608 + 8.0 + 170.0 = 494.357$$

DESPEJANDO  $R_v$  Y HACIENDO OPERACIONES TENEMOS QUE:

$$R_v = 221.8 \text{ Mm}^3/\text{año}.$$

## 8.- 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 agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA
---	---	---------------------------	---	-------------------------------	---	---

### 8.1 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 Apatzingán es de 494.4 millones de metros cúbicos por año ( $\text{Mm}^3/\text{año}$ ).



## **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. Para el acuífero Apatzingán la descarga natural comprometida es de 94.608 Mm<sup>3</sup>/año.

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

En el acuífero Apatzingán 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 221,839,074 m<sup>3</sup>/año.

## **8.4 Disponibilidad de agua subterránea**

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:

$$177,952,926 = 494,400,000 - 94,608,000 - 221,839,074$$

La cifra indica que existe volumen disponible de 177,952,926 m<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Apatzingán en el Estado de Michoacán.

## **9.- BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.**

- PROSPECCIÓN GEOLÓGICA Y GEOFÍSICA EN LA ZONA DE TEPALCATEPEC, LOS REYES, MICHOACÁN.- PREPARADO POR GEOPE, S.A. 1979.- CONTRATO N° GZA-79-9-ED.
- MODERNIZACION Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TEPALCATEPEC, RESUMEN EJECUTIVO, ELABORADO POR: SOGREAH INGENIERIE, EN OCTUBRE DE 1994, PARA LA COMISION NACIONAL DEL AGUA.