

***Actualización de la disponibilidad media anual
de agua en el acuífero Nueva Italia (1616),
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							
1616	NUEVA ITALIA	99.2	0.3	17.624475	44.3	81.292525	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 1616 NUEVA ITALIA

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	102	1	47.8	19	14	43.8
2	102	1	35.1	19	18	20.0
3	102	0	11.8	19	22	14.5
4	101	59	32.3	19	32	16.0
5	101	52	32.0	19	33	4.0
6	101	49	42.9	19	32	37.7
7	101	48	41.0	19	29	52.7
8	101	43	50.0	19	27	10.0
9	101	32	43.1	19	27	32.9
10	101	28	48.4	19	25	37.4
11	101	32	49.3	19	20	59.5
12	101	38	30.1	19	21	28.9
13	101	35	33.3	19	9	24.6
14	101	44	30.6	19	9	24.0
15	101	46	7.2	19	6	27.0
16	102	0	56.1	19	2	3.2
17	102	3	44.8	18	52	48.1
18	102	3	26.3	18	48	46.6
19	102	4	46.5	18	48	55.1
20	102	6	42.2	18	49	23.8
21	102	8	4.2	18	50	45.0
22	102	9	3.5	19	7	48.3
23	102	7	12.8	19	11	57.1
24	102	5	53.0	19	11	30.7
25	102	5	14.8	19	10	56.0
26	102	4	59.8	19	10	2.8
27	102	3	58.5	19	10	24.8
1	102	1	47.8	19	14	43.8



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 NUEVA ITALIA,
ESTADO DE MICHOACÁN*

México, D.F., 30 de abril de 2002

CONTENIDO

1. GENERALIDADES

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

5.2.1.- Pruebas de Bombeo

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 SUBTERRÁNEA
 - 5.5.1.- Familias de Agua

6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRIA

7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS

7.1. ENTRADAS

- 7.2.1. Recarga Natural
- 7.2.2. Recarga Inducida
- 7.2.3. Flujo Horizontal

7.2. SALIDAS

- 7.2.1. Descargas Naturales
- 7.2.2. Bombeo
- 7.2.3. Flujo Subterráneo

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

ACUIFERO: NUEVA ITALIA

1. GENERALIDADES.

1.1. LOCALIZACION.

La zona de estudio se localiza dentro de la región de “Tierra Caliente” del Estado de Michoacán.

1.1.1. Coordenadas.

COORDENADAS GEOGRAFICAS DE LA ZONA ACUIFERA DE “NUEVA ITALIA”, EN EL ESTADO DE MICHOACAN

Vértice	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	101	29	38.4	19	25	26.4	
2	101	30	57.6	19	24	43.2	
3	101	34	15.6	19	22	22.8	
4	101	34	8.4	19	20	31.2	
5	101	39	21.6	19	21	32.4	
6	101	38	2.4	19	7	19.2	
7	101	44	6.0	19	9	21.6	
8	101	48	3.6	19	6	18.0	
9	101	57	7.2	19	5	31.2	
10	102	0	32.4	18	57	10.8	
11	102	3	21.6	18	55	26.4	
12	102	1	26.4	18	52	30.0	
13	102	2	6.0	18	48	3.6	
14	102	2	38.4	18	47	56.4	
15	102	5	6.0	18	47	31.2	
16	102	6	43.2	18	49	22.8	
17	102	6	0.0	18	52	15.6	
18	102	8	49.2	18	58	8.4	
19	102	8	42.0	19	6	46.8	
20	102	9	28.8	19	11	49.2	
21	102	10	44.4	19	13	1.2	
22	102	10	40.8	19	13	12.0	
23	102	9	50.4	19	12	54.0	
24	102	4	55.2	19	15	0.0	
25	102	2	49.2	19	18	7.2	
26	102	0	21.6	19	20	16.8	
27	102	0	7.2	19	24	36.0	
28	102	0	46.8	19	26	24.0	
29	102	0	57.6	19	29	13.2	

30	102	2	20.4	19	31	33.6	
31	102	0	46.8	19	33	7.2	
32	101	58	48.0	19	31	58.8	
33	101	54	57.6	19	33	43.2	
34	101	52	15.6	19	33	36.0	
35	101	50	38.4	19	30	50.4	
36	101	44	9.6	19	28	37.2	
37	101	40	33.6	19	27	32.4	
38	101	37	1.2	19	28	4.8	
39	101	34	48.0	19	27	7.2	
40	101	32	38.4	19	27	14.4	
1	101	29	38.4	19	25	26.4	

1.1.2. Municipios.

Este acuífero está conformado por los municipios de Apatzingán, Ario de Rosales, Arteaga, Gabriel Zamora, La Huacana, Francisco J. Mújica, Nuevo Urecho, Parácuaro, Tancítaro, Tumbiscatío y Uruapan.

PARTICIPACION MUNICIPAL EN EL ACUIFERO “NUEVA ITALIA”

Clave	Municipio	% Participación
006	Apatzingan	15
009	Ario de Rosales	32
010	Arteaga	5
033	Gabriel Zamora	75
035	La Huacana	25
055	Francisco J. Mújica	85
059	Nuevo Urecho	70
064	Parácuaro	70
083	Tancítaro	5
096	Tumbiscatio	27
102	Uruapan	10

1.1.3. Población.

Los principales centros de población localizados en el área de estudio son:

CLAVE	MUNICIPIO	No. DE HAB.
033	GABRIEL ZAMORA	19,074
055	FRANCISCO J. MUJICA	41,149
059	NUEVO URECHO	7,986
064	PARACUARO	23,237

Las poblaciones de mayor importancia en la zona son: Gabriel Zamora, Nueva Italia, Parácuaró y Tumbiscatío.

1.2. SITUACION ADMINISTRATIVA DEL ACUIFERO.

1.2.1. Decretos de Veda.

El 27 de junio de 1975, por decreto se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la zona del Bajo Balsas, estableciendo veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona. Además, el 20 de octubre de 1987, 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 doméstico, 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 Vigentes.

CLAVE	MUNICIPIO NOMBRE	ZONA DE DISPONIBILIDAD
006	APATZINGAN	2
009	ARIO DE ROSALES	4
010	ARTEAGA	4
033	GABRIEL ZAMORA	2
035	LA HUACANA	4
055	FRANCISCO J. MUJICA	2

059	NUEVO URECHO	4
064	PARACUARO	2
083	TANCITARO	2
096	TUMBISCATIO	4
102	URUAPAN	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 encuentra los Módulos Nos. 1, 2 “J. Trinidad Pérez Navarro (Cuatro Caminos) y parte del Módulo 5 “Parácuaro”, que pertenecen al Distrito de Riego No. 097-“Gral. Lázaro Cárdenas”.

1.2.5. Usuarios Mayores de Agua Subterránea.

Los principales usuarios del agua subterránea en este acuífero, son los productores agrícolas del Valle de Nueva Italia que representan el 75.1% de la extracción del acuífero y en segundo término se encuentran los Organismos Operadores y Comités de Agua Potable, que representa el 24.9 de la extracción en el acuífero.

2. ESTUDIOS TECNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD.

Del “Informe del Estudio Geohidrológico Cuantitativo de la Zona de Riego Tepalcatepec (Llanos de Antúnez), Estado de Michoacán”, realizado GEOEXPLORACIONES Y CONSTRUCCIONES, S.A., SEGUN CONTRATO No. GZA-82-72-EG, se resume lo siguiente:

En la zona conocida como Llanos de Antúnez, 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 Tepalcatepec o Grande 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.

3. FISIOGRAFIA.

3.1. PROVINCIA FISIOGRAFIA.

La zona de estudio se encuentra en la Provincia Fisiográfica denominada Eje Neovolcánico Transmexicano y la Sierra Madre del Sur, concretamente en la transición entre estas dos provincias fisiográficas, denominando a este valle como la Depresión del Balsas.

El relieve es complejo y variado, constituido básicamente por sierras y cumbres tendidas, disectadas por corrientes pluviales que en su trayectoria han labrado los valles ramificados que pueden apreciarse; se presenta un sistema de lomeríos y cañadas profundas, conformándose durante los procesos de evolución regional llanuras aluviales y lomeríos con cañadas alineadas que determinan zonas de recarga y filtración interna.

3.2. CLIMA.

El clima que impera en la región según la clasificación de Koppen, es del tipo es seco, semiseco-semicálido, cálidos semihúmedos y cálidos subhúmedos.

3.2.1. Temperatura.

La temperatura media anual oscila entre 28 y 30° C, teniendo sus máximos en los meses de mayo y junio con extremas hasta de más de 40° C.

3.2.2. Precipitación Media Anual.

La precipitación media anual en el área de estudio es el orden de los 600 a 800 mm, la cual se registra de junio a octubre.

3.2.3. Evapotranspiración Potencial Media Anual.

La evaporación media anual que se observa dentro del área de estudio 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:

RIO BALSAS

3.3.2. Cuenca:

RIO TEPALCATEPEC-INFIERNILLO

3.3.3. Subcuenca:

RIOS EL MARQUEZ Y LA PASTORIA.

3.3.5. Infraestructura Hidráulica.

Dentro del área de estudio se encuentra corrientes como el río Cajones o río Márquez y el río Cancita, los cuales desembocan en el río Tepalcatepec; también dentro del área se encuentra la presa derivadora “Cajones”, la presa de almacenamiento Canhondo y la presa de Corondiro las cuales se encuentran en el cauce del río Cajones, río Márquez,

3.4. GEOMORFOLOGIA.

El área de estudio se encuentra geomorfológicamente en una etapa de juventud, la actividad volcánica y cañones pronunciados así lo manifiestan, está integrado por un gran valle intermontano formado por volcanes de basaltos, así como el basamento del valle y cubierto por sedimentos aluviales, tales como boleos, arenas, arcilla y cenizas estratificadas, producto de antiguos cauces de ríos.

4. GEOLOGIA.

4.1. ESTRATIGRAFIA.

En el área afloran rocas de origen volcánico de tipo intrusivo y extrusivo, representadas por riolitas, andesitas, basaltos y algunos productos piroclásticos; aunque la unidad manifiesta un mayor volumen regional, se conforma por secuencia vulcano sedimentaria, compuesta por arenas, grava y cenizas volcánicas. Debido al alto grado de fracturamiento y fragmentación de los materiales que originaron estas unidades y a la evolución en su deposición, modificada y regida por los eventos geológicos históricos, así como por el grado de saturación que suele manifestarse en la zona y en particular en la secuencia estratigráfica manifestada, es posible concluir que probablemente se manifiesten captaciones de buen nivel en cuanto a acuíferos subterráneos.

Las rocas que afloran en el área de estudio son el tipo intrusivo graníticos y granodioríticos, rocas volcánicas extrusivas y efusivas, conglomerados y sedimentos aluviales del Reciente. Su edad va del Cretácico al Reciente. A continuación se describen las características litológicas, estructurales y físicas de las unidades.

Rocas ígneas intrusivas.

Afloran al este de Nueva Italia y Gabriel Zamora, que consistente en un batolito que aflora en diferentes partes, constituido por granitos, granodioritas, cuarzodioritas y cuarzomonzonitas; se ha considera que es un mismo intrusivo con diferenciaciones locales, así mismo este intrusivo está afectado por diques aplíticos de edad posterior.

Cuarzodendritas equigranulares.

Es una roca masiva de grano grueso con textura uniforme, aunque a veces se presenta con grano mediano. Megascópicamente se determina como una roca de composición intermedia y color verde oscuro, presenta textura holocristalina, fenerítica e hipidiomórfica; se observan cristales subedrales de hornblenda y cuarzo intertical. Al microscopio se observa una textura equigranular de grano grueso con 45% de cristales subedrales de plagioclasas sódico-cálcica (oligoclasa-andesina), 40% de hornblenda y un 15% de cuarzo.

Pórfido de cuarzdiorita.

Este tipo de rocas es probablemente la facie marginal del pórfido de cuarzo diorita. Megascópicamente se ha podido apreciar una textura holocristalina, fenerítica e hipidiomórfica con cristales subedrales de plagioclasa, también es posible observar cristales subedrales de hornblenda y cuarzo intersticial. Microscópicamente se puede observar una textura equigranular de grano medio con 50% de plagioclasas sódico-cálcias (oligoclasa-andesina), 30% de hornblenda, 10% de cuarzo intersticial y el 10% restante corresponde a la matriz, la cual está formada por un feldespato cuarcífero de grano fino.

Pórfido de cuarzo-feldespato.

Megascópicamente se aprecia una textura holocristalina, fenerítica y porfídica, con cristales subedrales de plagioclasa, además se observan fenocristales redondeados de cuarzo. Al microscopio se observa la textura porfídica con 60% de cristales de plagioclasa sódica (albita-oligoclasa), 25-30% de fenocristales de cuarzo, el resto corresponde a la matriz, la cual es cristalina en los contactos de los diques pero hacia el centro de dichos diques tiende a adquirir una textura equigranular con pasta de matriz cuarzo-feldespática finamente granulada.

Aplita.

Megascópicamente presenta una textura holocristalina, fanerítica y alotriomórfica, con cristales anedrales de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas. Microscópicamente se observa frecuentemente, textura mirmequítica, compuesta aproximadamente por 30% de cristales de cuarzo, 45% de feldespato potásico microclina) y 25% plagioclasa sódica (albita).

Los depósitos del Reciente afloran en el valle, constituidos por suelos residuales como: aglomerados, gravas, arenas y arcillas, producto de la desintegración de las rocas preexistentes

TERCIARIO.

Rocas extrusivas y efusivas.

Estas rocas afloran en toda la región, aparecen en dos períodos, la primera de ellas de edad Preterciaria y están constituidas en su gran mayoría por andesitas, las cuales se encuentran intrusionadas por un cuerpo intrusivo de composición granodirítica-cuarzodiorítica, posteriormente se depositaron rocas volcánicas del Terciario-Reciente, constituidos por riolitas, andesitas, basaltos, tobas basálticas, tobas riolíticas, tobas andesíticas y cenizas volcánicas.

CUATERNARIO.

Además existen conglomerados aflorando en diferentes partes del área, constituidos 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 intrusióna a las rocas volcánicas que se depositaron, por lo que este intrusivo aflora al Este de Gabriel Zamora y Nueva Italia, estas intrusiones provocaron fallas y fracturas, las cuales fueron provocadas por esfuerzos tensionales, debido al enfriamiento del intrusivo.

Además la zona fue afectada por la orogenia Larmide, originando fracturas en las rocas volcánicas aflorantes. Los derrames lávicos formaron las cadenas montañosas, en los valles que originalmente habían sido cuencas lacustres profundas donde se ha ido depositando material fluvial y lacustre, derivado de las montañas y enormes cantidades de cenizas de los volcanes más recientes. Se presentan varios conos cineríticos en todo el valle.

4.3. GEOLOGIA DEL SUBSUELO.

Pozo: Jicalán		Pozo : Rancho Viejo		Pozo : Ejido Nueva Italia	
Coordenadas: 19° 22' 55" L.N. y 102° 04' 15" L.W.		Coordenadas: 19° 21' 05" L.N. y 102° 05' 35" L.W.		Coordenadas: 19° 00' 10" L.N. y 102° 06' 40" L.W.	
Altitud : 1,580 msnm		Altitud : 1,66 msnm		Altitud: 380 msnm	
Prof. (m)	DESCRIPCION	Prof. (m)	DESCRIPCION	Prof. (m)	DESCRIPCION
DE - A		DE - A		DE - A	
0-1.5	SUELO RESIDUAL.	0-1	SUELO RESIDUAL.	0 - 1.0	SUELO RESIDUAL.
1.5-16.5	PIROCLASTOS.	1-4.2	PIROCLASTOS ALTERADOS.	1.0 - 11	GRAVAS Y ARENAS.
16.5-61.5	ESCORIAS.	4.2.-79.2	TOBA ANDESITICA.	11 - 46	BOLEOS Y GRAVAS.
61.5-?	BASALTOS.	79.2-?	BASALTOS.	46 - ?	GRAVAS Y ARENAS.

Pozo: Ej. Llanos de Antúnez	Pozo : Loma Las Casitas (Pozo 4)	Pozo : Gámbara
Coordenadas: 19° 01' 30"	Coordenadas: 18° 57' 25" L.N.	Coordenadas :

L.N. y 102° 12' 25" L.W. Altitud : 360 msnm		y 102° 05' 40" L.W. Altitud : 300 msnm			
Prof. (m) de-a	DESCRIPCION	Prof. (m) de-a	DESCRIPCION	Prof. (m) de-a	DESCRIPCION
0-.05	SUELO RESIDUAL.	0 - 1	SUELO RESIDUAL.	0 – 10	ARENAS DENDRITICAS.
0.5-26	BOLEOS, GRAVAS Y ARENAS.	1 - 30	ARENA Y GRAVAS.	10 – 18	GRAVAS ANGULOSAS DSE ORIGEN IGNEO INT5USIVO.
26-?	ARENAS Y GRAVAS.	30 - ?	ARENAS.	18 – 96	ARENAS QUE INCLUYEN: GRAVAS Y GUIJARROS DE ORIGEN IGNEO INTRUSIVO.
				96-100	GUIJARROS ANGULOSOS INCLUIDOS EN UNA MATRIZ ARENO-LIMOSA.
				100-104	ARENAS QUE INCLUYEN GRAVAS SUBANGULOSAS DE ORIGEN IGNEO INTRUSIVO.
				104-108	ARENAS COMPACTADAS EN UNA MATRIZ LIMO-ARCILLOSA.
				108-118	ARENAS QUE INCLUYEN GRAVILLAS ANGULOSAS.
				118-120	GRAVAS Y GUIJARROS DE ORIGEN IGNEO INTRUSIVO, COMPACTADAS CON ARENAS DEL MISMO ORIGEN.

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; 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, se consideran de baja permeabilidad, presentando fracturamientos por donde se infiltra el agua, pudiendo aportar cierta recarga al valle en una proporción mínima, sin impedir el paso al flujo subterráneo.

Debido a las precipitaciones que se presentan en el valle, el agua se infiltra y llega a fluir y brotar por medio de manantiales, los cuales se ubican al Este de Gabriel Zamora y Este de Nueva Italia.

En la región se presentan depósitos de piamonte, constituidos por aglomerados, conglomerados, gravas y arenas, los cuales debido a la permeabilidad de sus materiales y posición topográfica, funcionan como recarga al acuífero.

Los abanicos fluviales y depósitos constituidos por aglomerados, gravas, arenas y arcillas, presentan porosidad y permeabilidad alta, funcionando como almacenamiento de acuífero “libre”.

5.2. PARAMETROS HIDRAULICOS.

5.2.1. 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	Prof. 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	6.4	95.4	120	29.48	46.32	5.67
27	3.09	3.51	3.3	77.7	120	29.50	45.30	4.9
33	2.77	2.2	2.5	60.6	82	14.96	39.51	2.47
37	5.20	5.13	5.2	67.35	75	17.81	33.47	4.32
47	8.92	S/D	8.9	107.3	150	34.6	45.12	10.2
49	8.14	7.37	7.7	55.6	70	22.95	30.39	9.4
58	S/D	2.48	2.48	57.8	60	17.59	38.55	2.76
59	8.72	22.0	15.36	48.1	70	45.03	51.07	7.96
74	2.78	6.22	4.5	40.8	90	16.47	25.37	4.6
94	7.32	5.56	6.4	82.0	100	41.56	50.92	8.76
110	17.61	16.72	17.1	91.4	70	18.85	27.19	10.96
117	7.59	6.0	6.7	101.6	80	18.86	32.05	7.7

138	3.72	4.89	8.6	29.9	54	37.68	44.21	4.58
-----	------	------	-----	------	----	-------	-------	------

5.3. PIEZOMETRIA.

CLAVE	PROF. NIVEL ESTATICO (m)	PROF. NIV. DIN (m)
N-2	5.14	
N-3	3.93	
N-4	0.60	
N-5	2.75	
N-6	4.55	
P-8	3.20	
P-9	6.10	80.00
P-10	35.00	
P-11	32.54	46.30
P-12	15.00	19.00
P-13	14.00	27.00
P-14	21.00	31.00
P-15	21.00	34.00
P-16	14.00	40.00
P-17	23.00	44.00
P-18	21.00	67.00
P-19	26.30	36.00
P-20	23.30	
P-21	22.30	
P-22	6.00	
P-23	30.10	
P-24	20.70	
P-27	29.50	47.64

5.4. COMPORTAMIENTO HIDRAULICO.

5.4.1. Profundidad al Nivel Estático.

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

5.4.2. Elevación del Nivel Estático.

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. Evolución del Nivel Estático.

Después del último recorrido piezométrico realizado en el año de 1982, como parte de los trabajos ejecutados para el “Informe del Estudio Geohidrológico Cuantitativo de la Zona de Riego del Río Tepalcatepec (Llanos de Antúnez), Mich., esta zona ha sido poco estudiada, por lo que la información es escasa y sólo se puede contar con pocos datos de campo, los cuales resultan insuficientes para establecer de manera precisa la evolución piezométrica que ha ocurrido desde 1982.

5.5. HIDROGEOQUIMICA Y CALIDAD DE AGUA SUBTERRANEA.

5.5.1.- Familias de Agua

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.

5.5.2. Calidad del Agua.

Para determinar la calidad del agua en la zona, se recolectaron muestras de agua de algunos pozos, manantiales y sobre los ríos Tepalcatepec y El Márquez. Los resultados de los análisis que se realizaron permitieron definir que la calidad del agua es aceptable, tanto para uso doméstico, agropecuario e industrial, variando su contenido de sólidos totales disueltos de 156 a 988 ppm en los pozos y 199 a 515 ppm en los ríos.

6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRIA.

6.1. CENSO DE APROVECHAMIENTOS POR USO Y VOLUMEN EXTRAIDO.

Según el historial administrativo de la Subgerencia de Ingeniería, se estima que existen aproximadamente 210 aprovechamientos, distribuidos de la siguiente forma:

USO	No. DE APROV.	%	VOL. EXTRAIDO (Mm ³)
AGRÍCOLA	140	66.67	29.494
PUBLICO URBANO	70	33.33	14.747
TOTAL:	210	100.00	44.241

7. 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 desciende de las zonas montañosas de la Meseta Tarasca localizada al norte de la zona de estudio, se estima que son alrededor de 55.0 Mm³ anuales lo que recibe el acuífero como producto del flujo subterráneo.

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 dos manantiales conocidos, que son originados por la infiltración que ocurre al norte de la zona, específicamente en la Meseta Tarasca. Por lo tanto: ($r_v = R_v + 0.283$), siendo 0.283 Mm³ 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. Sin embargo, no existe la información suficiente que permita calcular la magnitud de estas aportaciones, solo se puede estimar que son de una magnitud considerable.

7.2. SALIDAS.

7.2.1. Descargas Naturales (Sm).

Como salidas del acuífero se consideraron las descargas por manantiales, que en conjunto producen un gasto de 9 l/s, lo cual representa un volumen anual producido del orden de 0.283 Mm³.

7.2.2. Bombeo (Sb).

Con fundamento en el historial administrativo de la Subgerencia de Ingeniería, se establece que la extracción total que ha sido solicitada durante los últimos años para 210 aprovechamientos subterráneos, es del orden de 44.241 Mm³/año.

7.2.3.- Flujo Subterráneo (Sfs).

La situación piezométrica actual nos indica que el flujo subterráneo en exceso es drenado por el río Tepalcatepec, siendo la magnitud de esta descarga del orden de 55 Mm³/año.

7.3. CAMBIO DE ALMACENAMIENTO.

Después de analizar los resultados obtenidos en los estudios geohidrológicos se llegó a la conclusión de que el área de estudio no manifiesta descensos 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

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

Entradas

$$r_v = R_v + 0.283$$

$$R_{rr} = 0$$

$$R_{fhz} = 55.0 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Salidas.

$$S_b = 44.241 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

$$S_m = 0.283$$

$$Sfs = 55.0 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

Por lo tanto, aplicando la ecuación de balance, tenemos:

Despejando R_v y sustituyendo valores:

$$R_v + 55 = 0 + (44.24 + 55 + 0.283)$$

$$R_v = 99.524 - 55$$

$$R_v = 44.2 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

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 Nueva Italia es de 99.2 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 Nueva Italia la descarga natural comprometida es de $0.283 \text{ Mm}^3/\text{año}$

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

En el acuífero Nueva Italia 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 5,027,009 m³/año.

8.4 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:

$$93,889,991 = 99,200,000 - 283,000 - 5,027,009$$

La cifra indica que existe volumen disponible de 93,889,991 m³ anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Nueva Italia en el Estado de Michoacán.

9. BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS.

- INFORME DEL ESTUDIO GEOHIDROLOGICO CUANTITATIVO DE LA ZONA DE RIEGO DEL RIO TEPALCATEPEC, MICH., GEOEXPLORACIONES Y CONSTRUCCIONES, S. A., 1982, CONTRATO No. GZA-82-72-EG.