

**SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA**  
**GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE  
AGUA EN EL ACUÍFERO SAN JERONIMITO (1218) ESTADO DE  
GUERRERO**

CIUDAD DE MÉXICO, 2024

## Contenido

<b>1</b>	<b>GENERALIDADES</b>	<b>2</b>
	Antecedentes	2
	1.1 Localización	2
	1.2 Situación administrativa del acuífero	4
<b>2</b>	<b>ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>FISIOGRAFÍA</b>	<b>6</b>
	3.1 Provincia fisiográfica	6
	3.2 Clima	6
	3.3 Hidrografía	7
	3.4 Geomorfología	7
<b>4</b>	<b>GEOLOGÍA</b>	<b>7</b>
	4.1 Estratigrafía	8
	4.2 Geología estructural	9
	4.3 Geología del subsuelo	10
<b>5</b>	<b>HIDROGEOLOGÍA</b>	<b>11</b>
	5.1 Tipo de acuífero	11
	5.2 Parámetros hidráulicos	11
	5.3 Piezometría	12
	5.4 Comportamiento hidráulico	12
	5.5 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea	13
<b>6</b>	<b>CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>BALANCE DE AGUA SUBTERRÁNEA</b>	<b>13</b>
	7.1 Entradas	13
	7.1.1 Recarga inducida (Ri)	14
	7.1.2 Entradas por flujo subterráneo horizontal (Eh)	14
	7.2 Salidas	14
	7.2.1 Extracción por bombeo (B)	14
	7.2.2 Salidas por flujo subterráneo horizontal (Sh)	14
	7.2.3 Descargas naturales	15
	7.2.4 Evapotranspiración (ETR)	15
	7.3 Cambio de almacenamiento ( $\Delta VS$ )	15
<b>8</b>	<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>16</b>
	8.1 Recarga total media anual (R)	16
	8.2 Descarga natural comprometida (DNC)	16
	8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)	16
	8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)	17
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>18</b>

## **1 GENERALIDADES**

### **Antecedentes**

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, en el caso de las aguas subterráneas esto debe ser por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la “NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”. Esta norma ha sido preparada por un grupo de especialistas de la iniciativa privada, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, gobiernos estatales y municipales y de la CONAGUA.

La NOM establece para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas la realización de un balance de las mismas donde se defina de manera precisa la recarga, de ésta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

Los resultados técnicos que se publiquen deberán estar respaldados por un documento en el que se sintetice la información, se especifique claramente el balance de aguas subterráneas y la disponibilidad de agua subterránea susceptible de concesionar.

La publicación de la disponibilidad servirá de sustento legal para la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, transparentar la administración del recurso, planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

### **1.1 Localización**

El acuífero San Jeronimito definido con la clave 1218 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en el estado de Guerrero, en la llamada Costa Grande, colindando con los acuíferos de Paso de Arena al norte, Petatlán al este, Ixtapa al noroeste y Coacoayul al suroeste, al sur limita con el Océano Pacífico. (Figura No 1)

Se desarrolla con rumbo SW-NE, quedando el acuífero propiamente dicho en la zona costera, y las sierras en la porción NE.

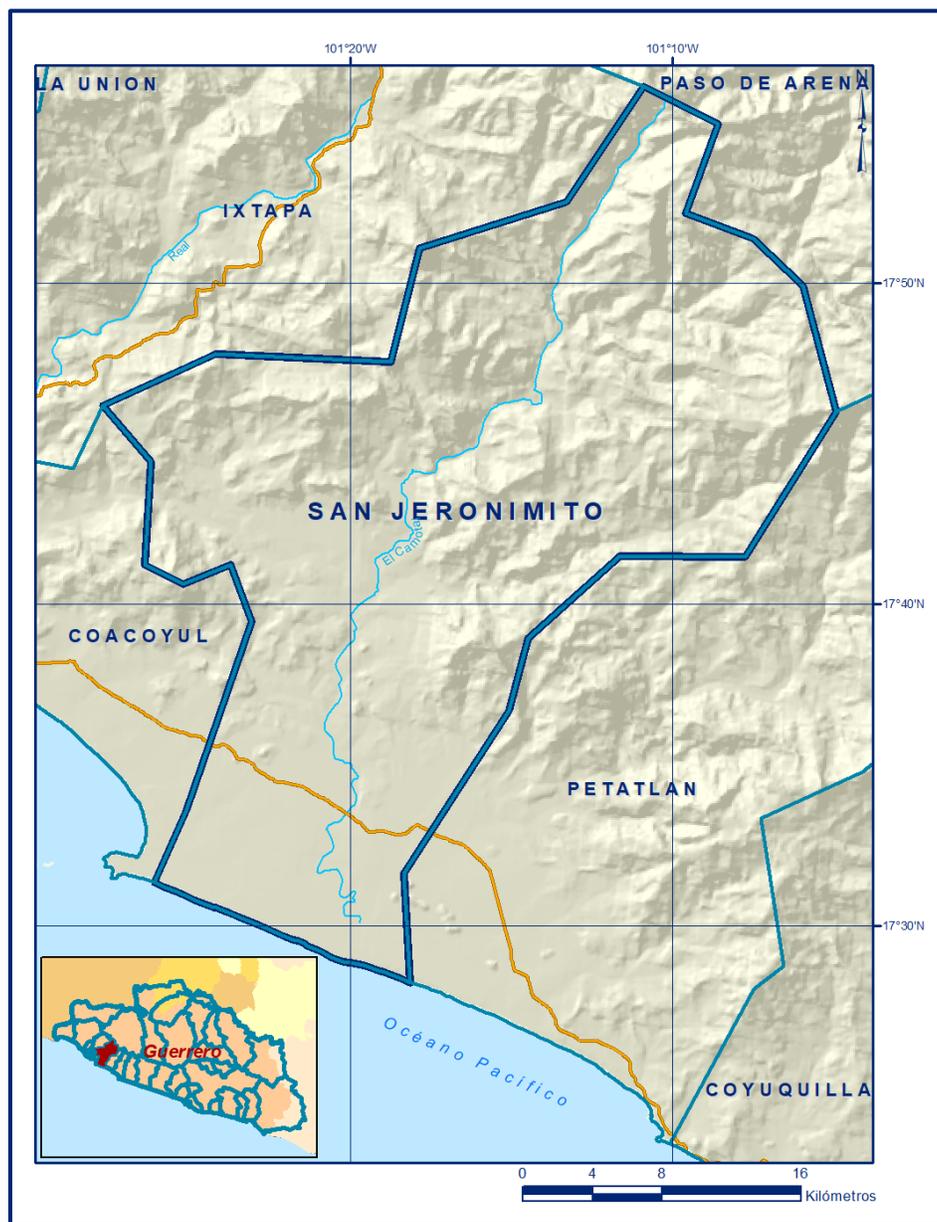


Figura 1. Localización del acuífero

El acuífero “San Jeronimito”, quedó designado con la clave 1218 en el documento publicado el 5 de diciembre de 2001 en el Diario Oficial de la Federación. El acuífero está circunscrito dentro del perímetro definido por las coordenadas geográficas consignadas en la tabla 1. Casi toda la extensión de este acuífero queda comprendida dentro del municipio de Petatlán, abarcando al mismo tiempo muy pequeñas áreas de los municipios de José Azueta hacia el NW y Coyuca de Catalán hacia el NE.

Tabla 1. Coordenadas de la poligonal simplificada del acuífero

ACUIFERO 1218 SAN JERONIMITO							
VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	101	26	5.9	17	31	22.6	
2	101	25	6.5	17	33	34.7	
3	101	23	4.3	17	39	28.3	
4	101	23	43.4	17	41	14.1	
5	101	25	11.2	17	40	38.3	
6	101	26	24.4	17	41	14.1	
7	101	26	12.6	17	44	28.1	
8	101	27	42.7	17	46	11.6	
9	101	24	10.7	17	47	49.0	
10	101	18	45.0	17	47	34.1	
11	101	17	50.3	17	51	6.1	
12	101	13	16.9	17	52	33.0	
13	101	10	52.4	17	56	8.1	
14	101	8	34.7	17	54	57.3	
15	101	9	34.5	17	52	10.9	
16	101	7	28.4	17	51	24.1	
17	101	5	56.2	17	49	55.9	
18	101	4	53.6	17	46	1.2	
19	101	7	44.3	17	41	29.0	
20	101	11	36.5	17	41	31.8	
21	101	14	28.4	17	38	56.9	
22	101	15	4.0	17	36	42.5	
23	101	18	19.6	17	31	38.3	
24	101	18	8.1	17	28	14.9	DEL 24 AL 1 POR LA LINEA DE BAJAMAR A LO LARGO DE LA COSTA
1	101	26	5.9	17	31	22.6	

Según datos de población que reporta el INEGI en su censo del año 2000, en el municipio de Petatlán, Gro., hay alrededor de 46,000 habitantes. Asimismo, consigna 22 localidades, incluso rancherías, con un total de aproximadamente 10,000 habitantes, entre las que destacan precisamente San Jeronimito con 6,074 pobladores y Palos Blancos con 1,738. Las demás no llegan ni a 500 habitantes las más densamente pobladas. San Jeronimito se localiza sobre la carretera que comunica a Zihuatanejo con Acapulco, paralela a la línea costera.

Este poblado queda a unos 20 km al SW de Zihuatanejo y del centro turístico Ixtapa. Tal parece que el centro poblacional más importante es la vecina ciudad de Petatlán, localizada en el acuífero colindante a relativamente poca distancia, y que representa un polo de atracción importante para la gente. Petatlán cuenta con aproximadamente 30,000 habitantes.

## 1.2 Situación administrativa del acuífero

El acuífero San Jeronimito se encuentra vedado casi en su totalidad por el Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en los Municipios de José Azueta, Petatlán, Tecpan de Galeana, Atoyac de Álvarez y Benito Juárez, Gro., publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de marzo de 1978.

En su artículo primero se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos de los municipios antes mencionados, para el mejor control de las extracciones uso y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona. En el artículo segundo, por causa de interés público, se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo en la región mencionada.

Artículo Tercero. Excepto cuando se trate de extracciones para uso doméstico y de abrevadero que se realiza por medios manuales, desde la vigencia del presente Decreto nadie podrá ejecutar obras de alumbramiento de aguas del subsuelo dentro de la zona vedada, sin contar previamente con el correspondiente permiso de construcción otorgado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. El extraer o aprovechar las mencionadas aguas sin la concesión o asignación que expida también, según el caso la propia Secretaría.

El acuífero, pertenece al Consejo de Cuenca Costa de Guerrero, instalado desde el 29 de marzo del 2000, Región Administrativa V Pacífico Sur. Por otro lado, todavía al 26 de noviembre del 2002, no contaba con un Comité Técnico de Aguas Subterráneas. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3.

## **2 ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD**

La superficie del acuífero no ha sido motivo de estudios geohidrológicos; más bien, alguna porción ha quedado comprendida por otros estudios, como el realizado en 1990 y 1991 para la Gerencia Estatal Guerrero y la del valle del río Pantla, en el área de la desembocadura del río, aunque ciertamente más lejana. Se puede comentar que ambos estudios son amplios y contemplan las disciplinas técnicas más comúnmente asociadas con la geohidrología, sólo que no cubren la totalidad del acuífero San Jeronimito.

En 1999, la Compañía Ingeniería de Evaluación y Prospección, S.A. de C. V. llevó a cabo para la Gerencia de Aguas Subterráneas la **“Actualización del Estudio Geohidrológico de la Zona Coacoyul-San Miguelito”**, vecino al de San Jeronimito, cuyo objetivo fue evaluar el potencial del acuífero e identificar fuentes alternas para el abastecimiento de agua a la zona turística Ixtapa-Zihuatanejo.

### **3 FISIOGRAFÍA**

#### **3.1 Provincia fisiográfica**

El área pertenece a la provincia fisiográfica “Sierra Madre del Sur”, que incluye la región montañosa al sur de la Faja Volcánica Transmexicana, subprovincia de la Vertiente sur y Planicie Costera del Pacífico.

La primera se caracteriza por la amplia presencia de rocas metamórficas e intrusivas, en tanto que la segunda forma parte de una estrecha franja de tierra que se desarrolla desde la desembocadura del río Balsas hasta la del río Verde en Oaxaca.

La zona está comprendida por la planicie litoral y por rocas ígneas intrusivas y metamórficas que conforman lomeríos redondeados de pendiente suave. La planicie presenta elevaciones máximas del orden de los 100 msnm, en tanto que hacia las sierras que delimitan la cuenca se alcanzan los 900 msnm.

#### **3.2 Clima**

El clima en el área del acuífero es del tipo cálido subhúmedo, con lluvias en verano, con un porcentaje de lluvia invernal menor de 5, una oscilación térmica menor de 5° C, y condición de canícula, atendiendo a la clasificación climática propuesta por Köppen y E. García.

Sobre la temperatura media anual, en la planicie costera predominan temperaturas muy cercanas a los 26° C, disminuyendo hacia la parte montañosa donde llega a 24° C; esto es, se puede considerar un promedio de **25° C** en el área comprendida por el acuífero. Los meses más calurosos son de mayo a septiembre.

La precipitación varía entre 990 mm en la llanura costera hasta 1200 mm en la sierra, con un promedio anual cercano a **1,100 mm** para todo el acuífero. En la estación climatológica San Jeronimito es de 856 mm para el periodo 1961-1985; o sea de 24 años. La estación lluviosa comprende de junio a octubre.

La evaporación potencial media anual en la estación San Jeronimito es de unos **1,840 mm**, la cual debe aumentar un poco en la planicie costera y disminuir hacia la serranía. El promedio en el área del acuífero varía alrededor de los 1,900 mm/año.

### **3.3 Hidrografía**

El acuífero pertenece a la Región Hidrológica No. 19, Costas de Guerrero y Oaxaca, en la Costa Grande del estado de Guerrero. La corriente más importante es precisamente el río Jeronimito, que nace en las partes altas de la Sierra Madre del Sur para adoptar un rumbo general S45° W; pasa por la población San Jeronimito y confluye con el río Petatlán, ya en la llanura costera, el cual finalmente descarga sus aguas en el Océano Pacífico.

La cuenca parcial hasta San Jeronimito es de 713 km<sup>2</sup>, en tanto que la cuenca parcial del Petatlán es de 456 km<sup>2</sup> y la total hasta la desembocadura es de 1,285 km<sup>2</sup>. Entre esos dos ríos hay una pequeña cuenca cerrada de apenas 69 km<sup>2</sup>. El volumen medio anual de escurrimientos es de 404 km<sup>3</sup> en el San Jeronimito y de 389 km<sup>3</sup> en el Petatlán. El régimen de ambos ríos es perenne en general, que cambia a Intermitente en años secos.

No existe infraestructura hidráulica formal, es decir, instalaciones fijas, más bien son tomas directas desde los ríos.

### **3.4 Geomorfología**

Las dos geoformas principales son: la constituida por la serranía, conformada por rocas ígneas y metamórficas, de relieve juvenil sumamente accidentado, donde se ha formado un drenaje dendrítico; y la planicie o llanura costera donde el drenaje cambia al tipo subparalelo. Los afloramientos de rocas ígneas y metamórficas se continúan hasta la playa, en donde la acción de la erosión y el oleaje dan lugar a la formación de acantilados y depresiones que constituyen pequeños valles y playas.

## **4 GEOLOGÍA**

El estado de Guerrero es aspectos geológicos se encuentra dividido en diferentes terrenos tectonoestratigráficos, los cuales presentan estratigrafías variadas, pertenecientes a cuencas de depósito, unidades corticales y oceánicas de tamaño, litología, deformación y edad variables. Por otra parte, el estado está situado en el borde suroccidental de la placa Norteamericana, donde en la región de la fosa de Acapulco, se sumerge y sumergieron placas oceánicas, que han formado durante su historia geológica depósitos relacionados con arcos insulares y mares marginales, dando origen a varios tipos de depósitos vulcanosedimentarios y sedimentos marinos y continentales (figura 2).

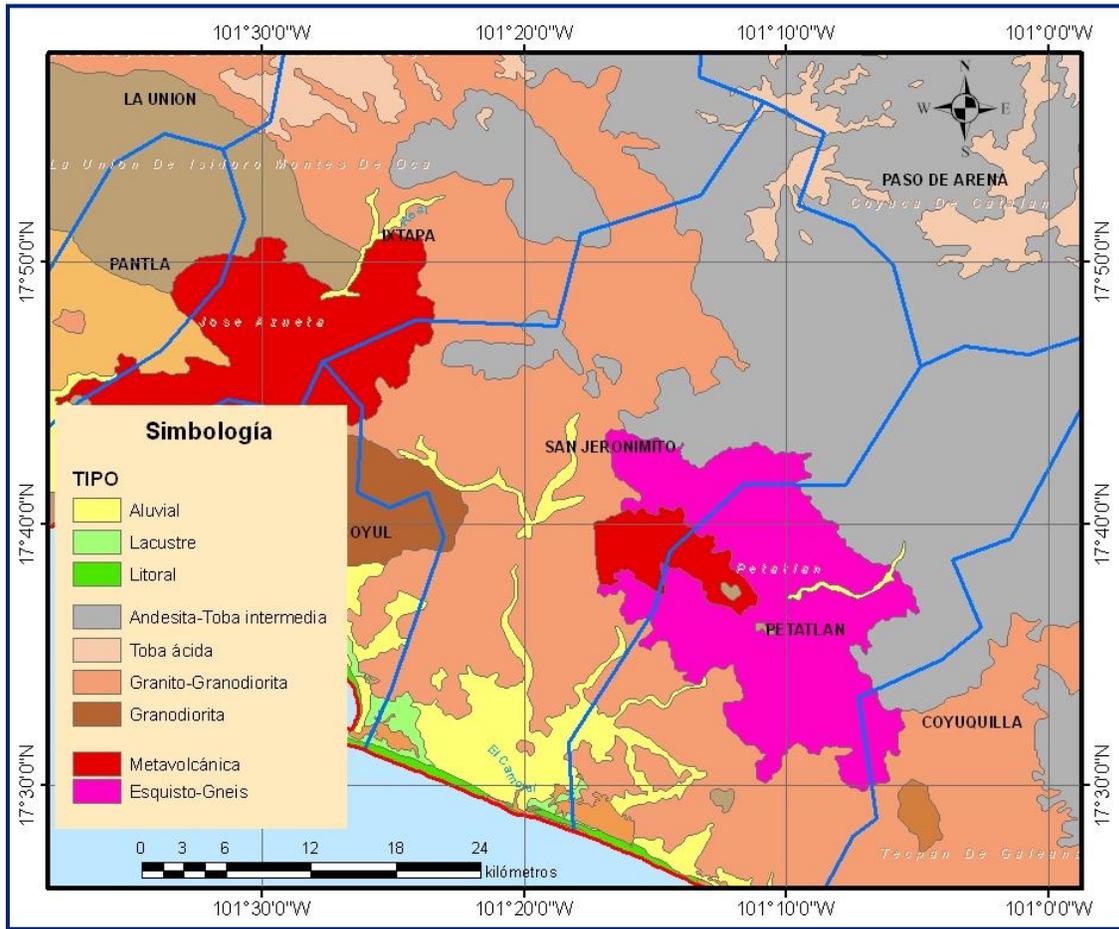


Figura 2. Geología general del acuífero

#### 4.1 Estratigrafía

El registro estratigráfico comprende del Paleozoico al Reciente. Las rocas más antiguas corresponden a las pizarras, esquistos y filitas, producto de un metamorfismo regional, que constituyen el Complejo Xolapa, cuya distribución abarca una gran extensión del sur de México. Estas rocas estuvieron sujetas a una erosión intensa hasta principios del Cretácico, sobre las cuales se depositaron discordantemente las rocas del Cretácico y después las del Cuaternario y Reciente.

El Mesozoico está integrado por las rocas carbonatadas de la Formación Morelos, que afloran al norte de la ciudad de Zihuatanejo, fuera del área del acuífero. Afectando las secuencias anteriores, aparecen las rocas intrusivas graníticas. Los depósitos del Cuaternario están integrados por arcillas, limos, arenas y gravas, producto de la erosión de la secuencia litológica descrita.

Las rocas graníticas y granodioríticas afloran en las serranías que delimitan al acuífero y se presentan con un grado de alteración importante hacia la superficie. Las unidades litológicas que afloran son ígneas intrusivas en la serranía y sedimentarias, clásticos de relleno, en la planicie costera.

La planicie está constituida por el aluvión, sedimentos residuales, aluviales y fluviales, compuestos por lo general de gravas, arenas, limos y arcillas provenientes del intemperismo y erosión del granito. Además, en la misma planicie se distinguen depósitos de litoral que forman las playas. Desde un punto de vista geohidrológico al granito se le considera prácticamente impermeable salvo en los primeros metros, que como ya se mencionó, presenta fracturamiento y fuerte intemperismo.

Los aluviones, por el contrario, debido a su granulometría, son permeables, aunque de poco espesor. En estos depósitos se ha constituido el acuífero regional, explotado por norias principalmente. Los depósitos de playa son altamente permeables, pero son interdependientes con los aluviones y el agua salada del mar, representando un medio riesgoso que facilitaría el avance de la intrusión marina hacia tierra adentro.

#### **4.2 Geología estructural**

Como resultado de los procesos geológicos ocurridos a lo largo de la historia geológica de la región, la secuencia litológica que se constituyó está afectada por fallas normales e inversas, producto de la intensa actividad tectónica que ha imperado en la zona, lo que tiene una influencia directa en el desarrollo del relieve en la cuenca analizada.

Esta serie de fallas, principalmente de tipo normal, dio origen a la formación de otra serie de fallas escalonadas, en cuya porción más hundida actualmente existe un pequeño espesor de materiales arenosos, que conforman la zona costera y las planicies aluviales de los ríos y arroyos. A finales del Cretácico y principios del Cenozoico tiene lugar la revolución Laramide, provocando plegamientos y fallas en las rocas. En forma casi simultánea se produce la intrusión de un gran batolito granítico. Durante el Cenozoico hubo actividad volcánica consistente en derrames de lava y piroclásticos en general. Luego viene otro periodo de erosión que se prolonga hasta el Cuaternario y Reciente.

### **4.3 Geología del subsuelo**

Aunque no se han realizado investigaciones directas o indirectas para conocer la geología del subsuelo, los resultados de estudios hechos en la zona Coacoyul-San Miguelito permiten extrapolarlos hacia otras áreas aledañas.

Los fundamentos de tal aseveración están basados en que la geología, los procesos tectónicos y erosivos, y las características de los acuíferos son las mismas para toda esta porción costera del estado de Guerrero.

En el acuífero colindante de Zihuatanejo, se hizo una prospección con tres secciones, una de las cuales, el perfil I, además de estar muy cercano al de San Jeronimito, se le puede conceder cierta representatividad dado que tienen el mismo origen y formación geológica, tal como ya se mencionó.

La investigación geofísica y las perforaciones exploratorias realizadas en el estudio de 1999, así como la integración de los resultados de los estudios previos, permitió identificar detalladamente la geometría de los materiales geológicos por los que circula el agua subterránea en la zona de interés.

La unidad geoelectrónica definida como U1 incluye el material definido como suelos y materiales granulares predominantemente arenosos, los máximos espesores detectados para esta unidad corresponden a las regiones adyacentes a los arroyos, específicamente en la región cercana a la costa.

El espesor máximo de esta unidad es del orden de 25 a 30 m. Sobreyaciendo a esta unidad, existen rocas intrusivas (graníticas y granodioríticas) que debido a su interacción con los agentes de intemperismo, presentan una porción superior con grado de alteración variable (feldespatos y plagioclasas alterados a arcillas).

Los acuíferos de esta porción costera están restringidos a las planicies aluviales de los ríos y arroyos que conforman la red de drenaje superficial.

Sus fronteras, tanto inferior como laterales, están conformadas por las rocas graníticas y metamórficas que, salvo la porción fracturada y alterada que presentan, funcionan como barreras al flujo subterráneo. Al sureste, la frontera es de carga constante debido a que están limitados por el Océano Pacífico.

## **5 HIDROGEOLOGÍA**

### **5.1 Tipo de acuífero**

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten establecer la presencia de un acuífero de **tipo libre** heterogéneo y anisótropo, constituido por un medio poroso y otro fracturado. El medio poroso está conformado por los depósitos no consolidados y semiconsolidados que incluyen materiales clásticos de granulometría diversa, de permeabilidad media y alta en la proximidad del cauce de los ríos; originados a partir del intemperismo de las diversas unidades geológicas que afloran en la zona.

La información de exploraciones directas e indirectas, sugiere un espesor máximo del orden de 20 a 30 metros para el medio poroso, espesor que se presenta en las inmediaciones de los cauces de los ríos y arroyos.

El medio fracturado subyace directamente al medio poroso, es de baja permeabilidad y sólo aflora en las porciones elevadas adyacentes a la planicie costera, está asociado a la zona de alteración de las rocas intrusivas y metamórficas que afloran en la región, su espesor es variable, desde algunos metros hasta superior a los 100 m, según lo demuestran las exploraciones geofísicas.

La disposición espacial de estos medios es tal que existe continuidad hidráulica entre ellos, por lo que el agua subterránea puede trasladarse de un medio a otro en forma natural en respuesta con el contraste de conductividades hidráulicas, la distribución de cargas hidráulicas y el gradiente hidráulico.

### **5.2 Parámetros hidráulicos**

No se han realizado pruebas de bombeos en el acuífero, por lo que se desconocen los parámetros hidrodinámicos. Con el fin de dar una idea aproximada, en el acuífero de Coacoyul-San Miguelito (Zihuatanejo), con un origen y formación geológicos similares al de San Jeronimito, se realizaron 4 pruebas de bombeo de corta duración que una vez interpretadas manifestaron una transmisividad variable entre 1.89 y 13.56  $\times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, con un promedio de **5.27  $\times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s**.

Cabe puntualizar que una de ellas se realizó con pozo de observación, donde la transmisividad resultó de 3.18  $\times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s. y el coeficiente de almacenamiento de 0.000046, valor representativo de acuíferos semiconfinados a confinados.

En el estudio de 1999, se reinterpretaron 13 pruebas de bombeo realizadas en estudios anteriores y se interpretaron 4 más realizadas en pozos exploratorios, en ambos casos por métodos convencionales y por el método alternativo de dos capas (Rathod y Rushton).

Los resultados reportados señalan, para el material granular, valores promedio de conductividad hidráulica del orden de **10-30 m/día**, con valores máximos de 200 y mínimos de 5 m/día. Para el caso de las rocas alteradas los valores promedio oscilan entre 0.5 y 1.0 m/día.

### **5.3 Piezometría**

No se tiene tampoco para el acuífero San Jeronimito información piezométrica, por lo que la descripción subsiguiente se apoya en las observaciones de los acuíferos vecinos Coacoyul-San Miguelito y Pantla, asumiendo que los acuíferos son de bajo rendimiento, explotados principalmente por norias para uso doméstico y que la elevación sobre el nivel del mar es muy semejante para la planicie costera.

### **5.4 Comportamiento hidráulico**

Como ya se anticipó, se carece de piezometría, por lo que no es posible desarrollar ni comentar los subíndices de este acápite, relativos a la profundidad, elevación y evolución del nivel estático.

Sin embargo, siendo un acuífero costero semejante en origen y condición a los acuíferos vecinos, se puede deducir que la recarga procede de las partes topográficamente más altas, circulando posteriormente en el subsuelo de la planicie con dirección general ligeramente NE-SW, para descargar finalmente en el Océano Pacífico, a semejanza de la red hidrográfica superficial.

Es indudable que los escurrimientos superficiales ejercen cierta influencia sobre el acuífero, sobre todo en su desarrollo final antes de descargar en los esteros, drenando la componente freática.

La evolución de los niveles piezométricos es prácticamente nula, conservándose las mismas condiciones desde hace muchos años hasta la fecha.

## 5.5 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

Tampoco se ha generado información hidrogeoquímica para el acuífero San Jeronimito, pero se puede aceptar que el agua alumbrada es de buena calidad, debiendo esperarse que incluso sea potable para la mayoría de los índices químicos más comúnmente analizados, tal como sucede en todos los acuíferos circunvecinos, en los que la concentración de sólidos totales disueltos varía de 250 a 800 ppm. En el área de Coacoyul-San Miguelito se reportan valores altos de nitratos en norias cercanas a arroyos, que reciben la descarga de aguas negras.

## 6 CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROETRÍA

No se tiene información de estudios geohidrológicos previos sobre este aspecto. En el REPDA se tiene el siguiente registro hasta el 31 de julio del 2003:

Tabla 2. Censo de aprovechamientos de agua subterránea registrado en el REPDA

No. de aprovechamientos	Uso	Volumen de extracción anual en m <sup>3</sup> /año
11	Agrícola	6´946,256
10	Público urbano	601,673
7	Servicios	2,349
Totales: 28		<b>7´550,278</b>

De donde se desprende el carácter predominantemente agrícola de la zona.

## 7 BALANCE DE AGUA SUBTERRÁNEA

En el balance de aguas subterráneas intervienen los siguientes conceptos: recarga natural, recarga inducida, flujo subterráneo horizontal como alimentaciones del acuífero; evaporación, descargas naturales, bombeo y flujo subterráneo horizontal como salidas del acuífero.

En su forma más simple está representado por la expresión siguiente:

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

### 7.1 Entradas

Los parámetros relacionados con las entradas al acuífero son por recarga natural, recarga inducida y flujo subterráneo horizontal.

## **Recarga natural**

La recarga natural por infiltración de lluvia fue estimada en **11.6 hm<sup>3</sup>/año**, al aplicar un coeficiente de infiltración de 0.06 en una superficie de 196 km<sup>2</sup> de valle, y una precipitación media anual de 990 mm/año.

### **7.1.1 Recarga inducida (Ri)**

Para el acuífero que nos ocupa la recarga inducida es muy pequeña, resultando de **0.2 hm<sup>3</sup>/año**: 0.1 proveniente de los excedentes del riego agrícola y “otros” usos al considerar que el 20% de los 0.6 hm<sup>3</sup> aplicados retorna al acuífero; y el 0.1 restante por fugas en la red de distribución, considerando un 10% de pérdidas en los 0.8 hm<sup>3</sup> destinados al abastecimiento de agua potable.

### **7.1.2 Entradas por flujo subterráneo horizontal (Eh)**

El flujo subterráneo que ingresa al acuífero es del orden de **11.2 hm<sup>3</sup>/año**, al considerar un frente de 8,850 m, una transmisividad promedio de  $8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  y un gradiente hidráulico de 0.005.

## **7.2 Salidas**

Las salidas habidas en el acuífero son de índole variable, por evapotranspiración, descargas naturales, bombeo y flujo subterráneo horizontal.

### **7.2.1 Extracción por bombeo (B)**

Los registros del REPDA son los únicos datos que se tienen en cuanto a las extracciones de agua subterránea, mismas que ya fueron reportadas con anterioridad.

No hay que olvidar que estos registros involucran volúmenes concesionados, que en general difieren un poco con las extracciones reales. En este caso se consideró un bombeo de **1.4 hm<sup>3</sup>/año**.

### **7.2.2 Salidas por flujo subterráneo horizontal (Sh)**

Las descargas de este acuífero son prácticamente directas al mar y se estimaron en **14.6 hm<sup>3</sup>/año**, al considerar un frente de 14.5 km, una transmisividad de  $8.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  y un gradiente hidráulico promedio de 0.004.

### 7.2.3 Descargas naturales

Las descargas naturales a través de manantiales, lagos o caudal base de los ríos son conceptos que no se consideraron para el balance de este acuífero debido a que **no existen**.

### 7.2.4 Evapotranspiración (ETR)

Para el cálculo de este parámetro se consideró que la superficie del valle es de 95 km<sup>2</sup> y que en ella se localizan niveles freáticos someros, menores de 10 m, como es común en acuíferos costeros. Si tomamos en cuenta una evaporación potencial de 1840 mm anuales y un coeficiente de evapotranspiración del 4 %, equivalente a considerar una profundidad media al nivel estático de 6 m, el valor de la evapotranspiración estimada es de **7.0 hm<sup>3</sup>/año**.

### 7.3 Cambio de almacenamiento (ΔVS)

Se considera que el acuífero está en equilibrio y con un grado de explotación incipiente, por lo que las fluctuaciones del nivel estático no sufren variaciones importantes en el transcurso de los años. Luego entonces, para efectos prácticos, el valor de este parámetro es cero. **ΔVS=0**. En la tabla 3 se presentan los valores del balance de aguas subterráneas.

Tabla 3. Balance de aguas subterráneas.

Área total del acuífero		km <sup>2</sup>	957
<b>RECARGA</b>			
	Área de valle	km <sup>2</sup>	196
	Coefficiente	l <sub>1</sub>	0.06
	Precipitación	mm/año	990
		hm <sup>3</sup> /año	<b>11.6</b>
Recarga natural por lluvia			
Entradas horizontales continentales		Eh	11.2
Total de recarga natural			<b>22.8</b>
Público Urbano		l <sub>2</sub>	0.100
Retorno del uso Público Urbano			<b>0.1</b>
Agrícola más otros agua subterránea		l <sub>3</sub>	0.200
Retorno de riego, agua subterránea			<b>0.1</b>
Retorno total			<b>0.2</b>
<b>RECARGA TOTAL</b>		<b>Rt</b>	<b>23.0</b>
<b>DESCARGA</b>			
Salidas horizontales		S <sub>h</sub>	14.6
Caudal base		Q <sub>base</sub>	0.0
Evapotranspiración (95 km <sup>2</sup> .) coef. Evp. 0.04, Evap. Pot. 1840			7.00
Extracción total bruta			1.4
Agrícola			0.6
Público urbano			0.8
Industrial			0.0
<b>DESCARGA TOTAL</b>			<b>23.0</b>
Minado		DA	0.0
Volumen drenado (m/año)		V <sub>d</sub>	0
Abatimiento m/año		m	0.00

## 8 DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{DISPONIBILIDAD MEDIA} & = & \text{RECARGA} & - & \text{DESCARGA} & - & \text{EXTRACCIÓN DE} \\ \text{ANUAL DE AGUA DEL} & & \text{TOTAL} & & \text{NATURAL} & & \text{AGUAS} \\ \text{SUBSUELO EN UN} & & \text{MEDIA} & & \text{COMPROMETIDA} & & \text{SUBTERRÁNEAS} \\ \text{ACUÍFERO} & & \text{ANUAL} & & & & \end{array}$$

Donde:

**DMA** = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero

**R** = Recarga total media anual

**DNC** = Descarga natural comprometida

**VEAS** = Volumen de extracción de aguas subterráneas

### 8.1 Recarga total media anual (R)

La recarga total media resultó de **23.0 hm<sup>3</sup>/año** (Millones de metros cúbicos anuales), tal como se reporta en la tabla de balance de aguas subterráneas; 11.6 hm<sup>3</sup>/año corresponden a la recarga vertical por lluvia, 11.2 hm<sup>3</sup>/año a las entradas por flujo subterráneo y los 0.2 hm<sup>3</sup>/año restantes por efecto de la recarga inducida.

### 8.2 Descarga natural comprometida (DNC)

Se ha considerado como descarga natural comprometida la cifra de **1.0 hm<sup>3</sup>/año** (Millones de metros cúbicos anuales) para mantener en equilibrio la interfase agua marina-agua dulce.

### 8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica.

En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **14,197,919 m<sup>3</sup> anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del **30 de diciembre de 2022**.

#### **8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)**

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 23.0 - 1.0 - 14.197919 \\ \text{DMA} &= 7.802081 \text{ hm}^3/\text{año}. \end{aligned}$$

El resultado indica que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de **7,802,081 m<sup>3</sup> anuales**.

## **9 BIBLIOGRAFÍA**

ACSA 1991. Estudio Geohidrológico en el valle del río Pantla, para definir el caudal de explotación para suministro de agua potable a la localidad de Ixtapa-Zihuatanejo, Gro., para la Compañía. IPESA.

Diario Oficial de la Federación. 5 de diciembre de 2001. Acuerdo por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, por la Comisión Nacional del Agua, y la homologación de los nombres de los acuíferos que fueron utilizados para la emisión de los títulos de concesión, asignación o permisos otorgados por este órgano desconcentrado.

Ingeniería y Procesamiento Electrónico S. A de C. V. 1990-1991. Estudio geohidrológico en el valle acuífero Coacoyul-San Miguelito, para definir el caudal de explotación para suministros de agua potable a la ciudad de Ixtapa-Zihuatanejo, Gro., para la Gerencia Estatal Guerrero de la CNA.