



SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

**ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE
AGUA EN EL ACUÍFERO LAS POCITAS-SAN HILARIO (0308),
ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR**

CIUDAD DE MÉXICO, 2024

CONTENIDO

1. GENERALIDADES.....	2
Antecedentes.....	2
1.1 Localización	2
1.2 Situación Administrativa del Acuífero	4
2. ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD	5
3. FISIOGRAFÍA.....	5
3.1 Provincia fisiográfica	5
3.2 Clima	6
3.3 Hidrografía.....	7
3.4 Geomorfología.....	7
4. GEOLOGÍA.....	8
4.1 Estratigrafía	9
4.2 Geología Estructural	13
4.3 Geología del Subsuelo	15
5. HIDROGEOLOGÍA.....	16
5.1 Tipo de acuífero.....	16
5.2 Parámetros hidráulicos	17
5.3 Piezometría.....	17
5.4 Comportamiento hidráulico.....	17
5.4.1 Profundidad al nivel estático.....	17
5.4.2 Elevación del nivel estático.....	18
5.4.3 Evolución del nivel estático	19
5.5 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea	20
6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA.....	21
7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	22
7.1 Entradas.....	22
7.1.1 Recarga Vertical (Rv).....	23
7.1.2 Entradas subterráneas horizontales (Eh).....	23
7.2 Salidas.....	24
7.2.1 Evapotranspiración (ETR).....	24
7.2.2 Bombeo (B).....	25
7.2.3 Salidas por flujo subterráneo horizontal (Sh)	25
7.3 Cambio de Almacenamiento $\Delta V(S)$	25
8. DISPONIBILIDAD	27
8.1 Recarga total media anual (R).....	27
8.2 Descarga natural comprometida (DNC).....	27
8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS).....	28
8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA).....	28
9. BIBLIOGRAFÍA	29

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-2000 "Norma Oficial Mexicana 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 concesionado vigente en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA). 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 Las Pocitas-San Hilario, definido con la clave 0308 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción centro-occidental del Estado de Baja California Sur, entre los paralelos 24°13'30" a 24°56'30" de latitud norte y los meridianos 110°43'30" a 111°29'00" de longitud oeste cubriendo una superficie de 2,593 km².

Colinda al norte con el acuífero Santa Rita, al este con el acuífero Alfredo V. Bonfil, al sur con el acuífero El Conejo-Los Viejos y al oeste con el Océano Pacífico (figura 1). Geopolíticamente se encuentra ubicado totalmente dentro del municipio de La Paz.

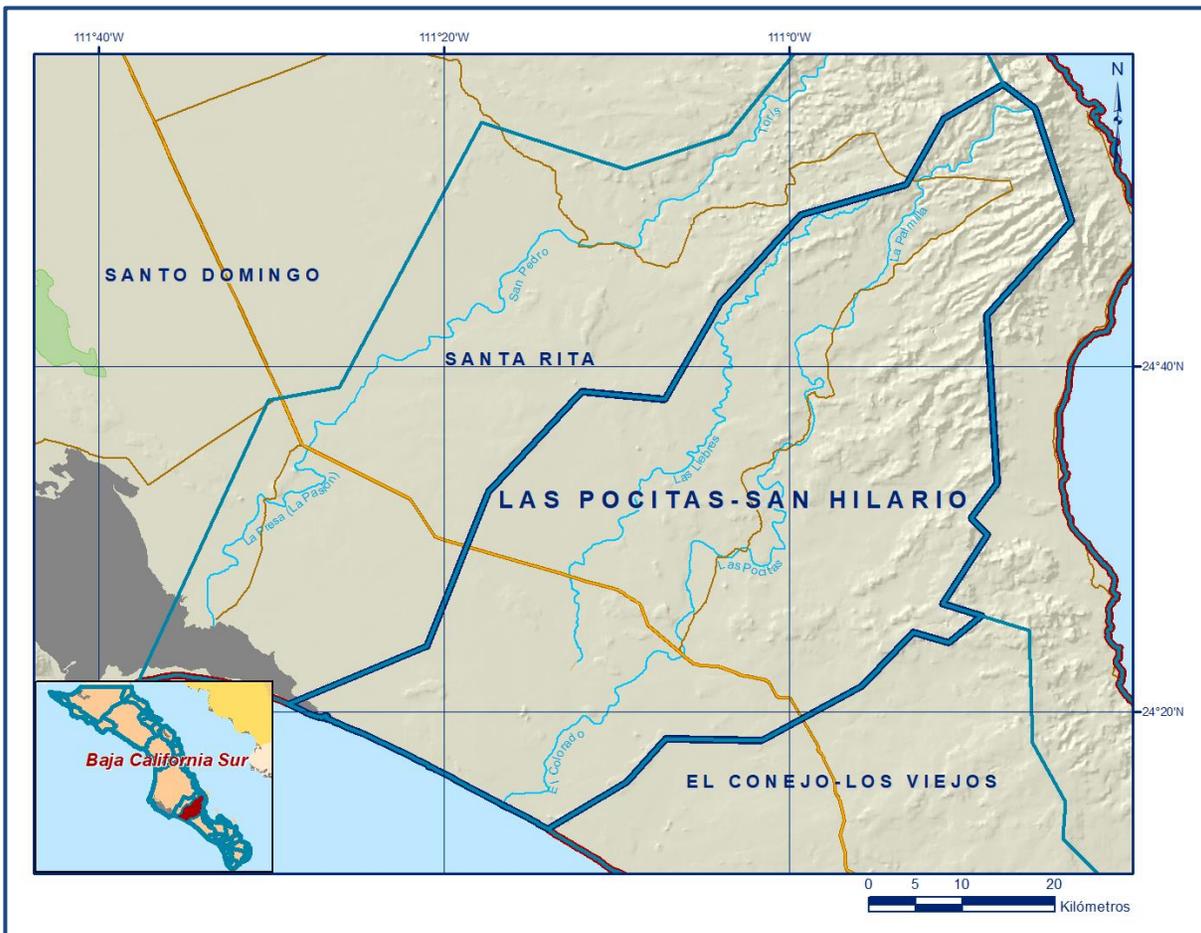


Figura 1. Localización del acuífero

La poligonal simplificada que delimita el acuífero se encuentra definida por los vértices cuyas coordenadas se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas de la Poligonal simplificada del acuífero

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	111	21	0.0	24	23	47.9	
2	111	17	27.4	24	32	44.4	
3	111	12	2.3	24	38	32.9	
4	111	7	12.4	24	38	6.5	
5	111	4	2.3	24	43	40.2	
6	110	59	22.5	24	48	45.9	
7	110	53	14.9	24	50	318	
8	110	51	5.1	24	54	19.8	
9	110	47	37.7	24	56	219	
10	110	45	47.6	24	54	57.5	
11	110	43	39.9	24	48	25.4	
12	110	48	34.8	24	42	57.1	
13	110	47	57.7	24	33	13.4	
14	110	49	27.5	24	31	13.3	
15	110	48	33.2	24	30	17.1	
16	110	51	6.7	24	26	17.0	
17	110	48	518	24	25	34.3	
18	110	50	46.3	24	24	0.0	
19	110	52	50.0	24	24	38.2	
20	110	55	47.5	24	21	30.0	
21	111	1	37.1	24	18	217	
22	111	7	10.6	24	18	27.1	
23	111	9	25.1	24	15	56.5	
24	111	14	0.2	24	13	13.1	DEL 24 AL 25 POR LA LINEA DE BAJ AMAR A LO LARGO DE LA COSTA
25	111	29	2.7	24	20	27.8	
1	111	21	0.0	24	23	47.9	

1.2 Situación Administrativa del Acuífero

El acuífero Las Pocitas-San Hilario pertenece al Organismo de Cuenca Península de Baja California y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Baja California Sur. Su territorio se encuentra sujeto a las disposiciones del “Acuerdo que establece el Distrito Nacional de Riego de Baja California Sur, declarando de utilidad pública la construcción de las obras que lo forman”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 2 de julio de 1954. Este decreto es de tipo III, que permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3.

El usuario principal es el agrícola. En el territorio del acuífero no existe Distrito o Unidad de Riego alguna, ni se ha constituido a la fecha Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

2. ESTUDIOS TÉCNICOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD

En el acuífero Las Pocitas-San Hilario se han llevado muy pocos estudios geohidrológicos de evaluación que cubran la totalidad de su superficie.

ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO DE LA CUENCA KM 130-LAS POCITAS-SAN HILARIO.

Elaborado, por la empresa Técnicos y Asesores Constructores S.A (TACSA), para la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) Dirección de Geohidrología y de Zonas Áridas en 1981. El objetivo fue conocer la geometría del acuífero, su disponibilidad, condición de explotación y la calidad del agua subterránea.

INFORMACIÓN PIEZOMÉTRICA. Se utilizó información de recorridos piezométricos realizados hasta el año 2007, lo que permitió plantear el balance de aguas subterráneas.

3. FISIOGRAFÍA

3.1 Provincia fisiográfica

De acuerdo a la clasificación de las Provincias Fisiográficas del INEGI (1997), el acuífero Las Pocitas- San Hilario, se encuentra ubicado dentro de la Provincia Península de Baja California, dentro de la Subprovincia Sierra La Giganta y Llanos de La Magdalena.

La Provincia Península de Baja California está ubicada en el noroeste de la República Mexicana y ocupa desde el norte del paralelo 32 grados, hasta el sur del de 23 grados.

La provincia se extiende a lo largo de 1,333 km, con un rumbo noroeste-sureste. Las cumbres más elevadas se encuentran en las sierras de la porción norte, donde las elevaciones varían entre los 2,000 y 3,000 msnm.

La Subprovincia Sierra de La Giganta es una cordillera montañosa orientada en dirección preferencial noroeste-sureste, presenta elevaciones máximas del orden de los 800-1200 msnm y está formada por rocas volcánicas en forma de mesetas inclinadas hacia el Océano Pacífico y altas crestas hacia el Golfo de California.

La Sierra La Giganta define el parte aguas en esta porción de la península de acuerdo con sus dimensiones y posición geográfica. Los escurrimientos forman una serie de cañones profundos los cuales drenan con una dirección preferencial hacia el occidente.

La Subprovincia Llanos de La Magdalena está situada en la parte centro-oeste del estado. Fisiográficamente, tiene estructura con forma de una depresión. Ocupa una superficie de 16,756 km².

La porción noroeste y más de la mitad de la zona costera de esta discontinuidad están formadas por llanuras con dunas, hacia los límites con la sierra se localizan algunas bajadas y lomeríos. Su característica principal es la presencia de afloramientos de sedimentos terciarios marinos.

3.2 Clima

Con base en los datos históricos de precipitación, temperatura y evaporación potencial de las estaciones climatológicas que se ubican en esta porción de la península de Baja California, y con apoyo en la carta de climas, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por E. García para las condiciones de nuestro país, se determina que en la región prevalece el grupo de climas desérticos cálidos, denominados como BW(h´) que corresponden al tipo desértico cálido, muy cálido con régimen de lluvias en verano asociado a los eventos ciclónicos como son las depresiones tropicales, tormentas y huracanes.

Para el análisis de las condiciones climáticas de la región, se analizó la información de 5 estaciones climatológicas ubicadas tanto dentro del acuífero como en su entorno cercano, con un registro de hasta 65 años que comprende el periodo de análisis 1942-2007: El Pilar, Los Cantilitos, Pénjamo, La Soledad y Santa Fe. Dependiendo de la altitud a la que se ubiquen las estaciones, los valores promedio de precipitación varían de 110 a 246 mm, con valores extremos de 5 a 921 mm anuales que corresponden a las condiciones de sequía y de eventos ciclónicos.

De acuerdo con los registros de dichas estaciones, se obtuvo un valor de precipitación media anual de 172 mm y una temperatura media anual de 22.8°C, que presenta la mayor influencia espacial de la estación La Soledad, ubicada en la parte más alta del acuífero.

La temporada de calor se presenta de junio a septiembre, con una temperatura máxima de 49.5°C en el mes de julio, en tanto que los valores más bajos se registran en invierno, con mínima de -2°C en el mes de enero. La evaporación potencial media

es de 1,800 mm.

3.3 Hidrografía

El acuífero Las Pocitas-San Hilario se localiza dentro de la Región Hidrológica 3 denominada “Baja California Suroeste (Magdalena)”. A nivel de cuenca, pertenece a la cuenca A “Arroyo Caracol - Arroyo Candelaria”.

Los principales escurrimientos de la región son de régimen intermitente, entre los que se encuentran los arroyos Las Pocitas, San Hilario (o San Fermín), El Pilar, San Ignacio, El Sauzalito, El Carrizalito, Santa Rita del Coyote, Agua Escondida y La Soledad, todos drenan hacia el Este, para desembocar en el Océano Pacífico.

3.4 Geomorfología

De acuerdo a los rasgos geomorfológicos en el área, se infiere que se trata de un bloque levantado cuya pendiente hacia el poniente es mucho más suave que hacia el Golfo de California. Se distinguen 3 unidades geomorfológicas que son; sierra, mesetas y llanura costera.

La red de drenaje de la cuenca es bastante compleja y muy ligada a la geología, se caracteriza por los cambios bruscos de pendiente en el área serrana, para después cambiar a una pendiente suave en la mayor parte de la cuenca.

La sierra se manifiesta en la zona noreste de la cuenca con elevaciones que sobrepasan los 600 msnm, presenta escarpes pronunciados y cauces de arroyos largos y sinuosos. En ella se localizan 3 arroyos intermitentes: Las Pocitas, San Hilario y Guadalupe, los cuales presentan un tipo de drenaje dendrítico con cauces regularmente profundos.

Las mesetas están representadas por capas subhorizontales, con elevaciones escarpadas que por efecto de los agentes erosivos tienden a redondearse formando lomeríos, generalmente están constituidas por rocas sedimentarias de origen marino, las cuales presentan menor competencia a la erosión.

El drenaje se representa en forma dendrítica con cauces poco profundos y de poca pendiente. Un rasgo característico es la presencia de meandros en casi toda la cuenca, debido a la notable disminución de la pendiente. La llanura costera se sitúa en toda la

franja próxima al Océano Pacífico, se presenta como una planicie casi horizontal constituida por sedimentos marinos, materiales de acarreo y sedimentos eólicos.

4. GEOLOGÍA

Las unidades litológicas que afloran dentro de la región del acuífero se relacionan con la apertura del Proto Golfo de California que formó una serie de cuencas divergentes, las cuales almacenaron sedimentos de la Formación Tepetate a fines del Eoceno una emersión que marcó el comienzo de un periodo de erosión y plegamiento local.

En el Oligoceno se presenta una discordancia por falta de depósitos de origen marino debido a un levantamiento general; posteriormente se presenta una transgresión durante la cual se inicia la depositación de los sedimentos de la Formación El Cien, que presenta características de haberse formado en una cuenca somera de poca extensión y circulación.

Al finalizar el Mioceno comenzó una intensa actividad volcánica en zonas de fracturamiento incipiente, a lo largo de un eje de fallamiento paralelo al borde de la actual costa oriental de la Península de Baja California. Esta actividad volcánica dio origen a la Formación Comondú la cual forma la Sierra La Giganta, conformada por más de 1,200 metros de espesor de sedimentos volcánicos que se depositaron sobre las rocas graníticas del batolito peninsular.

En casi todo el Pleistoceno, la erosión de las tierras altas del poniente acumuló grandes cantidades de sedimentos en la plataforma submarina o zona de mar epicontinental, en este periodo se depositó la Formación Salada la cual está constituida por areniscas de grano medio a fino con algunas intercalaciones de material arcilloso con gran contenido de fósiles. Durante el Cuaternario predominó una etapa de erosión de las rocas aflorantes, los sedimentos originaron los diferentes tipos de rellenos aluviales encontrados en los cauces de los arroyos y en una pequeña área de la zona cercana a la costa (figura 2).

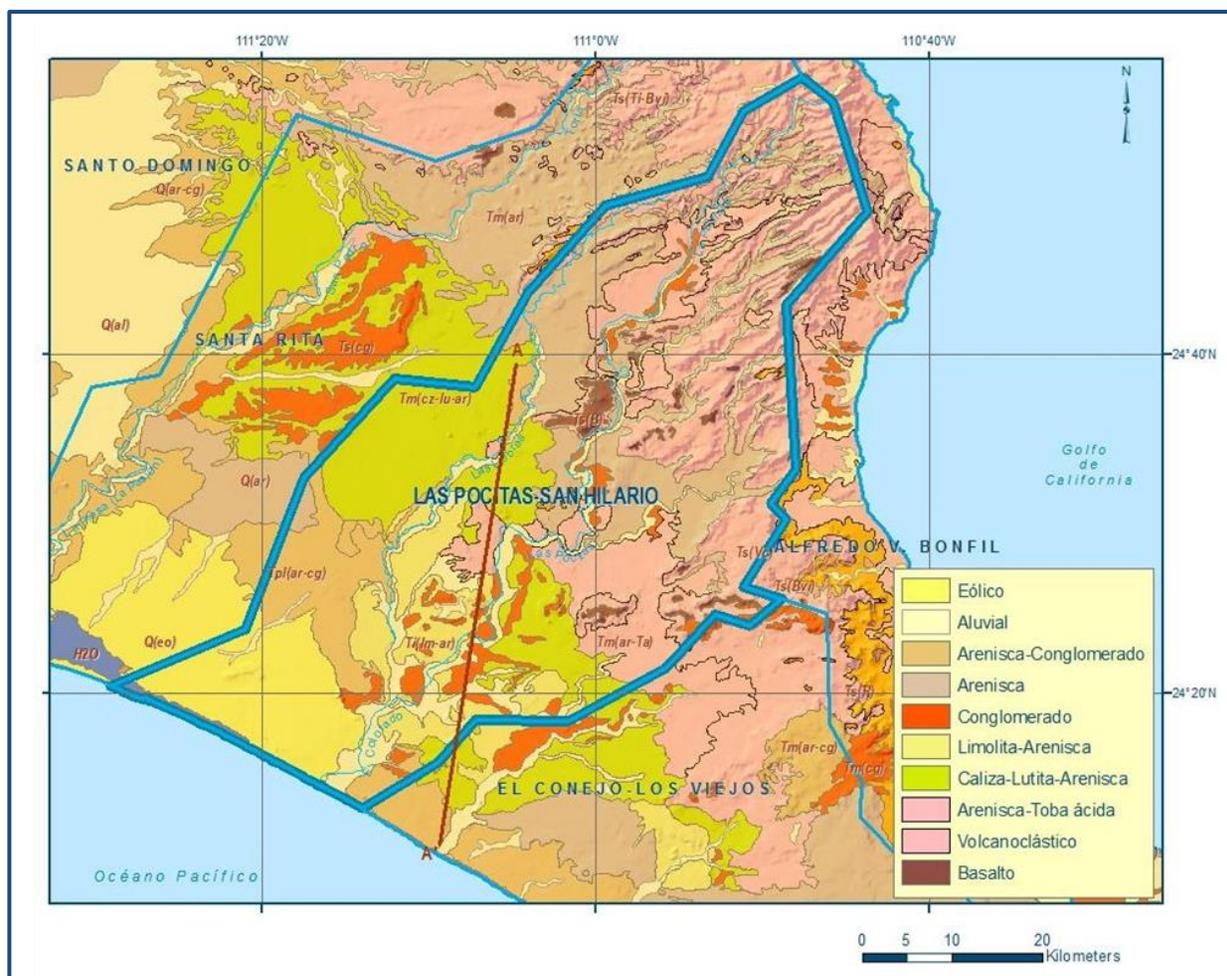


Figura 2. Geología general de acuífero

4.1 Estratigrafía

Formación Tepetate

Los sedimentos de La Formación Tepetate constituyen la unidad más antigua que aflora dentro de la zona. Fue descrita por Heim Arnold (1922), asignándole edad de Paleoceno Superior-Eoceno Superior Temprano; sin embargo, existen muy pocos trabajos recientes que la describan con mayor grado de detalle.

La parte basal de esta formación está compuesta por areniscas, limolitas y fangolitas que afloran en la región del arroyo Santa Rita y Colorado, donde los estratos reflejan una depositación siliciclástica en aguas profundas.

En el poblado El Cien la secuencia está compuesta por intercalaciones de fangolita, limolita y arenisca (Shwennicke T. et al., 1996).

Los afloramientos ubicados más al sur y norte (Paleoceno Superior-Eoceno Medio) están constituidos por fangolitas, limolitas, areniscas fosilíferas y calcarenitas, indicando ambiente con sedimentación mixta siliciclástica-calcárea en la plataforma continental externa e interna.

Los depósitos sedimentarios de esta formación se encuentran expuestos en la porción norte del acuífero; en las márgenes de los arroyos Hondo, El Aguajito, Los Mezcales, El Conejo, El Datilar y Guadalupe, sobreyacidos por depósitos sedimentarios de la Formación El Cien.

Los horizontes arenosos pueden constituir un acuífero regional profundo, que debido a la escasa recarga que recibe generalmente es de bajo rendimiento. Además, la calidad del agua es muy variable.

Formación El Cien (Miembro San Juan y Cerro Colorado)

La Formación El Cien (antes llamada Formación San Gregorio y Formación San Isidro) sobreyace a la Formación Tepetate, tiene una edad del Oligoceno Superior a Medio Inferior. Está compuesta de sedimentos marinos clásticos con un espesor que varía de 125 a 175 m y consiste en los miembros San Juan y Cerro Colorado (Fischer et al 1995). El Miembro San Juan está compuesto por rocas tobáceas y frecuentemente por lutitas, areniscas, limolitas fosfáticas, conglomerados y tobas, reflejando un ambiente de depósito que se extiende desde la costa hasta la plataforma abierta.

El Miembro Cerro Colorado está compuesto por areniscas conglomeráticas intercaladas con areniscas coquinoideas, limolitas, areniscas con fosfato retrabajado y en menor proporción lutitas silicificadas con horizontes de tobas. Heim (1922) definió informalmente como Formación San Isidro a limolitas, areniscas y coquinas de origen marino.

Autores posteriores (Mina, 1957; Hausback, 1984; Kim, 1987) utilizaron este nombre para estratos que afloran más al sur, en la zona cercana de la ciudad de La Paz. Otros autores se refieren a la Formación El Cien como Formación San Isidro y la describen integrada por una secuencia de rocas sedimentarias de origen marino y vulcanosedimentarias de origen continental de un típico color verdoso. Schwennicke (1992) enumeró y describió a los diferentes ambientes de depósitos en los que se

formaron los sedimentos del miembro San Juan.

Llega a la conclusión de que el nombre más apropiado y la unidad litológica que mejor describe a las rocas que afloran en San Juan de la Costa, El Cien y el Aguajito es el miembro San Juan de la Formación El Cien. La sedimentación fue controlada por el levantamiento relativo del nivel del mar y una fuerte influencia terrígena.

Los principales afloramientos encontrados dentro de la zona son los situados al Norte, Este y Sur de la localidad de San Hilario.

Formación Comondú

La Formación Comondú aflora formando la Sierra La Giganta cuyo origen se asocia a un arco volcánico del Oligoceno-Mioceno (Heim Arnold, 1922). Está constituida por una alternancia de materiales volcánicos y sedimentarios que incluye areniscas, conglomerados, brechas volcánicas, andesitas y tobas.

Las areniscas se presentan bien consolidadas y compactas, en tanto que los conglomerados están constituidos por fragmentos redondeados, de origen ígneo, empacados en arenas. Ambas litologías se encuentran complejamente interestratificadas e intrusionadas por diques de composición intermedia y básica.

Las tobas y brechas presentan una composición predominantemente básica. Las brechas están constituidas por fragmentos de 0.3 a 40 cm de diámetro, empacadas en una matriz tobácea, intrusionadas por diques. Constituye la mayor parte de las elevaciones topográficas que corresponden a la Sierra La Giganta.

Presenta una estratificación casi horizontal, con una sensible inclinación hacia el poniente. Su espesor se estima en más de 1,200 metros.

Fue dividida en dos unidades diferentes por Federico Mina (1957). La primera formada por rocas piroclásticas y volcánicas, presenta composición andesítica, basáltica y riolítica, así como conglomerados lenticulares y brechas de talud. La segunda unidad, que subyace a la anterior, está formada principalmente por conglomerados, areniscas y ocasionales argilitas.

A través del fracturamiento recarga lentamente el agua retenida durante las lluvias

hacia la zona baja, donde se localizan los rellenos aluviales del Cuaternario.

Hausback (1984) restringe el nombre de Formación Comondú al arco miocénico representado por rocas volcánicas y volcanoclásticas que conforman el grueso de la Sierra de La Giganta. Presenta permeabilidad secundaria por fracturamiento y buena calidad del agua al no estar en contacto con las evaporitas de la planicie costera.

Formación Salada

La Formación Salada fue definida formalmente por Heim (1922) quien le asigna edad del Plioceno de acuerdo con los restos fósiles encontrados. Menciona que se encuentra expuesta a lo largo de la costa del Pacífico, desde el área de Todos Santos hasta el arroyo Santa Rita. Su estratificación presenta un ligero echado hacia el Océano Pacífico.

Está compuesta por areniscas de grano medio a fino con algunas intercalaciones de arcilla, limolitas, coquinas y un gran contenido de fósiles. Estos depósitos reflejan una interacción entre un levantamiento del nivel del mar, la proliferación de sedimentos y las modificaciones permanentes del ambiente costero (Schwennicke et al. 2000). Este autor le asigna una edad del Mioceno.

La gran variedad de fósiles: moluscos, dientes de tiburón y batoideos, indica aguas someras y cálidas. Los afloramientos de la Formación Salada se localizan en las inmediaciones del Rancho San Rafael de los Inocentes, El Progreso, La Aguja y La Ballena.

Depósitos Cuaternarios

Los depósitos cuaternarios están constituidos por terrazas marinas, materiales de acarreo y rellenos aluviales. Las terrazas marinas están constituidas por arenas y areniscas con gran contenido de fósiles.

Los rellenos aluviales están formados por arenas, gravas, limos y arcillas, se encuentran rellenando pequeños valles intermontanos sobreyaciendo a sedimentos marinos terciarios y terrazas recientes.

Los materiales de acarreo están constituidos por gravas, arenas gruesas y materiales de boleo ubicados en los cauces de los arroyos principales.

En la tabla 2, se presentan las principales características hidrogeológicas de las unidades geológicas de la cuenca de Las Pocitas-San Hilario.

Tabla 2. Características hidrogeológicas de las unidades del acuífero.

UNIDAD	TIPO DE MATERIAL	LOCALIZACIÓN Y ESTRUCTURA QUE FORMAN	PERMEABILIDAD	FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
Qal	Arenas, gravas, limos y arcillas.	Arroyos, rellenos aluviales	Muy Permeable	Aunque son muy permeables, por su poco espesor no constituyen por sí mismos acuíferos importantes
Cg	Gravas, arenas gruesas y materiales de boleo de distintos materiales	Cauces de arroyos principales y en Materiales de acarreo	Buena permeabilidad	Presentan buena permeabilidad, pero debido a que los afloramientos son restringidos y de poco espesor, no tienen importancia geohidrológica.
Qt	Arenas y areniscas con gran contenido de conchas.	Terrazas Marinas	Permeable	Contiene agua de mala calidad.
Qb	Rocas de composición basáltica en forma de corrientes lávicas muy delgadas	Nororiente y suroriente, Coronando la Formación Comondú	Permeable	Funcionan como receptores y transmisores de agua hacia las formaciones inferiores
Tps	Areniscas de grano medio a fino con pequeñas intercalaciones de arcilla y gran contenido de fósiles	Aflora exclusivamente en la zona litoral del pacífico	Permeable	Funcionan como receptoras y transmisoras de agua hacia las formaciones inferiores
Tmst	Arenas y areniscas de grano medio a fino	En la zona costera, cerca de los arroyos Guadalupe y El Datilar	Muy Permeable	Es importante receptora y transmisora de agua a las formaciones inferiores
Tmsc	Rocas volcánicas (Aglomerados, tobas, coladas de lava andesíticas y basálticas, y areniscas volcánicas.)	Constituyen las Sierras de la porción orienta)	Permeabilidad media (por fracturamiento)	Recarga las unidades permeables adyacentes. Limita la planicie costera
Tmo (CC)	Arenas, gravas y areniscas	Al Norte y Este de la localidad San Hilario	Buena	Por su gran espesor, puede constituir un acuífero con buen potencial
Toc (SJ)	Tobas arcillosas, lutitas diatomáceas, diatomitas, yeso y fosforita	En pequeños afloramientos al norte y sur de San Hilario	Impermeable	Impide por completo el paso del agua, tanto por flujo subterráneo como por infiltración
Tpt	Areniscas, areniscas calcáreas, limolitas y fangolitas	En el área de la localidad de San Hilario	Permeable	Por su composición arenosa constituye un acuífero regional pobre, con calidad de agua muy variable.

4.2 Geología Estructural

La historia tectónica del Golfo de California y provincias peninsulares es muy compleja debido al hecho de estar ubicadas sobre una margen continental que ha sido afectada

por varios procesos de convergencia y divergencia. Sin embargo, dos importantes eventos tectónicos regionales están expuestos en la región.

El primero corresponde a la Orogenia Laramide (Cretácico Superior), responsable del movimiento compresivo producto del choque de la placa Farallón con la placa Norteamericana, lo que dio origen a la intrusión de grandes masas ígneas (parte del Batolito Peninsular), ya que estas masas presentan rasgos producidos por esfuerzos compresivos que generaron una deformación cataclástica dúctil que pudo haber iniciado durante la fase terminal de la Orogenia Laramide, al final del Cretácico y que probablemente se reactivó con los posteriores procesos extensivos.

Un segundo evento tectónico se desarrolló del Mioceno Medio al Plioceno Temprano, cuando ocurrió la configuración del límite entre la placa Pacífica y la Placa Norteamericana, lo que dio origen al Golfo de California, por medio de movimientos oblicuos extensionales con orientación NW- SE, modelando de esta manera un relieve peninsular gobernado por bloques escalonados, con sensible basculamiento hacia el poniente y fallas laterales dextrales. Este periodo es muy importante en la región, ya que se le asocia a la intrusión de estructuras tabulares de diferente composición.

Estructuralmente la provincia está formada por bloques escalonados con sensibles basculamientos provocados por fallas del sistema NE-SW y NW-SE, y localmente por la presencia de intrusivos. Así mismo, existen estructuras asociadas a lineamientos curvos bien expuestos que posiblemente estén relacionados con alguna estructura ígnea intrusiva a profundidad. Las estructuras antiguas se encuentran generalmente enmascaradas por la presencia de sedimentos recientes. Se observan plegamientos en las filitas, cuyo evento tectónico que les dio origen se interpreta como Laramídico.

También se observan fracturas o fallas que sirvieron de conducto para el emplazamiento de yacimientos minerales y diques con rumbo preferencial NW-SE. Es posible inferir algunas fallas dúctiles de carácter regional que pueden representar la continuidad de la falla La Paz, que limitan el bloque tectónico Los Cabos, ubicado en la porción occidental, cuyo origen podría estar relacionado al proceso tectónico extensivo y algunas fallas paralelas con rumbo predominante NE-SW, como las fallas Los Planes, Bonfil y El Carrizal.

En el área de Las Pocitas se encuentra una serie de lineamientos con dirección preferencial NE-SW, paralelos al arroyo de la región que definen los arroyos Cañada Las Vacas, Santa Rita del Coyote y parte de la red de drenaje del arroyo Las Pocitas.

Los lineamientos son más dominantes en la zona serrana de la región de la Soledad, Las Ánimas y El Bosque. En esta zona de lineamientos existe un sistema de fallas normales con dirección NE-SW con bloques levantados hacia el NW.

Otra dirección de lineamientos se ubica a 4 km al NE de El Pilar y San Fermín, con dirección preferencial NW-SE (Carta geológico-minera La Paz G12-10-11 Baja California Sur, escala 1:250,000 INEGI, 1999).

4.3 Geología del Subsuelo

De acuerdo con la información de los cortes litológicos de pozos y las evidencias de campo es posible definir que el acuífero se aloja en los sedimentos aluviales fluviales provenientes de la erosión de las partes altas de la Sierra La Giganta, que han sido transportados por los escurrimientos superficiales y depositados en los cauces de los arroyos y en la planicie costera.

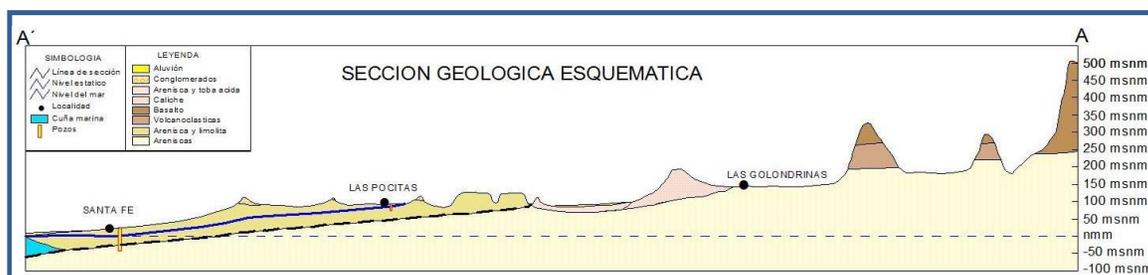
Su espesor varía desde algunos metros hasta 60 m y conforma un acuífero de baja capacidad de almacenamiento. Este es el acuífero que actualmente se explota; sin embargo, a mayor profundidad las rocas volcánicas fracturadas tienen un potencial que no ha sido explorado.

El acuífero de Las Pocitas-San Hilario se encuentra bordeado por las rocas volcánicas impermeables de la Formación Comondú, que constituyen las barreras laterales e inferiores y al oriente por una frontera de carga constante representada por el Golfo de California.

En superficie, la parte alta del acuífero está constituida por rocas ígneas extrusivas de la Formación Comondú (tobas, brechas volcánicas y basaltos); en su parte central por tobas ácidas de la Formación Comondú, arenas, gravas, areniscas, conglomerados y caliches de la Formación Tepetate, El Cien y Salada.

La parte baja cercana a la costa está constituida por sedimentos eólicos, conglomerados, areniscas conglomeráticas y areniscas de grano medio a fino con

pequeñas intercalaciones de arcilla y un gran contenido de fósiles (figura 3).



Fuente: Carta geológico-minera La Paz G12-10-11 Baja California Sur, escala 1:250,000 INEGI, 1999.

Figura 3. Sección Geológica Esquemática.

5. HIDROGEOLOGÍA

5.1 Tipo de acuífero

De acuerdo con la información geológica y piezométrica es posible identificar que el acuífero es de tipo libre y está constituido por sedimentos aluviales y fluviales depositados tanto en los subálveos de los arroyos como en la planicie costera. Localmente se presentan condiciones de semiconfinamiento debido a la presencia de lentes irregulares de materiales arcillosos. La granulometría de estos materiales varía de gravas a arcillas y su espesor promedio fluctúa entre 10 y 60 m, conformando un acuífero de reducidas dimensiones y poca capacidad de almacenamiento.

Los sedimentos arcillosos de origen lacustre como consecuencia de un depósito de baja energía se concentran hacia la zona suroeste del acuífero, en la planicie costera y se encuentran por debajo del depósito granular aluvial y fluvial. La distribución y composición de estos sedimentos es muy variada y presenta espesores diferentes, de acuerdo con su ubicación.

La recarga que recibe el acuífero procede de la infiltración directa de la lluvia sobre el valle, así como de la infiltración del agua superficial que escurre a través de los arroyos intermitentes, durante las lluvias. La descarga se produce de manera natural por flujo subterráneo hacia el mar y por evapotranspiración en pequeñas zonas que presentan niveles freáticos someros; de manera artificial se efectúa por medio de la extracción que se lleva a cabo por medio de las captaciones.

Aunque la precipitación pluvial media anual es baja, la presencia ocasional de fenómenos ciclónicos como huracanes y tormentas tropicales tienen un efecto muy importante sobre la recarga de los acuíferos, siendo evidente en muchos casos la

rápida recuperación de los niveles del agua subterránea, aunada a la poca extracción por bombeo.

5.2 Parámetros hidráulicos

De acuerdo con los resultados de las pruebas de bombeo, ejecutadas tanto en etapa de abatimiento como de recuperación, durante el estudio realizado por la empresa Técnicos Asesores y Constructores, S.A. (1981), los valores de transmisividad obtenidos varían entre 0.49×10^{-3} a 3.9×10^{-3} asociados con arenas y conglomerados con presencia limos y arcillas contenidas dentro una mezcla. Estos valores son consistentes con los obtenidos en acuíferos vecinos en la costa de Pacífico.

Es importante destacar que la mayoría de las pruebas de bombeo se realizaron en la localidad de Santa Fe en la parte baja del acuífero, muy cercanos a la costa. Conforme a la información sobre el comportamiento de los niveles estáticos del acuífero, la geología y los caudales de extracción, se infiere un coeficiente de almacenamiento de 0.1 a 0.2.

5.3 Piezometría

Para el análisis piezométrico del acuífero Las Pocitas-San Hilario se cuenta con la información del año 2009 recabada por Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) durante los “paros de bombeo”, que se lleva a cabo principalmente en los pozos para uso agrícola.

5.4 Comportamiento hidráulico

Para la descripción del comportamiento de los niveles del agua subterránea, se considera la información piezométrica de los años 2007 y 2009, ya que tiene una mayor cobertura espacial y confiabilidad.

5.4.1 Profundidad al nivel estático

Las mediciones de los niveles del agua subterránea en el año 2009 (figura 4) muestra prácticamente los valores de 5 a 11 m.

Los valores de mayor profundidad se presentan hacia el Ejido Santa Fe y colonia 2 de abril como consecuencia de la extracción para uso agrícola, mientras que en el ejido San Hilario y hacia las estribaciones de la sierra los valores son más someros, debido posiblemente a la presencia de niveles colgados que son explotados mediante norias

de poca profundidad, destinadas a satisfacer las necesidades del uso doméstico-abrevadero.

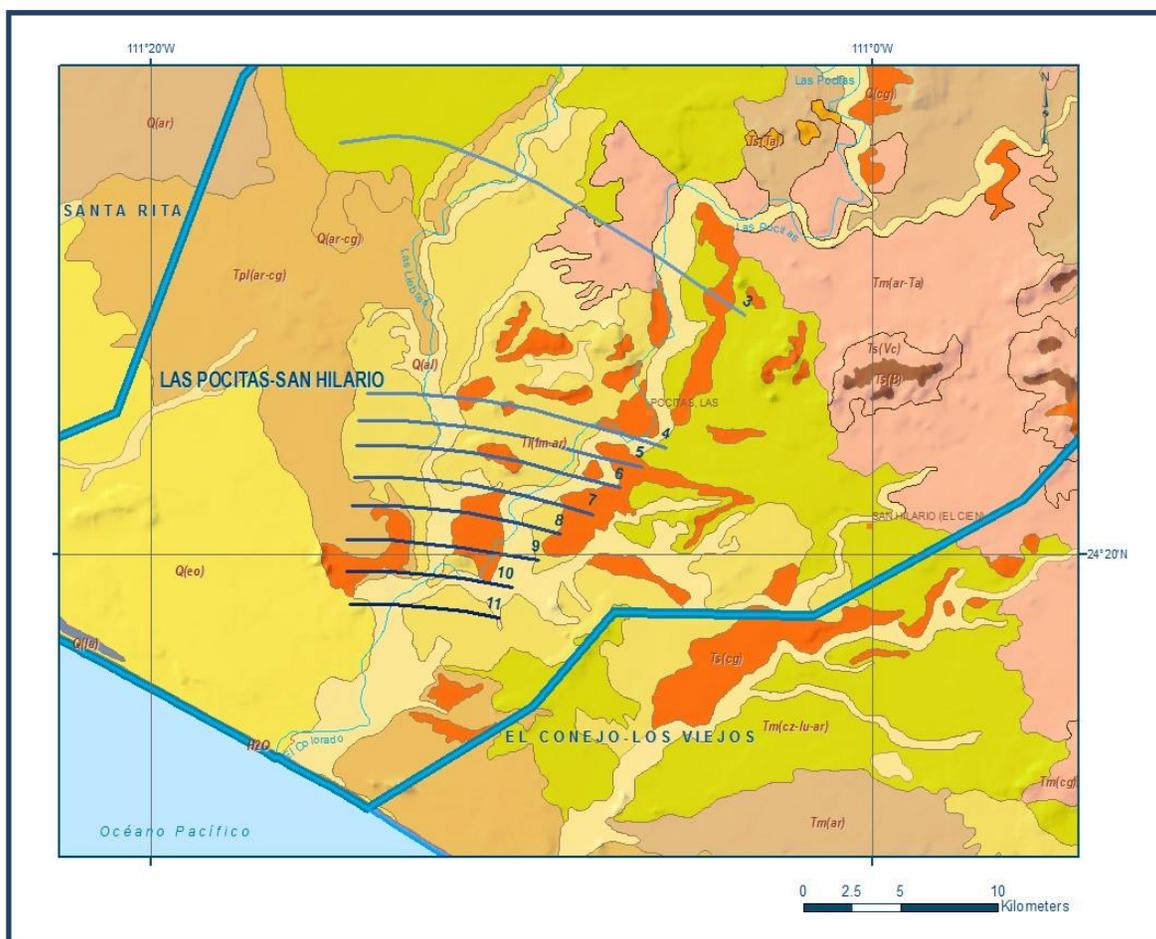


Figura 4. Profundidad al nivel estático en m (2010)

5.4.2 Elevación del nivel estático

La elevación del nivel estático en el año 2009 (figura 5) muestra una zona de explotación extensa y se presentan valores muy variables entre los 5 msnm, en la región cercana a la costa y más de 150 msnm hacia las zonas topográficamente más altas.

La tendencia del flujo subterráneo muestra el reflejo de la topografía y la descarga sobre el cauce del arroyo Santa Rita y Las Pocitas.

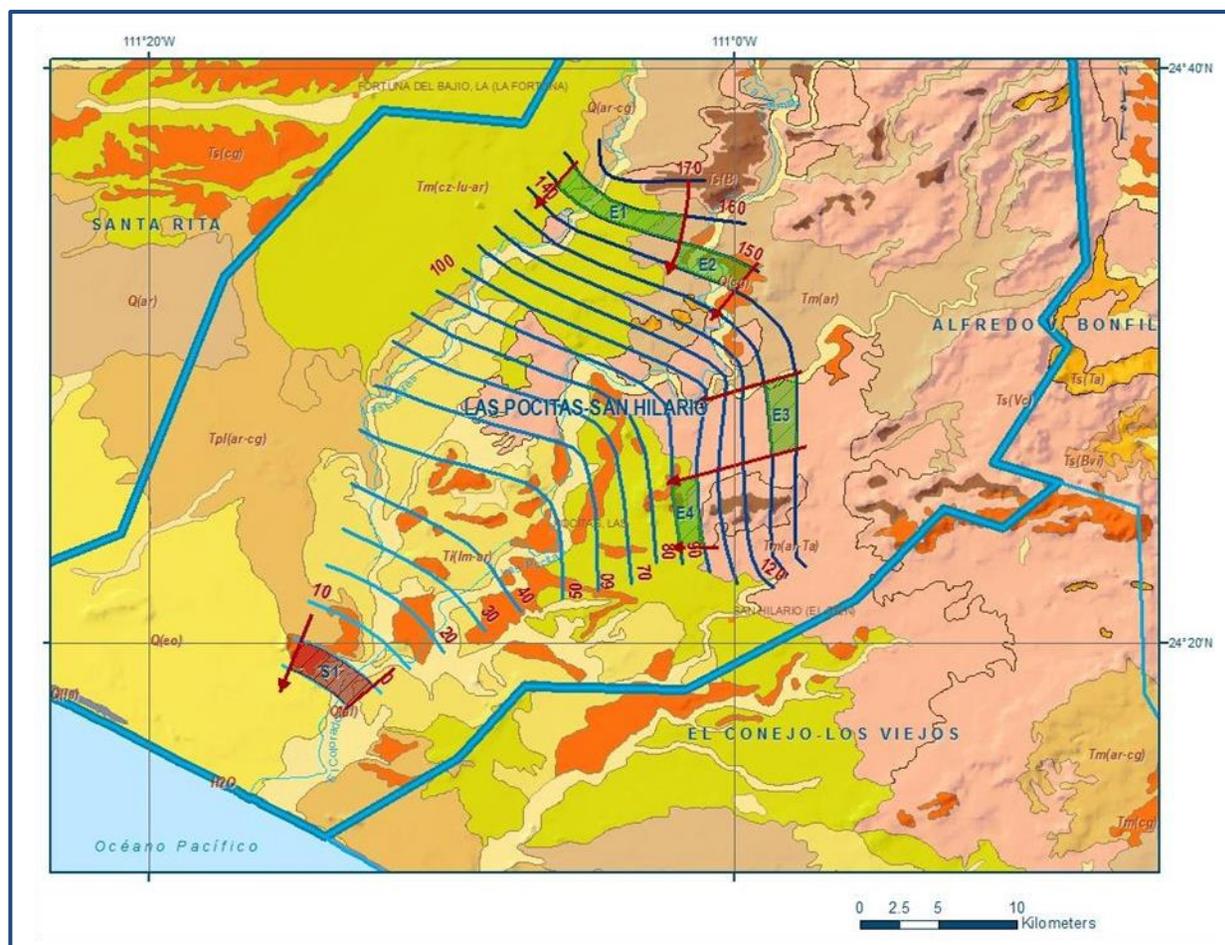


Figura 5. Elevación del nivel estático en msnm (2010)

La dirección preferencial del flujo subterráneo muestra una trayectoria NE-SW, paralela a la dirección de los escurrimientos superficiales, desde la zona de recarga ubicada en los flancos de la sierra La Giganta hacia la zona costera.

5.4.3 Evolución del nivel estático

Con respecto a la evolución del nivel estático para el período 2007-2009 (figura 6) se observan valores puntuales positivos de hasta 2.2 m en la región comprendida entre Ejido Colonia 2 de abril y en el Ejido Santa Fe debido a la disminución de la extracción de agua para uso agrícola. En la mayor parte del acuífero los niveles se han mantenido estables.

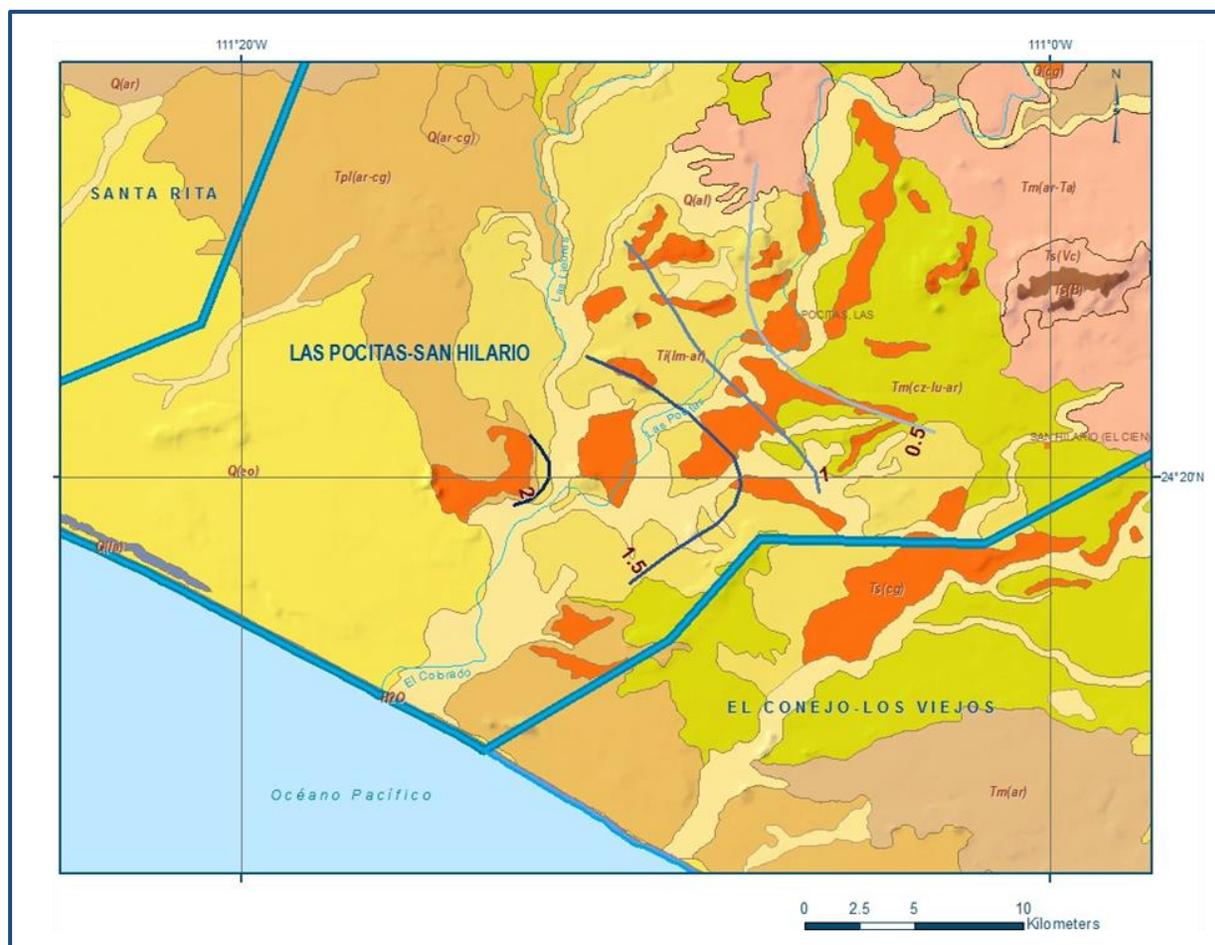


Figura 6. Evolución del nivel estático en m (2007-2009).

5.5 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

De acuerdo con los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados durante el estudio que se llevó a cabo en el año 1981, el agua subterránea presentaba concentraciones de sólidos totales disueltos (STD) que variaba de 480 a 5,003 ppm, con una media aritmética de 1,386 ppm. Los valores extremos más altos se localizan hacia la zona costera.

En la porción oriental del acuífero, hacia la zona de recarga, el contenido varía de 400 a 600 ppm, por lo que se considera de buena calidad y apta para consumo humano ya que el límite máximo permisible de STD es de 1,000 mg/lit establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021 "Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de mayo del 2022. En el arroyo El Cuervo, en el km 130, las concentraciones oscilan entre 800 y 3,400 ppm.

En 2007 Emigdio Z. Flores realizó un muestreo del agua en distintos aprovechamientos subterráneos y superficiales a lo largo de toda la cuenca, en algunos de ellos se tomaron varias muestras en distintas fechas para analizar las variaciones en el tiempo. De los resultados de los 33 análisis químicos llevados a cabo se concluye que, hacia la zona de recarga, ubicada en la porción alta del acuífero, el agua subterránea y superficial de arroyos y manantiales presenta concentraciones de STD entre 450 y 600 ppm, desde la Soledad hasta Santa Rita del Coyote.

Las concentraciones se incrementan en la dirección del flujo subterráneo y para la parte central del acuífero los valores oscilan alrededor de las 1,000 ppm en pozos y norias. Sin embargo, conforme se avanza hacia la parte baja de la cuenca, el agua tiende a ser salobre. En el rancho Las Golondrinas, el agua es de mala calidad, ya que presenta concentraciones de 3,000 ppm. Más hacia el sur, cerca de Las Pocitas, la salinidad se incrementa a 3,800 y 5,400 ppm de STD.

En 2009, la Dirección Local en Baja California Sur, llevó a cabo un muestreo de agua en 12 pozos para practicar un análisis químico. Los resultados indican que las concentraciones de STD varían de 473 ppm a 4,830 ppm en la localidad de Santa Fe, de 1,000 ppm en las cercanías de la Colonia 2 de abril, menores de 800 ppm en San Hilario; en el rancho El Tepetate se registró un valor de 932 ppm, mientras que en la zona serrana los valores oscilan entre 762, en la localidad de El Pilar, 2,170 ppm en La Fortuna y a 3,110 ppm en Las Golondrinas.

En esta región, aunque la salinidad puede estar asociada con su cercanía al mar, uno de los factores claves para explicar el descenso de la calidad del agua se relaciona directamente con la presencia de areniscas y lutitas de origen marino en la secuencia geológica inferior de la cuenca.

6. CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA

De acuerdo con los resultados reportados en el último censo realizado en el año 2005, se registraron un total de 109 aprovechamientos, todas ellas activas. Del total de obras 6 son pozos, 103 norias y no existen manantiales.

De las obras activas 84 (77.1%) son para uso pecuario, 18 (16.5%) para uso agrícola, 5 más (4.6%) para uso doméstico y los 2 restantes (1.8%) que se destinan al abastecimiento

de agua potable para la población de la comunidad de Las Pocitas y San Hilario.

El volumen de extracción conjunta asciende a 2.2 hm³ anuales, de los cuales 1.4 hm³ (63.6 %) se destina al uso agrícola, 0.5 hm³ (22.7 %) más para uso doméstico-abrevadero y los 0.3 hm³ restantes (13.7 %) para dotación de agua potable a las comunidades establecidas en la región.

7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

El balance de aguas subterráneas se planteó para 2010 en una superficie de 150 km² que corresponde a la zona donde se tiene información piezométrica y en la que se localiza la gran mayoría de los aprovechamientos.

La diferencia entre la suma total de las entradas (recarga), y la suma total de las salidas (descarga), representa el volumen de agua perdido o ganado por el almacenamiento del acuífero, en el periodo de tiempo establecido.

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

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

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero, las entradas quedan representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa por el cambio de almacenamiento de un acuífero:

$$\text{Recarga total} - \text{Descarga total} = \text{Cambio de almacenamiento}$$

7.1 Entradas

De acuerdo con el modelo conceptual definido para el acuífero, las entradas están integradas por la recarga natural que se produce por efecto de la infiltración de la lluvia que se precipita en el valle y a lo largo de los escurrimientos (Rv) y la que proviene de zonas montañosas contiguas a través de una recarga por flujo horizontal subterráneo (Eh).

De manera inducida, la infiltración de los excedentes del riego agrícola constituye otra

fuentes de recarga al acuífero como retorno de riego (R_r).

Este volumen se integra en la componente de recarga inducida (R_i). Para este caso, dado que no existen poblaciones urbanas importantes y el riego agrícola es incipiente, no existe recarga inducida.

7.1.1 Recarga Vertical (R_v)

Es uno de los términos que mayor incertidumbre implica su cálculo. Debido a que se tiene información para calcular el cambio de almacenamiento (ΔV), así como las entradas y salidas por flujo subterráneo, su valor será despejado de la ecuación de balance:

$$R_v + E_h - B - S_h - ETR = \pm \Delta V(S) \quad (1)$$

Donde:

R_v = Recarga vertical;

E_h = Entradas por flujo subterráneo horizontal;

B = Bombeo;

S_h = Salidas por flujo subterráneo horizontal;

ETR = Evapotranspiración real;

$\Delta V(S)$ = Cambio en el volumen almacenado;

De esta manera, despejando la recarga vertical:

$$R_v = B + S_h + ETR \pm \Delta V(S) - E_h \quad (2)$$

7.1.2 Entradas subterráneas horizontales (E_h)

Una fracción del volumen de lluvias que se precipita en las zonas topográficamente más altas del área de estudio se infiltra por las fracturas de las rocas que forman parte de ellas y a través del pie de monte, para posteriormente recargar al acuífero en forma de flujos subterráneos que alimentan la zona de explotación. La recarga al acuífero tiene su origen en la precipitación pluvial sobre las partes altas, en la infiltración por fracturas y en la infiltración de los escurrimientos superficiales.

El cálculo de entradas por flujo horizontal se realizó con base en la Ley de Darcy, a partir de la configuración de elevación del nivel estático para los años 2007 y 2009 (figura 5), mediante la siguiente expresión:

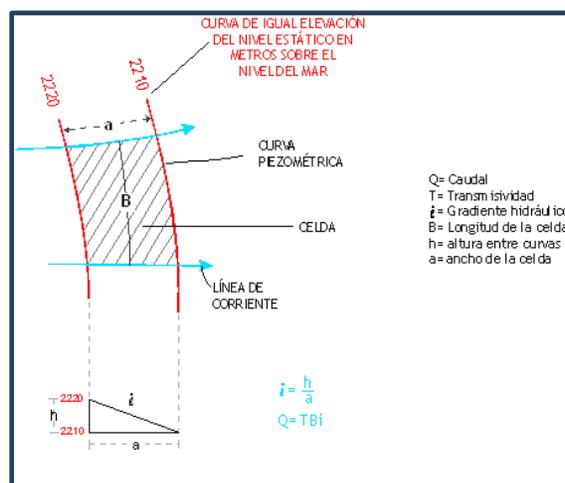
$$Q = B * i * T$$

Donde :

B: Largo del canal de flujo

i: Gradiente hidráulico ($i = h_2 - h_1 / a$); h y a son la diferencia y distancia respectivamente entre las equipotenciales (h) que conforman el canal de flujo.

T: Transmisividad en el canal de flujo ($m^2/día$)



Las componentes de entradas por flujo subterráneo horizontal, calculadas para el año 2009, se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Cálculo de entradas subterráneas por flujo horizontal

Canal	Largo (B) (m)	Ancho (a) (m)	$h_2 - h_1$ (m)	Gradiente Hidráulico i	T (m^2/s)	Caudal Q = TBi (m^3/s)	Volumen ($hm^3/año$)
E1	7490	1720	10	0.005814	0.0007	0.0304828	1.0
E2	4260	1690	10	0.005917	0.0007	0.01764449	0.6
E3	4800	1640	10	0.006098	0.0007	0.02048928	0.6
E4	4470	1380	10	0.007246	0.0007	0.02267273	0.7
Total de entradas =							2.9

Los valores de T se obtuvieron de los promedios obtenidos de la interpretación de pruebas de bombeo realizadas en estudios previos, adaptadas al espesor saturado de la región donde se localizan las celdas. El valor total de las entradas subterráneas es igual a **2.9 $hm^3/año$** .

5.2 Salidas

7.2.1 Evapotranspiración (ETR)

Este parámetro es la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas, por lo tanto, es considerada una forma de pérdida de humedad del sistema. Existen dos formas de evapotranspiración: la que considera el contenido de humedad en el suelo y la que considera la etapa de desarrollo de las plantas (evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real), el escurrimiento y el volumen de evapotranspiración real (ETR).

Debido a que en el área de balance los valores de profundidad al nivel estático son mayores a los 10 m y no existe cobertura de vegetación importante, se considera que, para los fines del balance de aguas subterráneas el valor de la evapotranspiración es despreciable. Por lo tanto, **ETR = 0**.

7.2.2 Bombeo (B)

Como se menciona en el apartado de censo e hidrometría, el valor de la extracción por bombeo asciende a **2.2 hm³ anuales**.

7.2.3 Salidas por flujo subterráneo horizontal (Sh)

Las salidas subterráneas fueron calculadas de la misma manera como se evaluaron las entradas subterráneas, a partir de la configuración de elevación del NE del año 2009 (figura 5). Las celdas de salida se localizaron en la parte más baja del área de explotación, en la zona de Santa Fe. El valor estimado para el año de análisis se muestra en la tabla 4. El valor total de las salidas subterráneas es de **0.3 hm³/año**.

Tabla 4. Salidas por flujo subterráneo para el año 2009.

Canal	Largo (B) (m)	Ancho (a) (m)	$h_2 - h_1$ (m)	Gradiente Hidráulico i	T ($\times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$)	Caudal $Q = TBi$ (m^3/s)	Volumen ($\text{hm}^3/\text{año}$)
S1	4990	1920	5	0.003	0.0007	0.01047	0.3
Total de salidas =							0.3

7.3 Cambio de Almacenamiento $\Delta V(S)$

Con respecto a la evolución del nivel estático para el periodo 2007-2009, se registran valores puntuales de recuperación de hasta 2.17, en la región de los poblados Santa Fe y Colonia 2 de abril que representan un ritmo anual 0.7 m.

Para el resto de la superficie de balance, aunque las mediciones puntuales reflejan un ascenso del nivel estático, éstas se localizan en zonas topográficamente más altas, fuera del área de balance.

Con base en la configuración de curvas de igual evolución del nivel estático, y considerando un coeficiente de almacenamiento promedio $S = 0.1$, se determinó la variación del almacenamiento con la siguiente expresión:

$$\Delta VS = S * A * h$$

Donde:

ΔVS = Cambio de almacenamiento en el período analizado;

S= Coeficiente de almacenamiento promedio de la zona de balance;

A= Área entre curvas de igual evolución del nivel estático (km²);

h= Valor medio de la variación piezométrica en el período (m);

Tabla 5. Cálculo del cambio de almacenamiento anual para el periodo 2007–2009.

Evolución (m)	Recuperación (m)	Área (km ²)	Sy	$\Delta V(S)$ (hm ³ /año)
0.5 a 1	0.75	11.5	0.1	0.9
1 a 1.5	1.25	18.3	0.1	2.3
1.5 a 2	1.75	35.5	0.1	6.2
	TOTAL	65.3	TOTAL	9.4
		Promedio anual		4.70

A nivel de todo el acuífero se manifiesta un cambio de almacenamiento de 3.1 hm³ para el periodo 2007-2009, que equivalen a 4.7 hm³ anuales (tabla 5). **$\Delta V(S) = 4.7$ hm³/año.**

Solución a la ecuación de balance

Una vez estimadas las componentes que intervienen en el balance de aguas subterráneas, se procedió a calcular la variable que se definió como incógnita, que para este análisis fue la recarga vertical. De la ecuación (2), se tiene que:

$$Rv = B + Sh + ETR - \Delta V(S) - Eh \quad (2)$$

$$Rv = 2.2 + 0.3 + 0.0 + 4.7 - 2.9$$

$$Rv = 4.3 \text{ hm}^3/\text{año}$$

Por lo tanto, el valor de la recarga total (R) es igual a la suma de las entradas:

$$R = Rv + Eh$$

$$R = 4.3 + 2.9$$

$$R = 7.2 \text{ hm}^3 \text{ anuales}$$

8. DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento establecido la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, que establece la Metodología para calcular la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que, en la fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

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 anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, el valor estimado de la recarga total media anual que recibe el acuífero es de **7.2 hm³/año**.

8.2 Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para el caso del acuífero se considera que el valor de la descarga natural comprometida es de **0.3 hm³ anuales**, que corresponden a la salida por flujo subterráneo hacia el mar para mantener la posición de la interface marina.

8.3 Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **2,743,165 m³** anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) 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, de acuerdo con la expresión 3, 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.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \quad (3) \\ \text{DMA} &= 7.2 - 0.3 - 2.743165 \\ \text{DMA} &= 4.156835 \text{ hm}^3 \text{ anuales} \end{aligned}$$

El resultado indica que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de **4,156,835 m³ anuales**.

9. BIBLIOGRAFÍA

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección de Geohidrología y Zonas Áridas 1981. Estudio Geohidrológico de la cuenca km 130-Las Pocitas-San Hilario, realizado por la empresa Técnicos y Asesores Constructores S.A (TACSA).