



**PROGRAMA DE GESTION DEL
COMITÉ TECNICO DE AGUAS
SUBTERRANEAS DEL ACUIFERO
SAN JOSE DE GUAYMAS A.C.**

GUAYMAS, SONORA. NOVIEMBRE DE 2012.

CONTENIDO

	PAGINA
DIRECTORIO	4
PRESENTACION	6
1.- INTRODUCCION	6
2.- ANTECEDENTES	8
3.- AMBITO DEL PROGRAMA	10
3.1.- LOCALIZACION	10
3.2.- POBLACION	12
3.3.- EDUCACION	12
3.4.- SALUD	12
3.5.- SOCIAL	13
3.6.- ECOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE DEL RIO MATAPE	13
3.7.- DATOS ECONOMICOS	16
3.7.1 PRODUCCION AGRICOLA 2011	16
3.8.- MEDIOS DE COMUNICACIÓN	17
3.9.- SITUACION ADMINISTRATIVA DEL ACUIFERO	17
4.- FISIOGRAFIA DEL ACUIFERO	18
4.1.- PROVINCIA FISIOGRAFICA	18
4.2.- CLIMA	19
4.3.- PRECIPITACION MEDIA ANUAL	19
4.4.- TEMPERATURA MEDIA ANUAL	19
4.5.- EVAPORACION	19
4.6.- HIDROGRAFIA	19
4.7.- GEOMORFOLOGIA	20
5.- GEOLOGIA	21
5.1.- ESTRATIGRAFIA	21
5.2.- MESOZOICO	21
5.3.- TERCARIO	22
5.4.- CUATERNARIO	22
5.5.- GEOLOGIA DEL SUBSUELO	23
6.- HIDROGEOLOGIA	23
6.1.- TIPO DE ACUIFERO	23
6.2.- PARAMETROS HIDRAULICOS	24
6.3.- PIEZOMETRIA	24
6.3.1.- PROFUNDIDAD NIVEL ESTATICO	25

6.4.- HIDROGEOQUIMICA Y CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA	26
7.- CENSO DE APROVECHAMIENTOS	30
8.- BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS	31
8.1.- ENTRADAS	31
8.2.- SALIDAS	31
8.3.- DISPONIBILIDAD	31
8.3.1.- RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL	32
8.3.2.- DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA	32
8.3.3.- VOLUMEN CONCESIONADO DE AGUAS SUBTERRANEAS	32
8.3.4.- DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRANEAS	32
9.- SITUACION DESEADA DEL ACUIFERO	32
10.- DIRECTRICES Y ACCIONES DEL PROGRAMA	35
11.- PAPEL DEL COTAS EN EL PROGRAMA Y LA PARTICIPACION INSTITUCIONAL Y SOCIAL	42
12.- MECANISMOS DE INSTRUMENTACION DEL PROGRAMA	43
13.- MECANISMOS DE EVALUACION Y SEGUIMIENTO	44
ESTUDIOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD	44
14.- BIBLIOGRAFIA	48

DIRECTORIO

**Coordinador: Omri Flores Sánchez, Jefe de Proyectos de
Consejos de Cuenca.**

**Consejo de Cuenca de los Ríos Yaqui-Mátape
Grupo de Seguimiento y Evaluación**

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

**Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero
San José de Guaymas A.C. (COTAS)**

**Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural,
Alimentación y Pesca (SAGARPA)**

**Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria
(INIFAP)**

Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO)

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)

Organismo de Cuenca Noroeste

**Coordinación de Atención a Emergencias y Consejos de
Cuenca**

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)

**Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos,
Pesca y Acuicultura del Gobierno del Estado (SAGARHPA)**

Comisión Estatal de Agua (CEA)

Instituciones Académicas

Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON)

COMISION DE CUENCA DEL RIO MATAPE

DR. JOSE CASTILLO GURROLA

PRESIDENTE

ING. ARTURO ESCALANTE HUERTA

SECRETARIO

T.A. EMERITO REY SANCHEZ

TESORERO

COMITÉ TECNICO DE AGUAS SUBTERRANEas DEL ACUIFERO SAN JOSE DE GUAYMAS A.C.

ING. ARTURO ESCALANTE HUERTA

PRESIDENTE

C. JULIO ANTONIO ALVAREZ SANCHEZ

SECRETARIO

C. RODRIGO FELIX LOUSTAUNAU

TESORERO

C. EDUARDO BARRAZA RUBIO

VOCAL USO AGRICOLA SECTOR PRIVADO

C. JORGE ARIEL VILLARREAL PANDURA

VOCAL USO AGRICOLA SECTOR EJIDAL

C. JOSE JESUS RUIZ BELTRAN

VOCAL USO PECUARIO

C. FRANCISCO J. VIELLEDENT

VOCAL INDUSTRIAL

ING. MARCO ANTONIO AHUMADA GUTIERREZ

VOCAL USO PÚBLICO URBANO

PROGRAMA DE GESTION DEL COMITÉ TECNICO DE AGUAS SUBTERRANEAS DEL ACUIFERO SAN JOSE DE GUAYMAS

PRESENTACION

Una respuesta del Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero San José de Guaymas, A.C. y el Consejo de Cuenca de los Ríos Yaqui-Mátape que ofrecen a los habitantes de la región, es el Programa de Gestión del Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero San José de Guaymas, el cual, tiene por objetivo la estabilización del Acuífero y su recuperación, con el fin de garantizar el suministro de agua tanto en calidad como en cantidad a sus usuarios, mejorando su calidad de vida.

Debido a que la demanda de agua es mayor que la oferta disponible, se registra una escasez de agua, por tal motivo se tiene que asegurar el equilibrio en el acuífero mediante la reducción del consumo, desperdicio y pérdida de agua en todos los usos.

Para el logro de tales objetivos, es necesaria la concurrencia de los tres órdenes de gobierno, la participación decidida de los usuarios del agua, organizaciones civiles, gremiales e instituciones de investigación.

A pesar de que en materia de aguas subterráneas los resultados se obtienen a mediano y largo plazo, este programa contiene acciones para un horizonte de 9 años, planteando 20 acciones enmarcadas en 5 directrices, de las cuales 2 directrices son para la gestión del Cotas y su consolidación financiera como una organización de usuarios del agua y las demás para lograr el equilibrio del agua en el acuífero. No puede omitirse que todas las acciones consideradas inducirán un cambio de actitud de los habitantes del acuífero con respecto al valor social, ambiental y económico del recurso hidráulico.

1.-INTRODUCCION

El Acuífero San José de Guaymas tiene actualmente un déficit en la disponibilidad de aguas subterráneas, lo cual es un grave problema para el abastecimiento seguro a los habitantes en la región del acuífero ya que es su única fuente de abasto.

Se publicó en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 28 de Octubre de 2009 la nueva disponibilidad de aguas subterráneas para el acuífero con un volumen de -14.15 Mm³ anuales, lo que se traduce en un importante abatimiento sobre todo a la parte cercana al estero El Rancho donde se han abatido la mayor parte de los aprovechamientos.

En la formulación del Programa de Gestión, se tuvieron presentes los siguientes principios:

- Un cambio en el enfoque para satisfacer las necesidades del recurso hídrico, pasando de uno basado en el incremento de la oferta, a otro orientado hacia la reducción de la demanda a través de un uso eficiente del agua.
- El almacenamiento subterráneo es un recurso finito y forma una autentica reserva estratégica que es necesario conservar.
- La participación de los usuarios y los representantes de las diversas instancias de gobierno involucradas son esenciales, desde la caracterización y jerarquización de los problemas, hasta la definición y ejecución de las acciones para resolverlos.
- En el sector público urbano impulsar acciones mediante la difusión de cultura del agua para disminuir el déficit en el suministro, tales como: la sustitución de regaderas de bajo flujo, inodoros de doble descarga y desarrollo de técnicas en el riego de jardines, así como disminuir las pérdidas en las líneas de conducción
- En el sector agrícola la promoción del uso de riego tecnificado lo cual ayudara en la productividad y la reducción de consumo de agua.

En el Programa de Gestión del acuífero se propone iniciar un proyecto de acuerdo para la explotación del agua, con el debido consenso de los usuarios, las instancias de gobierno y de la sociedad en general, para un uso eficiente del agua con el fin de proteger el recurso hídrico y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

En lo económico se busca que los costos de extracción de agua no encarezcan los costos totales de producción, propiciando la sustentabilidad a largo plazo, lo que se traducirá en una mayor captación económica.

Entre los beneficios de tipo social está el de proteger la salud de los habitantes de la zona, monitoreando la calidad de agua en el acuífero, vigilando el contenido de sales y otros minerales que puedan afectar en el consumo directo o en el uso agrícola y vigilar la descarga y tratamiento a los cuerpos receptores de aguas negras que se encuentran cerca del acuífero.

En el tema ambiental se pretenden realizar algunas obras de recarga que ayuden tanto en la recuperación de agua en el acuífero como en el incremento de vegetación propia de la región y beneficien la erosión del suelo.

Este programa es un instrumento orientador de las políticas y acciones en materia de manejo y cuidado del agua, que brinde congruencia y dirección a las acciones de gobierno y sociedad, que será actualizado periódicamente por las reflexiones de los ejecutores y la sociedad, para que de esta manera cumpla mejor su objetivo y logre un mayor impacto en el desarrollo y conservación de la región.

El programa contempla revisiones cada año o antes si se identifican nuevas variables que obliguen a una reflexión más profunda. Lo anterior también implica que conforme se vayan alcanzando las metas se podrán fijar nuevos objetivos cuyo único requisito será el ser congruentes con las directrices maestras, que son el espíritu de este programa, esto no limita la intervención de otros actores que deseen colaborar en este esfuerzo.

2.- ANTECEDENTES

El 30 de Agosto del 2000, se instalo el Consejo de Cuenca de los Ríos Yaqui-Matape, de conformidad con lo dispuesto con la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento. Para instrumentar, dar seguimiento y evaluar periódicamente los avances en la ejecución de las acciones y acuerdos del Consejo de Cuenca, se constituyo el Grupo de Seguimiento y Evaluación y el 17 de Febrero de 2004 se instalo la Comisión de Cuenca del Rio Matape. Desde la instalación del Consejo de Cuenca, en cada una de las reuniones del Grupo de Seguimiento y Evaluación y de la Comisión de Cuenca, sus integrantes han manifestado y reconocido el papel fundamental del agua en el desarrollo de la región, por lo que declaran:

- Que el agua es un bien de dominio público, vital, finito y vulnerable; con valor económico, social y ambiental; cuya preservación en cantidad y calidad, así como su uso sustentable, son tareas fundamentales del Estado y la sociedad.
- Que la gestión de los recursos hídricos debe llevarse a cabo en forma integrada y con la participación directa de los actores locales en las acciones así como en la toma de decisiones.
- Que el agua es un recurso cada vez más escaso, situación agravada por la presencia de una intensa y prolongada sequia.
- Que es necesario e impostergable promover el desarrollo de infraestructura para el aprovechamiento y control de inundaciones en la Cuenca del Rio Matape.

Para atender estos aspectos, el Grupo de Seguimiento y Evaluación integro la Comisión de Cuenca del Rio Matape con el propósito de formular un programa que integre la problemática y necesidades de infraestructura hidráulica de la Cuenca, la intrusión salina en acuíferos, contaminación por descargas agrícolas, industriales, pecuarias y municipales en la bahía de Guaymas, daños a comunidades por inundaciones, salinización de tierras agrícolas en el Distrito de Riego 084 Valle Empalme-Guaymas, la baja eficiencia de aprovechamiento del agua en las Unidades de Riego en la Cuenca, así como el deterioro en la Cuenca media y alta por efectos de la actividad ganadera.

Con fecha 10 de Agosto del año 2007 se instalo el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) del Acuífero San José de Guaymas, en la localidad de Guaymas, Sonora, como

órgano auxiliar del Consejo de Cuenca de los Ríos Yaqui-Matape, y con la finalidad de fortalecer su organización, se constituye como Asociación Civil el día 25 de Abril del año 2008.

El organismo de Cuenca Noroeste de la CNA acredita al COTAS del Acuífero San José de Guaymas, para que proporcione en beneficio de sus propios asociados y usuarios del acuífero y en el ámbito de su circunscripción geográfica, los siguientes servicios:

- Asesoría en la integración de expedientes,
- Recopilación y resguardo en las oficinas del COTAS; y
- Entrega y gestión de expedientes ante la ventanilla única del Organismo de Cuenca Noroeste de la propia CNA.

Acreditación otorgada por el Organismo de Cuenca Noroeste:



ORGANISMO DE CUENCA NOROESTE

Hermosillo, Sonora, 6 de octubre de 2009.

ACREDITACION

El Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) del Acuífero San José de Guaymas se instala el día 10 de agosto del año 2007, en la localidad de Guaymas, Sonora, como órgano auxiliar del Consejo de Cuenca de los ríos Yaqui - Matape, y con la finalidad de fortalecer su organización, se constituye como Asociación Civil el día 25 de abril del año 2008, según consta en la Escritura No. 11465 volumen 140 ante el Notario Público Número cuarenta y cuatro, Lic. Ramón de León García, de la Ciudad de Guaymas, Sonora.

Las funciones del COTAS del Acuífero San José de Guaymas, son aquellas que están contenidas en las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca y en su propia Acta Constitutiva, y expresamente están orientadas hacia actividades de gestión.

Por esta razón, el Organismo de Cuenca Noroeste de la CNA considera conveniente acreditar al COTAS del Acuífero San José de Guaymas, para que proporcione en beneficio de sus propios asociados y usuarios del acuífero y en el ámbito de su circunscripción geográfica, los siguientes servicios:

- Asesoría en la integración de expedientes,
- Recopilación y resguardo en las oficinas del COTAS; y
- Entrega y gestión de expedientes ante la Ventanilla Única del Organismo de Cuenca Noroeste de la propia CNA

La anterior acreditación, implica un beneficio de gestión, por lo que no se constituye como requisito adicional para lograr el ingreso directo de cualquier expediente ante la CNA.

El Organismo de Cuenca Noroeste de la CNA, extiende la presente **ACREDITACION** con fundamento en los artículos 12 Bis 6, fracción XII, artículo 13 Bis 1, inciso D párrafos primero y segundo y artículo 14 Bis fracción II de la Ley de Aguas Nacionales y 4 fracción III, 39 y 42 fracción II de las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca, y se reserva el derecho de dejarla sin efecto en el momento en que los juzgue conveniente.


ATENTAMENTE
EL DIRECTOR GENERAL
ING. FLORENCIO DIAZ ARMENTA

C. c. p. Ing. Sergio Soto Priante, Subdirector General de Infraestructura Hidroagrícola.
C. c. p. Lic. José Luis Torres Ortega, Gerente Nacional de Consejos de Cuenca
C. c. p. Archivo.

Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero San José de Guaymas, A.C.

Recursos económicos gestionados por el COTAS al Gobierno Federal y Estatal para su fortalecimiento y el cumplimiento de sus objetivos.

En el año 2008 se nos apoyo con \$800,000.00, 50% otorgado por el Gobierno Federal y 50% por el Gobierno Estatal, adquiridos mediante un convenio de coordinación y concertación.

Los recursos obtenidos por el Gobierno Federal se emplearon en: equipamiento de oficina y gastos administrativos.

Los recursos obtenidos por el Gobierno Estatal se emplearon en: la realización del estudio denominado "ESTUDIO DE EVALUACION GEOFISICA E HIDROGEOQUIMICA DEL AVANCE DE LA INTRUSION SALINA EN EL ACUIFERO DE SAN JOSE DE GUAYMAS, SONORA".

Objetivo general: Determinar el avance de intrusión salina en el Acuífero.

En el año 2009 se obtuvieron recursos por \$800,000.00, conformados en aportaciones iguales por el Gobierno Federal y Estatal.

Los recursos obtenidos por parte del Gobierno Federal se emplearon para gastos de oficina, capacitación y gastos administrativos.

El recurso obtenido por parte del Gobierno Estatal se empleo para la realización del estudio denominado: "ESTUDIO GEOHIDROLOGICO EN EL ACUIFERO SAN JOSE DE GUAYMAS, SONORA".

Objetivo general: Caracterizar las condiciones Geohidrológicas en el Acuífero de San José de Guaymas para determinar su disponibilidad, en función del balance de aguas subterráneas.

En los años 2010, 2011 y 2012 se obtuvieron recursos por \$400,000.00 anuales, conformado por aportación del Gobierno Federal, los cuales se emplearon para gastos administrativos, de oficina y capacitación.

3.- AMBITO DEL PROGRAMA

3.1.- LOCALIZACION

El acuífero San José de Guaymas, definido con la clave 2636 en el sistema de información geográfica para el manejo de agua subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la planicie costera del estado de Sonora, al norte del puerto de Guaymas, entre las

coordenadas geográficas 110° 47' 16.8" y 111° 11' 20.4" de longitud oeste, y 27° 55' 4.8" y 28° 19' 26.4" de latitud norte, cubriendo una superficie de 1214.27 Km² (IDEAS, 2009).

El acuífero San José de Guaymas limita al noroeste con el acuífero Sahuaral, al noreste con el acuífero Valle de Guaymas y al sur con el golfo de California.

El acuífero está rodeado por las sierras la Ventana y Santa Úrsula, al este; el Aguaje, las Pirinolas, la Navaja, y Navarro, al oeste; los cerros el Sapo y la Espuela, al norte; y el cerro del Vigía, al sur.

Las elevaciones topográficas en el acuífero no exceden los 850 m.s.n.m, presentándose amplias planicies con suave pendiente hacia el mar, frente a las que destacan cerros profundamente erosionados, colinas y bajas sierras rodeadas de conos aluviales muy tendidos.

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos
1	110	56	9.6	28	19	22.8
2	110	47	16.8	28	1	19.2
3	110	49	30.0	27	56	9.6
4	110	48	21.6	27	55	4.8
5	111	11	20.4	28	1	15.6
6	111	10	48	28	3	21.6
7	111	10	51.6	28	8	2.4
8	111	7	48	28	9	43.2
9	111	8	52.8	28	12	0.0
10	111	5	6.0	28	13	37.2
11	111	0	7.2	28	17	6.0
12	110	59	31.2	28	19	26.4
1	110	56	9.6	28	19	22.8

Poligonal que delimita al acuífero de San José de Guaymas, Sonora

3.2 POBLACION

Según datos obtenidos del INEGI 2010, el Ejido San José de Guaymas se divide en varias localidades que son: La Cuadrita, La Salvación, El Arroyo, Santa Clara y el cuadro Principal del Ejido dando un total de 3,544 habitantes de los cuales:

- 1,813 son de sexo masculino.
- 1,731 son de sexo femenino.
- 944 son menores de 18 años.
- 2,264 son mayores de 18 años.
- 336 son mayores de 60 años.

3.3 EDUCACION

Dentro del acuífero San José de Guaymas se encuentran ubicadas 4 pre-escolares, 4 primarias y 2 Telesecundarias.

- Población de 3 – 14 años: 39 no asisten a la escuela de un total de 330.
- Población de 15 – 24 años: 60 si asisten a la escuela de un total de 192.
- Población de 8 – 14 años: 3 son analfabetas.
- Población de 15 años y más: 48 son analfabetas.
- Población de 15 años y más: 62 no tienen escolaridad.
- Población de 15 años y más: 134 tienen primaria completa.
- Población de 15 años y más: 220 tienen secundaria completa.
- Población de 18 años y más: 113 con educación pos-básica.

(INEGI, 2010).

3.4 SALUD

Dentro del acuífero San José de Guaymas no se cuenta con ningún centro de salud o consultorio médico.

- Población sin derechohabencia a servicio de salud: 224.
- Población derechohabiente a servicios de salud: 862.
- Población derechohabiente IMSS: 485.
- Población derechohabiente ISSSTE: 10.
- Población derechohabiente ISSSTE Estatal: 27.
- Población derechohabiente Seguro Popular: 347.

(INEGI, 2010).

3.5 SOCIAL

Los siguientes datos proporcionados por el INEGI 2010 son del Cuadro Principal del Ejido San José de Guaymas.

- Viviendas particulares habitadas: 299.
- Viviendas particulares deshabitadas: 54.
- Viviendas particulares de uso temporal: 15.
- Ocupantes en viviendas particulares habitadas: 1076.
- Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas: 3.6.
- Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente a la tierra: 267.
- Viviendas particulares habitadas con piso de tierra: 32.
- Viviendas particulares habitadas con un dormitorio: 176.
- Viviendas particulares habitadas con 2 dormitorios y más: 123.
- Viviendas particulares habitadas con 3 cuartos y más: 147.
- Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje: 227.

3.6 ECOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE DE LA CUENCA DEL RIO MATAPE

Aspectos ecológicos

Los recursos naturales de la región, son muy importantes para el desarrollo económico de los habitantes, ya que a través de ellos se lleva a cabo el aprovechamiento integral de la flora y fauna, son también la base para el inicio de proyectos de diversificación con resultados a corto plazo, generando empleos e ingresos económicos a partir del usufructo de estos recursos.

En la actualidad existen alternativas viables para realizar un aprovechamiento planificado, destacando las siguientes opciones productivas:

- Aprovechamiento cinegético (cacería)
- Ecoturismo (visitas)
- Aprovechamiento comercial de otras especies (aves, reptiles, etc.)
- Producción de miel y cera

Estos aprovechamientos brindan oportunidades de desarrollo económico a los habitantes de la cuenca.

Vegetación

La vegetación característica en esta cuenca ha sufrido perturbaciones en su composición original por trabajos de desmontes con fines agrícolas y el establecimiento de praderas de temporal (Buffel).



La actividad forestal en la zona rural de la cuenca se reduce al corte de madera para la construcción de cercos, leña o rehabilitación de viviendas. No existen organizaciones que se dediquen a la explotación forestal intensiva a nivel comercial, sin embargo, el uso excesivo que se le da a este recurso ha sido una de las causas que han contribuido a la existencia de suelos descubiertos y a la erosión.

En la cuenca del Mátape, la diversidad de formas de vida de las especies es alta, predominan arbustos, suculentas, etc., además, la composición florística y la densidad vegetal son variables. Sin embargo, solo algunas especies se desarrollan por toda esta zona, como son: palo fierro, gobernadora y jobjoba (Flores, 2008).

Fauna

La fauna silvestre en esta cuenca ha sido perturbada en su hábitat natural, sobre todo la fauna mayor, debido al intenso tráfico vehicular y humano, las actividades agropecuarias y movimiento de maquinaria, así como por la cacería indiscriminada.

En razón de las condiciones de vegetación mencionadas, la fauna asociada a ella, hace que la zona de estudio posea una riqueza natural, su biodiversidad y sus diferentes

ecosistemas sirven de hogar para una gran variedad de especies. A continuación se presenta, por grupos un listado de las especies más sobresalientes reportadas para la cuenca.

Mamíferos	Aves	Reptiles
Coyotes	Paloma huilota	Falso coralillo
Rata canguro	Paloma aliblanca	Camaleón cornudo
Zorrillo	Gorriones	Víbora de cascabel
Mapache	Correcaminos	Cachora arborícola
Conejo	Tortolita	Huicos
Liebre	Cuervos	Cachoras
Gato montes	Cardenal	Culebras
Ardilla	Gorrión	Cachorones
Rata de campo	Jilguero	Chirriónera o chicotera
	Cenzontle	Tortuga
	Tapacamino	Monstruo de gila
	Aura común	Perritas
	Colibríes	
	Cuitlacoche	
	Paloma de collar	

(Flores, 2008)



Especies amenazadas o en peligro de extinción

Nombre común	Nombre científico	Estatus
Iguana	Sauromalus obesus	Amenazada, Endémica
Serpiente coralillo	Micruroides euryxanthus	Amenazada
Serpiente de cascabel	Crotalus spp	Protección especial

(Flores, 2008)



Ejido San José de Guaymas ubicado en la región del acuífero

El ejido San José de Guaymas se localiza dentro del municipio de Guaymas, Sonora, sus actividades productivas principales son la ganadería y la agricultura. En los últimos años estas actividades han sufrido una disminución notable debido a varios factores incluyendo la falta de agua y el gran crecimiento poblacional que han experimentado las ciudades vecinas de Guaymas y Empalme. Sin embargo, aun quedan áreas naturales de gran importancia ecológica y biológica dentro de los terrenos del Ejido San José, una de estas áreas es el Sahuaral en donde se encuentra un bosque de cardones (*Pachycereus pringlei*) adultos de aproximadamente 44 hectáreas, que da abrigo a una gran variedad de aves, mamíferos y reptiles, de los cuales al menos diez especies están listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de Marzo de 2002, en la cual se determinan las especies de flora y fauna silvestres nativas de México en riesgo, es decir, aquellas identificadas como probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial.

3.7 DATOS ECONOMICOS

- Población económicamente activa: 426.
- Población masculina económicamente activa: 323.
- Población femenina económicamente activa: 103.
- Población no económicamente activa: 414.
- Población masculina no económicamente activa: 115.
- Población femenina no económicamente activa: 299.

3.7.1 PRODUCCION AGRICOLA 2011

Datos obtenidos de SAGARPA de acuerdo a los usuarios que realizan el pago de siembra.

CULTIVO	SUPERFICIE SEMBRADA (Ha.)	SUPERFICIE COSECHADA (Ha.)	PRODUCCION OBTENIDA (TONELADA)
Alfalfa	68	68	848
Mango	7	7	91
Naranja	550	550	4800
Nopal	2	2	12
Zacate Buffel	17	17	28
Frijol	3	3	4.5
Maíz Grano	7	7	35
Sandía	5	5	175
Sorgo Forrajero	23	23	920
Tomate Saladette	1	1	30

3.8 MEDIOS DE COMUNICACIÓN (CAMINOS)

El acceso principal al acuífero y sus poblaciones los constituyen la carretera federal No. 15 en el tramo que comunica a las ciudades de Hermosillo, Guaymas y Empalme. La población se concentra en la Ciudad de Guaymas, así como en el Ejido San José de Guaymas y San Carlos Nuevo Guaymas.

3.9.- SITUACION ADMINISTRATIVA DEL ACUIFERO

El acuífero San José de Guaymas pertenece a la región hidrológica-Administrativa Noroeste. La parte Este de su territorio se encuentra dentro de la zona de veda de Guaymas cuyo decreto establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del Valle de Guaymas, Estado de Sonora, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de Diciembre de 1956. Por otro lado, la porción oeste del acuífero se encuentra dentro de la zona de veda Costa de Hermosillo, tercera ampliación, de modo que se encuentra sujeta a las disposiciones del “Decreto por medio del cual se amplía la zona de veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la Costa de Hermosillo, Sonora”. Que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de Junio de 1967 (IDEAS, 2009).

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, vigente para el año 2009, los municipios de Guaymas y Empalme, se ubican en la zona de disponibilidad 4. El usuario principal del agua es el sector agrícola, que conforman el Distrito de Riego 084, contiguo con el acuífero del Valle de Guaymas

El volumen de disponibilidad publicado en el año 2002 para el acuífero San José de Guaymas era de -14.72 mm³/año. Esta publicación fue realizada tomando como respaldo un estudio realizado en 1975 y con información escasa, por lo que es necesario realizar un estudio de actualización para evaluar con precisión el volumen disponible (IDEAS, 2009).

Recientemente fue publicada la nueva disponibilidad de aguas subterráneas para el acuífero en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 28 de Octubre de 2009, con un volumen de -14.15 Mm³ anuales, Sin embargo, el estudio de respaldo es el mismo que se utilizo para la publicación del 2002, dado que solamente se modificó el volumen concesionado de agua subterránea.

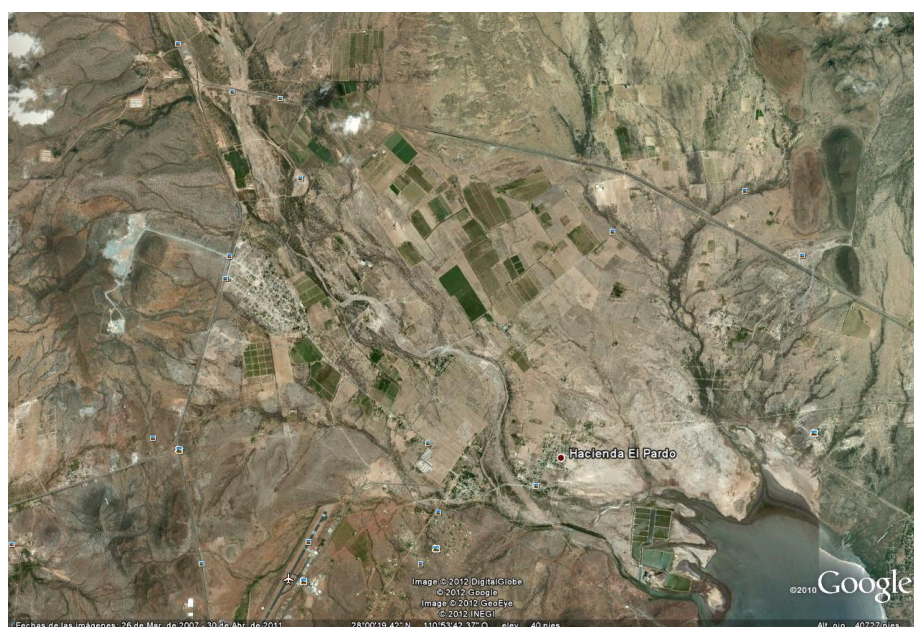
4.- FISIOGRAFIA DEL ACUIFERO

4.1.- PROVINCIA FISIOGRAFICA

El valle de San José de Guaymas se ubica en la Provincia Fisiográfica “Zona Desértica de Sonora” (Álvarez Jr., 1958).

Esta provincia fisiográfica forma una franja de 1400 km de largo, limitada al occidente por la Sierra Madre Occidental y al oriente por el Golfo de California.

El área en general es baja, ya que no excede los 1000 m sobre el nivel del mar, presentando amplias superficies planas con suave pendiente hacia el mar, frente a las que destacan “cerros profundamente erosionados, colinas y bajas sierras rodeados de conos aluviales muy tendidos” (CONAGUA, 2002).



4.2.- CLIMA

El clima imperante en la región es de tipo semidesértico y con lluvias deficientes en todas las estaciones del año. La temperatura media anual oscila entre 15° C y 30.5° C, presentándose la temperatura cálida de junio a septiembre (CONAGUA, 2002).

4.3.- PRECIPITACION MEDIA ANUAL

La precipitación media anual es de 320 mm, en tanto que la evaporación potencial media anual es del orden de 2600 mm, la cual representa ocho veces más es valor de la precipitación (CONAGUA, 2002).

En la región donde se ubica el acuífero San José de Guaymas el régimen pluvial presenta dos periodos de ocurrencia, uno de julio a septiembre correspondiente a la temporada de verano que es cuando se registran los valores más altos de lluvia, y el otro de precipitaciones invernales que abarca de diciembre a febrero, con precipitaciones menos significativas provocadas por los frentes fríos que afectan la región.

4.4.- TEMPERATURA MEDIA ANUAL

Considerando la información de la estación Empalme observatorio, la temperatura media anual en el acuífero es de 25.2 °C. La temperatura media anual máxima se registra en los meses de julio y agosto, con 31.3 °C Y 31.2 °C, respectivamente, mientras que las temperaturas medias mínimas anuales se presentan en los meses de diciembre y enero, con 17.7 °C Y 17.5 °C, respectivamente.

En cuanto a temperaturas extremas, la estación ha reportado una máxima de 46.9 °C en el mes de junio de 1980 y una mínima de -1.5 °C en enero de 1987.

4.5.- EVAPORACION

No se cuenta con datos de evaporación potencial en la estación de Empalme observatorio. Sin embargo, de acuerdo con los datos de la estación Francisco Márquez para el periodo de 2001 a 2007, el acuífero San José de Guaymas presenta una evaporación total promedio de 2,103.7 mm (IDEAS, 2009).

Es importante tomar con reserva esta información ya que solo se trata de 7 años incompletos, de los cuales solo se tienen datos en 34 de 84 meses del periodo 2001-2007, lo que representa un 40.5% de meses con datos en un registro corto de información.

4.6.- HIDROGRAFIA

El valle de San José de Guaymas se localiza en la porción sudoccidental del Estado de Sonora, pertenece a la Región Hidrológica No. 9, Sonora sur (CONAGUA, 2002).

La principal corriente de agua superficial la constituye el arroyo San José de Guaymas, que desemboca en el estero El Rancho. Su cuenca es de 100 km².

La cuenca del arroyo San José de Guaymas está limitada al norte, por la sierra Tinaja del Carmen, de 600 m de elevación; hacia el oeste se encuentra la sierra de la Perinola, con una elevación similar a la de Tinaja del Carmen; hacia el sur queda limitada por el cerro del Vigía, de 400 m sobre el nivel del mar; y por el estero o Rancho o Laguna de Empalme.



4.7.- GEOMORFOLOGIA

La morfología está representada por relieves topográficos de pendiente fuerte sin llegar a ser abruptas, como en la cuenca del Valle de Guaymas. El drenaje del arroyo de San José de Guaymas es dendrítico, siendo su principal afluente el arroyo del Tigre, el cual confluye al de San José, a la altura del rancho El Valiente, donde se unen para formar un solo arroyo hasta desembocar en el estero del Rancho.

Los principales límites hidrográficos del acuífero están representados por la sierra Santa Úrsula y por la sierra el Aguaje. Geomorfológicamente estas dos principales formas fisiográficas son consideradas como montaña alta con piedemonte metaestable, las cuales están bordeadas por lomerío volcánico y lomerío sedimentario con piedemonte metaestable y estable. La zona del valle de San José de Guaymas corresponde con planicie aluvial y de forma intermitente ocurren lomeríos aislados rocosos y de sedimentos que por lo general cuentan con piedemonte estable (IDEAS, 2009).

De acuerdo a la carta de unidades geomorfológicas de México (Lugo, 1990) en el acuífero San José de Guaymas se presentan diferentes formas, donde predominan principalmente las planicies y las montañas altas.

5.- GEOLOGIA

5.1.- ESTRATIGRAFIA

La secuencia estratigráfica de las rocas que afloran en el área, forma una columna cuyas edades abarcan desde el Mesozoico hasta el Reciente. Esta columna está formada por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. De éstas, las sedimentarias pertenecientes al Cuaternario ocupan la mayor superficie de la cuenca, correspondiendo a las rocas ígneas del complemento de esta superficie.

Por lo que respecta a las rocas metamórficas, éstas solo afloran en los bordes de los cuerpos intrusivos en franjas no cartografiadas (CONAGUA, 2002).

5.2.- MESOZOICO

Las unidades de rocas mesozoicas que afloran dentro de la cuenca del arroyo San José de Guaymas, corresponden a la parte final de la Era Mesozoica, o sea, quedan ubicadas en el período Cretácico. Dentro de este período, a la parte inferior corresponden probablemente las rocas intrusivas y a la parte superior las extrusivas.

Granito. Dentro del área de estudio, estas rocas son las de mayor antigüedad, ya que su edad se remonta probablemente a principios del período Cretácico. Los actuales afloramientos expuestos, representan el remanente de erosión de colosales masas que intrusaron a sedimentos paleozoicos.

Estas enormes masas, fueron primeramente afalladas y después sujetas a un intenso tectonismo que produjo la formación de bloques. La erosión de épocas posteriores redujo a formas menores su expresión morfológica y más tarde, las rocas extrusivas cubrieron la mayor parte de ellas. Es por esto, que los afloramientos actuales se encuentran muy dispersos y cubriendo superficies reducidas.

Andesitas. Casi contemporáneas al granito, fueron emitidas probablemente por fracturas muy profundas emplazadas en la cabecera de la cuenca durante el Cretácico, las lavas andesíticas que representan las rocas extrusivas más antiguas dentro del valle de San José de Guaymas.

Estas rocas se encuentran aflorando únicamente en el extremo Norte de la cuenca, formando la Cordillera del Carrizal. Las andesíticas son de Hornblenda y Augita de color rosa a gris verdoso en estructuras masivas fracturadas. Sobreyacen en esta sierra a las rocas graníticas descritas anteriormente (CONAGUA, 2002).

5.3.- TERCIARIO

Dentro del valle, las rocas correspondientes al período Terciario, están representadas por rocas ígneas y sedimentarias. Por lo que respecta a las rocas ígneas, éstas son de tipo extrusivo ya que este período es característico en la provincia de la Sierra Madre Occidental de una fuerte actividad volcánica que formó importantes sierras y cordilleras. Estas grandes estructuras están formadas de lavas ácidas y básicas con sus correspondientes emisiones de piroclásticos que ocupan extensas superficies.

Las rocas sedimentarias de este período, corresponden a conglomerados continentales producto de la erosión de las extrusivas anteriores.

Andesitas, Riolitas y Alternancia de Tobas y Derrames Basáltico-andesíticos. Entre los derrames volcánicos, las rocas de este grupo, son las que cubren la mayor superficie de la cuenca, estando distribuidas en ella de la siguiente forma: en la porción occidental se encuentran formando la parte alta de la Sierra de la Ventana, La Sierra de Santa Úrsula, la Sierra de la Pasión, la Sierra de la Perinola al Oeste del Valle de San José de Guaymas, el Cerro del Vigía al Norte de la Ciudad de Guaymas, el Cerro Picacho de San Rafael y los Cabos e islas situados al Sur de la misma.

Las rocas pertenecientes a este grupo muestran un sistema de fallas y fracturas, cuyo rumbo preferencial es Norte - Sur. Los planos de pseudostratificación o inclinación de los derrames están inclinados hacia el Valle de San José.

Tobas pumíticas y aluviales con intercalaciones de caliche. Los afloramientos de estos depósitos de origen volcánico y aluvial, se encuentran predominantemente distribuidos. Al Oeste del Valle de San José de Guaymas, en la falda de la Sierra de la Perinola y fuertemente disectados por arroyos, se encuentran expuestos estos depósitos cubriendo a rocas andesíticas y en discordancia erosional a los granitos Cretácicos.

Conglomerado de clásticos volcánicos y alternancia de areniscas y limos de color verde rojizo, con capas delgadas de caliche. Conglomerado Báucarit. Para terminar con los afloramientos de rocas Terciarias se citarán dentro de este grupo, a las rocas sedimentarias. Estas rocas se encuentran constituyendo el Conglomerado Báucarit. Dicho conglomerado consiste de clásticos volcánicos y alternancias de areniscas y limos de color café rojizo, con capas delgadas de caliche. Los afloramientos correspondientes a esta unidad afloran en superficies importantes al Noroccidente del área, formando la Sierra de la Ranchería y en afloramientos de menores proporciones en el extremo Noroccidental del Valle de San José (CONAGUA, 2002).

5.4.- CUATERNARIO

Boleos, gravas, arenas, limos y arcillas. Esta unidad constituye desde el punto de vista del estudio geohidrológico que se realiza, la unidad geológica más importante del área, ya que en ella se aloja el principal sistema acuífero de la cuenca.

Los sedimentos correspondientes a este período, se encuentran formando la mayor superficie de afloramientos de la zona estudiada. Consisten en sedimentos clásticos no consolidados, como boleos, gravas, arenas, arcillas y limos, derivados de las formaciones geológicas preexistentes que han sido erosionadas, siendo transportados y depositados por corrientes fluviales en las antiguas depresiones que actualmente constituyen el valle de San José de Guaymas. Forman por tanto la planicie aluvial y fluvial de la cuenca, pudiéndose distinguir en ella, diversas estructuras secundarias, como conos aluviales, llanuras de inundación, dunas, barras, etc.

La depositación de estos materiales se inició en el Pleistoceno y continúa en el Reciente, habiéndose acumulado en este tiempo espesores promedio de 160 metros (CONAGUA, 2002).

5.5.- GEOLOGIA DEL SUBSUELO

En el año de 1975, la S.A.R.H. llevó a cabo el estudio geohidrológico (Interpretación de datos y determinación del potencial actual del acuífero en la Costa de Guaymas, Son.) en la zona de San José de Guaymas, a través de la compañía Técnicas Modernas de Ingeniería, S. A., (TMI). Como parte de este estudio, se realizaron sondeos eléctricos verticales. A continuación se detallan las conclusiones.

En este valle la información sobre geología del subsuelo es muy escasa; se restringe a solo 4 pozos de exploración, perforados por la S.A.R.H. en 1968. Estos pozos son: PGO-16, PGB-17, PGB-18 y PGB-19.

Desafortunadamente de estos cuatro pozos, solo fue posible lograr la identificación en el campo del primero de los pozos mencionados (PGO-16); no obstante, la información de las tres exploraciones restantes sirvieron para conocer regionalmente la geología del subsuelo en este valle.

Esta exploración (PGO-16) fue utilizada, como pozo de calibración en los sondeos geoelectrónicos realizados en el valle, para su interpretación correspondiente. Con estos sondeos se formaron tres perfiles, a partir de los cuales y de las exploraciones directas mencionadas, la geología del subsuelo del valle de San José puede describirse como sigue: Existe un depósito de aproximadamente 115 m de espesor de materiales de relleno, formados por una alternante de gravas, arenas y arcillas, que sobreyacen a una capa cuyo espesor medio es del orden de 20 m, formada por arcilla verde con fósiles marinos. Por debajo de esta capa arcillosa, según el corte litológico del pozo PGO-16, existe un cuerpo de gravas y arcillas cuyo espesor reportado es de cuando menos 120m. Sin embargo, los cortes litológicos de los pozos de exploración PGB-17, PGB-18 y PGB-19, consignan en la parte final de su desarrollo la existencia de un cuerpo de conglomerado (CONAGUA, 2002).

6.- HIDROGEOLOGIA

6.1.- TIPO DE ACUIFERO

El acuífero San José de Guaymas ocupa un área de 1214.27 km², su zona de captación tiene una extensión de 1214.27 km². El acuífero se forma por depósitos cuaternarios que constituyen un acuífero de medios granulares que regionalmente funciona como acuífero libre. Aunque se cuenta con poca información sobre la “arcilla azul”, es de esperarse, según el pozo de exploración PGO-16 y los sondeos geoeléctricos realizados, que este cuerpo se extienda por debajo del valle, separando dos depósitos de materiales granulares (CONAGUA, 2002).

6.2.- PARAMETROS HIDRAULICOS

Las pruebas de bombeo permiten determinar las propiedades hidráulicas de un acuífero: transmisividad, coeficiente de almacenamiento, gasto específico, etc.

En su estudio (1975), la empresa TMI llevó a cabo doce pruebas de bombeo de corta duración.

La mayoría de estas fueron realizadas en norias, poco profundas, por lo que es probable que los coeficientes de transmisividad sean representativos de la capacidad superior de los rellenos, y no de la totalidad de su espesor.

Siete de las pruebas se interpretaron con el método de Papadopulus, tres con el de Hantush, una con el de Jacob y otra no fue interpretable por ningún método. Una de las pruebas se realizó con etapas de abatimiento y recuperación, las restantes solo dentro de la etapa de recuperación.

De las pruebas se observa que la transmisividad varía entre $5.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ y $1.5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, aumentando de aguas abajo hacia aguas arriba. El coeficiente de almacenamiento varía entre 0.12 y 0.15 (CONAGUA, 2002).

6.3.- PIEZOMETRIA

La definición de áreas de recarga y descarga, y consecuentemente trayectorias de flujo de agua subterránea, puede ser lograda mediante diversos indicadores. Uno de ellos es la medición de los niveles piezométricos por medio de los cuales no solo es posible identificar estas zonas sino también componentes verticales de flujo subterráneo, ascendentes y descendentes.

Para el acuífero San José de Guaymas, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) cuenta con una red piezométrica que opera desde 1995 y hasta la fecha realiza a cabo campañas anuales para la medición de niveles, presentando información de 1995 a 1997 y del 2000 al 2009, siendo la información de los últimos años la más completa. En el acuífero se ha tomado información piezométrica desde 1975, sin embargo no se cuenta con esas bases de datos y además, la nomenclatura actual de los pozos ha cambiado por lo que es difícil establecer una correlación con las bases de datos actuales.

Para obtener las curvas de isovalores de profundidad y elevación del nivel estático, se utilizó la información generada en el presente estudio “**Estudio geohidrológico en el acuífero San José de Guaymas**” (IDEAS, 2009), donde se midió la profundidad al nivel estático en 101 aprovechamientos, dando preferencia a los pertenecientes a la red piezométrica establecida por la CONAGUA.

De las 101 captaciones de aguas subterráneas visitadas, fue posible medir el nivel estático de 92, ya que 3 se encontraban funcionando y 6 no presentaban las condiciones necesarias para realizar la medición debido a que no presentan orificio para introducir la sonda o esta se atora (IDEAS, 2009).

6.3.1.- PROFUNDIDAD NIVEL ESTÁTICO “Estudio Geohidrológico en el Acuífero San José de Guaymas” (IDEAS, 2009).

Para el acuífero San José de Guaymas se cuenta con una base de datos de nivel estático con información de los años 1995, 1996, 1997, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009. En la elaboración de los planos de evolución de la profundidad y elevación del nivel estático, se tomaron solo los aprovechamientos que presentan datos para los años 1995, 1997, 2000, 2003, 2006 y 2009, los cuales se concentran en la parte sureste del acuífero.

De acuerdo a las mediciones realizadas en el presente estudio, actualmente las mayores profundidades al nivel estático se encuentran en la parte norte del acuífero, y las menores hacia el sur. La mayor profundidad se encontró a 82.16 m, en el predio La Zorra ubicado a 27 Km al noroeste de la población de San José de Guaymas; y la menor a 4.2 m, registrada en el predio El Presidio a 5 Km al noreste del mismo poblado.

La evolución de la profundidad al nivel estático se mantiene estable en los años considerados. Su profundidad varía entre 6 y 36.72 m, donde las mayores se localizan hacia la parte norte de San José de Guaymas, y disminuyen al sur, rumbo al golfo de California.



6.4.- HIDROGEOQUIMICA Y CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA

“Estudio de evaluación geofísica e hidrogeoquímica del avance de la intrusión salina en el acuífero de San José de Guaymas” (González, 2008).

Se seleccionaron los aprovechamientos de la base universal registrada oficialmente en el padrón REPGA. Considerando los resultados del censo de aprovechamientos realizado por este estudio y los resultados de estudios previos.



Localización de pozos analizados de San José de Guaymas (González, 2008)

De las 39 muestras colectadas de pozos para la medición de los parámetros de campo, solamente a 29 se le realizaron los análisis de laboratorio.

Los resultados de análisis de las muestras de agua muestran el avance de la intrusión salina en el acuífero de San José de Guaymas.

Salinidad del agua. Los pozos que se encuentran con el indicador de color verde cuentan con una calidad de agua aceptable, donde el agua de los acuíferos que abastecen a esos pozos se encuentra dulce, ya que su salinidad fluctúa entre los 0.29 a 0.45 partes por mil (g/L). Los indicadores amarillos, representan las concentraciones de salinidad encontradas en estos pozos van de los 0.68 a 1.13 partes por mil (g/L). Mientras que los pozos que están señalados en color rojo, indican los acuíferos que presentan una intrusión salina fuerte, encontrando concentraciones de 5.28 a 1.57 partes por mil (g/L) de salinidad.

Finalmente se puede observar claramente como los pozos afectados, con intrusión salina, son los que se localizan a menor distancia del mar, mientras que los pozos que se encuentran más alejados del mar, presentan niveles de calidad de agua aceptables.

Temperatura. Las temperaturas máximas reportadas, fueron del pozo 37 y el pozo SN1 con 36.46°C y 36.07°C respectivamente, así como la temperatura mínima reportada fue del pozo 58 con 20.41°C.

Sólidos Disueltos Totales (SDT). Indican la presencia de materia disuelta en el agua y no es específica para una sustancia determinada. Presentándose niveles superiores a los 4000 mg/L, donde el nivel más alto registrado es de 6090 mg/L en el pozo 97. Las concentraciones intermedias se encuentran en el orden de los 3000 mg/L como los pozos SN3, 101, 34 y 35.

Finalmente la zona con los niveles más bajos presenta concentraciones por debajo de los 1500 mg/L, teniendo el pozo 37 con 400 mg/L con el registro más bajo para este análisis (González, 2008).

Oxígeno Disuelto (OD). Produce un medio oxidante y juega un papel de gran importancia en la solubilización o insolubilización de iones que cambian con facilidad de estado de oxidación así como en la actividad de los microorganismos. La concentración a saturación del oxígeno en el agua en contacto con el aire es del orden de 10 mg/L. Los resultados obtenidos no presentan mucha variación entre sí, encontrando los valores mínimos el pozo SN1 con 5.11 mg/L, mientras que la concentración más alta es de 9.62 mg/L en el pozo 58 (González, 2008).

Potencial de Hidrogeno (pH). Es el indicador de la acidez o alcalinidad, básicamente del pH depende que los nutrientes sean aprovechados por las plantas. El rango normal de un agua utilizada para riego es de 6.5 a 8.0. En el acuífero los valores de pH van desde 6.60 a 7.98 (González, 2008).

Calcio (Ca⁺²). Proviene de casi todo tipo de suelos y de rocas, pero especialmente de calizas, dolomitas y yeso. El principal problema de presencia de calcio en agua en concentraciones elevadas, es que fácilmente se puede incrustar en tuberías y ademas de los pozos. Los resultados de laboratorio muestran que las concentraciones elevadas de calcio se encuentran en la zona de entrada del frente de intrusión salina, y conforme se va alejando del frente de intrusión, las concentraciones de Calcio van disminuyendo. Presentando las concentraciones elevadas entre los 640 y 904 mg/L de Calcio para los pozos 92 y 91 respectivamente, concentraciones medias de 312 a 440 mg/L en los pozos 101 y 189 respectivamente, y finalmente las concentraciones más bajas se localizan en la zona más alejada del mar, presentando un rango de 14.4 a 200 mg/L en los pozos 37 y 38 proporcionalmente (González, 2008).

Magnesio (Mg⁺²). Al igual que el calcio, el magnesio se encuentra ampliamente distribuido en suelos y rocas, pero provenientes de la dolomita, y en altas concentraciones provoca incrustaciones en tuberías. Los resultados obtenidos para magnesio en los pozos 145 y 97

se puede distinguir claramente la zona donde los niveles de magnesio se encuentran elevados en un rango correspondiente de 163.2 a 271.2 mg/L respectivamente, en los pozos 35 y 92 se observa la fase intermedia de concentración de magnesio con valores de 88.8 y 126.6 mg/L respectivamente, mientras tanto las concentraciones más bajas están en el rango de los 3.8 a los 64.8 mg/L para los pozos SN1 y 38 respectivamente (González, 2008).

Sodio (Na^+). Al encontrarse en forma natural en suelos y rocas, éste mineral se disuelve fácilmente al pasar el agua por las formaciones geológicas, sin embargo, también provienen de salmueras y agua de mar. La presencia de este mineral en concentraciones elevadas y combinado con los iones cloruros resulta ser tóxico para la mayoría de los cultivos. Al interpretar el mapa referente al sodio presente en los acuíferos de San José de Guaymas, se tiene una zona de alta de concentración para sodio de 250 a 500 mg/L con pozos como el 34, 35, 38, 91, 92, 97, 101, 145, 189, 196 y SN3. Se presenta una zona de concentración media en el orden de los 200 mg/L como en el pozo 45 y 74, teniendo además, dentro de esta zona los pozos 75 y 85 con concentraciones de sodio ligeramente por encima de los 100 mg/L. Finalmente se tienen consideradas como concentraciones bajas las que se encuentran por debajo de los 100 mg/L, tal es el caso de los pozos 37, 56, 58, 86, 110, 117 y SN1 (González, 2008).

Potasio (K^+). La fuente principal de potasio proviene de la disolución de la mayoría de las rocas y suelos. La presencia de potasio en el agua es esencial para la nutrición de las plantas, sin embargo en grandes concentraciones y al combinarse con el ion cloruro produce un sabor desagradable. Se encontraron los niveles más bajos en los pozos 37, 56, 58, 86, 110, 117, SN1, SN3 y presentando 3.9 mg/L hasta un nivel de 7.80 mg/L en los pozos 92 y 196. En cuanto al nivel de concentración media, éste se encuentra en el orden de los 15 mg/L (pozos 34, 35 y 38), mientras que los niveles más altos para potasio van de los 11.7 (pozos 85 y 75) a los 27.4 mg/L (pozos 91, 97 y 145) (González, 2008).

Carbonato (CO_3^{-2}). Son iones de sales que provienen de minerales tales como la calcita, aragonita o dolomita. Los carbonatos son muy poco solubles en agua, es por ello que no se detecta presencia de ellos en los análisis de las muestras (González, 2008).

Bicarbonato (HCO_3^{-1}). Al igual que los carbonatos, los bicarbonatos provienen de la calcita, aragonita o dolomita. Sin embargo, los bicarbonatos si son solubles en agua e interviene en la precipitación de los iones de calcio y magnesio formando las respectivas sales, por tal propiedad es visible la presencia de bicarbonatos en las muestras analizadas. Los resultados muestran dos pozos con concentraciones altas, una de 323.3 mg/L para el pozo 35 y 390.4 mg/L en el pozo 85, en tanto que los valores intermedios fluctúan de los 240 a los 280 mg/L, y finalmente los concentraciones más bajas se encuentran por debajo de los 230 mg/L (González, 2008).

Cloruro (Cl^{-1}). Proviene de la disolución de rocas y suelos, en especial de evaporitas. A grandes concentraciones de este elemento aumenta el poder corrosivo del agua y al

combinarse con el sodio, da un sabor salado. En cuanto a los resultados obtenidos, se tiene una zona con concentración alta que supera los 1200 mg/L alcanzando la máxima concentración en el pozo 97 (3350.30 mg/L), la fase intermedia se encuentra en el orden de los 1000 mg/L y los niveles más bajos inferiores a los 800 mg/L, registrándose un mínimo de 42.9 mg/L en los pozos 37, 58 y SN1 (González, 2008).

Sulfatos (SO_4^{-2}). Proviene de la disolución de suelos y rocas que contienen yesos, hierro y compuestos sulfurosos procedentes de las rocas volcánicas. Se encontraron dos zonas sulfatadas localizadas en el centro de la zona de estudio del Valle de San José de Guaymas, de las cuales una zona proviene de la misma intrusión salina resultante del agua de mar, con concentraciones de los 120 a los 205 mg/L, tal es el caso de los pozos 45 y 34 con 125.6 y 205.3 mg/L respectivamente, mientras que la otra zona sulfatada tiene como fuente corrientes de agua dulce, la cual cuenta con un promedio de 100 mg/L, dentro de este rango se tiene los pozos 38, 91 y 101, mientras que las zonas de baja concentraciones se localizan en la zona más alejada del mar, con niveles por debajo de 80.0 mg/L, registrándose la concentración más baja en el pozo SN1 con 9.1 mg/L (González, 2008).

Fluoruro (F^{-1}). Se encuentra diseminado en cantidades muy pequeñas, en casi todo tipo de rocas y suelos. Teniendo como resultado presencia de fluoruro en un 60% de la zona de estudio, ya que el ion flúor forma parte de los constituyentes naturales del agua de mar, las concentraciones más altas se encuentran en el orden de 1.0 mg/L, teniendo dentro de este rango a los pozos 34, 37, 45, 86, 92, 189, SN1 y SN3, las concentraciones medias fluctúan en el orden de 0.70 mg/L, en este rango se encuentran los pozos 35, 38, 74, 75, 85, 91, 97, 101, 110, 117, 145 y 196. En cuanto a las concentraciones más bajas están en y por debajo de los 0.5 mg/L encontrándose los pozos 56 y 58 en este rango de concentraciones (González, 2008).

Bromuro (Br^{-1}). La intrusión marina se puede detectar e identificar utilizando análisis físico-químicos, especialmente con iones como los bromuros. Se tiene que las concentraciones menores se localizan al norte de la zona de estudio, es decir, la zona más alejada de la costa, presentando niveles de concentración que van desde 0.00 hasta 3.00 mg/L. La menor concentración encontrada fue de 0.28 mg/L de bromuros en el pozo identificado como SN1. Otros pozos que también presentan niveles bajos son los pozos 37, 56, 58, 75, 85, 86, 117 y SN3, encontrándose todos ellos con una calidad de agua propia de un acuífero de agua dulce.

Las concentraciones medias de bromuro se encuentran en un rango que va de los 3.01 a los 6.00 mg/L de bromuros, presentándose en esta zona el pozo 45 con 3.08 mg/L y otros pozos como el 34, 35, 38, 74, 101, 189 y 196 que también se encuentran dentro del rango de concentraciones medias.

La zona con niveles de bromuros más altos, se encuentran dentro del rango de 6.01 a 10.34 mg/L. Se localizan en esta zona los pozos ubicados próximos a la línea de costa, lo que los hace más susceptibles a presentar problemas de intrusión salina. Los pozos

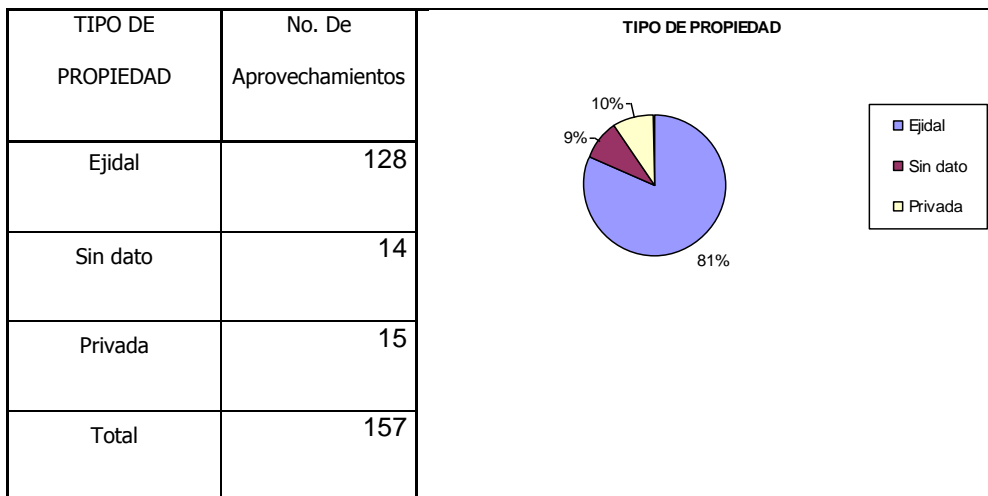
encontrados dentro de este rango son el pozo 91, 92, 145 y 97, presentando este ultimo la concentración más alta de toda la zona de estudio con un valor de 10.34 mg/L, correspondiendo al pozo con la mayor intrusión salina (González, 2008).

7.- CENSO DE APROVECHAMIENTOS

De acuerdo al estudio “Evaluación geofísica e hidrogeoquímica del avance de la intrusión salina en el acuífero San José de Guaymas” (González, 2008) se analizo la información existente derivada de censos de aprovechamientos subterráneos, del Registro Público de los Derechos de Agua (REPDA) y con la que cuentan los organismos operadores de agua potable y otras oficinas, para disponer de información previa sobre el número de aprovechamientos existentes y sobre mediciones piezométricas previas, así como la información disponible del volumen de extracción de agua subterránea y sus usos.

Lo anterior se complementó con recorridos de campo, para la identificación y verificación de los aprovechamientos inventariados con anterioridad, incorporando al inventario aquellos que no se encontraron incluidos.

Con base en los resultados obtenidos en el censo, la cantidad de aprovechamientos subterráneos inventariados fue de 157, de la cual 119 están activos y 37 están inactivos algunos de forma temporal y otros de forma definitiva, la información obtenida en campo indica que el tipo de propiedad Ejidal predomina con un 81% de 157 pozos inventariados.



Se encontró que de los 157 pozos 113 se usan para la agricultura, predominando en esta zona 76 pozos para riego de cítricos, seguida de 9 pozos para hortalizas, y 5 pozos para la siembra de alfalfa y calabaza italiana entre otros (González, 2008).

8.- BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS

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 (IDEAS, 2009).

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

Entradas (E) – Salidas (S) = Cambio de almacenamiento (IDEAS, 2009).

8.1.- ENTRADAS

La recarga total que recibe el acuífero ocurre por tres procesos naturales principales: por infiltración de agua de lluvia en el valle, por infiltración de los escurrimientos de arroyos principales, que en conjunto se consideran como recarga vertical, y por flujo subterráneo.

De manera inducida, la infiltración de los excedentes del agua destinada al uso agrícola, que representa la ineficiencia en la aplicación del riego en la parcela; y del agua residual de las descargas urbanas, constituyen otra fuente de recarga al acuífero.

8.2.- SALIDAS

La descarga del acuífero ocurre principalmente por bombeo y por salidas por flujo horizontal. No se presenta descarga por evapotranspiración, ni por flujo base. El valor de la extracción por bombeo es de 15.0 hm³/año.

8.3.- DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-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:

$$\text{DAS} = \text{Rt} - \text{DNCOM} - \text{VCAS}$$

Donde:

DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea en la unidad hidrogeológica.

Rt = Recarga total media anual.

DNCOM = Descarga natural comprometida.

VCAS = Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA. (IDEAS, 2009)

8.3.1.- RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL

La recarga total media anual que recibe el acuífero (Rt), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, tanto en forma de recarga natural como inducida. Para este caso, su valor es de 19.5 hm³/año (19,540,699 m³ anuales) (IDEAS, 2009).

8.3.2.- DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA

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. De este modo, se considera como descarga natural comprometida un volumen de 4.1 hm³ anuales (4,120,941 m³/año) (IDEAS, 2009).

8.3.3.- VOLUMEN CONCESIONADO DE AGUAS SUBTERRANEAS

El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), de la Subdirección General de Administración del Agua, con fecha de corte al 31 de marzo de 2009, es de 18,381,336.14m³ anuales (18.38 hm³/año).

8.3.4.- DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRANEAS

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.

$$DAS = 19.540699 - 4.120941 - 18.381336$$

$$DAS = -2.961578 \text{ hm}^3 / \text{año}$$

La cifra indica que existe un déficit de -2,961,578 hm³ anuales. (IDEAS, 2009)

9.- SITUACION DESEADA DEL ACUIFERO

El objetivo superior del programa de gestión del COTAS del acuífero de San José de Guaymas es lograr la estabilización y recuperación, entendiéndose al agua como un insumo indispensable y necesario para garantizar el desarrollo económico y poblacional del Acuífero y para ello es necesario garantizar el abasto del preciado líquido a las generaciones futuras.

A) ESTABILIZACION DEL ACUIFERO

Se planea obtenerla de manera gradual en un plazo de 9 años, por lo que es necesario que a esa fecha se equilibrasen las entradas y salidas al sistema para todo el acuífero, y en promedio el minado de su almacenamiento, al igual que los abatimientos de los niveles estáticos tiendan a cero.

B) USO EFICIENTE DEL AGUA, PRINCIPALMENTE EN EL USO AGRICOLA

- En el uso agrícola (95%), promover la implantación de sistemas de riego presurizados, goteo y el uso de invernaderos, mediante platicas de empresas especializadas en infraestructura hidráulica, las cuales proporcionarían información a los usuarios sobre las acciones más efectivas a seguir para tecnificar el riego, lo cual los beneficiaría en el ahorro de energía eléctrica, disminución del volumen de extracción de agua y aumento en la productividad agrícola. Por otra parte, gestionar apoyos económicos con dependencias tales como: CONAGUA, SAGARPA, FIRA y FIRCO, por medio de un proyecto de tecnificación de riego, en el cual se pretende involucrar a los usuarios, COTAS y las dependencias que ofrecen el apoyo, obteniendo con esto un beneficio para los involucrados en el proyecto. Para ello se recopilará información del equipo que se utiliza actualmente, tipo de cultivo y superficie de riego, para así definir cuáles son sus necesidades. Lo que se desea lograr es aplicar al cultivo el agua que requiere en cantidad, calidad y oportunidad, mejorar la producción con el uso adecuado y eficiente del agua, evitando así los desperdicios.



- En el uso público urbano, por medio de la realización de campañas de cultura del agua para el ahorro y uso racional del mismo, la cual se realizará con la instalación de espacios destinados a inducir a la población que hagan conciencia sobre la problemática del agua, con apoyo de material audiovisual y personal capacitado para la difusión de la cultura del agua y la instalación de medidores.

Fomentar la instalación de medidores en los pozos de agua potable concesionados a la Comisión Estatal del Agua, para ello se realizará una reunión con el responsable del organismo operador para identificar las causas por las cuales no están instalados los medidores, posteriormente realizar reuniones con las partes involucradas en el acuífero (CONAGUA, Municipio, CEA y COTAS), exponiendo la problemática y buscar la manera más viable de instalar los medidores y así llevar un control de los volúmenes extraídos por el organismo operador.

Llegar a un acuerdo con el Municipio, CEA y CONAGUA para que no dejen correr las aguas residuales, ya que se tiene el problema de que cuando la laguna de oxidación que se ubica dentro del acuífero llega a su máxima capacidad, las aguas negras corren por uno de los arroyos, afectando a la salud de los usuarios y contaminando la flora, fauna y agua subterránea del acuífero.

Con estas acciones se podrá reducir el abatimiento de agua potable en un 15%.

- En el uso industrial es mínima la extracción, se contempla que seguirá igual el volumen y si hay un incremento no será muy significativo, para ello se verificara que los usuarios no excedan el volumen que tienen destinado para dicho uso.
- En el uso de abrevaderos la cantidad de extracción es mínima (1.5%) su tendencia se contempla que prevalecerá igual y para el caso de un incremento este no se considera muy significativo. En este caso se pretende realizar programas de cosecha de agua de lluvia, retener el agua de lluvia con piedras acomodadas en zonas permeables lo cual favorecerá a la infiltración de agua, otra acción a seguir es reforestar en zonas donde no se realice ninguna actividad, esto ayudara a mejorar la fertilidad de la tierra y absorber el agua durante la temporada de lluvias.

C) INCREMENTO DE RECARGA

El incremento de la recarga hacia el acuífero se pretende lograr paulatinamente, mediante programas que fomenten el cuidado del recurso, con el fin de que los usuarios hagan conciencia sobre el cuidado y el uso del agua, no excediendo el límite de sus volúmenes concesionados, utilizando riegos tecnificados y modernizar los cultivos hacia los que demandan menor cantidad de agua y tengan rentabilidad.

10.- DIRECTRICES Y ACCIONES DEL PROGRAMA

Dos son las políticas centrales de este programa de gestión del COTAS del acuífero San José de Guaymas, por un lado se tiene como objetivo consolidar al COTAS financieramente para una mejor operación y por otro lado lograr un equilibrio en los volúmenes de extracción y recarga del acuífero por medio de programas que nos ayuden a disminuir el desequilibrio del acuífero.

Este programa contempla cinco directrices de trabajo, y para el logro de las mismas considera 20 acciones necesarias, que a continuación se describen:

10.1 DIRECTRIZ 1 – CONSOLIDAR FINANCIERAMENTE AL COTAS DEL ACUIFERO SAN JOSÉ DE GUAYMAS, A.C.

Esta directriz contempla cuatro acciones enfocadas principalmente a darle autonomía financiera al COTAS en su operación, con la adquisición de recursos económicos se realizara de forma eficiente las funciones del COTAS, dando cumplimiento a la Ley de Aguas Nacionales.

10.1.1 Dotar al COTAS con recursos económicos para su operación y realización de objetivos.

Responsable: CONAGUA, CEA

Periodo: 2012-2013

Costo: \$800,000.00 Anual

Con estos recursos se podrá operar con todo el equipo necesario como oficina, automóvil y personal para dar cumplimiento a los objetivos del COTAS, vigilando que se cumpla con la Ley de Aguas Nacionales.

10.1.2 Realizar un acuerdo entre CONAGUA y SAGARPA para que se le otorgue al COTAS el cobro de las constancias de riego para obtener un ingreso permanente para la operación del COTAS.

Responsable: CONAGUA, SAGARPA, COTAS

Periodo: permanente

Costo: \$100,000.00 anual

Esta acción nos permitirá cubrir el gasto corriente de la oficina, apoyo para viáticos, etc.

10.1.3 Realizar un acuerdo de prestación de servicios entre COTAS y abogado experto en Aguas Nacionales.

Responsable: COTAS, Abogado

Periodo: Permanente
Costo: \$30,000.00

Con esta acción se podrá dar asesoría jurídica a los usuarios, los cuales tendrán un costo menor al que se maneja actualmente y solo se pagara al final de dicho trámite lo cual beneficiara a la economía del usuario y se obtendrá un ingreso para el COTAS.

10.1.4 Realizar un acuerdo de apoyo mutuo con el Municipio

Responsable: COTAS, Municipio
Periodo: Permanente
Costo: \$400,000.00

Con esta acción se pretende realizar trabajos para beneficio del acuífero y del COTAS, por medio de las actividades que realiza el Municipio de cuidado ambiental, protección de los suelos, flora y fauna, agregando la participación del COTAS para fomentar el cuidado de los mismos, inspeccionando las áreas de trabajo y protección o presentar proyectos al Municipio como la conservación y protección del Predio “El Sahuaral”, acciones para el cuidado de la flora y fauna en el acuífero, proyecto de empleo temporal para la limpieza del Ejido San José de Guaymas y que nos apoyen económicamente para realizarlos en el acuífero.



10.2 DIRECTRIZ 2 – REALIZACION DE PROGRAMAS DE CAPACITACION Y ESTUDIOS TECNICOS PARA MEJORAR LA GESTION DEL AGUA EN EL ACUIFERO.

Capacitar al personal del COTAS por medio de programas, actualizar el padrón de usuarios, realizar estudio técnicos para conocer mejor el acuífero y ayude a la toma de decisiones para beneficio del mismo.

10.2.1 Tener actualizado de forma permanente el padrón de usuarios del Acuífero San José de Guaymas.

Responsable: CONAGUA, COTAS

Periodo: permanente

Costo: \$10,000.00 anual

De acuerdo al REPDA existen escritos 157 aprovechamientos, el volumen de recarga es de 19.54 hm³/año y el volumen concesionado de aguas subterráneas inscrito en el REPDA es de 18.38 hm³/año, de acuerdo a estudios técnicos realizados en el acuífero (González, 2008).

Por lo anterior se debe mantener actualizado el padrón de usuarios del acuífero, para estar al tanto de los aprovechamientos con respecto a su volumen de extracción, equipo hidráulico, ubicación, con el fin de utilizar esta información para la elaboración de mejoras para la extracción de agua en el acuífero y realizar consultas.

Se cuenta con una base de datos la cual se ha estado retroalimentando con información proporcionada por CONAGUA, visitas de campo e información adquirida de los usuarios que han realizado modificaciones en su aprovechamiento.

10.2.2 Realizar programas de capacitación para el COTAS en relación a los trámites administrativos.

Responsable: CONAGUA

Periodo: permanente

Costo: \$20,000.00 anual

Esta acción permitirá al COTAS realizar de forma eficiente los trámites administrativos que los usuarios requieren realizar ante la administración del agua, tales como prorrogas, cambio de medidor, reportes trimestrales, etc., e informarles sobre los programas de apoyo que ofrecen. Todo con el fin de facilitarles los trámites que tienen que realizar ante CONAGUA.

Para esto se requiere de un programa de capacitación al personal del COTAS para la revisión y recepción de documentos para la integración de expedientes y entrega ante la ventanilla única de CONAGUA.

10.2.3 Solicitar a la CEA la realización del estudio técnico “Monitoreo de la calidad del agua subterránea del Acuífero San José de Guaymas”, con los recursos que se le otorgan anualmente al COTAS.

Responsable: CONAGUA, CEA

Periodo: permanente

Costo: \$400,000.00

Con esta acción se podrá determinar la calidad del agua subterránea en función de las características generales, análisis físico-químico y de metales, identificando las fuentes potenciales de contaminación del acuífero, con esta información sabremos la calidad del agua subterránea con la que cuenta el acuífero, con lo que se pueden establecer programas de recuperación de zonas contaminadas y de prevención para aquellas zonas con riesgo con lo que se puede proponer el ordenamiento de actividades productivas para mitigar el impacto contaminante en el agua subterránea.

10.2.4 Actualizar los estudios hidrogeológicos y el balance de aguas subterráneas.

Responsable: CONAGUA, CEA, COTAS

Periodo: permanente

Costo: \$400,000.00

Los estudios técnicos realizados hasta la fecha indican un fuerte abatimiento de los niveles causados por la sobreexplotación y el avance de la intrusión salina, por lo tanto, es necesario contar con el balance de aguas subterráneas, y este cálculo deberá actualizarse anualmente para difundir los resultados entre los usuarios e instituciones, con esta acción podremos contar con el balance de aguas subterráneas actualizado, el cual nos permitirá conocer las disponibilidad del agua en el acuífero.

10.2.5 Actualizar el estudio “Evaluación geofísica e hidrogeoquímica del avance de la intrusión salina en el Acuífero de San José de Guaymas”.

Responsable: CEA, CONAGUA

Periodo: 2013

Costo: \$400,000.00

Con esta acción se busca actualizar el modelo conceptual hidrogeológico con la información geofísica obtenida en este estudio, con el fin de comprobar la existencia de los acuíferos en la zona de concentración de pozos. Con la información hidrogeoquímica del mismo estudio, delimitar la forma de la posible cuña de intrusión, en caso de existir.

10.2.6 Realizar un estudio para identificar zonas para retener el agua de las lluvias en el acuífero.

Responsable: CEA, CONAGUA

Periodo: 2013

Costo: \$300,000.00

Con esta acción se pretende realizar un estudio para identificar las zonas por donde corre el agua pluvial, con el fin de construir obras que nos permitan retener e infiltrar el agua en el acuífero y favorezcan en la recarga y en el ecosistema.

10.2.7 Realizar el estudio de “Piezometria y evolución de los niveles estáticos en el acuífero de San José de Guaymas”

Responsable: CONAGUA, CEA

Periodo: permanente

Costo: \$300,000.00

Esta acción permitirá conocer los niveles piezometricos del acuífero y su evolución, mediante la elaboración de un modelo hidrogeológico conceptual de su funcionamiento, lo que permitirá establecer políticas de explotación y aprovechamiento del acuífero, encaminadas a su recuperación y manejo sustentable.

10.2.8 Promover la cancelación de norias abandonadas en el Acuífero.

Responsable: CONAGUA, COTAS

Periodo: 2013-2014

Costo: \$10,000.00

Con esta acción se podrá sellar las norias que tienen concesionado volumen en el acuífero (27%) lo cual beneficiara en la disminución de la contaminación en el agua subterránea y evitar la extracción ilegal de volumen.

10.3 DIRECTRIZ 3 – ELABORAR UN PROYECTO DE ACUERDO INTERNO PARA EL ACUIFERO SAN JOSÉ DE GUAYMAS.

Esta directriz contempla una acción como primera etapa, para la elaboración de un proyecto de acuerdo para el Acuífero para posteriormente llevar a cabo su aprobación y aplicación.

10.3.1 Elaborar el acuerdo interno del Acuífero San José de Guaymas.

Responsable: CONAGUA, CEA, COTAS, USUARIOS

Periodo: 2013 - 2015

Costo: \$50,000.00

Con esta acción se pretende realizar un proyecto de acuerdo donde participaran los usuarios, CNA, CEA y COTAS, en el cual se establecerán reglas de operación, manejo y aprovechamiento del mismo, con el debido consenso de todas las partes involucradas, permitiendo un uso racional del agua y con ello coadyuvar a la sustentabilidad del Acuífero.

10.4 DIRECTRIZ 4 – PROMOVER Y FOMENTAR LA RECARGA DE AGUA EN EL ACUIFERO.

Esta directriz contempla cuatro acciones, enfocadas a aumentar la recarga en el acuífero.

10.4.1 Promover la aplicación de programas de reforestación de las zonas de recarga y declararlas como áreas protegidas.

Responsable: CONAFOR, SEMARNAT, CONAGUA, CEA Y COTAS

Periodo: Permanente

Costo: \$500,000.00

Parte fundamental de la sustentabilidad del acuífero es la conservación de los volúmenes de agua que la alimentan, tanto en cantidad como en calidad, por lo que se requiere adoptar las medidas pertinentes para la protección y conservación de las zonas de recarga.

Es importante mencionar que la vegetación que se considere en la reforestación sea nativa de la región o que se desarrolle con base a las precipitaciones.

10.4.2 Promover la construcción de obras de conservación de suelos con alto grado de erosión

Responsable: CONAFOR, SEMARNAT, CONAGUA, CEA

Periodo: Permanente

Costo: \$1,000.000.00

Además de las reforestaciones es necesario llevar a cabo trabajos de conservación de suelos mediante la construcción de gaviones, bordos, que eviten la pérdida de la capa fértil del suelo y propicien la recarga natural del acuífero. Lo anterior ayudara al control de avenidas extraordinarias y permitirá la acumulación de agua en temporadas de lluvias para dar un tiempo mayor para su infiltración en el acuífero.

10.4.3 Promover la instalación de espacios de cultura del agua

Responsable: COTAS, CEA, CONAGUA Y MUNICIPIO

Periodo: Permanente

Costo: \$70,000.00 Anual

Con esta acción se planea instalar espacios destinados a la cultura del agua, con el fin de inducir un cambio de actitud de la sociedad hacia la problemática del agua, con el apoyo de material audiovisual, trípticos, boletines y personal capacitado para su difusión y promoción.

10.4.4 Promover el uso de riego tecnificado, medidores, equipo de bombeo y su mantenimiento.

Responsable: CONAGUA, FIRA, COTAS, SAGARPA, FIRCO, USUARIOS

Periodo: Permanente

Costo: \$50,000.00

Con esta acción se busca que los usuarios obtengan toda la información necesaria para operar eficientemente su pozo o noria, invitando a las instituciones que ofrecen apoyo económico, asesoramiento y mantenimiento del equipo hidráulico, a dar pláticas a los usuarios sobre los apoyos que ofrecen y así el usuario pueda seleccionar la mejor opción de acuerdo a sus necesidades, con ello se beneficiaran con el ahorro de energía y disminución en el volumen de extracción de agua. Con dicha acción se fomenta el cumplimiento con la Ley de Aguas Nacionales evitando sanciones que perjudique a la economía de los usuarios.

10.5 DIRECTRIZ – 5 GESTIONAR RECURSOS POR PARTE DEL COTAS PARA LA PROMOCION DE PROGRAMAS QUE BENEFICIEN EN LA PRESERVACION DEL ACUIFERO

Esta directriz contempla tres acciones, las cuales consisten en adquirir apoyos económicos para la promoción de programas que ayuden en el cuidado de la flora y fauna en el acuífero.

10.5.1 Promover un programa para la protección de animales en peligro de extinción

Responsable: SEMARNAT, MUNICIPIO, COTAS, EJIDO SAN JOSE DE GUAYMAS

Periodo: Permanente

Costo: \$100,000.00

Con esta acción se pretende difundir y crear conciencia entre los habitantes del acuífero sobre las especies en peligro y las acciones a seguir para su conservación, por medio de la utilización de material audiovisual y folletos que informen sobre el cuidado de su hábitat, instalar letreros con la imagen e información sobre las acciones necesarias para su conservación en zonas donde se encuentran la mayoría de estos animales, verificar que no tiren basura y no realicen fogatas que afecten su medio ambiente.

10.5.2 Promover un programa para la protección del Predio “El Sahuaral”

Responsable: CONAFOR, SEMARNAT, COTAS, MUNICIPIO, EJIDO SAN JOSE DE GUAYMAS

Periodo: Permanente

Costo: \$100,000.00

Con este programa se busca proteger el bosque de cardones, su flora y fauna asociada, localizado dentro del acuífero, lo cual se planea realizar cercando la zona con un material que permita la entrada y salida de la fauna nativa, reforestación de la flora nativa, instalación de letreros de no tirar basura y vigilar la conservación de dicha zona.

10.5.3 Promover un proyecto de cacería en el acuífero

Responsable: SEMARNAT, Municipio, COTAS y Ejido San José de Guaymas

Periodo: 2014

Costo: \$200,000.00

Con esta acción se pretende elaborar un proyecto para proteger el hábitat de las especies que viven en el acuífero, evitando o reduciendo los desmontes, protegiendo el bosque de cardones donde habitan las aves, reptiles y mamíferos, reforestar en áreas donde lo requiera para que los animales se protejan y alimenten mejor, cercar en zonas permitidas por el Ejido evitando la entrada de autos y ganado, el cual permitirá la entrada de animales nativos ya que el nivel más bajo será una línea sin púas seguida con tres líneas con púas, con estas acciones se espera se recupere la vegetación y la conservación de los animales en su hábitat natural, el objetivo es mantener poblaciones lo suficientemente grandes como para garantizar su permanencia a través del tiempo, esto permite que los animales encuentren más fácilmente pareja y resistan a los cambios en el ambiente como la sequía y huracanes. Logrando dicho objetivo se promoverá entre los usuarios el aprovechamiento cinegético en sus predios, lo cual beneficiara a su economía.

11.- PAPEL DEL COTAS EN EL PROGRAMA Y LA PARTICIPACION INSTITUCIONAL Y SOCIAL

Para la preservación de los acuíferos, la Comisión Nacional del Agua alienta la organización de los usuarios en comités técnicos de aguas subterráneas (COTAS). Estos son órganos auxiliares de los consejos de cuenca. Que contribuyen al cumplimiento de la ley de aguas nacionales por lo tanto los objetivos del COTAS deben de apegarse a los del consejo de cuenca.

El comité técnico de aguas subterráneas del acuífero de San José de Guaymas A.C., protocoliza su acta constitutiva y estatutos ante la fe de notario público el C. Lic. Ramón de León García, titular de la notaria publica número cuarenta y cuatro, el 25 de abril del año 2008, mediante escritura pública número 11,465, volumen 140. Su objeto es la formulación, promoción y seguimiento de ejecución de programas y acciones que contribuyan a la estabilización y recuperación del acuífero.

El COTAS se define como una organización autónoma para la realización de actividades inherentes a su objetivo de creación y básicamente puede resumirse en: Formular, promover, promocionar y dar seguimiento a programas y acciones que contribuyan a la recuperación y preservación del acuífero, promover la cultura del agua por medio de campañas para mejorar en cantidad y calidad las aguas subterráneas, mediante la participación de los usuarios y las instituciones de gobierno federal, estatal y municipal cuyas atribuciones están vinculadas a las actividades productivas y de servicios de los usuarios de las aguas subterráneas, así como representantes de la sociedad e instituciones

educativas y de investigación con el propósito de brindar asistencia técnica y de asesoramiento.

Este programa de gestión se formulo por iniciativa de CONAGUA y el COTAS del acuífero de San José de Guaymas A.C. y será propuesto ante el Consejo de Cuenca del Rio Yaqui-Matape para su revisión y aprobación para su posterior ejecución, seguimiento y evaluación.

Los responsables de realizar las acciones de este programa son:

Coordinador: Omri Flores Sánchez, Jefe de Proyectos de Consejos de Cuenca.

Gobierno Federal:

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Alimentación y Pesca (SAGARPA)

Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP)

FIRCO

FIRA

Estado de Sonora:

Comisión Estatal del Agua (CEA)

SAGARHPA

H. Ayuntamiento de Guaymas

Gobierno del Estado de Sonora

COTAS del Acuífero San José de Guaymas

12.- MECANISMOS DE INSTRUMENTACION DEL PROGRAMA

El Programa de Gestión del Agua para el manejo del Acuífero San José de Guaymas es congruente con:

Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012, en cuanto al programa estratégico 1. Detener y revertir la contaminación de los sistemas que sostienen la vida (agua, aire y suelos), en particular el objetivo: “Recuperar causas de ríos, lagos, cuenca hidrológicas y mantos acuíferos de fuentes de contaminación”. 2. Detener y revertir la pérdida de capital natural, en el objetivo: “Asegurar la participación corresponsable, activa e informada de los grupos sociales e individuos en la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales y el medio ambiente”.

Programas Nacional Hidráulico 2007-2012 y Regional Hidráulico. Priorización de acciones detalladas 2007-2012, con el objetivo 2 a nivel nacional y regional, respectivamente:

La instrumentación del programa se rige por las leyes y normas mexicanas, principalmente:

- 1.- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- 2.- Ley de Aguas Nacionales y su reglamento. (Decreto por el cual se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de Abril de 2004)
- 3.- Reglas de Operación para los programas de infraestructura hidroagícola, y de agua potable, alcantarillado y saneamiento a cargo de la Comisión Nacional Agua, y sus modificaciones aplicables a partir de 2003, publicadas en el Diario Oficial de la Federación, el 07 de Abril de 2003.
- 4.- Ley Federal de Derechos.
- 5.- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- 6.- Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, publicada en el DOF el 6 de Enero de 1997.
- 7.- Decreto de zonas de veda: El 2 de Junio de 1967 se inician los decretos de veda en la zona del acuífero San José de Guaymas.

13.- MECANISMOS DE EVALUACION Y SEGUIMIENTO

El seguimiento y evaluación del programa será realizado por un grupo de trabajo constituido para tal fin, al término del primer y tercer trimestre de cada año. Dicho grupo formulara un informe escrito dirigido a los integrantes del COTAS y del Consejo de Cuenca y a los responsables de las acciones propuestas.

ESTUDIOS REALIZADOS CON ANTERIORIDAD

En el acuífero San José de Guaymas se han realizado varios estudios hidrogeológicos, los cuales fueron proporcionados por varias instituciones como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Comisión Estatal del Agua (CEA), Universidad de Sonora (UNISON) y entre otros.

1.- “Interpretación de datos y determinación del potencial actual del acuífero en la costa de Guaymas, Sonora.” Técnicas modernas de ingeniería, S.A. Diciembre 1975:

El estudio concluye en la gravedad del problema del abastecimiento de agua para las poblaciones de Guaymas y Empalme y de los desarrollos turísticos e industriales establecidos en sus inmediaciones, pues los pozos que suministran el agua para estos usos, ubicados en el Valle de Guaymas y en el de San José de Guaymas, serán inutilizados en corto tiempo por la intrusión, y habrá necesidad de reponerlos a distancia cada vez mayores de los sitios de demanda.

2.- “Ampliación de la modelación matemática de las fuentes de abastecimiento para el suministro de agua en bloque a las ciudades de Guaymas, Empalme y San Carlos, Sonora”. Instituto de geofísica UNAM.1985. Agosto 1985.

La principal conclusión del estudio es que los acuíferos explotados están sufriendo salinización debido a la intrusión de agua de mar, acelerada por el crecimiento de los gradientes de carga piezométrica. Si se continúa el régimen de explotación actual, para el año 2010 la mitad de los acuíferos de San José de Guaymas, del Valle de Guaymas y la tercera parte del de Cruz de Piedra habrán sido invadidos por agua salada dada su cercanía con el mar (en este caso la zona baja de manglares que inunda la marea).

3.- “Dictamen geohidrológico Valle San José de Guaymas, municipio de Guaymas, Sonora”. Reporte interno Comisión Nacional del Agua, 1986.

Conclusión: El acuífero actualmente es explotado por 144 aprovechamientos hidráulicos subterráneos, extrayendo un total de 10.9 millones de m³; el desequilibrio extracción-recarga ha originado una inversión de flujo y con ello la intrusión marina, y de los estudios de geofísicos realizados por S.I.D.U.R. se han detectado en la parte norte de la zona de explotación una litología subterránea con buena permeabilidad y transmisibilidad.

4.- “Informe geohidrológico sobre el Valle de San José de Guaymas”. Jefatura del programa hidráulico residencia de geohidrológica y de zonas aridas, 1986.

El estudio determino que el relleno aluvial del Valle de San José de Guaymas lo forma el arroyo de San José de Guaymas, cuyo drenaje de tipo dendrítico cuenta con el arroyo del tigre como principal afluente. También se encuentran en el subsuelo depósitos marinos correspondientes al mioceno, periodo geológico en que el valle estaba inundado por el mar. Este depósito marino lo constituye una arcilla azul de extensión horizontal no determinada, considerándose en una fase de consolidación como una lutita, la cual origina una carga hidrostática en algunas áreas del valle, lo que lleva a considerar la existencia de dos acuíferos parcialmente comunicados. De los pozos profundos existentes en el valle,

los que extraen el mayor volumen explotan aguas de los dos acuíferos, por los que no se puede considerar al acuífero inferior como una reserva, dado que se ha detectado una contaminación salina de tipo marino en los dos acuíferos en las aguas de los pozos cercanos al litoral.

5.- “Sistema de abastecimiento de agua potable para las poblaciones de Guaymas, Empalme y San Carlos. SARH, 1993.

El sistema de abastecimiento de agua potable para las poblaciones de Guaymas, Empalme y San Carlos, está constituido por cuatro zonas de captación a las cuales se le identifica por el nombre del lugar de la fuente: río yaqui, boca abierta, ejido Maytoarena y ejido San José de Guaymas. Al operar las cuatro zonas al mismo tiempo se aprovecha un gasto total de 1,514 l/s, aportado por 26 pozos de los cuales 3 aun no operan.

6.- “Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero San José de Guaymas, Sonora”. Comisión Nacional del Agua, abril del 2002.

Este es el informe de disponibilidad publicado por la CONAGUA. Se considero una recarga total media anual de 4.5 mm³, se considero nula la descarga natural comprometida, y el volumen concesionado fue de 19.22 mm³/año. De esta manera, la disponibilidad de aguas calculada fue de -14.72 mm³/año. No se calculo la perdida por evapotranspiración en niveles someros, ni celdas de flujo horizontal.

7.- “Aplicación de diferentes métodos para estudiar la intrusión salina en acuíferos de Sonora, México”. José Castillo Gurrola, 2003.

Se han aplicado diferentes métodos para el estudio de la intrusión salina en los acuíferos costeros del estado de Sonora, México. Los métodos son los siguientes: geoquímicos, con énfasis en los análisis de cloruros y bromuros; conductividad eléctrica en pozos; geofísicos como los de resistividad eléctrica verticales (SEV), transitorio electromagnético (TEM) y gravimetría (complementario); matemáticos utilizando el modelo SHARP, e hidrodinámicos estudiando la evolución de la piezometría y gradientes hidráulicos.

8.- “Unidades geohidrológicas y familias de agua de la subcuenca arroyo Guaymas, Sonora”. Boletín del departamento de geología, UNISON, 2005.

En el estudio se proponen tres unidades geohidrológicas para la parte baja de la subcuenca arroyo Guaymas. Los análisis químicos realizados a muestras de agua subterránea permiten agruparlas en las familias: Ca-Mg SO₄-Cl, Na Cl-SO₄, Na-HCO₃ y mixtas, según las clasificaciones de Piper y Stiff. La mayor parte de las muestras provienen del acuífero de San José de Guaymas, en la porción oriental del área estudiada, el cual

está sobreexplotado y cuya agua ha sido contaminada por intrusión salina. Se encontró que en algunos sitios el cloruro y los sólidos totales disueltos exceden los límites máximos permisibles para agua potable.

9.- “Estudio de evaluación geofísica e hidrogeoquímica del avance de la intrusión salina en el acuífero de San José de Guaymas, Sonora”. Realizado por el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) en el año del 2008.

El estudio está encaminado a la conservación, mantenimiento y manejo sustentable del acuífero de San José de Guaymas.

10.- “Estadísticas del agua en el estado de Sonora. Edición 2008”. Comisión Estatal del Agua.

La Comisión Estatal del Agua (CEA) presenta la primera edición del libro estadísticas del agua del estado de Sonora 2008, con el objeto de proporcionar al público interesado información confiable sobre la situación que guarda el agua en el estado y su interrelación con los aspectos sociales, económicos y ambientales.

11.- “Problemática del agua en los distritos de riego por bombeo del estado de Sonora”. Amelia Reyes Martínez. Revista digital universitaria, agosto del 2009.

La fuerte sobreexplotación y el abatimiento año tras año de los niveles piezométricos en los acuíferos de la región Noroeste, ha provocado la contaminación del agua por intrusión salina, afectando a varios aprovechamientos que se localizan a lo largo de la franja costera, los cuales se encuentran deshabilitados y una gran extensión de superficie agrícola se encuentra ensalitrada y abandonada. Estos fuertes problemas ambientales han generado también una baja rentabilidad de la actividad agrícola que se desarrolla en tres importantes distritos de riego del estado de Sonora: Altar-Pitiquito-Caborca, costa de Hermosillo y Guaymas. Para lograr un equilibrio hidrológico de estos acuíferos y reactivar la agricultura en la zona, las autoridades federales y estatales, en conjunto con los productores han tenido que llevar a cabo una serie de medidas de gran importancia, dentro de las cuales se encuentran: programas anuales de reducción del bombeo, reducción de la superficie regada, reconversión productiva y la tecnificación de los sistemas de riego en áreas destinadas en un gran porcentaje a los cultivos perennes.

14.- BIBLIOGRAFIA

- CONAGUA (2002), Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero San José de Guaymas, Estado de Sonora, México, D.F.
- Dr. González Enríquez Rodrigo (2008), Estudio de Evaluación Geofísica e Hidrogeoquímica del avance de intrusión salina en el Acuífero San José de Guaymas, Sonora, Cd. Obregón, Sonora.
- IDEAS (2009), Estudio Geohidrológico en el Acuífero San José de Guaymas, Sonora, Hermosillo, Sonora.
- M.A. Flores Sánchez Omri (2008), Programa de Gestión del Agua para la Cuenca del Río Mátape, Hermosillo, Sonora.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010.
- Manuel Álvarez Jr., (1958), Provincias Fisiográficas de la Republica Mexicana.
- José Lugo Hubp, (1990), El Relieve de la Republica Mexicana, Instituto de Geología, UNAM, México.
- Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A., (TMI) (1975), Interpretación de Datos y Determinación del Potencial Actual del Acuífero en la Costa de Guaymas, Son.