

CAPITULO I
GENERALIDADES

CONTENIDO

CONTENIDO	2
CAPÍTULO I. GENERALIDADES	3
I.1. ANTECEDENTES	4
I.2. PROBLEMÁTICA	4
I.3. JUSTIFICACIÓN (LEGAL, TÉCNICA Y SOCIOECONÓMICA)	5
I.4. OBJETIVOS	6
I.5. ESTUDIOS PREVIOS	7
I.6. POLÍTICA NACIONAL SOBRE EL MANEJO DEL AGUA	7
I.7. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE TRABAJO	9
I.8. ÁREA DE ESTUDIO	15
I.8.1. Localización	15
I.8.2. Extensión	15
I.8.3. Vías de comunicación	15

CAPITULO I. GENERALIDADES

El área de estudio del Poblado Punta Colonet se ubica en el Valle del arroyo San Rafael, en la porción centro-occidental del estado de Baja California, integrada en la región hidrológica número uno (RH-1) de la vertiente del océano pacífico, delimitada geográficamente entre los paralelos 31°00' a 31°20' del latitud norte y los meridianos 115°30' a 116°15'00 de longitud oeste. Se encuentra a 110 km. al sur de la Cd. de Ensenada.

La región del Valle del arroyo San Rafael consiste en una llanura costera de un ancho máximo de 4 km. y una longitud aproximada de 13 km, al norte colinda con la cuenca del arroyo La Calentura y La Trinidad, al sur con las cuencas de los arroyos San Telmo y Santo Domingo, al oriente con la Sierra de San Pedro Mártir y al poniente con el Océano Pacífico.

El acuífero del arroyo San Rafael es de tipo libre de alta permeabilidad, se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa. Su espesor saturado mínimo es de 2.22 m y el máximo de 32.21 m con un promedio de 13.0 m. La cuenca hidrológica de San Rafael cuenta con una superficie de 1,401 km² de los cuales 60 km² forman el área acuífera.

La zona de estudio se clasifica por su humedad como semiseco y por su temperatura como templado. El período de verano que comprende los meses de junio a septiembre, es muy cálido, con temperaturas medias superiores a 25.9 °C. La estación invernal que abarca de noviembre a marzo tiene temperaturas medias mensuales menores de 7.1 °C; la oscilación de temperaturas medias mensuales van de 10.3 °C a 24.9 °C.

En el año de 1970 la población de Baja California era de 870,421 personas y en el año 2000 ascendía a 2'487,367 personas, lo que casi triplica el crecimiento de la población en el ámbito estatal durante los últimos treinta años. Este crecimiento se atribuye a los factores de atracción que han caracterizado a Baja California desde mediados de los años ochenta: empleo en la industria maquiladora, crecimiento del sector servicios, posibilidad de acceso al mercado estadounidense y demanda de mano poco especializada. Fenómenos que han variado en el transcurso de los años, pero que siguen manteniendo a Baja California como un polo de atracción para la mano de obra del occidente y centro del país. Este contexto ha generado una serie de presiones de orden socioeconómico y ambiental en el ámbito regional y local de Baja California. Por consecuencia, uno de los retos de las políticas públicas en los próximos años es el de rediseñar las políticas de desarrollo en base a las dinámicas demográficas y económicas locales.

En el acuífero del Arroyo de San Rafael, se distribuyen 96 localidades entre las que destacan el Poblado Punta Colonet, que es el principal centro urbano, además de los Ejidos, Villa Morelos, Alfredo B. Bonfil, 27 de Enero, Benito Juárez, Generalísimo Morelos, México y López Zamora, estos asentamientos para el 2005 conformaban una población de 7,718 habitantes, producto de las siguientes tendencias del crecimiento demográfico: una tasa media anual de crecimiento (TMCA) en el período de 1980 a 1990 se ubicó en un 1 %,

en cambio de 1990 a 2000 la TMCA fue de 4 %. Este crecimiento se debe a la importancia que han adquirido las actividades agrícolas locales desde principios de los ochenta, lo que su vez han implicado una demanda de servicios urbanos para la población asentada en esta región.

El agua subterránea de este acuífero representa la única fuente de abastecimiento de la zona y se considera en peligro de ser sobreexplotado. Desde finales de la década de los sesentas se identificaron evidencias de posible sobreexplotación en el acuífero. El principal síntoma es el deterioro de la calidad del agua que se torna salada, especialmente durante los prolongados períodos secos. A partir de entonces se realizaron diversos estudios para evaluar las condiciones de recarga del acuífero e identificaron la magnitud racional de aprovechamiento para un desarrollo en equilibrio, sin daños irreversibles.

I.1. Antecedentes

La principal actividad económica desarrollada en esta región es la agricultura, asimismo, en menor orden de importancia se tiene turismo y pesca.

El manejo de los recursos hídricos del acuífero del arroyo San Rafael, actualmente se encuentra sobreexplotado o con períodos de sobreexplotación, ampliamente ligados a la actividad agrícola, principalmente por ser ésta la fuente más importante de abastecimiento para uso agrícola y doméstico.

I.2. Problemática

El uso de los recursos naturales de forma sustentable es un reto que en las últimas décadas se ha globalizado. Las alternativas para el desarrollo de la sociedad tienden a reducirse en la medida que las necesidades y las afectaciones al medio se incrementan. En el Valle del arroyo San Rafael, la variabilidad del clima y la creciente explotación del agua subterránea han representado una causa de escasez del agua. Aún con la implementación de actividades productivas de menor demanda de agua la disminución de la precipitación está impactando de forma directa en la disponibilidad del recurso.

Los principales elementos que se conjugan y ponen en peligro la disponibilidad de agua subterránea del Valle del arroyo San Rafael son: 1) la prolongada sequía, 2) la intrusión de agua marina en la porción cercana a la costa, 3) la contaminación antropogénica y 4) el crecimiento de la demanda de agua para uso agrícola.

Los usuarios del agua con fines agrícolas muestran su descontento por la falta de agua para sus cultivos argumentando que la construcción de obras de infraestructura hidráulica como bordos de recarga, represas, presa en la porción media de la cuenca, entre otras, ayudaría a recargar el acuífero. La sobreexplotación ha ocasionado la intrusión del agua del mar con la consecuente salinización del agua en el acuífero.

Se ha planteado la posibilidad de obtener agua desalada para aumentar la disponibilidad y así contribuir con la recuperación y estabilización del acuífero. Es de resaltar que aunque

se logre aumentar la oferta de agua es necesario mantener un equilibrio respecto a esta oferta total de agua.

Bajo este esquema se hace necesaria la formulación de un plan de ordenamiento que defina acciones concretas para: la reducción de las demandas, el incremento de la oferta y con el fomento de productividad del agua.

Este plan de manejo debe ser elaborado con la participación activa de todos los sectores y usuarios del agua, así como a los actores, autoridades responsables y partícipes en el desarrollo sustentable y mejoramiento del nivel de vida de la zona.

I.3. Justificación (legal, técnica y socioeconómica)

Legal.

Entre las atribuciones de la Comisión Nacional del Agua están la de administrar y custodiar las aguas nacionales, así como los bienes públicos inherentes que se vinculan a éstas, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables, además de vigilar el cumplimiento de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento así como proveer lo necesario para la preservación de su calidad y cantidad para lograr su uso integral sustentable.

Realizar estudios de disponibilidad en la cuenca hidrológica, subcuencas o acuíferos delimitados o que se delimiten, estudios técnicos o sobre los usos de las aguas nacionales, monitoreo, prospección, evaluación, simulación y manejo de las mismas, así como proyectos de recarga artificial, transferencia de tecnología y demás acciones tendientes a incrementar la disponibilidad de aguas subterráneas.

Técnica.

Se considera factible desde el punto de vista técnico la instrumentación de acciones en materia de investigación, desarrollo, preservación y administración para llevar a cabo la explotación uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas, bajo un régimen de sustentabilidad en beneficio de los usuarios.

Socioeconómica.

La creciente demanda de agua para uso urbano de la ciudad de Ensenada, con base en el crecimiento poblacional, exige la formulación de un plan de manejo que permita; por un lado hacer un uso sustentable del acuífero y por otro, abastecer de agua en cantidad y calidad suficiente a los diversos usuarios de la misma. Considerando que aunque el uso del agua con fines urbanos es prioritario ante los demás usos, una planeación a largo plazo del recurso permitirá el desarrollo tanto económico como social de la región.

I.4. Objetivos

Objetivo General

Formular un plan de ordenamiento del acuífero de San Rafael, que adecue el desarrollo sustentable de la región a la disponibilidad del agua, enmarcado en el contexto de la actual política nacional hidráulica.

El Plan de Ordenamiento deberá considerar la disponibilidad actual y futura del agua, equilibrándola con el desarrollo, que permita frenar la sobreexplotación, la intrusión marina, para garantizar una operación adecuada del acuífero, zonificando las áreas de explotación o polígonos de acuerdo a la calidad y uso del agua, proponiendo límites a la explotación en cada polígono a efecto de evitar un mayor deterioro y proponer soluciones para una mayor disponibilidad de agua mediante obras que favorezcan la recarga o nuevas fuentes de agua como la marina sin afectar el medio ambiente y propiciando el bienestar social y desarrollo económico de la zona de estudio.

Objetivos específicos

- Generar reuniones interdisciplinarias con expertos de instituciones, usuarios organizados por conducto del COTAS (Comité Técnico de Aguas Subterráneas del acuífero de San Rafael) y técnicos de la Comisión Nacional del Agua, para determinar el problema del acuífero, definir objetivos estratégicos, plantear los proyectos, estudios y acciones en orden de importancia, definiendo la inversión requerida y responsables de las acciones a ejecutar.
- Definir mediante el análisis de la información la geometría de los acuíferos.
- Analizar el censo de aprovechamientos y la base de datos del REPDA.
- Estimar la situación actual de la relación costo-beneficio de la sobreexplotación.
- Definir acciones concretas para reducir la demanda y manejo de la disponibilidad.
- Con una amplia participación de los involucrados en el manejo del agua, definir y analizar las acciones concretas de reducción de la demanda y de manejo de la disponibilidad, a nivel de la región (zona de estudio) y a nivel de cada acuífero.
- Evaluar en términos técnicos, económicos y sociales las diversas opciones de manejo del agua, a nivel de la región (zona de estudio) y a nivel de cada acuífero.
- Formular un Plan de Ordenamiento del acuífero de San Rafael, con acciones realistas y aplicables.

I.5. Estudios previos

En general el carácter de los trabajos recabados es diverso, destacando obviamente los estudios geohidrológicos; sin embargo, existen muy pocos completos. La gran mayoría son actualizaciones de estudios precedentes que sólo realizaron nuevas evaluaciones en cuanto los temas del censo de aprovechamientos, piezometría y calidad del agua; difícilmente plantean otras características físicas del acuífero o por lo menos realizan pruebas adicionales para corroborar los parámetros o estructuras adoptadas.

El acuífero del arroyo San Rafael cuenta con una escasa gama de estudios hidrológicos, geohidrológicos, geofísicos que se llevaron a cabo con el propósito de aumentar el conocimiento sobre el recurso hídrico.

Los estudios para el sector agrícola, han sido importantes para analizar los volúmenes de demanda y su efecto en la sobreexplotación. En este aspecto se obtuvo la información de SAGARPA a través de la Coordinación de Información y Estadística del Distrito de Desarrollo Rural 001, Ensenada con referencia los padrones de cultivo y láminas de riego para cada Centros de Apoyo de Desarrollo Rural (CADER), los cuales fueron disgregados por acuíferos para los ciclos de los años 2000 al 2006. Los valores de láminas de riego por cultivo fueron tomados del “Paquetes tecnológicos para el área de influencia del campo experimental. Costa de Ensenada” elaborado por el (INIFAP) para esta región específica en septiembre del 1998. Algunos de los valores reportados para estos cultivos fueron actualizados por el personal del INIFAP en Ensenada.

I.6. Política nacional sobre el manejo del agua

El medio ambiente sigue siendo una prioridad para el País, como fue manifestado en el Plan Nacional de Desarrollo (PND¹), que aún sigue vigente y se le está dando continuidad, toda vez que el desarrollo de la nación no sería sustentable si no se protegen los recursos naturales con que cuenta. En este se presentan los principios, objetivos y estrategias que orientarán las acciones en los próximos años. Es el instrumento rector de toda la acción de la administración pública federal. El Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Visión 2030 Península de Baja California considera la misma estructura que el PND pero con una visión que ahora se extiende hasta el año 2030. Es conveniente enfatizar los conceptos sobre el desarrollo sustentable y el desarrollo económico regional equilibrado. Ambos, están íntimamente ligados a la idea de crear condiciones de desarrollo que sean socialmente incluyentes, ambientalmente sustentables y financieramente viables.

Las premisas básicas que orientan la política hidráulica del país son:

- El Desarrollo del país debe darse en un marco de sustentabilidad.
- El agua es un recurso estratégico de seguridad nacional.

¹ Constituye el instrumento base de la planeación del Ejecutivo Federal con un horizonte de seis años (2001 - 2006), representa los principios de este gobierno, sus objetivos y estrategias.

- La unidad básica para la administración del agua es la cuenca hidrológica, ya que es la forma natural de ocurrencia del ciclo hidrológico.
- El manejo de los recursos naturales debe ser integrado.
- Las decisiones deben tomarse con la participación de los usuarios.

Por su parte el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 (PNMA) representa el marco que establece los principios bajo los cuales se han diseñado las estrategias correspondientes al sector hidráulico:

Lograr sectores productivos competitivos y ambientalmente sustentables.

- Garantizar la conservación de la biodiversidad del país.
- Detener y revertir la contaminación del agua, aire y suelo.
- Detener y revertir la deforestación y la erosión del suelo.

Con la finalidad de instrumentar los principios antes mencionados se establecen en el PNAM los siguientes objetivos estratégicos:

Incorporar la protección al medio ambiente en todas las actividades de la vida nacional (gobierno, sector privado, academia y sociedad en general).

Para lograrlo, se impulsarán y consolidarán las formas de participación social que alienten al ciudadano, de manera individual y en grupos organizados, a intervenir en la formulación y ejecución de la política ambiental y a mantener una actitud vigilante sobre los recursos y el medio ambiente.

Asegurar la participación pública, la transparencia, la equidad, la inclusión de los diferentes actores sociales en la construcción y conducción de la política ambiental.

Para ello, se impulsará una política de pleno acceso a la información ambiental, dando respuesta a las demandas sociales y facilitando la transparencia en los procesos de administración ambiental y gestión de los recursos naturales.

Realizar una gestión ambiental integral y descentralizada. La administración federal del medio ambiente se fundamentará en una planeación estratégica del sector, con un enfoque de cuencas, que integre factores hidrológicos, atmosféricos, bióticos, humanos y trascienda el ámbito local.

Los objetivos metas y estrategias del PNMA, gobiernan las del sector hidráulico, en especial lo que se refiere al manejo integral de cuencas (MIC) y los programas estratégicos para la nueva gestión ambiental. En este sentido se reconoce a la cuenca como unidad básica de desarrollo, considerando la presencia y relación de todos los elementos que existen e interactúan dentro de ella, incluyendo los recursos hidráulicos. Dentro de los programas para la nueva gestión ambiental, se considera el de detener y revertir la contaminación de los sistemas que sostienen la vida, además de la Cruzada por los Bosques y el Agua.

I.7. Metodología y Técnicas de trabajo

Como metas para establecer las bases del Plan de Ordenamiento del acuífero 0217 San Rafael se propuso la integración de las siguientes actividades:

Análisis e integración de la información existente.

Realizar una síntesis de los talleres de planeación participativa realizados en la zona de estudio.

Consultar e integrar una síntesis de las propuestas, trabajos y acciones implementadas por organismos federales, estatales o municipales, dando el crédito correspondiente y considerando las acciones que por su importancia deban ser consideradas o realizadas para enriquecer los resultados del Plan Maestro de Manejo.

Analizar y sintetizar el desarrollo socioeconómico de la región; las características básicas de disponibilidad, uso y aprovechamiento del agua subterránea y del agua superficial. A partir del análisis de la información existente, se definen las fuentes existentes y potenciales de contaminación. Llevar a cabo una breve descripción del balance de aguas subterráneas existente. Definir los factores técnicos, económicos y políticos que afectan la demanda de agua en el sector riego, urbano e industrial; en el ámbito del estudio, evaluar las consecuencias o efectos de la aplicación de recursos económicos en los programas relativos al manejo del agua (Programas de uso eficiente del agua y la energía, PROCAMPO, Programa de ferti-irrigación, etc.), y valorar los volúmenes recuperados de agua subterránea (sí los hubo).

Participación de los involucrados.

Mediante la realización de series de reuniones con los involucrados (incluyendo representantes de las instituciones de los tres niveles de gobierno y el COTAS), en las que se presentaron el análisis de las acciones propuestas en las reuniones previas, estableciendo los beneficios o inconveniencias de las propuestas, y a partir de estas reuniones se definieron en forma consensuada las acciones a realizar y su secuencia para alcanzar los objetivos propuestos respecto a la estabilización del acuífero.

Dichas series de reuniones con los usuarios fueron convocadas por la CONAGUA y dirigidas por el grupo técnico de la UABC acorde a los temas de la reunión, con el objeto de recopilar de manera detallada todas las opiniones de los usuarios, a fin de analizarlas e integrarlas durante el proceso de planeación. Las series de reuniones se desarrollaron en el poblado Punta Colonét, ya que las actividades programadas requerían que así fuera, ya por la necesidad de hacer un recorrido de campo en el acuífero en cuestión como por aumentar la audiencia y oír de viva voz la problemática del acuífero de todos los usuarios.

Caracterización y proyección de la demanda y del volumen de agua utilizable.

Se hizo una clasificación de usuarios del agua de acuerdo a sus características de consumo, producción, población, según sea el caso, se cuantifico la demanda de agua en todos los usos. Además del uso de agua subterránea se incluyó el uso actual de agua superficial.

Uso agrícola.

En las áreas con agricultura de riego fue necesario, para cuantificar la demanda de agua actual e histórica, determinar: el patrón de cultivos actual e histórico, la superficie regada por ciclo y su tendencia; el requerimiento de riego por cada cultivo, la lámina bruta empleada, los métodos de riego utilizados y la eficiencia de riego dividida en eficiencia de conducción y eficiencia de aplicación; todo lo anterior tanto para la superficie regada con agua subterránea como para aquella regada con agua superficial o residual. Para lo cual se recurrió a la información recopilada por la SAGARPA en cada CADER y a los requerimientos de cultivo locales estimados por el INIFAB.

A través de los reportes de la SAGARPA se analizó el efecto que ha tenido el sistema de incentivos (precios de garantía, control del estado en la comercialización de los productos, controles de mercado y subsidios a la energía eléctrica, agroquímicos, etc.) en la evolución del patrón de cultivos y por consiguiente, en la demanda de agua.

Además se evaluó el impacto económico por sector productivo, como son riegos por goteo medianamente tecnificados y altamente tecnificados, asociándolos con los precios del mercado local nacional e internacional en los casos de los productos de exportación.

Proyección de la demanda

Se realizó la proyección de la demanda para cada uno de los sectores (usos) considerando horizontes de planeación a corto, mediano y largo plazo. Dichos horizontes se definieron para cada caso, en función de condiciones locales y en acuerdo con CONAGUA.

Proyección del volumen de agua utilizable (oferta)

Se realizó la proyección del volumen de agua utilizable para el Escenario 1 (Inercial) y para el Escenario 3 (Máxima tecnificación) considerando horizontes de planeación a corto, mediano y largo plazo. Dichos horizontes se definieron para cada caso, en función de condiciones locales y en acuerdo con la CONAGUA.

De manera general para la proyección se considera:

Volumen de agua utilizable = Vol. de Agua Subterránea + Vol. Agua Superficial Aprovechada.

Costos económico-ambientales por la sobreexplotación.

Para fines de este estudio se evaluó primeramente los costos de los impactos ambientales identificados a la fecha; se consideraron como impacto económico ambiental al cambio neto resultante de un efecto ambiental (sobreexplotación), estos cambios se ubican en el bienestar económico y social de la población y en las condiciones óptimas del ecosistema. En el caso en que se identificaron impactos cuya evaluación no pudo expresarse en términos monetarios se propuso alguna alternativa para evaluarlos cualitativamente.

Balances hidráulicos.

Balance hídrico/agronómico

Se desarrolla un balance hidráulico integral (aguas subterráneas y aguas superficiales) de cada acuífero de la zona de estudio, en el que se cuantifica cada una de las variables de entrada y de salida al sistema. El área de balance se lleva hasta las fronteras físicas y/o hidrogeológicas existentes.

Balance de aguas subterráneas

Una de las tareas a desarrollar para la toma de decisiones en el plan de ordenamiento son los balances de aguas subterráneas, que de manera básica consisten en registrar las entradas, salidas y el cambio de almacenamiento que se presentan en un lapso de tiempo determinado en un área del acuífero, con el propósito de cuantificar su potencialidad. Para ello se analizaron a detalle los reportes de elevaciones del nivel freático, evolución de niveles, composición física del acuífero, registros de estudios geofísicos en los que se han determinado las variables hidrogeológicas, ensayos de bombeo, recortes de pozos y en general resultados de estudios previos. El balance se realizó con base en la aplicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 para determinar la disponibilidad del acuífero y se generó el documento técnico de respaldo para la publicación de la disponibilidad.

Definición y simulación de escenarios paramétricos

Con la proyección de la demanda y la disponibilidad, se realizó un análisis predictivo para cada acuífero, considerando los escenarios que se describen a continuación. Estos escenarios tendrán la función de predecir impactos en la hidrología subterránea bajo opciones de manejo que servirán para sensibilizar en términos cuantitativos a los usuarios del agua subterránea. En estos escenarios no se contemplan acciones concretas sencillamente presuponen opciones de explotación típicas que nos darán una idea de la gravedad del problema de sobreexplotación y sus posibles soluciones.

Escenario 0. Condiciones iniciales. Este es un escenario teórico, se considera la extracción de agua subterránea de cada sector igual a cero, a fin de conocer las condiciones del acuífero antes de ser sometido a la extracción antropogénica (condiciones naturales a largo plazo).

Escenario 1. Escenario Inercial. En este escenario se considera la tendencia de extracción del agua subterránea en función de las tendencias de crecimiento actuales para cada uso. Se utiliza para evidenciar los impactos en diferentes horizontes de tiempo si no consideramos ninguna acción de recuperación.

Escenario 2. Máxima Tecnificación. En este escenario se consideran todas las acciones posibles de tecnificación de cada uno de los usos para reducir al máximo la demanda de agua subterránea. Este escenario es un estado de referencia para conocer cual podrían ser nuestras máximas expectativas teniendo un máximo de recursos para estabilizar o recuperar un acuífero. En él se considera como prioritario el uso público urbano sobre cualquier otro uso.

Escenario 3. Extracción REFDA. En este escenario se considera que la extracción de agua subterránea corresponde a la inscrita en el Registro Público de Derechos de Agua (REFDA), dicho escenario sirve de referencia para analizar el impacto en el acuífero en el caso de que los usuarios regularizados administrativamente pretendan ejercer el total de su derecho de extracción.

Análisis de opciones de manejo de la demanda y de la disponibilidad

Se analizan todas las opciones pragmáticas para reducir la demanda y aumentar la disponibilidad a favor del acuífero, tanto de agua subterránea como superficial y residual tratada y no tratada, con el propósito de alcanzar un uso sustentable del agua.

De manera especial, para plantear opciones verdaderamente pragmáticas de reducción de la demanda en el uso agropecuario. Se realizaron visitas de campo, a fin de obtener información actualizada y evaluar de primera mano el grado de tecnificación que en cada uno de los acuíferos se aplica en este uso.

Manejo de la demanda

Se analizaron las acciones para reducir la demanda e identificar las factibles para la zona de estudio, para ello, se consideraron como base los talleres de planeación participativa (método ZOPP) llevados a cabo en la zona de estudio, relativos al manejo del agua. En este aspecto se utilizó el árbol de problemas, objetivos y acciones derivadas de las reuniones participativas. De igual forma se consideraron las estrategias de acción propuestas en estudios que han sido realizados por el Municipio y otras instituciones de investigación y planeación, tanto regionales como nacionales.

Manejo de la disponibilidad

Se analizaron todas las acciones propuestas para aumentar la “disponibilidad” (oferta) y se identificaron las que resultan ser factibles para el acuífero y para la zona de estudio en general, tanto de agua subterránea como superficial y residual tratada y no tratada, además de otras fuentes como la desalación, en un horizonte a corto, mediano y largo plazo.

Definición y análisis de escenarios concertados con usuarios.

Para el acuífero, se integraron diversos escenarios basados en las opiniones de los usuarios e instituciones involucradas en el manejo de los recursos hídricos (obtenidas en la tercera reunión). Las aportaciones de los usuarios durante la tercera reunión, no fue suficiente, por lo que se propuso y llevó a cabo un recorrido de campo en el que se visitó tanto las zonas de cultivo, así como los sitios en los que los usuarios proponen llevar a cabo obras que pueden aumentar la recarga del acuífero y con ello la disponibilidad. Adicionalmente, dichos escenarios, reflejaron el análisis de las opciones de manejo de la demanda y de la disponibilidad. Los escenarios propuestos fueron modificados por los usuarios hasta obtener un escenario en el que todas las acciones son acordes a los intereses de los usuarios y el gobierno, pero sin perder de vista el manejo sustentable del acuífero.

Definición de la Alternativa de Manejo.

Con base en el análisis de escenarios paramétricos, de escenarios concertados con los usuarios y las opiniones obtenidas en la cuarta serie de presentaciones a los usuarios, se definió la Alternativa de Manejo que es la base del Plan de Ordenamiento de la zona de estudio. Este Plan de Ordenamiento es acorde a los intereses conjuntos de todos los involucrados integrando las acciones de reducción de la demanda y manejo de la disponibilidad del acuífero y de la región en general, teniendo en cuenta todos los aspectos geohidrológicos, hidrológicos, técnicos, financieros, sociales, institucional, legales, protección ambiental y desarrollo sustentable.

Las acciones de la Alternativa de Manejo, se presentan de formas concretas y pragmáticas aplicables a corto, mediano y largo plazo; enmarcadas en el contexto actual de la política nacional del agua. Así también, los objetivos, las estrategias, programas y las acciones de esta alternativa, se adecuan el desarrollo sustentable de la región a la disponibilidad del agua. A fin de que a corto plazo se impida la sobreexplotación del acuífero y a mediano y largo plazo se reduzca gradualmente el riesgo de dicha sobreexplotación hasta alcanzar su estabilización y garantizar el desarrollo sustentable. El plan de manejo contempla de manera especial las acciones a corto plazo (perfectamente evaluadas y consensuadas con los involucrados en el manejo de los recursos hídricos).

Estimación del costo-beneficio de la Alternativa de Manejo.

Para el acuífero, se realizó la estimación y valoración cualitativa y monetaria de los impactos económicos y ambientales a futuro con los cambios propuestos (por incremento o reducción), en los tres horizontes de tiempo; así como los beneficios y la relación beneficio-costos al haber elegido esta alternativa de manejo de la demanda y la disponibilidad.

Monitoreo, evaluación y seguimiento.

El Plan de Ordenamiento incluye, para cada el acuífero, un sistema de monitoreo, evaluación y seguimiento de diversos indicadores que permiten observar y analizar la ejecución del plan, así como medir su avance y el logro de sus objetivos, confrontando el avance programado contra el real. En el planteamiento de dichos indicadores, se precisan: los datos requeridos, las fuentes de verificación, ¿Quién monitorea?, ¿con qué frecuencia? y ¿con qué método?, así como los responsables de procesar y analizar la información. Se establece el valor meta para cada indicador a las fechas de monitoreo y evaluación establecidas.

En la definición del sistema de monitoreo, evaluación y seguimiento, se analizan los indicadores que a continuación se enlistan. Adicionalmente se proponen, de común acuerdo con la CONAGUA, algunos otros que se han considerado necesarios.

Indicadores de evaluación:

- Porcentaje de variación de la extracción.
- Hidrometría de las extracciones.
- Evolución del nivel estático.
- Evolución de la calidad del agua.
- Volumen de transferencia de derechos.
- Rescate de volúmenes a favor del acuífero.
- Evolución de la recarga total
- Porcentaje de población con servicio de agua potable.
- Producción Agrícola (\$ y Toneladas).
- Número de pozos clausurados.

Indicadores de seguimiento:

- Plantas de tratamiento construidas.
- Volumen de agua intercambiada.
- Volumen de agua reutilizada.
- Cursos de capacitación impartidos.
- Obras de recarga artificial construidas.
- Volumen de agua ahorrada.
- Número de pozos titulados.
- Fortalecimiento de los COTAS.

- Número de usuarios que interactúan con los COTAS.
- Número de campañas de divulgación.
- Evolución del Patrón de cultivos.
- Evolución de la superficie de riego tecnificado.
- Establecimiento y monto de las aportaciones de los usuarios.
- Número de Grupos de trabajo integrados.

Elaboración del Plan de Ordenamiento Integrado y sostenible del agua.

Como resultado del proceso de planeación descrito en las actividades anteriores, se presenta de forma clara y precisa, en un volumen por separado (Tomo III), el Plan de Ordenamiento Integral del acuífero de San Rafael.

Integración del informe final.

El informe final contiene la información obtenida durante el desarrollo de las diferentes actividades incluyendo la que resultó del análisis, procesamiento e interpretación de datos.

I.8. Área de estudio

I.8.1. Localización

Políticamente el acuífero del arroyo San Rafael pertenece al estado de Baja California, correspondiente al municipio de Ensenada.

La cuenca del Arroyo San Rafael, a la que pertenece en el acuífero del Poblado Punta Colonét se localiza en la porción centro-occidental de Baja California, a una altitud de 54 m.s.n.m. El área de estudio se localiza geográficamente entre los paralelos 31°00'00 y 31°20'00 de latitud norte y entre los meridianos 115°30'00 y 116°15'00 de longitud oeste.

I.8.2. Extensión

La cuenca del arroyo San Rafael tiene una extensión aproximada de 1401 km², de los cuales 60 km² corresponden a la denominada superficie acuífera, el resto pertenece a las sierras que forman parte de la cuenca de escurrimiento.

I.8.3. Vías de comunicación

El Valle del Arroyo San Rafael donde se localiza el poblado Punta Colonét, se encuentra comunicado dentro del estado de Baja California por la carretera Federal Libre N° 1 que desde Tijuana transcurre hacia el sureste pasando por Rosarito y Ensenada hasta el Pob. Punta Colonét y continúa a los límites del estado de Baja California con Baja California Sur el cual cruza en su totalidad hasta llegar a su capital La Paz. Además, de

esta importante carretera que comunica la zona de estudio, existen caminos de tercería que junto con caminas vecinales de brecha, comunican internamente.

CAPITULO II
SITUACIÓN ACTUAL

CONTENIDO

CAPÍTULO II. SITUACIÓN ACTUAL	4
II.1. POBLACIÓN Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO	4
II.1.1. Población	4
II.1.2. Actividad Económica	5
II.2. EVALUACIÓN DE PROGRAMAS RELATIVOS AL MANEJO DEL AGUA	6
II.2.1. Programas integrales	6
II.2.2. Evaluación de avances en los programas	9
II.3. CLIMATOLOGÍA	11
II.3.1. Clima	11
II.3.2. Precipitación pluvial	13
II.3.3. Temperatura y evaporación real	13
II.4. AGUAS SUBTERRÁNEAS	15
II.4.1. Geología	15
II.4.2. Marco Geológico Regional	16
II.4.3. Marco Geológico de la Zona de Estudio	19
II.4.4. Unidades Hidrogeológicas	23
II.4.5. Funcionamiento del Sistema Acuífero	23
II.4.6. Caracterización de los Aprovechamientos e Hidrometría	24
II.4.7. Uso del agua subterránea	26
II.4.8. Comportamiento piezométrico	26
II.4.9. Elevación del Nivel Estático	33
II.4.10. Evolución del Nivel Estático	38
II.4.11. Calidad del agua subterránea	40
II.4.12. Fuentes potenciales de contaminación	43
Condiciones de explotación del agua subterránea	43
II.5. AGUA SUPERFICIAL	45
II.5.1. Hidrometría y usos del agua	46
II.5.2. Calidad del agua superficial	47
II.6. FUENTES POTENCIALES Y EXISTENTES DE CONTAMINACIÓN	47
II.7. RESULTADOS DE LA PLANEACIÓN PARTICIPATIVA (MÉTODO ZOOP)	48
II.7.1. Participantes en la Planeación	48
II.7.2. Principios Básicos para el Manejo de Agua	48
II.7.3. Descripción del Proceso de Planeación Participativa	49
II.8. CITAS	50

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	PRINCIPALES LOCALIDADES EN LA DELEGACIÓN COLONET Y SU POBLACIÓN _____	4
TABLA 2.	CENSO DE APROVECHAMIENTO Y REPDA 2009. MODIFICADO DE CNA, 1998. REPDA - REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DE AGUA _____	25
TABLA 3.	VALORES DE LOS ELEMENTOS DEL BALANCE DEL AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA SAN RAFAEL. _____	46

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN LA REGIÓN INFORMACIÓN TOMADA DE INEGI (2005b) Y CONAPO (2006) _	5
FIGURA 2.	DISTRIBUCIÓN DE CLIMAS EN LA CUENCA SAN RAFAEL _____	12
FIGURA 3.	PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL DE CADA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA CON INFLUENCIA EN LA ZONA LA CUENCA DEL ARROYO SAN RAFAEL. _____	14
FIGURA 4.	PROVINCIAS GEOLÓGICAS DE MÉXICO (ORTEGA ET AL., 1992). _____	15
FIGURA 5.	MARCO TECTÓNICO ACTUAL MOSTRANDO EL LÍMITE ENTRE LAS PLACAS DEL NORTE AMÉRICA Y DEL PACÍFICO. (LEE ET AL., 1996). PROVINCIA EXTENSIONAL DEL GOLFO (GRIS OSCURO) Y PROVINCIA DE FALLAS TRANSFORMES (GRIS CLARO). BC, BAHÍA CONCEPCIÓN; IT, ISLA TIBURÓN; LP, LA PAZ; LR, LORETO; SR, SANTA ROSALÍA; SRB, CUENCA DE SANTA ROSA; STP, SIERRA LAS TINAJA Y REGIÓN SIERRA LAS PINTAS; VC, VALLE CHICO. _____	17
FIGURA 6.	MARCO GEOLÓGICO REGIONAL _____	18
FIGURA 7.	MAPA GEOLÓGICO DE LA ZONA DEL ARROYO SAN RAFAEL _____	22
FIGURA 8.	PORCENTAJE DEL AGUA SUBTERRÁNEA CONCESIONADO EN EL REPDA 2009 POR USO. FUENTE: ARCHIVO REPDA DEL 1 DE OCTUBRE 2009 PROPORCIONADO POR CONAGUA. _____	26
FIGURA 9.	CONFIGURACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO EN NOVIEMBRE DE 1976. MODIFICADO DE CNA, 2000. 28	28
FIGURA 10.	CONFIGURACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO EN NOVIEMBRE DE 1983. MODIFICADO DE CNA, 2000. 29	29
FIGURA 11.	CONFIGURACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO EN NOVIEMBRE DE 1998. MODIFICADO DE SANX INGENIERÍA INTEGRAL Y DESARROLLO [SIID], 2007. _____	31
FIGURA 12.	CONFIGURACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO EN NOVIEMBRE DE 2007. MODIFICADO DE SIID, 2007. 32	32
FIGURA 13.	CONFIGURACIÓN DE LA ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO EN MAYO DE 1977. MODIFICADO DE CNA, 2000. _	34
FIGURA 14.	CONFIGURACIÓN DE LA ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO EN MAYO DE 1979. MODIFICADO DE CNA, 2000 _	35
FIGURA 15.	CONFIGURACIÓN DE LA ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO EN 1998. MODIFICADO DE SIID, 2007 _____	36
FIGURA 16.	CONFIGURACIÓN DE LA ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO EN NOVIEMBRE DE 2007. MODIFICADO DE SIID, 2007 37	37
FIGURA 17.	CONFIGURACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO DE 1998 A 2007. MODIFICADO DE SIID, 2007 ____	39
FIGURA 18.	CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS EN NOVIEMBRE DE 1976. MODIFICADO DE CNA, 2000. 40	40
FIGURA 19.	CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS EN MAYO DE 1977. MODIFICADO DE CNA, 2000 ____	41
FIGURA 20.	CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS EN NOVIEMBRE DE 1983. MODIFICADO DE CNA, 2000 42	42
FIGURA 21.	DIAGRAMAS DE FRECUENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE STD EN 1977 Y 1983. CADA CATEGORÍA DE 1000 PPM INDICA LA CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE STD EN LA QUE SE UBICA UN CIERTO NÚMERO DE MUESTRAS. DATOS DE CONDUCTIVIDAD/STD PROPORCIONADOS POR CNA (COM. PERSONAL, 2009) _____	43
FIGURA 22.	DISPONIBILIDAD 2009 DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ACUÍFERO _____	44
FIGURA 23.	CUENCA HIDROLÓGICA SAN RAFAEL. _____	47

CAPÍTULO II. SITUACIÓN ACTUAL

II.1. Población y desarrollo socioeconómico

II.1.1. Población

La Región Cólonet comprende un área de cuatro delegaciones municipales de Ensenada: Santo Tomás, Eréndira, San Vicente y Cólonet. Se localiza desde su parte central a 140 km. al sur de la ciudad de Ensenada con las siguientes colindancias: Al Norte con la delegación de Maneadero y al Noreste con la delegación de Real del Castillo; Al Sur con las delegaciones de Camalú y Colonia Vicente Guerrero; Al Este con las delegaciones de Valle de la Trinidad y Puertecitos; Al Oeste con el Océano Pacífico. La superficie de la Región abarca un total de 405,897 ha, (PDPC, 2005).

La Región interactúa con los centros de población y las actividades sociales, culturales, políticas y económicas de Ensenada, Tijuana y Mexicali, por la movilidad de su actividad comercial, migratoria y administrativa, a través de la Carretera Federal No. 1, que se articula con las carreteras No. 3 y No. 5.

La Delegación Cólonet comprende 96 localidades que totalizan 7,718 habitantes de las cuales 13 de ellas (ver Tabla 1) representan el 89% de la población.

Tabla 1. Principales localidades en la Delegación Cólonet y su población

Localidad	Habitantes
Ejido Punta Cólonet	2346
Ejido Gustavo Díaz Ordaz	887
Col. Agrícola La Providencia	732
Ejido 27 de Enero	489
Ejido Héroes de Chapultepec	472
Ejido Alfredo V. Bonfíl	338
Las Brisas	304
Ex Hacienda Sinaloa	299
Rancho el Papalote	236
Rancho el Pedregoso	227
Col Abelardo L. Rodríguez	210
Campamento Buenavista	162
Rancho los Caballos	147
Total	6849

COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN

La población del estado de Baja California se ha conformado de manera tradicional con inmigrantes de todas las entidades del resto del país que buscan mejores condiciones de vida. El fenómeno migratorio es de suma importancia en la zona del Valle de Punta Cónonet se debe, principalmente, a la importante oferta de trabajo en el sector agroindustrial. Las cifras reportadas por el Censo General de Población y Vivienda (INEGI, 2005) indican que por cada 50 habitantes nacidos en la región hay 19 que provienen de otras entidades federativas, es decir, aproximadamente el 38% de la población es originaria de otros lugares.

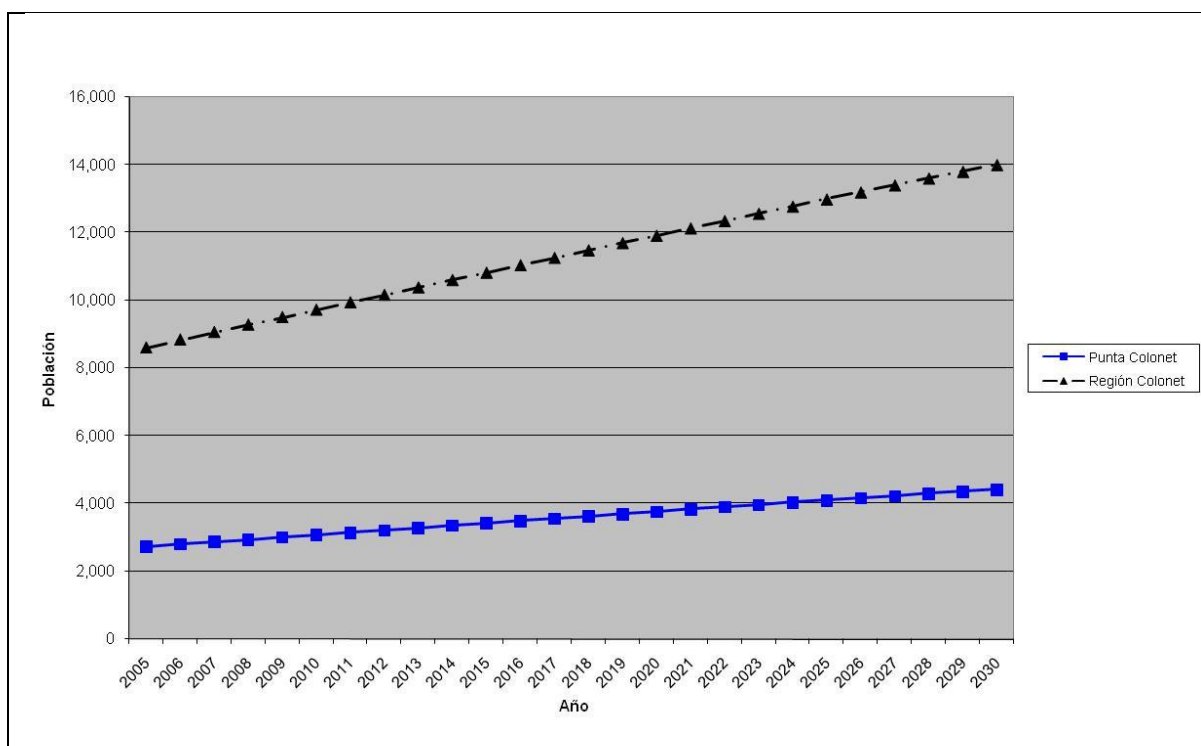


Figura 1. Proyección de la población en la región Información tomada de INEGI (2005b) y CONAPO (2006)

II.1.2. Actividad Económica

La actividad económica más importante de la región es la agricultura de alta tecnología. Los principales cultivos son tomate (de vara y de sombra), cebolla, col de brusselas, pepino, habas, fresa y frambuesa (SEDESOL, 2006). Se cuenta con más de 30 alternativas

de cultivos, predominando el tomate y la fresa que juntos abarcan el 95% de la producción total de la región (López-Limón, 2002). Los grandes empresarios horticultores cuentan con una organización compleja que incluye secciones administrativas, laboratorios, empaques, transporte y maquinaria y las extensas áreas de campos de cultivo. Toda esta actividad agrícola requieren de una cantidad importante de mano de obra, la que es obtenida en otros Estados de la Republica (SEFOA, 2002).

II.2. Evaluación de programas relativos al manejo del agua

Diversos programas en los ámbitos federales, estatales y municipales se han enfocado al manejo del agua de esta región. Los objetivos de la gran mayoría de estos programas plantean una visión moderna e integral que incluye tanto al sector hidroagrícola como al del agua potable, alcantarillado y saneamiento. Por tal razón se ha optado por reportarlos en un solo bloque, como programas integrales, aunque algunos estén más enfocados a uno de los dos sectores de nuestro interés. Entre otros destacan: el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 (PNMARN), el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 (PNH), el programa Agua para San Quintín (SEFOA, 2002), el Programa Sectorial de Desarrollo Económico 2002-2007 (PSDE), el Programa Estatal Hidráulico 2002-2007, el Plan Estatal de Desarrollo 2002-2007, el Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 (Gob. Mpal. Ensenada, 2008), el Programa Hidráulico de Gran Visión 2001-2025 (CNA, 2000), el Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Visión 2030 (CNA, 2007) y el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 (CNA, 2008), Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Punta Cónonet (2008).

II.2.1. Programas integrales

El Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 (PNMARN) tuvo como propósito principal satisfacer las expectativas de cambio de la población, construyendo una nueva política ambiental de Estado para México. El PNMARN incluye un diagnóstico sobre la situación del medio ambiente al inicio de programa, los cambios programados y las líneas de acción, proyectos y metas necesarias para impulsar y lograr dicho cambio. Algunas de las metas de dicho programa fueron:

- Establecer 13 cuencas hidrológicas bajo el esquema de Manejo Integral de Cuencas (MIC), para propósitos de planeación y gestión ambiental.
- Asegurar que las microcuencas de atención ambiental prioritaria coincidan con comunidades de las 250 microrregiones más pobres del país.
- Lograr que el 78% de la población cuente con servicio de alcantarillado.
- Tratar el 65% de las aguas residuales generadas en centros urbanos e industriales y lograr que el 100% de estas aguas tratadas cumplan con la normatividad.
- Asumir la cultura de la infiltración y la retención de las aguas de lluvia.
- Recuperar y reutilizar crecientemente aguas residuales de uso agrícola.

En el **Programa Nacional Hidráulico 2001-2006** (PNH) uno de los principios rectores es que la unidad básica para la administración del agua es la cuenca hidrológica, ya que es la forma natural de ocurrencia del ciclo del agua. El PNH 2001-2006 pone de manifiesto la sustentabilidad de este recurso, como una condición previa para reducir la pobreza, mejorar la salud y controlar los fenómenos extremos naturales del agua. Alcanzar dicha sustentabilidad exige la cooperación entre los diferentes usuarios y entre todos los que comparten cuencas y acuíferos, para proteger los ecosistemas de la contaminación y de otras amenazas. Esto se podrá lograr en la medida en que se realice un manejo integrado del agua y del suelo con un enfoque de cuencas hidrológicas. En este sentido, el objetivo superior del PNH 2001-2006, es lograr el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos. Por lo tanto, todas las estrategias y las líneas de acción que se plantean en él tienen como fin último contribuir a lograr el manejo sustentable del agua en las cuencas y acuíferos del país.

El **Programa Sectorial de Desarrollo Económico 2002-2007** (PSDE) plantea, en materia agropecuaria y forestal, definir y establecer una política para el campo, elevar la rentabilidad de éste, promover una real y efectiva reconversión productiva, y hacer eficientes los servicios gubernamentales en apoyo al mismo. La visión de este programa es que el Estado sea líder en el aprovechamiento de los recursos naturales y su integración a las cadenas productivas. Para ello, se requiere descubrir el potencial y aprovechar las ventajas de las regiones; ver a los productores como los agentes de cambio, tomando en cuenta sus talentos y aptitudes; capitalizar las oportunidades de los mercados globales, para lograr, a través de la rentabilidad, un arraigo y una mejor calidad de vida que dignifiquen a la familia rural.

El **Programa Estatal Hidráulico 2003-2007** (PEH) tuvo como propósito general dirigir la ampliación, el mejoramiento y la consolidación de los sistemas existentes. Para lograrlo, se proponen dos vías: mediante políticas y estrategias orientadas a la búsqueda de nuevas y mejores soluciones a la problemática actual, y mediante la obtención y captación ordenada y flexible de los recursos necesarios para cubrir las necesidades presentes y futuras del estado en materia de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento, en coadyuvancia con los usos agrícola, pecuario y acuícola del estado. De acuerdo al PEH 2003-2007, la visión del sector hidráulico es la de "Un estado que cuenta con seguridad en el suministro del agua que requiere para su desarrollo, que la utiliza de manera eficiente, reconoce su valor estratégico y económico, protege los cuerpos de agua y preserva el medio ambiente para las futuras generaciones." En el estado de Baja California se contemplan proyectos como el de *Estabilización del Acuífero de Guadalupe*, que incluye acciones para la estabilización del acuífero: actualización geohidrológica, modelación y reglamentación.

En concordancia con el **Plan Estatal de Desarrollo 2002-2007**, el Ejecutivo Estatal ha puesto especial atención a la construcción de infraestructura y equipamiento necesario para poder alcanzar un crecimiento sostenido que ofrezca bienestar y mejor calidad de vida para los habitantes, por lo cual se han implementado estrategias y líneas de acción

para corregir los rezagos que se presentan debido al acelerado crecimiento de la población. Con base en los planteamientos formulados por la ciudadanía los cuales fueron plasmados en el Plan, a fin de atender la demanda de servicios públicos en distintas zonas urbanas y rurales, las acciones de agua potable y alcantarillado sanitario se orientaron a disminuir el rezago en dotación y aumentar la cobertura en las principales ciudades del Estado al 98% y 91%, respectivamente.

Dentro de los ejes temáticos del *Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010* (PMD) del Municipio de Ensenada se incluyen rubros como el desarrollo regional rural sustentable, el desarrollo económico y la infraestructura y servicios públicos de calidad. Entre los objetivos del plan están: Aprovechar sustentablemente los recursos naturales, fortalecer las regiones rurales, prestar servicios públicos de calidad, lograr la certidumbre en la tenencia y uso de la tierra y fomentar el desarrollo agrícola.

El *Programa Hidráulico de Gran Visión 2001-2025* plantea que los usuarios cuenten con el agua que requieren y la utilicen en forma eficiente; que los ríos, lagos y lagunas recuperen sus volúmenes de agua y que ésta sea de buena calidad; que los acuíferos estén en equilibrio y la calidad de su agua sea adecuada, y que los daños asociados a la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos sean mínimos.

Para lograr sus propósitos, el organismo operador (CNA) se está enfocando en transformarse, de ser una organización con énfasis en la construcción y operación directa de grandes obras, a consolidarse como promotora del desarrollo hidráulico que regula el buen uso y preservación del recurso, administrándolo por cuencas hidrológicas. El proceso de descentralización generará:

- Federación normativa con funciones de autoridad fortalecidas y que brinda apoyo técnico especializado.
- Organización por cuencas y regiones hidrológicas.
- Planeación participativa que promueve el desarrollo hidráulico de las regiones.
- Autoridades locales orientadas hacia el desarrollo hidráulico sustentable.
- Consejos de Cuenca administrativa y financieramente sostenibles.

El *Programa Nacional Hídrico 2007-2012* asume como premisa básica la búsqueda del desarrollo humano sustentable, es decir, que todos los mexicanos tengamos una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras. En este contexto, el adecuado manejo y preservación del agua cobra un papel fundamental, dada su importancia en el bienestar social, el desarrollo económico y la preservación de la riqueza ecológica de nuestro país. Al vincular al agua con el bienestar social, básicamente se refiere al suministro de los servicios de agua potable y alcantarillado a la población, así como al tratamiento de las aguas residuales. Los objetivos de este plan son:

- Mejorar la productividad del agua en el sector agrícola.
- Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Promover el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.
- Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico.
- Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso.
- Prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos.
- Evaluar los efectos del cambio climático en el ciclo hidrológico.
- Crear una cultura contributiva y de cumplimiento a la Ley de Aguas Nacionales en materia administrativa.

El **Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Visión 2030** analiza a profundidad la problemática hidráulica de la región por subregión, establece los mecanismos de participación del usuario en el proceso análisis, plantea las alternativas de solución a la problemática de la región y lo más importante, identifica los programas de acción, los mecanismos de financiamiento, señala las acciones inmediatas y propone sistemas de evaluación y seguimiento de los programas. Los objetivos generales del Programa son:

- Asignar máxima prioridad a las acciones que conduzcan al uso eficiente y sustentable del agua.
- Fortalecer los foros e instancias de participación social.
- Actualización de tarifas y precios del agua e impulsar la constitución de mercados del agua.
- Saneamiento Integral.
- Intensificar el registro de descargas y su medición.
- Seguridad jurídica.
- Completar el registro y ampliar la cobertura del control de extracciones y descargas.
- Descentralizar funciones vinculadas con la administración del agua.
- Fortalecer a las instancias estatales y municipales.

II.2.2. Evaluación de avances en los programas

Un objetivo común entre estos programas ha sido el de involucrar y obtener la colaboración de los pobladores y usuarios del agua con la meta de lograr el uso

sustentable de los recursos hidráulicos disponibles en la región. En ese respecto, los programas han tenido éxito al reportar la colaboración de numerosos ciudadanos en la elaboración y evaluación de planes y programas.

Otro de los aspectos en los que se enfocaron los esfuerzos del organismo administrador, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), fue en la descentralización y descompactación de las operaciones para lograr una mayor eficiencia. Como resultado, hoy en día se cuenta con los Organismos de Cuenca, los que son los responsables de administrar y preservar las aguas nacionales en cada una de las trece regiones hidrológico-administrativas en que se ha dividido el país. También fungen como enlace entre CNA y los gobiernos de las entidades federativas. Otro avance en el rubro de la descentralización lo constituyen las Direcciones Locales. Éstas tienen la importante labor de aplicar las políticas, estrategias, programas y acciones de la Comisión en las entidades federativas que les corresponden.

A la fecha los programas han obtenido resultados lentos pero satisfactorios que encaminan a la zona del acuífero del valle de San Rafael hacia la estabilización y a la integración al desarrollo nacional y mundial. Además, los nuevos programas retoman los conceptos, planteamientos y metas establecidos en aquellos a los que reemplazan, es decir, en la creación de nuevos planes se han tomado como referencia los preceptos, visiones y principios planteados en programas anteriores (CNA, 2008).

II.3. Climatología

II.3.1. Clima

Por su extensión la cuenca del arroyo San Rafael se clasifica como clima templado subtipo húmedo y presenta diversos climas sujetos al relieve topográfico. La franja de laderas y mesetas meridionales de la sierra de San Pedro Mártir, con altitudes que alcanzan alrededor de los 2,000 metros sobre el nivel del mar (msnm), es dominada por climas secos templados y semifríos, ambos subhúmedos (Figura 3), con precipitaciones invernales. El clima que impera en la región de estudio es de tipo por su humedad como semiseco y por su temperatura como templado. Estos climas han sido descritos por Köppen y adaptados a las condiciones de la República Mexicana, (García, 1988):

Clima Semiseco (Cs): Subtipo templado, con temperatura media anual entre los 12 °C y 18 °C; verano fresco, régimen de lluvia en invierno y algo extremoso.

Clima muy seco o desértico (BW_{hs}): Subtipo templado, temperatura media anual de 15 °C a 18 °C, verano fresco; régimen de lluvia de invierno, algo extremoso y nieblas frecuentes.

- Subtipo semicálido, temperatura media anual de 18 °C a 22 °C, verano fresco que se extiende en la base de las montañas a altitudes menores de 800 msnm y régimen de lluvias en invierno.
- Subtipo cálido, temperatura media anual mayor de 22 °C, régimen de lluvias en invierno y extremoso.

Clima templado (BS_{ks}): Subtipo húmedo, lluvias en invierno; clima mediterráneo; verano cálido y algo extremoso.

- Subtipo húmedo. Lluvia en invierno con verano largo y fresco. Se encuentra sobre las laderas de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, entre 1000 y 2000 msnm.

Clima semifrío Subhúmedo (C(E)_{s(x')}). Clima semifrío subhúmedo templado con lluvia invernal menor al 36%, con temperaturas entre 12 y 18 °C.

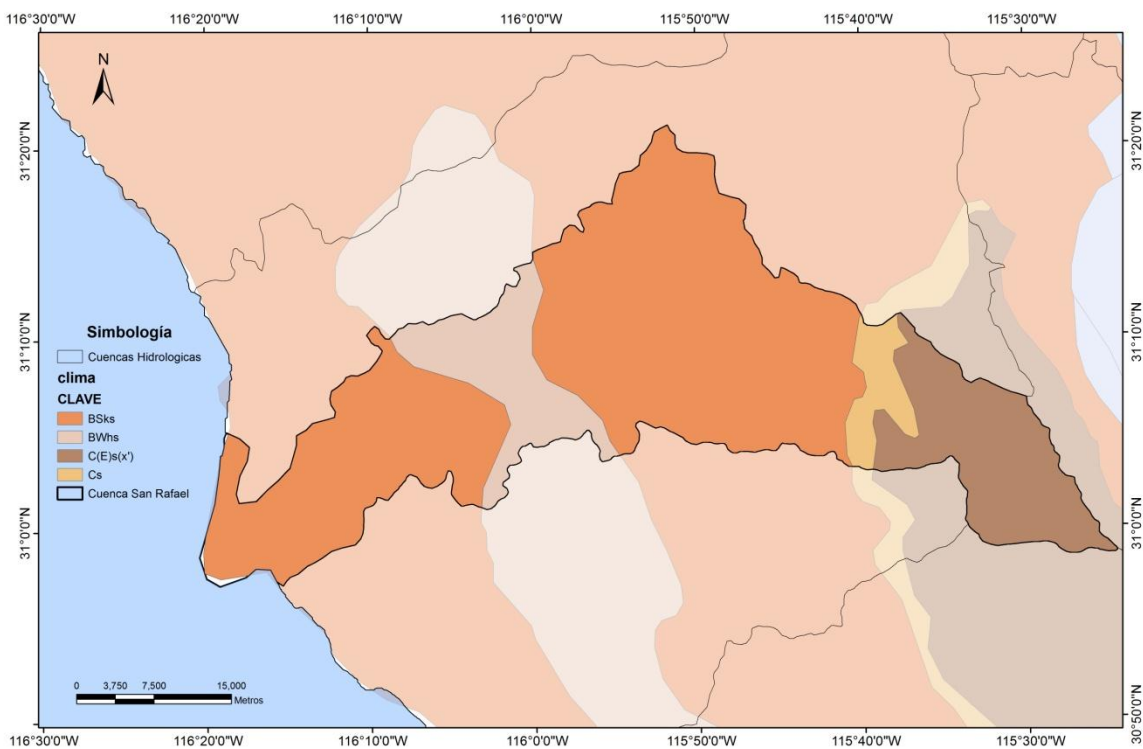


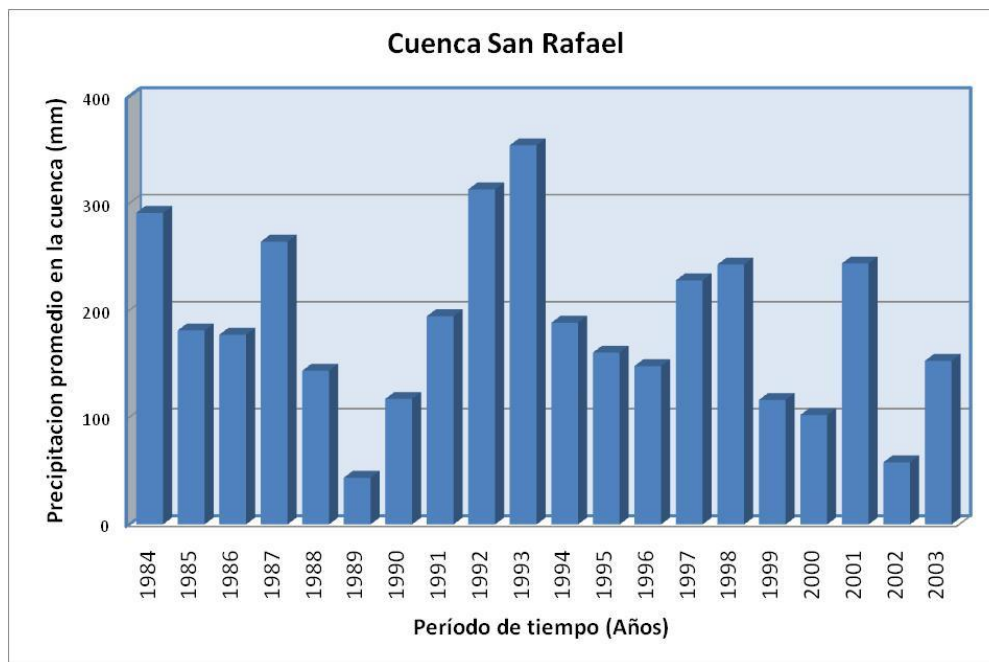
Figura 2. Distribución de climas en la cuenca San Rafael
Modificado de INEGI (2007)

II.3.2. Precipitación pluvial

La precipitación media anual en la cuenca de San Rafael, en la que se ubica el acuífero de poblado Punta Cólonet, ha sido estimada en 186.2 mm./año a partir de la serie 1984 a 2003 de diversas estaciones a lo largo de la cuenca (Ramírez-Hernández et al., 2005). La máxima precipitación registrada durante ese periodo fue de 782 mm en el año 1993 en la estación Santa Cruz mientras que la mínima fue de 3.0 mm correspondió a 1999 en la estación Mesa de San Jacinto. La cuenca presenta un régimen de lluvias invernal de noviembre a abril. La Figura 4 muestra la información proveniente de las estaciones climatológicas con mayor número de datos durante el periodo de análisis. Estas son: Ej. México, Mesa San Jacinto, La Calentura, Ej. Valle de la Trinidad, Santa Cruz, Parque Nacional San Pedro Mártir y Ej. San Matías. En la Figura 3 se observa el promedio de precipitación anual en cada estación.

II.3.3. Temperatura y evaporación real

En la estación Ejido México ubicada en la meseta intermedia baja de la cuenca la temperatura media anual varía desde los 13.3 °C, en el mes de diciembre y de 17.4 °C, en agosto; con un promedio de 16.1 °C (CNA, 2009). La media máxima reportada a la fecha es de 17.4 °C en el año de 2008. Aunque las temperaturas son extremosas durante algunas horas en los meses calurosos del año registrándose en agosto de 1985 los 45 °C, y temperaturas muy bajas durante los meses de invierno alcanzando los -5.0 °C durante el mes de diciembre del año 1985 los promedios se mantienen relativamente estables durante todo el año.



Precipitación promedio 1984-2003 en la cuenca hidrológica. Información tomada de CNA

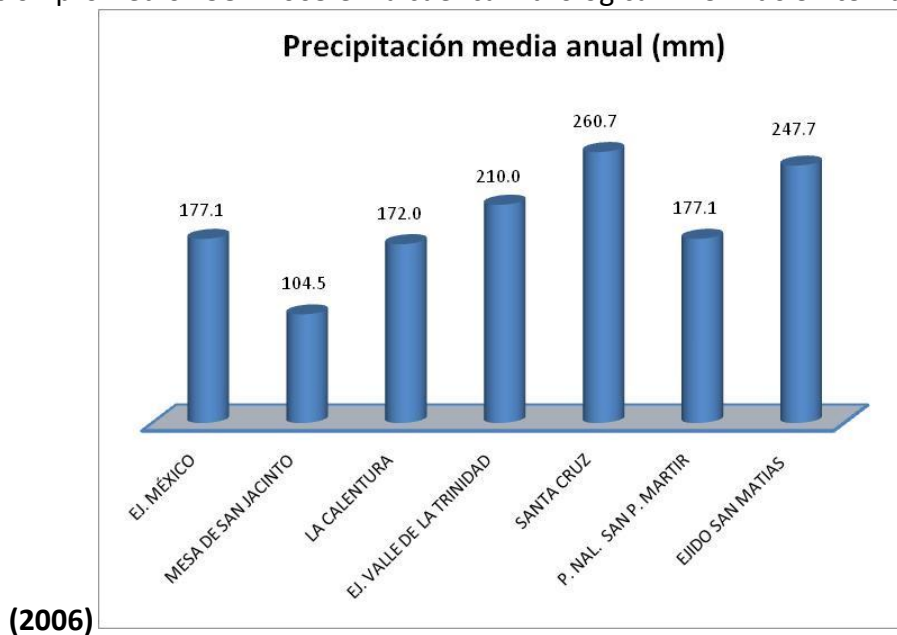


Figura 3. Precipitación promedio anual de cada estación climatológica con influencia en la zona la cuenca del arroyo San Rafael.

II.4. Aguas subterráneas

II.4.1. Geología

De acuerdo a la división de provincias geológicas mostrada en la Figura 4 (Ortega, et. al. 1992), el valle de San Rafael pertenece a la región número 31 Batolito de San Pedro Mártir, de edad Mesozoica, de origen plutónico y de un ambiente de raíz de arco. Este intrusivo conformado por tonalitas y granodioritas se desarrolló del Cretácico al Cenozoico tardío, tiene una extensión de más de 400 km² y metamorfoseó rocas prebatolíticas transformándolas en gneis y esquisto. El fallamiento fuertemente escalonado que presenta la Baja California está relacionado con el desarrollo de los sistemas transformantes que dominan la tectónica regional (Dokka y Merriman, 1982; O'Connor y Chase, 1989).

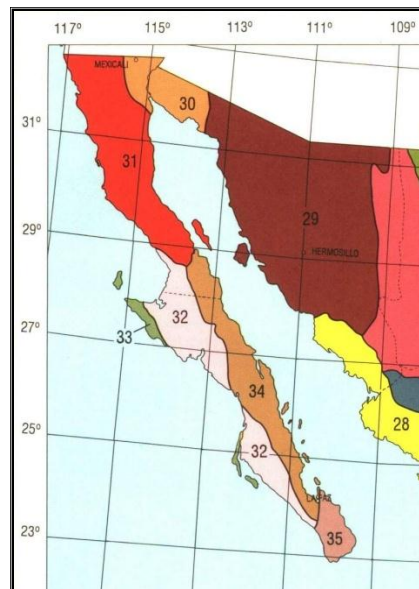


Figura 4. Provincias geológicas de México (Ortega et al., 1992).

II.4.2. Marco Geológico Regional

La Baja California se ubica en un marco tectónico complejo en el que la península ha sido transferida desde la placa de Norte América hacia la placa del Pacífico durante el Neogeno Tardío (Figura 5). Actualmente la península está siendo transportada en dirección noroeste sobre la placa del Pacífico, de forma paralela a las fallas transformes que definen la mayor parte de los límites de dicha placa (Lee *et al.*, 1996). La Baja California se ha desplazado aproximadamente 300 km hacia el Noroeste a lo largo del sistema de fallas transformes en los últimos 5 Ma (1×10^6 años = Ma) (Gastil *et al.*, 1981). Como se muestra a continuación, la corteza continental que rodea al Golfo de California guarda el registro de la transición de zona de subducción a una zona dominada por fallas transformes.

La geología de la Baja California (Figura 6) está dominada por rocas batolíticas mesozoicas que se extienden desde California, en los Estados Unidos de América, hasta el extremo sur de la península (Jahns, 1954; Allison, 1964). El tipo de roca dominante en las sierras peninsulares es quartzodiorita aunque se observan abundantes plutones aislados que varían en composición desde el gabro hasta el granito (Larsen *et al.*, 1948; Delgado-Argote *et al.*, 2004). Exposiciones discontinuas de rocas prebatolíticas mostrando numerosas intrusiones y diversos grados de metamorfismo se extienden en amplios cinturones a lo largo de los plutones. Estas rocas metamórficas una vez fueron flujos volcánicos de composición intermedia y rocas sedimentarias, principalmente clásticas, con algunas calizas estratigráficamente delimitadas (Larsen *et al.*, 1948; Jahns, 1954; Silver *et al.*, 1963; Allison, 1964). Rocas posbatolíticas consistentes en conglomerados continentales y marinos, areniscas, lutitas y basaltos sobreyacen a las rocas más antiguas y forman delgadas cuñas paralelas a la actual línea de costa.

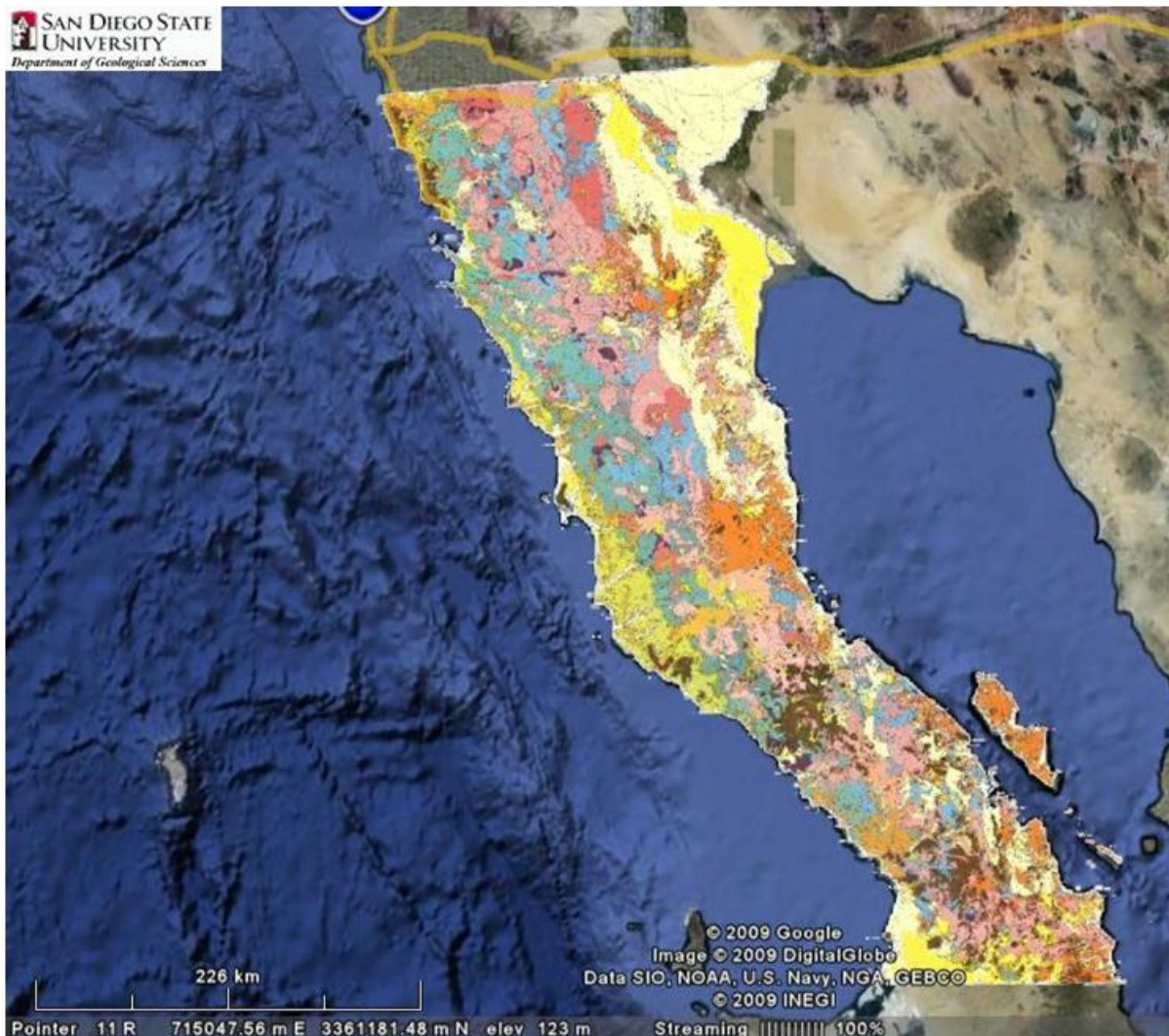


Figura 6. Marco Geológico Regional

En general, los tonos rosados indican rocas batolíticas, los verdes y azules corresponden a rocas prebatolíticas metamorfoseadas, los amarillos agrupan diversas rocas sedimentarias que sobreyacen a las anteriores. Los tonos naranja y marrón corresponden a rocas volcánicas (Gastil et al., 1975; SDSU website).

II.4.3. Marco Geológico de la Zona de Estudio

Fisiografía y geomorfología

El área se encuentra comprendida dentro de la provincia fisiográfica de Baja California (Raisz, 1964). La zona está representada por montañas complejas, constituidas por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas que conforman un gran bloque con pendiente suave hacia el occidente y con un frente oriental abrupto. Tiene una orientación predominante noroeste-sureste y se encuentra disectada por angostos valles de origen tectónico que han sido modelados por la erosión. Pertenece a la vertiente del Océano Pacífico y es drenada por corrientes intermitentes que se van integrando a medida que se acercan a los valles labrados por las mismas. En general, se observa una etapa de madurez en el desarrollo geomorfológico de la región, solo interrumpido por el rejuvenecimiento regional, evidenciado por el levantamiento gradual del frente oriental de la sierra de San Pedro Mártir (DGG, 1982).

Estratigrafía

En el área afloran rocas cuya edad varía del Paleozoico al Reciente. El Paleozoico está representado por rocas sedimentarias marinas con metamorfismo regional. Del Mesozoico afloran predominantemente intrusivos de composición ácida e intermedia y rocas sedimentarias marinas que manifiestan metamorfismo regional de bajo grado. El Cenozoico está caracterizado por importantes eventos volcánicos con un amplio rango de composición, depósitos de sedimentos fluviales, marinos, eólicos y formación de suelos (DGG, 1982).

Geología estructural

Las estructuras más sobresalientes en el área son los emplazamientos batolíticos mesozoicos que afectaron a las secuencias paleozoicas y mesozoicas en una dirección noroeste-sureste. En general, el área ha sido perturbada por diversos fenómenos tectónicos de diferentes épocas entre los que se pueden distinguir: (a) efectos de esfuerzos de compresión; (b) metamorfismo dinámico regional; (c) intrusiones graníticas; y (d) esfuerzos de tensión que son mejor marcados en las secuencias volcánicas cenozoicas. Los emplazamientos batolíticos y la secuencia mesozoica muestran fallamiento normal de dimensiones considerables y con dirección preferencial noroeste-sureste, así como algunas fallas de corrimiento lateral. Se observa un segundo sistema de fallas normales ocurrido en el Terciario al que se asocian derrames lávicos de composición máfica (DGG, 1982).

En general, para el Paleozoico se reconocen rocas producto de procesos metamórficos regionales de alto grado. Representando al mesozoico se presentan importantes intrusiones batolíticas de composición ácida-intermedia, que son producto de la

subducción y fusión de la placa Farallón debajo de la placa Americana. Esta Era incluye rocas metamórficas con lineamiento principal noroeste-sureste. El Cenozoico es un escenario de importantes eventos volcánicos que originaron secuencias de carácter efusivo, así como grandes e importantes movimientos debidos a esfuerzos de distensión que provocaron la separación de la península de Baja California (DGG, 1982).

Descripción de las Unidades

Rocas Extrusivas

Andesita-Toba intermedia - K(A-Ti): Unidad constituida por la interdigitación de derrames andesíticos y tobas intermedias (Figura 7). Las andesitas tienen textura porfídica, afloran en pseudoestratos masivos y su fracturamiento produce bloques de dimensiones pequeñas. Las tobas son líticas y vítreas, se encuentran intercaladas con esporádicos derrames de riolita. La unidad se encuentra intercalada con areniscas mal clasificadas en estratos medianos. Se generó a partir del arco insular desarrollado en el Cretácico Inferior, cuando la placa del pacífico se fundía bajo el continente, y forma parte de la Formación Alisitos (Almazán-Vazquez, 1988, Johnson *et al.*, 1996). Su morfología está representada por sierras altas y escarpadas (CETENAL, 1976; DGG, 1982).

Basalto - Ts(B): Unidad constituida por basaltos de color negro, textura afánítica, estructura vesicular y amigdaloides e intemperismo incipiente con coloraciones rojizas (Figura 7). Su fracturamiento da origen a bloques de diversas dimensiones. Sobreyace discordantemente a las Formaciones más antiguas, incluyendo a las rocas batolíticas. Esta unidad representa la última actividad volcánica en el área, relacionada con fisuras de distensión. Ha sido asignada al Terciario, específicamente al Pleistoceno (Johnson *et al.*, 1996). Morfológicamente se presenta como mesetas de extensión considerable, las que frecuentemente terminan en acantilados costeros (CETENAL, 1976; DGG, 1982).

Rocas Metamórficas

Metasedimentaria - K(metased): Unidad constituida por rocas sedimentarias y volcánicas afectadas por metamorfismo regional de bajo grado (Figura 7). Afloran como esquistos, skarns, hornfels y fillitas, con tonalidad en gris, verde, café y rojo; tienen texturas granoblásticas y están intercaladas. Se observa clorita, su fracturamiento es intenso y su foliación sigue un rumbo noroeste-sureste. La unidad está afectada por plutones granodioríticos y se ha correlacionado con la formación Alisitos del Cretácico Inferior (Gastil *et al.*, 1975; CETENAL, 1976; DGG, 1982; Almazán-Vazquez, 1988). Su morfología está representada por cerros abruptos.

Rocas Intrusivas

Granodiorita – K(Gd): Unidad constituida por granodioritas de color gris claro, textura fanerítica equigranular, con desarrollos locales de plagioclasas y cuyos minerales accesorios son biotita, muscovita, turmalina y hornblenda (Figura 7). La unidad se encuentra muy fracturada y tiene foliación incipiente en algunas localidades. Es parte de los batolitos cretácicos que afloran en Baja California y Sonora. Se encuentra en contacto transicional con rocas metamórficas y ésta afecta por plutones de diorita y diques pegmatíticos. En algunas partes se observa cubierta por la secuencia volcánica cenozoica. Forma el núcleo de las montañas que constituyen las sierras de Juárez y San Pedro Mártir (Gastil *et al.*, 1975; CETENAL, 1976; DGG, 1982). La morfología está dada por montañas altas y abruptas.

Diorita – K(D): Unidad formada por rocas de textura fanerítica con hornblenda como principal accesorio, su intemperismo es esférico y su fracturamiento da origen a bloques (Figura 7). La unidad está asociada a gabros y diques pegmatíticos, intrusiona al batolito Cretácico y se le ha asignado la misma edad. Su expresión morfológica está dada por lomeríos suaves que forman estructuras semicirculares (DGG, 1982).

Rocas Sedimentarias

Conglomerados – Tpe(Cg): Unidad constituida por conglomerados polimícticos depositados en un ambiente transicional (Figura 7). La forma de los clastos va de subredondeado a redondeado, su tamaño varía desde guijarro hasta canto y derivan de rocas volcánicas, plutónicas y metamórficas, principalmente. Corresponden a la porción basal de la Formación Sepultura (Abbott *et al.*, 1993) cuya descripción incluye areniscas arcósicas cementadas con calcita, conglomerados dominados por clastos volcánicos, tempestitas, abundante oolita glauconítica y poca caliza. Forman lomeríos suaves y relleno de paleocanales (CETENAL, 1976; DGG, 1982).

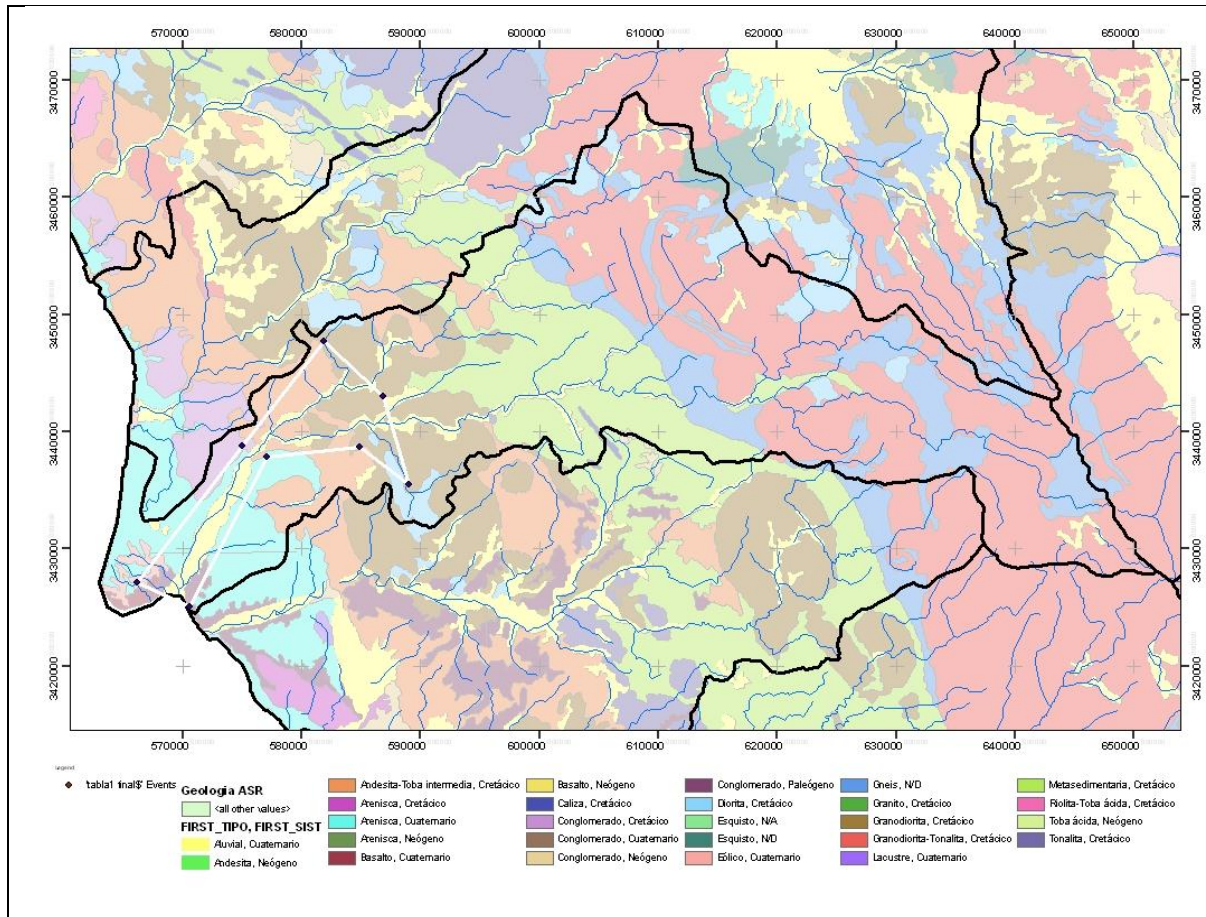


Figura 7. Mapa Geológico de la zona del Arroyo San Rafael

(Gastil *et al.*, 1975, SDSU website). Incluye los puntos de verificación del recorrido geológico (Anexo 4).

Areniscas – Tpe (Ar): Corresponden al miembro inferior de la Formación Sepultura (Abbott *et al.*, 1993). Esta unidad (Figura 7) está constituida principalmente por arenisca de grano grueso de color verde, gris, rojo y amarillo, con capas de conglomerado terrígeno y escaza caliza limosa. Las capas con glauconita contienen también abundantes fósiles.

II.4.4. Unidades Hidrogeológicas

En el acuífero del valle de San Rafael se distingue la presencia de tres unidades hidrogeológicas, una permeable rellenando los cauces de arroyos, una semipermeable ubicada en las márgenes de la porción baja del arroyo San Rafael y una unidad totalmente impermeable en los bordes del acuífero:

1. *Unidad permeable*, Material granular no consolidado (depósitos aluviales o relleno de valle). Presenta alta permeabilidad y conductividad hidráulica. Está constituida principalmente por gravas, arenas y limos generados a partir de los afloramientos geológicos circundantes. En las zonas donde afloran rocas intrusivas de composición intermedia a básica es común observar, en los lechos de arroyos, extensos lentes de arcillas rojas, las que limitan las propiedades hidráulicas de esta unidad.
2. *Unidad semipermeable*, Sedimentos consolidados y semiconsolidados del Paleoceno. Horizontes masivos de baja permeabilidad conformados principalmente por conglomerados con una matriz calcoarcillo-arenosa y algunas areniscas. Se presentan en las márgenes de la parte baja del arroyo San Rafael, desde el poblado Punta Colonet hacia la costa. En dicha zona esta unidad subyace a la unidad permeable y constituye un acuífero debido a su baja productividad hidráulica (TMI, 1977).
3. *Unidad impermeable*, Rocas frescas fracturada de baja a nula permeabilidad. Materiales impermeables que se distribuyen a lo largo del valle, favorecen la colección y encausamiento del agua pluvial y dan origen a los depósitos aluviales de alta permeabilidad. La unidad está conformada por rocas extrusivas, como derrames andesíticos Mesozoicos y basaltos Terciarios, por rocas intrusivas, como los abundantes plutones de composición acida-intermedia del Cretácico, y por rocas metasedimentarias.

II.4.5. Funcionamiento del Sistema Acuífero

La cuenca hidrológica del valle de San Rafael está constituida por los arroyos Seco y San Rafael, los que nacen en la Sierra de San Pedro Mártir. Cuenta con una superficie de 1,401.43 km² de los cuales únicamente 56.94 km² componen el área granular del acuífero de San Rafael (Ramírez-Hernández *et al.*, 2005). Estos depósitos se distribuyen a lo largo de estrechos cauces de arroyos los que, al ensancharse localmente, favorecen la

formación de “cubetas” (CNA, 2000) propicias para la explotación de los recursos hídricos subterráneos. Éste es un acuífero de tipo libre y heterogéneo.

15 Sondeos eléctricos verticales han permitido determinar que el espesor de los sedimentos que conforma la zona más productora del acuífero varía desde 8 hasta 38 m (TMI, 1977), lo que arroja un promedio de 15 m. Tomando el espesor promedio menos 2 m de profundidad de nivel freático, el área acuífera y un coeficiente de almacenamiento de 7% (TMI, 1977) se estima que el acuífero de San Rafael puede contener un volumen de hasta 51.8 Mm³ de agua subterránea. Si se considera un modelo de paredes verticales para los depósitos aluviales, un metro de disminución en el nivel estático representaría un volumen de aproximadamente 4 Mm³ de agua.

Pruebas de bombeo indican que la transmisividad de este acuífero varía de manera puntual desde 0.2×10^{-3} hasta $90 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (TMI, 1977), lo que lo coloca en el rango de baja (lentes arcillosos) a muy alta (arenas limpias) transmisividad (Freeze y Cherry, 1979; Villanueva e Iglesias, 1984). El coeficiente de rendimiento específico determinado por la ley de Darcy va de 2.56×10^{-3} a 0.07 y la descarga específica en este acuífero se ha reportado entre 0.5 y 28 lps/m (TMI, 1977).

II.4.6. Caracterización de los Aprovechamientos e Hidrometría

La explotación del agua subterránea en el acuífero de San Rafael comenzó formalmente en 1960. Para el año de 1977 se llevó a cabo la actualización de un censo de aprovechamientos realizado por la SARH en 1973 (TMI, 1977). En dicho año se reportaron 274 alumbramientos de los cuales 64 eran pozos profundos, de entre 17 y 45 m de profundidad, 209 norias, de 1 a 17 m, y un manantial. Las obras activas en ese tiempo sumaban 216, con 57 dedicadas al uso agrícola. Las restantes obras se encontraban abandonadas o inactivas. La capacidad de extracción instantánea asentada en el valle se estimó en 856 lps (TMI, 1977, CNA, 1998).

En 1979 se reportan 252 obras de las cuales 172 eran activas y 80 se encontraron inactivas (CNA, 1998). Entre las obras activas 114 eran destinadas al uso agrícola, 27 al uso doméstico exclusivamente, 30 combinaron los usos domésticos y de abrevadero y una para uso público-urbano. La Tabla II.4.1 resume los censos de aprovechamientos para el valle de San Rafael para los años 1977, 1979 y 1998 e incluye el Registro Público de Derechos de Agua 2009 (REPDA).

Tabla 2. Censo de Aprovechamiento y REPDA 2009. Modificado de CNA, 1998. REPDA - Registro Público de Derechos de Agua

Año	Total de Obras	Obras activas	Obras Inactivas	Usos				
				Agrícola	Abrevadero	Pub-Urb	Servicios	Doméstico
1977	216	216	58	57	0	1	0	158
1979	172	172	80	114	30	1	0	27
1998	238	141	99	124	2	2	2	11
REPDA 2009		239		225	5	2	0	7

Aproximadamente el 60% de las obras fueron destruidas por dos eventos extraordinarios de precipitación registrados en 1979 y 1993. Sin embargo, para 1998 se localizaron 141 obras activas, 79 pozos y 62 norias, de las cuales 11 se destinaban a uso doméstico, 2 al público-urbano, 2 a abrevadero, 2 a servicios y el resto a uso agrícola (CNA, 1998). Se observa pues que de 1977 a 1998 las obras de extracción para riego agrícola aumentaron un 114%, lo que implica el consiguiente aumento en el volumen extraído. A la fecha, no se ha efectuado una nueva actualización del inventario de las obras de aprovechamiento del acuífero de San Rafael. En sustitución se ha seleccionado y opera una red de 40 pozos para monitoreo de condiciones geohidrológicas (Sanx Ingeniería Integral y Desarrollo [SIID], 2007).

Por otro lado, el REPDA 2009 (CNA, 2009) del acuífero de San Rafael registra 239 obras de las cuales 225 han sido concesionadas para uso agrícola, 7 tienen aplicaciones domésticas, 5 se destinan al uso pecuario y 2 son utilizadas en el servicio público-urbano. El incremento entre las obras de extracción para uso agrícola reportadas en 1998 y las registradas en el REPDA es de 81%.

La falta de dispositivos de medición continua en los aprovechamientos de agua subterránea en uso dentro del Valle de San Rafael impide conocer con precisión los volúmenes que se extraen anualmente del acuífero. No obstante, en 1977, mediante el análisis de la superficie regada y el control del tiempo de operación de las obras, se obtuvo un estimado de extracción de entre 6.3 y 7.5 hm³/año (TMI, 1977). En fechas recientes los usuarios agrícolas reportan el decremento en la capacidad productora de sus obras y el deterioro en la calidad del agua por lo que han solicitado la reposición de algunas de ellas (CNA, 2000). Es importante mencionar que desde 1977 se ha reportado la presencia de acueductos de 12” de diámetro que trasvasan agua subterránea desde el acuífero de San Rafael hacia los valles y mesas circunvecinos. En muchos de los casos estos acueductos están sepultados y no es posible determinar con precisión su número ni los pozos desde los cuales se bombea el agua. Es entonces de esperarse que, debido a esta

falta de control hidrométrico, no sea posible conocer con precisión el volumen de agua que se extrae anualmente de este acuífero.

II.4.7. Uso del agua subterránea

De acuerdo con el REPDA 2009, el volumen concesionado para extracción de agua subterránea en el acuífero de San Rafael asciende a 39.14 hm³, incluyendo todos los usos. Aproximadamente un 98.5% del agua extraída del acuífero en dicho valle está destinada al uso agrícola (Figura II.4.5). El segundo usuario en volumen de importancia, de acuerdo con dicho registro, es el servicio público-urbano con 1.4% del total. El resto de las actividades utilizan menos del 1% del agua concesionada.

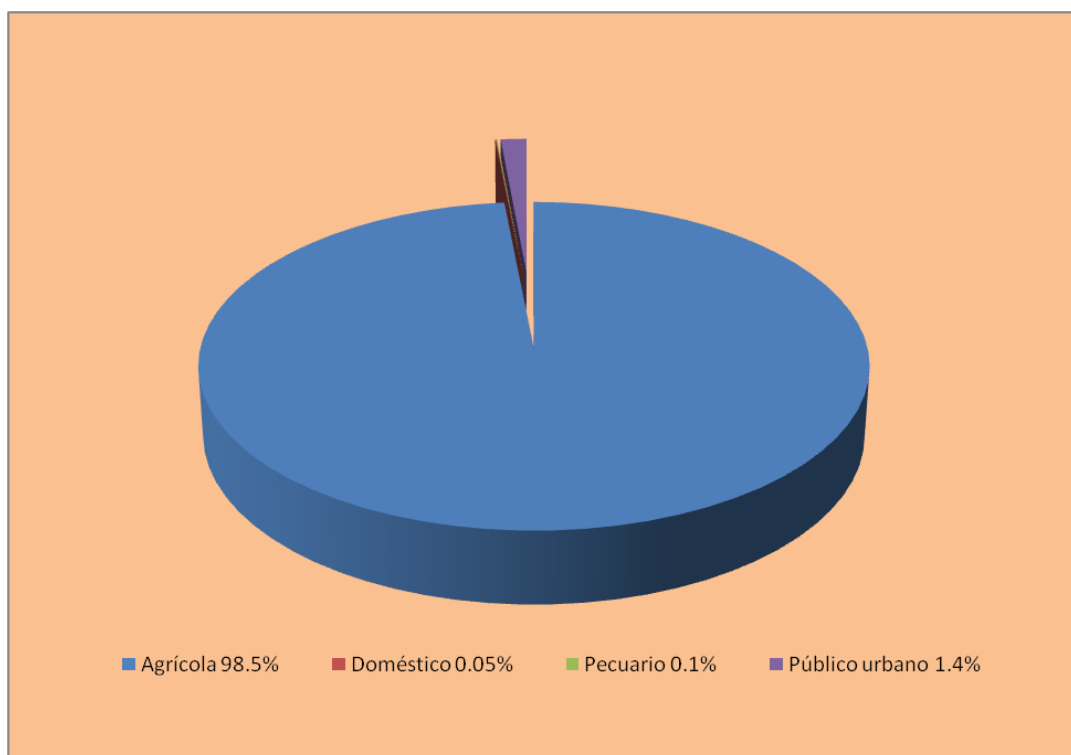


Figura 8. Porcentaje del agua subterránea concesionado en el REPDA 2009 por uso.
Fuente: Archivo REPDA del 1 de octubre 2009 proporcionado por CONAGUA.

II.4.8. Comportamiento piezométrico

El comportamiento de los niveles piezométricos de un acuífero libre indica, entre otras cosas, la dirección general del flujo subterráneo y la capacidad de recarga del acuífero mismo. Dicho flujo es provocado por los gradientes hidráulicos que se presentan en el límite superficial del acuífero debido principalmente a: (1) la dinámica de recarga y de

descarga, tanto natural como inducida, que domina al sistema y (2) las variaciones en las propiedades hidrológicas de los materiales que conforman a dicho acuífero.

Para el acuífero del valle de San Rafael se cuenta con varias campañas de mediciones de la profundidad de los niveles piezométricos, en los periodos 1976-1980, en 1998 y en 2007 (SIID, 2007). Durante su historia piezométrica, se ha observado en el acuífero una amplia variación tanto en la distribución geográfica de las mediciones efectuadas como en la magnitud de los datos de niveles estáticos

Profundidad del Nivel Estático

La configuración de la profundidad de los niveles estáticos en noviembre de 1976 se observa en la Figura II.4.6. Como puede apreciarse, los datos cubren únicamente la parte baja del acuífero, desde la carretera Transpeninsular, en el poblado Punta Colonet, hacia el mar. La máxima profundidad medida fue de 15 m bajo el nivel del terreno (mbnt), a la altura del rancho los Arbolitos y de San Miguel, y no se cuenta con datos previos de comparación. Esta limitada información ilustra un incremento de profundidad del nivel freático hacia las zonas más alejadas de la costa, lo que resulta razonable si se considera que la topografía crece en la misma dirección. Por otro lado, los registros de precipitación en la estación meteorológica del Parque Nacional San Pedro Mártir (SPM), ubicada en la parte alta del Valle de San Rafael, indican un promedio anual de 53 mm para el año 1976, el que se considera bajo comparado con el promedio anual de 25 años para esa estación, que es de 177.1 mm. Mientras tanto, la precipitación promedio para toda la cuenca en ese año se estima en 177.23 mm, por debajo del promedio anual de 20 años con 7 estaciones de 186.2 mm (Ramírez-Hernández et al., 2005). Dado que la precipitación está directamente asociada con la recarga de los acuíferos y la profundidad del nivel estático, la profundidad observada en la zona está entonces en directa proporción con la baja precipitación que se presentó ese año.

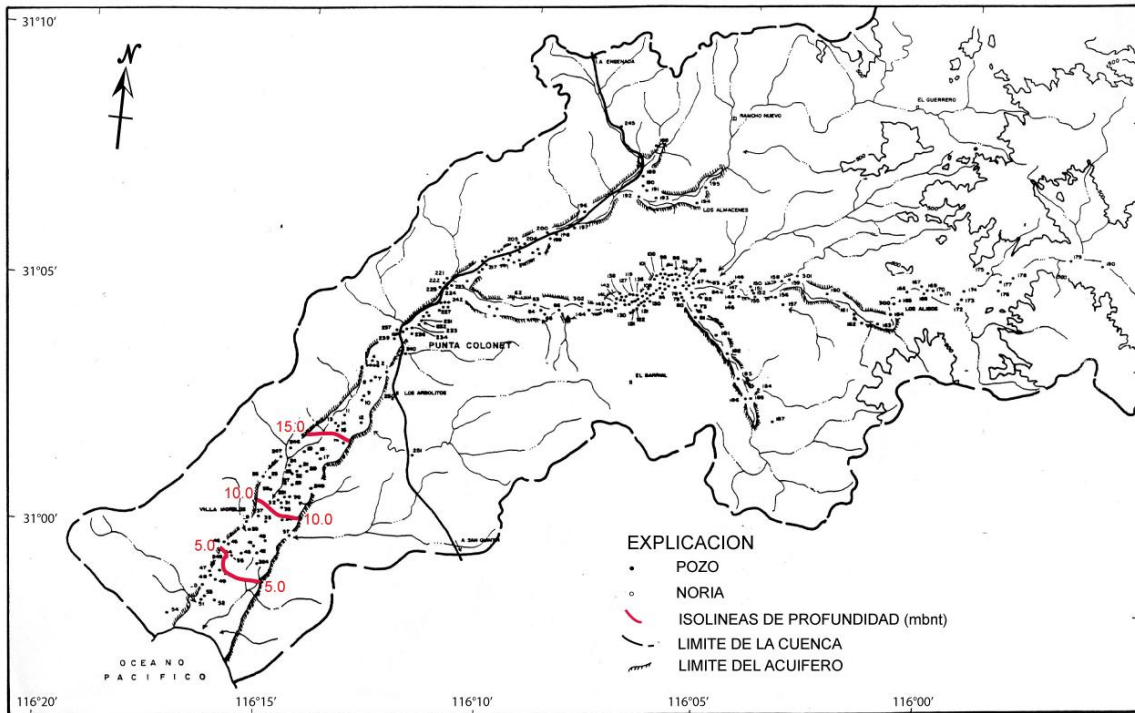


Figura 9. Configuración de la profundidad del nivel estático en noviembre de 1976. Modificado de CNA, 2000.

En 1983 los datos son más numerosos y se distribuyen más ampliamente a lo largo del valle agrícola. Las profundidades de los niveles estáticos variaron entre 1 y 5 metros bajo el nivel del terreno (mbnt) (Figura II.4.7), con las zonas de máximo abatimiento en las inmediaciones del poblado Punta Colonet (rancho Los Arbolitos y San Miguel), Colonia Abelardo L. Rodríguez, Ejido 27 de Enero y Santa Cruz. En la zona de San Miguel, y rancho Los Arbolitos se observa una clara recuperación de 10 m o más, en comparación con 1976. Esto se explica con el hecho de que durante ese año en las estaciones meteorológicas SPM y Ej. México, esta última ubicada en de la porción baja del valle, se registraron precipitaciones promedio de 232 y 188.8 mm anuales, respectivamente. La precipitación promedio para la cuenca en ese año se estimó en 329.49 mm, valor muy por encima del promedio de 20 años en la misma.

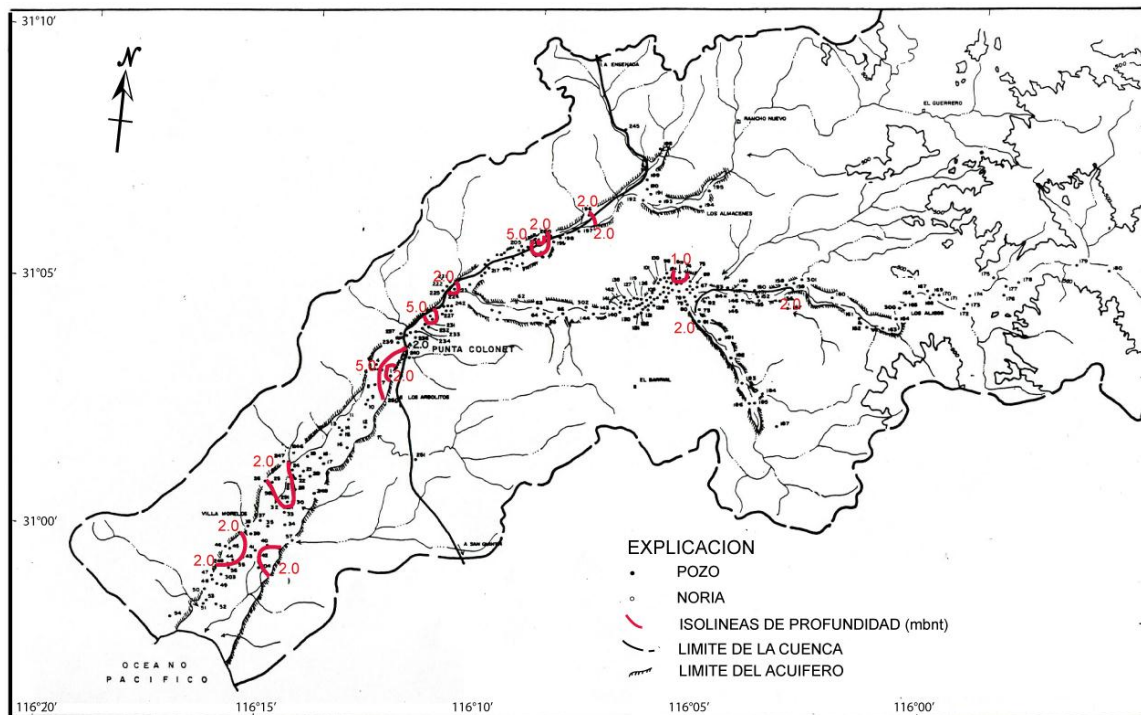


Figura 10. Configuración de la profundidad del nivel estático en noviembre de 1983. Modificado de CNA, 2000.

En 1998 se identificaron abatimientos con profundidades de hasta 8 mbnt, en las inmediaciones del Rancho Miramar, en la zona de Villa Morelos (Figura II.4.8). El área circundante al poblado Punta Colonet muestra un ligero abatimiento de 6 m de profundidad, lo que hace una diferencia de 1 m con respecto a las mediciones de 1983. Otra zona con ligero abatimiento de 5 mbnt se observa a la altura del rancho Los Caballos mientras que las partes altas del valle de San Rafael muestran el nivel del manto freático entre los 2 y los 3 m de profundidad. El promedio de profundidades para toda la zona acuífera es entonces de 5 m. Por otro lado, la precipitación registrada en las estaciones SPM y Ej. México fue de 47 y 323 mm, respectivamente, y la precipitación promedio de la cuenca ascendió a 243.38 mm para el año 1998. Esta precipitación es superior al promedio de 20 años de la cuenca por lo que se asume que los abatimientos puntuales están relacionados con el extenso bombeo para riego agrícola típico de la región.

La profundidad del nivel estático para el 2007 varía entre 3.91 y 28.46 m (SIID, 2007), lo que arroja un promedio de profundidad de 16.19 m para el acuífero de San Rafael. La principal área de aprovechamiento, en la que se presentan mayores profundidades del nivel estático, se encuentra aguas abajo del poblado Colonet, en las zonas de Villa Morelos y San Miguel, en donde se practica la agricultura extensiva. Las partes altas del valle

muestran profundidades del nivel freático de entre 6 y 18 m, con un promedio de 12 mbnt, como se puede observar en la Figura II.4.9. Este abatimiento tan significativo se correlaciona con un promedio de precipitación para toda la cuenca de 41.32 mm, muy por debajo del promedio de la cuenca.

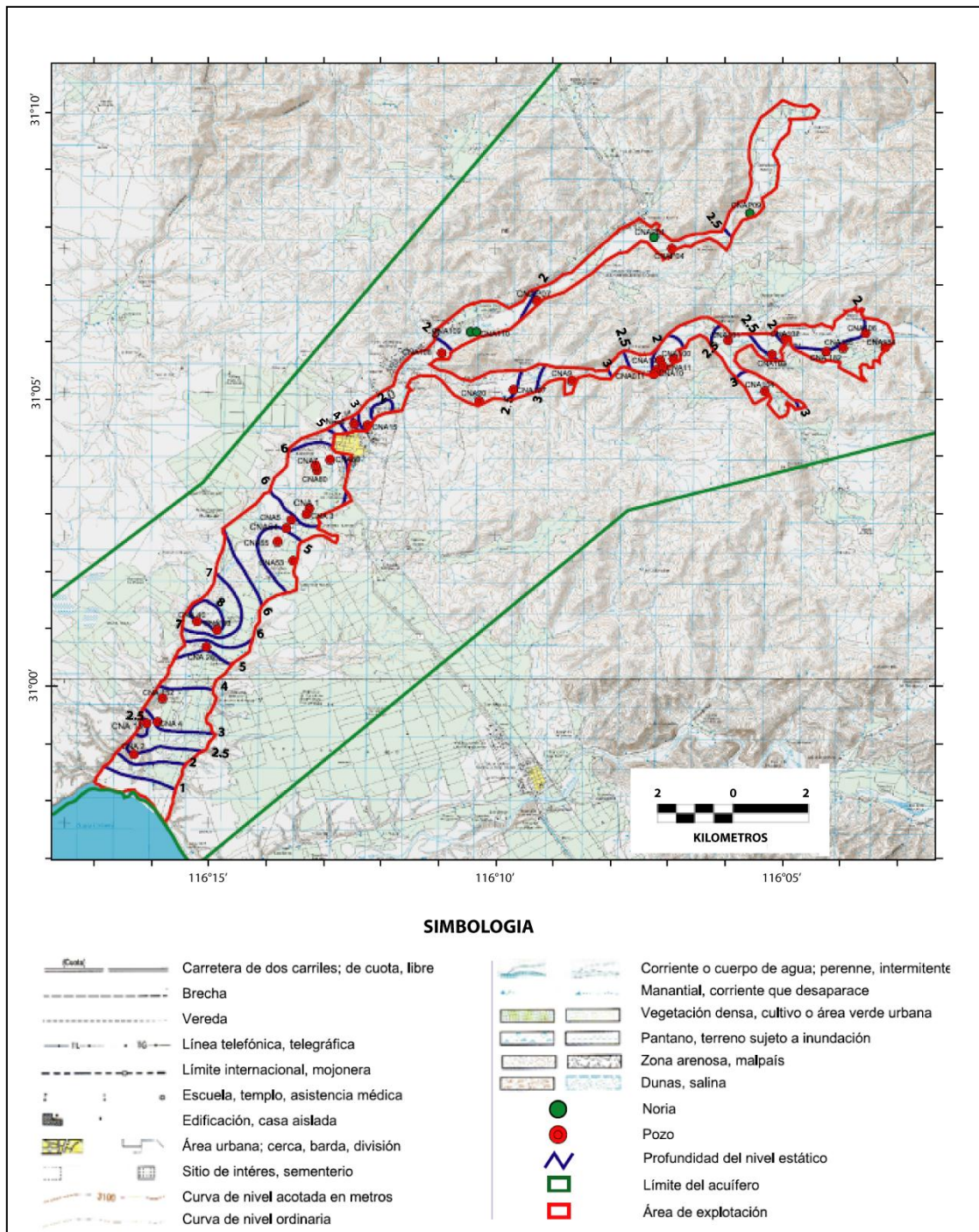


Figura 11. Configuración de la profundidad del nivel estático en noviembre de 1998. Modificado de Sanx Ingeniería Integral y Desarrollo [SIID], 2007.

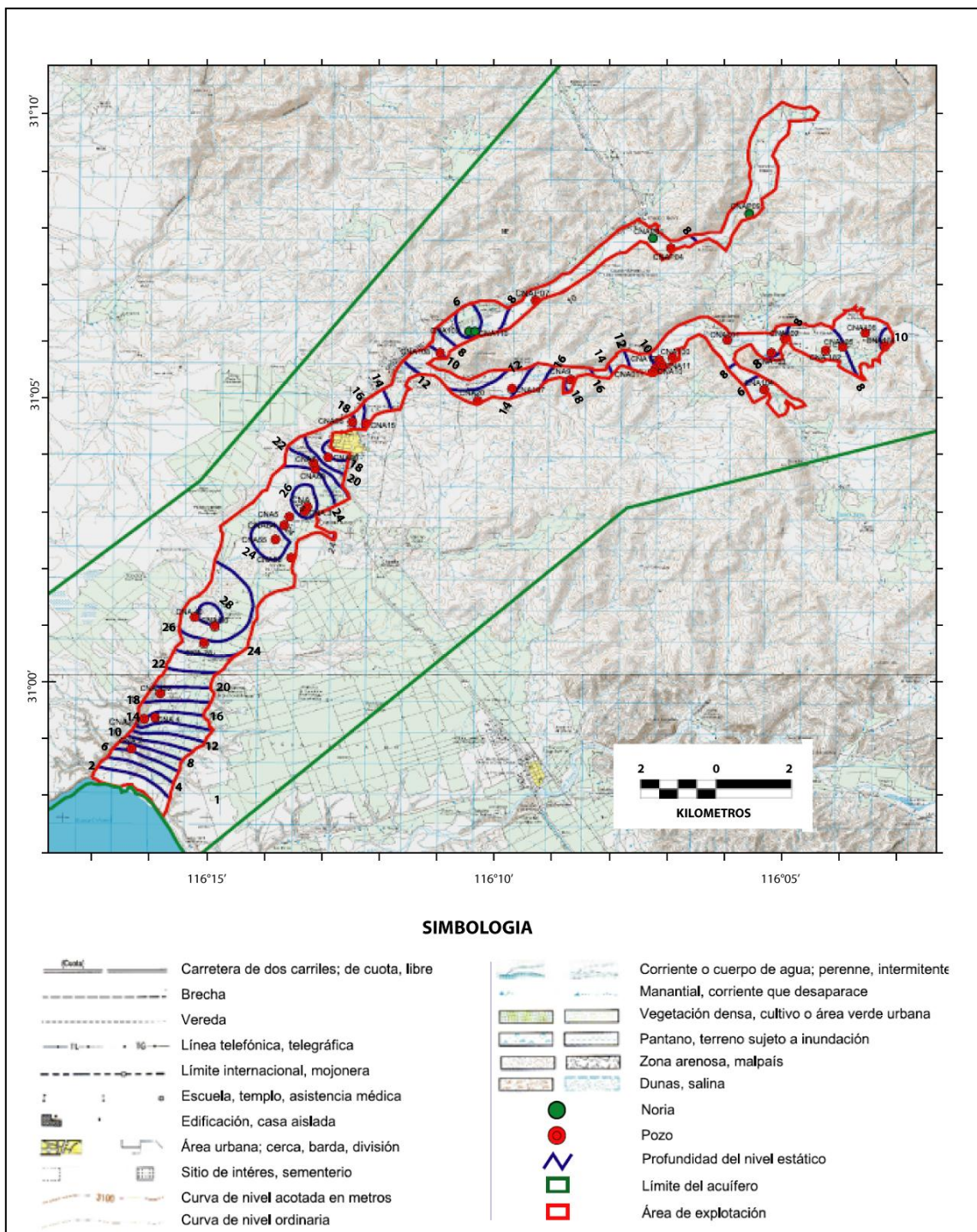


Figura 12. Configuración de la profundidad del nivel estático en noviembre de 2007. Modificado de SIID, 2007.

II.4.9. Elevación del Nivel Estático

La elevación del nivel estático en el acuífero de San Rafael en 1977 se muestra en la Figura II.4.10. El incremento es gradual desde el potencial del nivel del mar hasta los 170 m en las partes más altas del valle, a la altura de los ejidos Alfredo V. Bonfil y Benito Juárez. No se observan conos de abatimiento y el promedio de es de 85.5 msnm. Dos años después (Figura II.4.11), la curva de los 20 msnm ha descendido desde la zona de San Miguel, en donde se ubicaba previamente, hasta la zona del rancho Miramar, en Villa Morelos. Para estas fechas el nivel estático en la región de San Miguel se ubica cerca de los 40 msnm evidenciando una recuperación importante mientras que las partes más altas de la cuenca muestran un nivel muy similar al observado en 1977, aunque no se midieron los puntos en la zona de los ejidos Bonfil y Juárez. Por otro lado, los años de 1978 y 1979 presentaron eventos de precipitación por encima de la media de 20 años, de 212.5 y 564 mm, respectivamente. Es evidente entonces que las zonas beneficiadas con las precipitaciones extraordinarias de esos años se localizan aguas abajo desde el poblado Punta Cónonet hasta la zona del rancho Buena Vista.

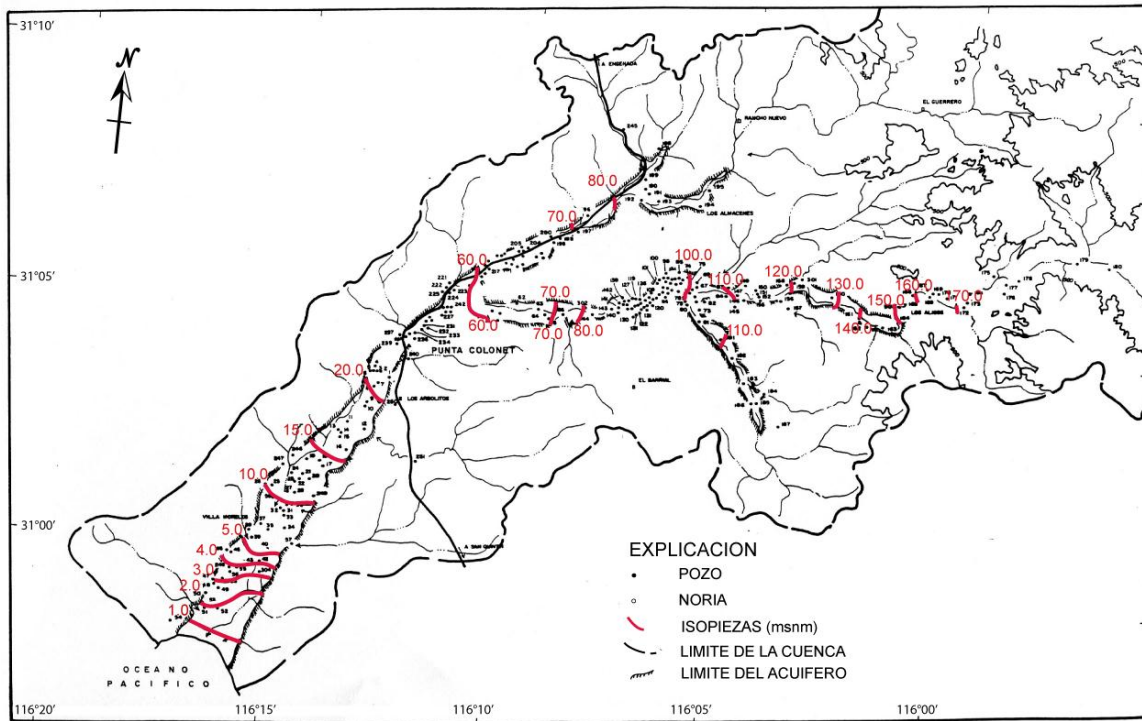


Figura 13. Configuración de la elevación del nivel estático en mayo de 1977. Modificado de CNA, 2000.

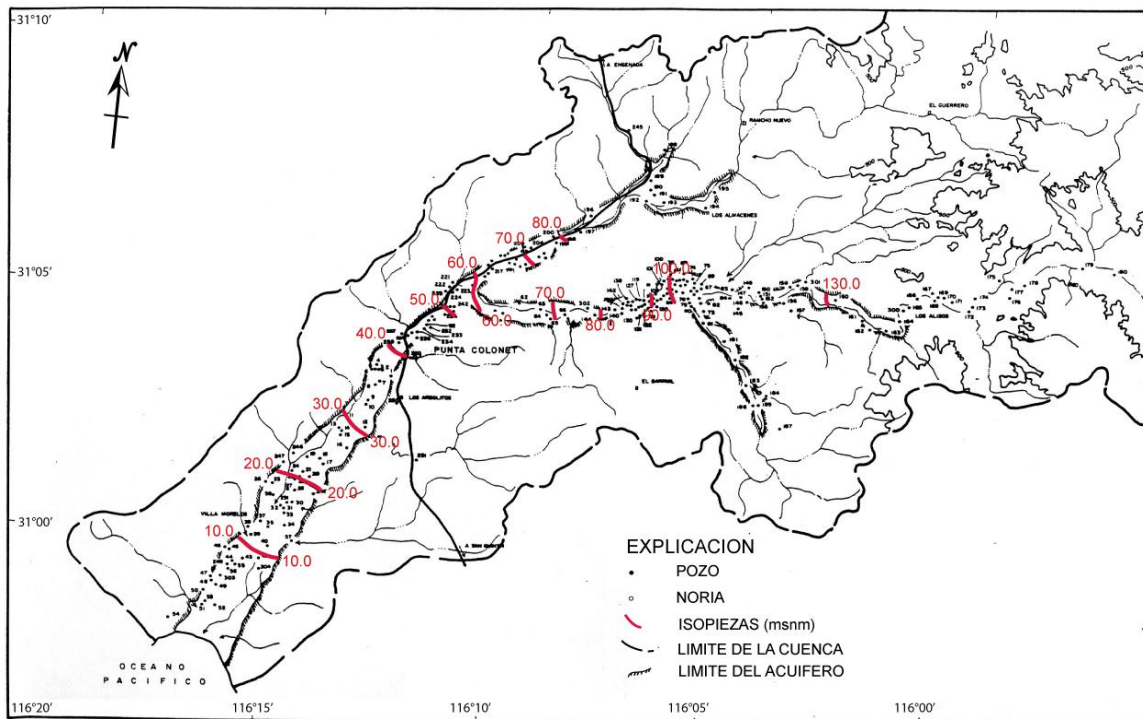


Figura 14. Configuración de la elevación del nivel estático en mayo de 1979. Modificado de CNA, 2000

La elevación del nivel estático en 1998 presentaba valores de entre 3.80 y 136.20 msnm (SIID, 2007), con las mayores elevaciones a la altura de los ejidos Alfredo V. Bonfil y Benito Juárez, en donde se observa una disminución de elevación probablemente relacionada con una mayor actividad agrícola (Figura II.4.12). La zona costera, del poblado Punta Colonet hacia la costa, muestra valores que van de 0 a 40 msnm, con una distribución parecida a la observada en 1978. Ese año mostró una precipitación promedio de 243.38 mm, nuevamente por encima de la media de 20 años (Ramírez-Hernández et al., 2005).

Las elevaciones de los niveles estáticos para el año 2007 van de 11.46 msnm a los 132.99 msnm (SIID, 2007). Los valores negativos se observaron 5 Km aguas arriba de la costa, cerca al Rancho Miramar, en la zona de Villa Morelos (Figura II.4.13). Esta vez las cotas de nivel estático a la altura del poblado Punta Colonet alcanzan únicamente 30 msnm, lo que en conjunto representa un abatimiento significativo. La precipitación promedio anual durante 2007 y los cinco años anteriores se ubica por debajo del promedio de 20 años, de 41.3 a 153 mm, en 2007 y 2003, respectivamente.

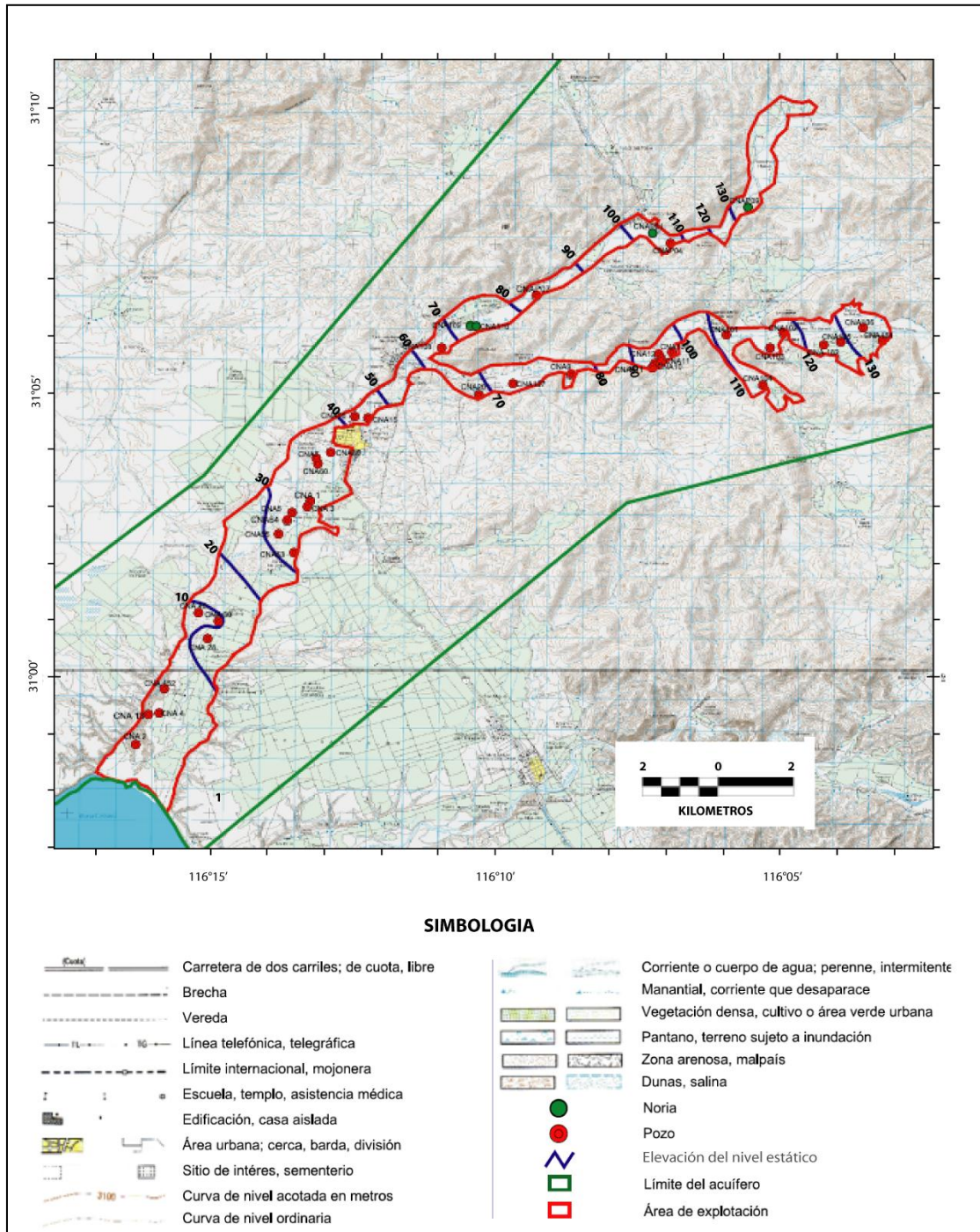


Figura 15. Configuración de la elevación del nivel estático en 1998. Modificado de SIID, 2007

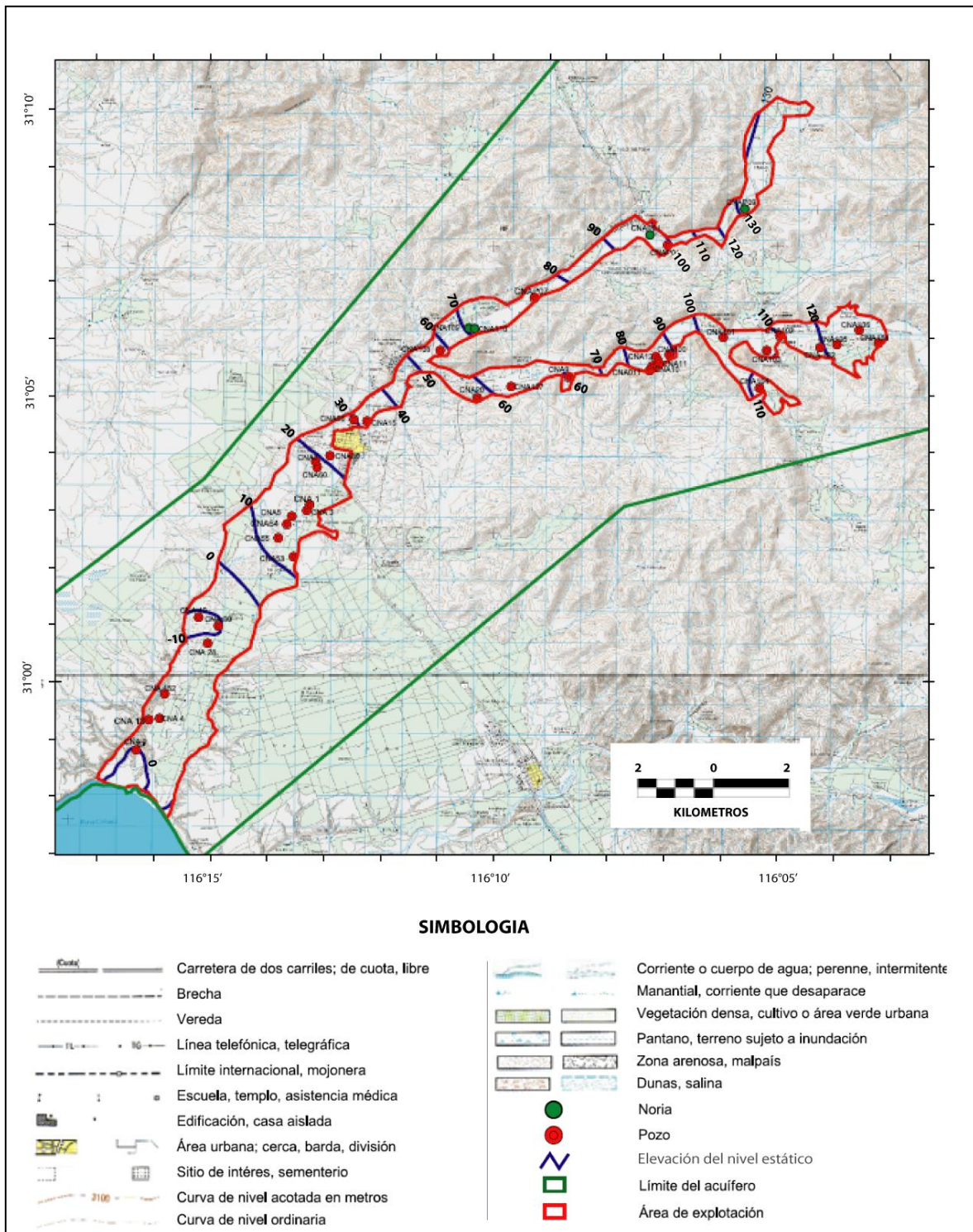


Figura 16. Configuración de la elevación del nivel estático en noviembre de 2007. Modificado de SIID, 2007

II.4.10. Evolución del Nivel Estático

Los niveles estáticos en el acuífero de San Rafael no muestran una condición permanente de abatimiento ante la dinámica de extracción de sus aguas subterráneas. De hecho, las Figuras II.4.12 y II.4.13 muestran el comportamiento piezométricos en el acuífero durante un periodo de varios años húmedos y secos, respectivamente, de acuerdo con los registros de precipitación de las estaciones Ej. Mexico, SPM y el promedio de precipitación anual de 20 años (Ramírez-Hernández et al., 2005). Esto permite visualizar la capacidad de esta unidad geohidrológica para recuperarse ante eventos climáticos extraordinarios. Dos son las zonas que se han mostrado vulnerables a lo largo de la historia piezométrica de este acuífero: (1) el área aledaña al poblado Punta Colonet, la que incluye la zona de San Miguel, rancho Los Arbolitos, rancho los Caballos y parcela Nueve, en donde se ha observado un descenso variable la elevación del nivel estático; y (2) la región de los ranchos Miramar y Buenavista, en la zona de Villa Morelos, en donde los niveles se han mantenido constantemente bajos llegado a formar, en fechas recientes, conos de abatimiento.

Para el periodo de mayo de 1998 al 2007 la variación de los niveles es negativo y van de -0.41 a -20.47 m (SIID, 2007). Las mayores variaciones se presentan cerca del rancho Miramar. Aguas arriba de éste punto las variaciones van decreciendo, como se puede observar en la Figura 17.

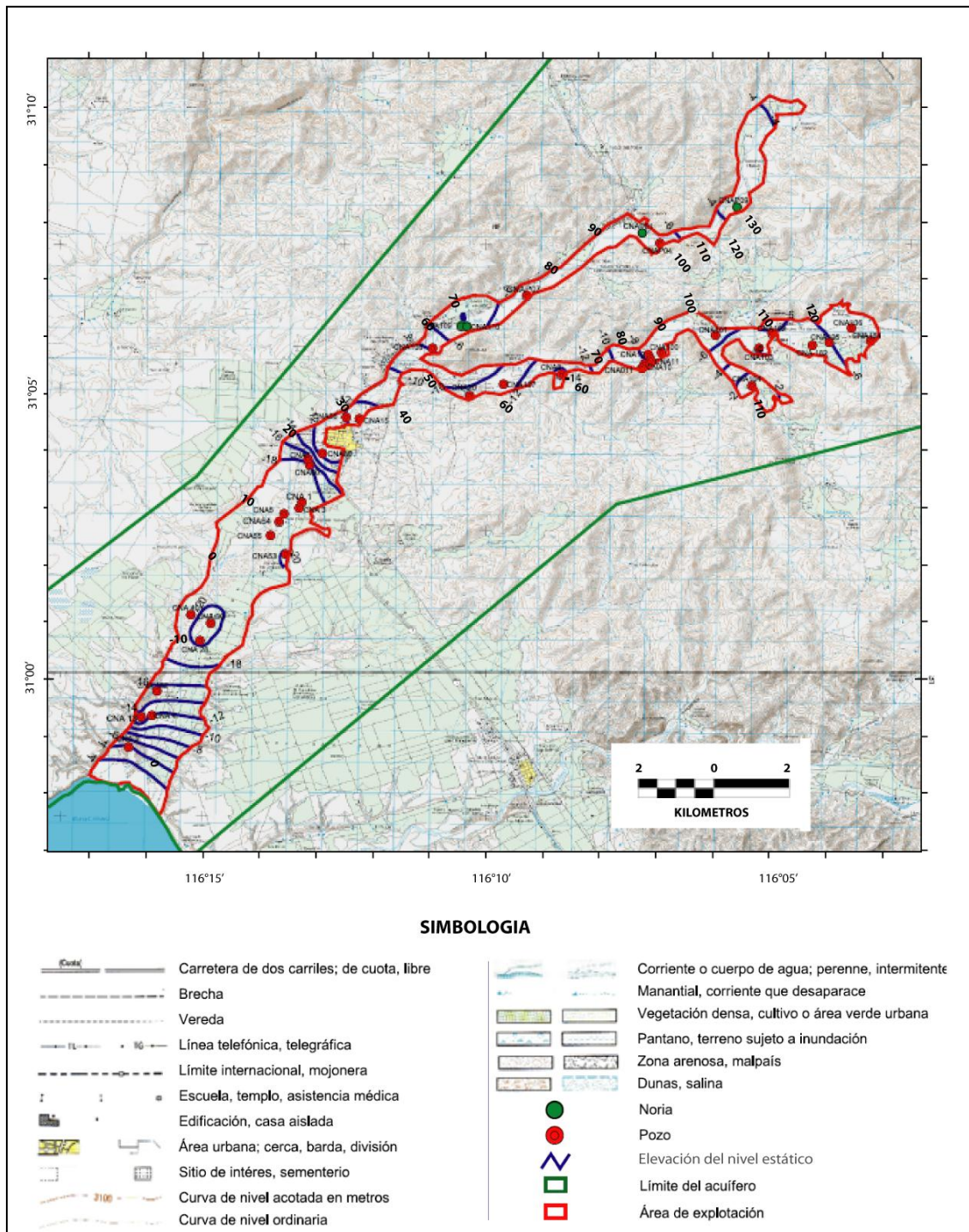


Figura 17. Configuración de la evolución del nivel estático de 1998 a 2007. Modificado de SIID, 2007

II.4.11. Calidad del agua subterránea

La calidad del agua subterránea del acuífero de San Rafael se ha deteriorado gradualmente debido al abatimiento de los niveles estáticos, que provoca intrusión marina y la consecuente salinización del subsuelo. En el año 1977 ya existían evidencias de intrusión marina debido a la intensiva extracción para satisfacer las necesidades de la zona agrícola costera (CNA, 2000). Las Figuras 18, 19 y 20 muestran los cambios en la concentración de sólidos totales disueltos (STD) en los años 1976, 1977 y 1983. La Figura 18 indica la distribución de las concentraciones de STD a lo largo del acuífero durante este periodo.

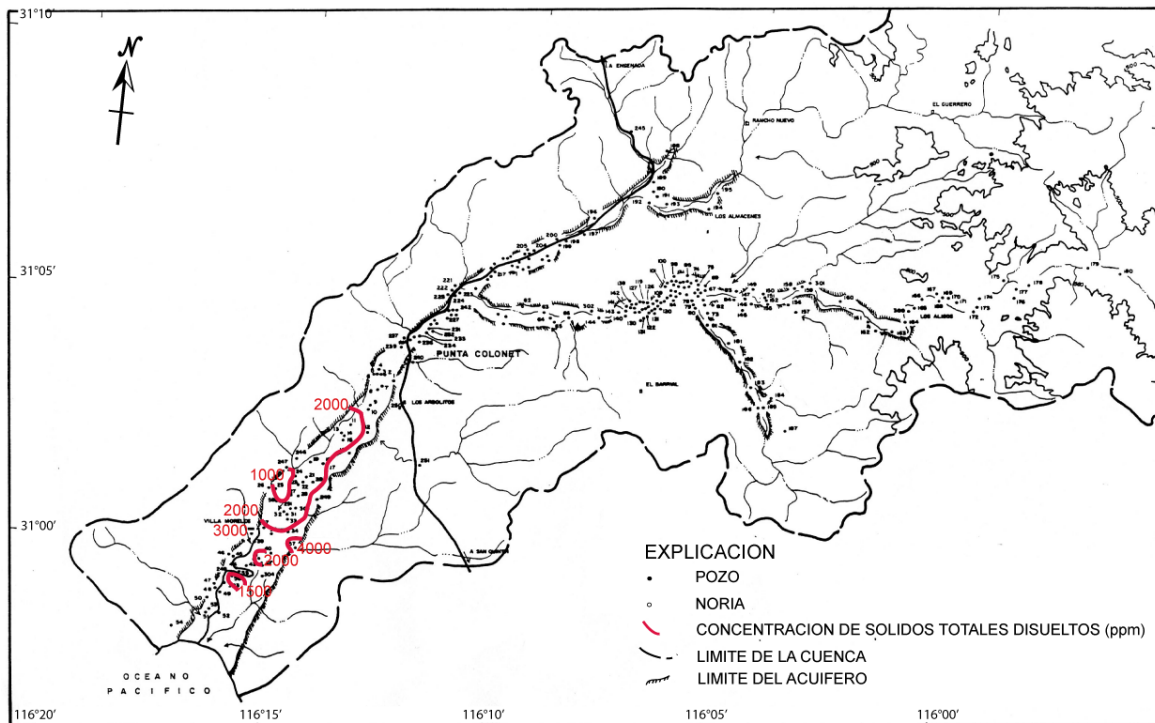


Figura 18. Concentración de Sólidos Totales Disueltos en Noviembre de 1976. Modificado de CNA, 2000.

En el periodo de 1976 a 1983 la concentración de STD fue de alrededor de 2000 partes por millón (ppm). Como puede observarse, la tendencia natural de la salinidad del agua subterránea de la región se ubica entre 1000 y 2000 ppm. En la zona costera se observan concentraciones puntuales mayores a 5000 ppm, las que por su comportamiento indican tendencia al flujo preferencial en el subsuelo y la escasa influencia de los ciclos de lluvia con su consecuente dilución. En los años 1979 y 1981 se observa un incremento en la ya alta concentración de STD, con valores de 8066 y 6131, respectivamente. Dado que en análisis de niveles estáticos no muestra conos de abatimiento en esa zona, este incremento en las concentraciones puede relacionarse con extracción excesiva, la que pudo ser compensada con intrusión marina en flujo preferencial.

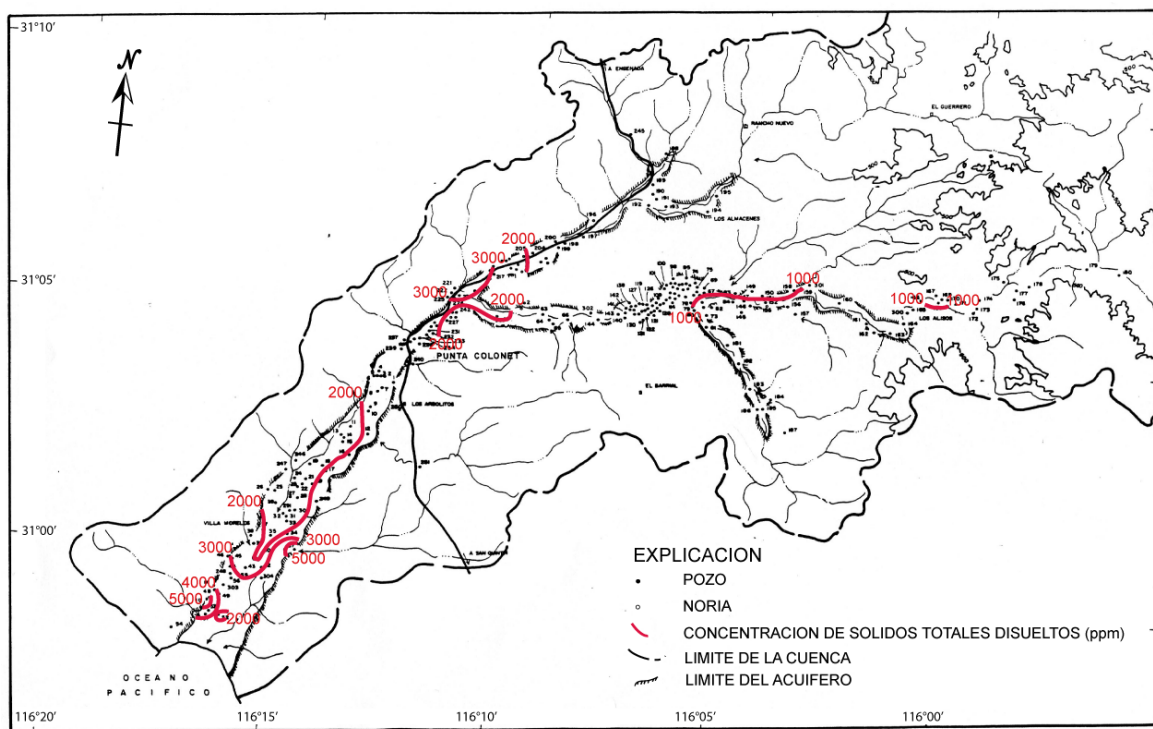


Figura 19. Concentración de Sólidos Totales Disueltos en Mayo de 1977. Modificado de CNA, 2000

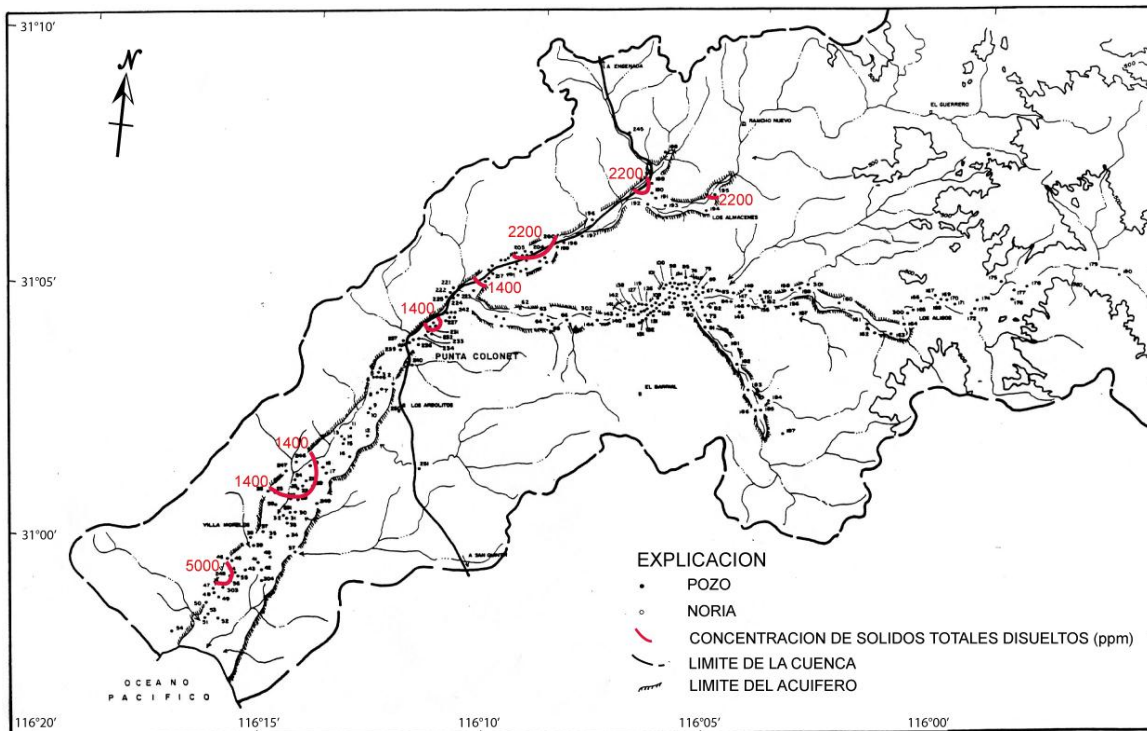


Figura 20. Concentración de Sólidos Totales Disueltos en Noviembre de 1983. Modificado de CNA, 2000

La Figura 21 muestra como en los años de 1977 y 1983 la mayor parte de los pozos muestreados, 66 y 68% respectivamente, presentaban concentraciones de STD menores o iguales a las 2000 ppm. Esto corrobora que aproximadamente el 33% de los aprovechamientos de agua subterránea del acuífero de San Rafael se encuentran afectados por un alto contenido de sales. Dichos aprovechamientos se ubican en la zonas previamente descritas como vulnerables, es decir, el área aledaña al poblado Punta Colonet y la región de los ranchos Miramar y Buenavista, en la zona de Villa Morelos.

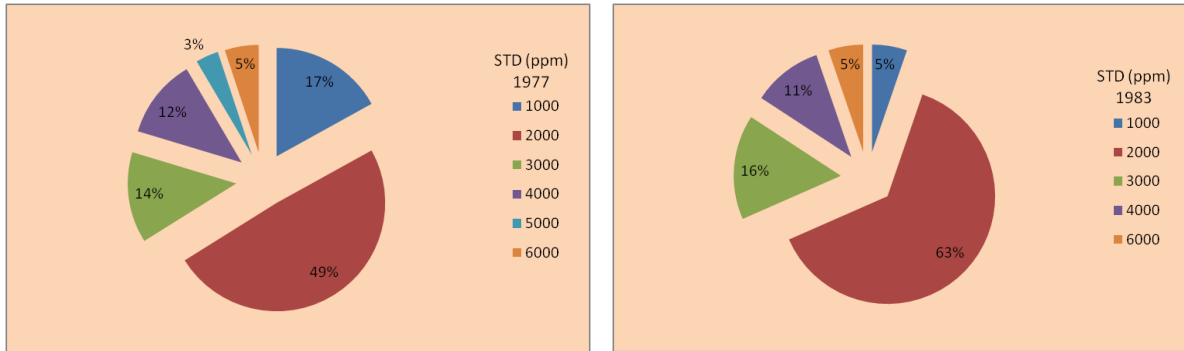


Figura 21. Diagramas de frecuencia de las concentraciones de STD en 1977 y 1983. Cada categoría de 1000 ppm indica la concentración máxima de STD en la que se ubica un cierto número de muestras. Datos de conductividad/STD proporcionados por CNA (com. personal, 2009)

II.4.12. Fuentes potenciales de contaminación

En el valle de San Rafael no existe un control adecuado de manejo de aguas negras y es sabido que un alto porcentaje de las casas habitación no cuentan con sistema de drenaje formal. Coliformes y otras formas biológicas de contaminación por desechos humanos pueden interactuar libremente en el subsuelo. De esta manera, la contaminación por fosas sépticas y residuos sólidos mal manejados se suma al lixiviado de fertilizantes y a la concentración de sales como fuentes potenciales de contaminación del acuífero.

Condiciones de explotación del agua subterránea

Siguiendo la metodología para calcular la disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrológica o acuífero (NOM-011-CNA-2000), se ha establecido la condición hidrológica del acuífero del Valle de San Rafael para el año 2009 (Figura 22). La recarga total media anual, la que corresponde a la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, se ha reportado en 7.0 Mm^3 (TMI, 1979; CNA, 2000). Mientras tanto, la descarga natural comprometida, conformada por las salidas directas al mar y la evapotranspiración, se considera prácticamente nula (CNA, 2000). Por lo tanto, la diferencia entre estos dos valores o rendimiento permanente del acuífero de San Rafael es de 7.0 Mm^3 .

Por otro lado, el volumen anual de extracción de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) de la Subdirección de Administración del Agua, totaliza $39,142,670 \text{ m}^3/\text{año}$ (REPDa, 2009). La diferencia entre el

volumen concesionado y el rendimiento permanente del acuífero da como resultado la disponibilidad de agua subterránea para nuevas concesiones. En este caso específico, la disponibilidad resulta en -32.14 Mm^3 para 2009, lo que indica que no se cuenta con volúmenes disponibles para una mayor extracción e incluso, revela el potencial estado de sobreexplotación del acuífero.

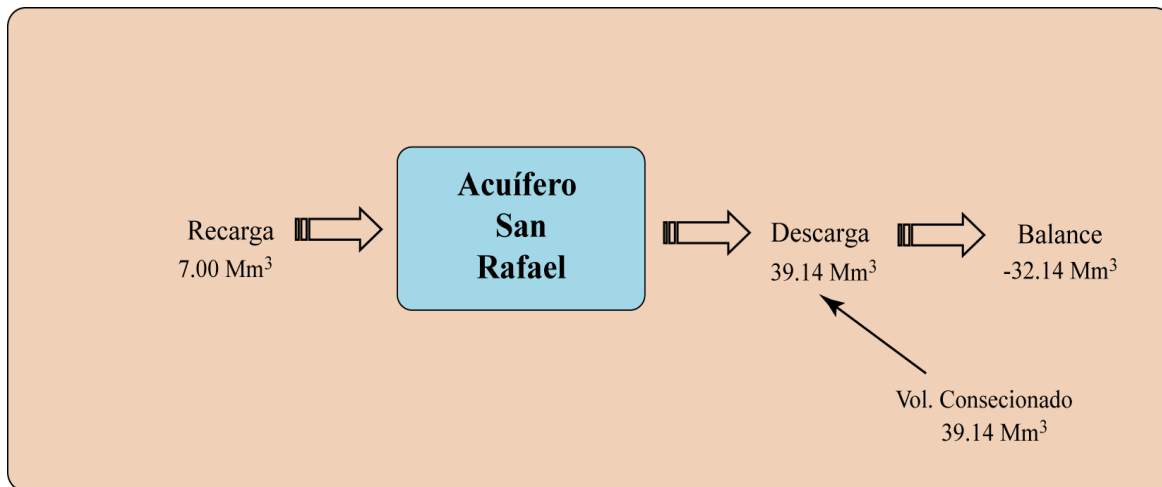


Figura 22. Disponibilidad 2009 de Agua Subterránea en el Acuífero

II.5. Agua superficial

El acuífero San Rafael se localiza en la Región Hidrológica No. 1, Baja California Noroeste, dentro de la cuenca Arroyo San Rafael (Figura 23). El volumen de agua superficial disponible es drenando desde el Oeste de las sierras La Rumorosa, Juárez y San Pedro Martir hasta el océano Pacífico.

Los estudios técnicos a través de los que se determinó el volumen presentado en la Tabla 3, se realizaron respecto de la subregión San Rafael la cual tiene una superficie de aportación de 1401.438 kilómetros cuadrados y se ubica en la parte Norte Oeste del país, que se encuentra delimitada al Norte por la subregión Los Cochis-El Salado y al Este por la subregión Cerrada Santa Clara, al Sur por las subregiones San Telmo y Santo Domingo y al Oeste por el océano Pacífico. Debido a sus características geológicas, la red de drenaje tiene un patrón dendrítico (CNA, 2003).

El escurrimiento aguas debajo de la cuenca hidrológica del arroyo san Rafael fue estimado utilizando la siguiente expresión, según la NOM-011-CNA-2000:

$$Ab=Cp+Ar+Ret+Imp-(EXB+Evap+Exp+\Delta V)$$

Donde:

Campo	Explicación
Ab	Volumen anual de escurrimiento estimado de la subregión aguas abajo, (miles de m3).
Cp	Volumen de escurrimiento natural de la subregión, (miles de m3).
Ar	Volumen anual de escurrimiento estimado desde la subregión aguas arriba, (miles de m3).
Ret	Volumen anual de retorno, (miles de m3).
Imp	Volumen anual de importaciones, (miles de m3).
EXB	Volumen anual concesionado y asignado por la CNA mediante títulos inscritos en el REPDA, (miles de m3) sumado al Volumen anual correspondiente a conservación ecológica corresponde al 10% del Cp, (miles de m3).
Evap	Volumen anual evaporado en vasos, (miles de m3).
Exp	Volumen anual de exportaciones, (miles de m3).
ΔV	Diferencia en Volumen anual almacenado en presas (miles de m3).

En la Tabla 3 se muestran los valores de cada uno de los elementos de la ecuación de balance de agua superficial para la cuenca San Rafael.

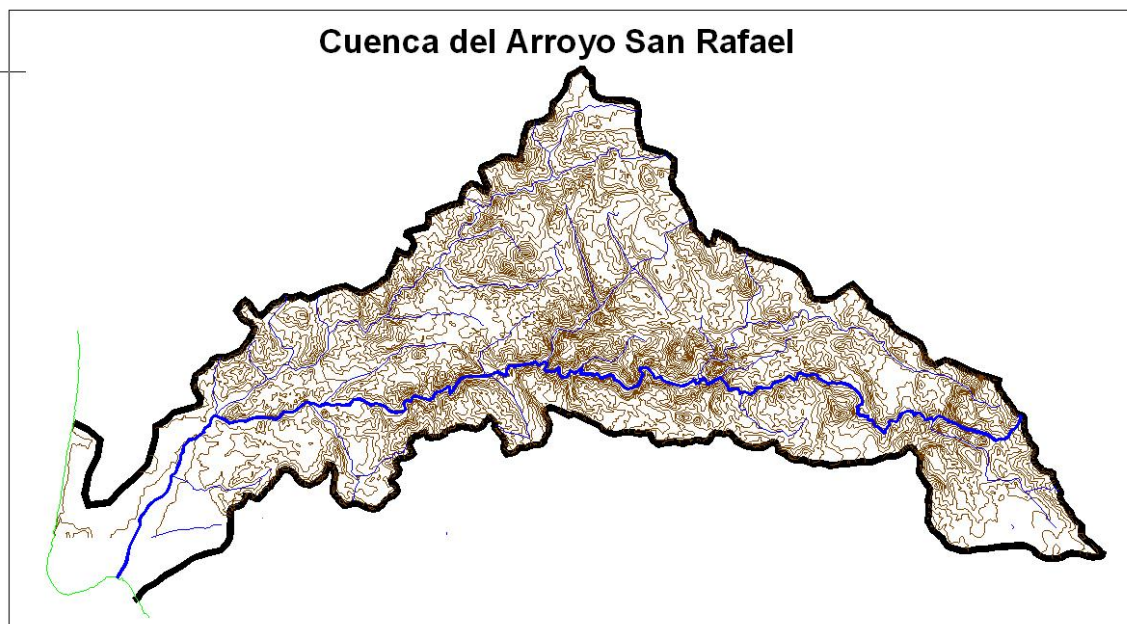
Tabla 3. Valores de los elementos del balance del agua superficial en la cuenca San Rafael.

Subregion	Ar	Cp	Imp	Ret	Repda	Ecol	EXB	Evap	DeltV	Exp	Ab
No	Nombre										
	m³X10³/año										
10	0	18,142	0	0	491.389	1,814	2,306	0		0	15,836

Los valores medios anuales de disponibilidad en cada cuenca hidrológica, derivados de los estudios técnicos que fueron realizados para la porción de la subregión hidrológica San Rafael muestra que esta subregión hidrológica está compuesta por varios cauces con pendientes muy pronunciadas que, de forma efímera, escurren con un tiempo de traslado muy corto, hacia al mar. Dadas estas circunstancias, el aprovechamiento del volumen disponible es transitorio. Por lo anterior, la disponibilidad asciende a 15.836 millones de metros cúbicos, clasificación (Disponibilidad), está condicionada a la factibilidad de su aprovechamiento.

II.5.1. Hidrometría y usos del agua

El arroyo San Rafael se origina en el parteaguas de la Sierra de San Pedro Mártir, a una elevación máxima de 2,800 msnm y escurre en dirección este-oeste hasta desembocar en el mar. Siendo una corriente de régimen torrencial permanece seca durante la mayor parte del año, aunque llegan a presentarse torrentes violentos durante las épocas de lluvia. La Figura 23 muestra los escurrimientos presentes en la cuenca, recientemente se ha documentado un coeficiente de escurrimiento de 0.255 (adimensional) para toda la cuenca, lo que genera escurrimientos de 17.3 hm³ en promedio anual (Ramírez-Hernández et al., 2005). Los escurrimientos superficiales de esta región no son aprovechados sistemáticamente aunque existen algunas derivaciones para uso ganadero y agrícola. Numerosas obras de captación han sido construidas lo largo del cauce y en la planicie costera, principalmente para la extracción y uso del agua infiltrada en el lecho del arroyo.



**Figura 23. Cuenca hidrológica San Rafael.
Modificado de INEGI (2007)**

II.5.2. Calidad del agua superficial

La calidad del agua superficial es, en términos generales, buena para usos agrícolas pues predominan en el valle las clases con concentraciones tipo 1 y 2, y salinidades tipo 1, que son aptas para cualquier tipo de cultivo (CONAGUA, 2000). Las concentraciones encontradas alcanzan valores máximos de 800 mg/L de STD, encontrándose eventualmente sitios con hasta de 1,000 mg/L. Las concentraciones menores de 400 mg/L se encuentran a ambos márgenes del arroyo y casi exclusivamente sobre los depósitos fluviales (CONAGUA, 2000).

II.6. Fuentes potenciales y existentes de contaminación

En el valle de Punta Cónonet no existe un control adecuado de manejo de aguas negras. De hecho, únicamente el 8.65% de las casas habitación cuentan con sistema de drenaje (SEDESOL, 2006). Dentro de las propuestas del Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 (Gov. Mpal. Ensenada, 2008) se contempla instaurar sistemas de drenaje, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a lo largo de todo el municipio. Mientras tanto, el acuífero se encuentra en alto riesgo de contaminación por fosas sépticas y residuos sólidos mal manejados y por productos químicos relacionados con la actividad.

II.7. Resultados de la planeación participativa (Método ZOOP)

El enfoque ZOPP (Planificación de Proyectos Orientada a Objetivos) considera que la participación de los involucrados es requisito esencial para la buena definición y formulación de la problemática así como para el éxito del proceso de planeación.

Este es un método participativo de reflexión y toma de decisiones por consenso, con equipos de trabajo interdisciplinarios y sin diferencia de jerarquías entre sus participantes, con moderación externa especializada. Su fundamento de trabajo es un diagnóstico participativo y la definición de una visión conjunta y una estrategia de acción concertada entre los participantes. El objetivo central es que con una amplia participación de los involucrados en el manejo del agua, se definan y analicen las acciones concretas de reducción de la demanda, de manejo de la disponibilidad y fuentes alternas de suministro, a nivel de cada acuífero y de la región.

II.7.1. Participantes en la Planeación

La metodología fue aplicada por el grupo de participantes, constituido por representantes de los diferentes usos del agua existentes en la región, y como invitados diferentes dependencias de los tres niveles de gobierno y los COTAS, vinculadas con las actividades productivas de los usuarios del agua; Instituciones de Investigación y Organizaciones No Gubernamentales, todos ellos con probada capacidad de análisis de la problemática de recuperación de los acuíferos de la región. Se espera que este grupo continúe el proceso de planeación, apoye las gestiones necesarias para la generación o aportación de recursos técnicos, financieros y materiales, para la ejecución de las acciones establecidas, así como para promover la integración de comisiones de trabajo para el análisis y atención de asuntos específicos planteados en este proyecto.

El método ZOPP conduce a un proceso ordenado de reflexión conjunta, así como también a la comprensión uniforme por todos los involucrados de la meta a lograr, la problemática que tiene que ser resuelta y las acciones a emprender y sus implicaciones de los términos empleados. De esta manera se facilita la comunicación y la cooperación entre todos los participantes.

II.7.2. Principios Básicos para el Manejo de Agua

Como base para la discusión sobre la problemática del agua y las posibles soluciones en torno al acuífero y en consideración a la actual política nacional respecto al manejo de los recursos hídricos; el proceso de planeación se desarrolló considerando los siguientes principios básicos:

- El manejo del agua debe ser integrado y sustentable.
- El manejo integrado considera a las aguas subterráneas, superficiales y residuales, en cantidad y calidad.

- El manejo del agua debe realizarse por cuencas hidrológicas (unidad natural de precipitación, escurrimiento y desembocadura al mar o en áreas interiores).
- La participación organizada de los usuarios y los representantes de las diversas estancias de gobierno involucradas, es fundamental, desde la identificación y jerarquización de los problemas, hasta la definición y ejecución de las acciones para resolverlos.
- Se contempla un cambio en el enfoque para satisfacer las necesidades del recurso hídrico; pasando de uno basándose en el incremento de la oferta, a otro que básicamente se orienta a la reducción de la demanda, a través de un uso eficiente del agua, que considere la recuperación de pérdidas físicas y el reuso del agua residual tratada y sin tratar.
- Desarrollo sustentable en materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras.
- La gestión integrada de los recursos hídricos es el proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con estos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Esta gestión esta íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable.

II.7.3. Descripción del Proceso de Planeación Participativa

El trabajo se fundamentó en un diagnóstico participativo, del cual derivó el establecimiento de una visión conjunta y una estrategia de acción consensuada entre los participantes.

Los productos del proyecto son:

1. Árbol de problemas.
2. Árbol de objetivos.
3. Definición de Objetivos Estratégicos.
4. Identificación de Acciones Específicas..
5. Matriz de planeación de proyecto.
6. Planeación operativa de proyecto.

Este Plan de Manejo consideró en forma muy importante el trabajo realizado en el proceso de planeación participativa, analizó técnica y económicamente las alternativas de uso sustentable planteadas en él, y realizó un trabajo propio de planeación estratégica y operativa que fuera acorde a los resultados obtenidos en este proceso participativo.

II.8. CITAS

- Beal, C., **1948**. Reconnaissance of the geology and oil possibilities of Baja California. Geological Society of America Memoir 31, 138 p.
- Comisión Nacional del Agua, **2002**. Datos de temperatura
- Comisión Nacional del Agua, **2000**. Programa hidráulico de gran visión 2001-2025: Región I – Península de Baja California. Gerencia Regional I, Península de Baja California. Diciembre de 2000.
- Comisión Nacional del Agua, **2007**. Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Visión 2030: Península de Baja California. Gerencia Regional I, Península de Baja California, Organismo de Cuenca. Septiembre 2007, 300 pp.
- Comisión Nacional del Agua, **2008**. Programa Nacional Hídrico 2007-2012. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Febrero de 2008.
- Consejo Nacional de Población, **2006**. Proyección de la Población en México.
- Diario Oficial de la Federación, **2003**. Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización. 31 de Enero de 2003.
- García, E., **1988**. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, Talleres Larios, México, D.F., 1988, 220 p.
- Garduño, E., **1989**. *Mixtecos en Baja California. El caso de San Quintín*. Mexicali, B. C.: Universidad Autónoma de Baja California. 293 pp.
- Gastil, R.G., Y. Tnasi, M. Chammies, and S. Gunn, **1991**. Plutons of the eastern Peninsular Ranges, Southern California, U.S.A., and Baja California, México, in Walawender, M.J. and B. Hainan, eds. Geological excursions in southern California and México: Geological Society of America, 1991. Annual Meeting, Guidebook, p. 124-145.
- Gobierno Municipal de Ensenada, **2008**. Plan municipal de desarrollo 2008-2010: Caminando hacia el futuro. COPLADEM, Instituto municipal de investigación y planeación de Ensenada, B.C. Febrero de 2008, 152 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, **1982**. Carta Geológica 1:250,000, Lázaro Cárdenas H11-5-6. Edición semiautorizada, experimental.

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, **2000**. Carta Geológica 1:250,000, Lázaro Cárdenas H11-5-6.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, **2005**. Censo nacional de población 2005.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, **2005b**. Segundo censo nacional de población 2005.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, **2007**. Mapa digital de México. <http://galileo.inegi.gob.mx>.
- López-Limón, M.G., **2002**. Trabajo infantil y migración en el Valle de San Quintín, Baja California. Foro Invisibilidad y conciencia: Migración interna de niñas y niños jornaleros agrícolas en México. 26 y 27 de Septiembre.
- Moran-Zenteno, D., **1985**. Geología de la República Mexicana, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, SPP. 88p.
- O'Connor J.E. y C.G. Chase, **1989**. Uplift of the Sierra San Pedro Mártir, Baja California México. Tectonics, Volume 8, Issue 4, p. 833-844.
- Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas [PRONJAG], 2006. Diagnóstico **2006**. San Quintín, B. C., Secretaría de Desarrollo Social.
- Ramírez-Hernández, J., R. Roa Q., J. A. Reyes- López, H. Campbell R. y O. Lázaro M., **2005** Estudio para Actualizar la Disponibilidad Media Anual de las Aguas Nacionales Superficiales en las 85(ochenta y cinco) Subregiones Hidrológicas de las 7(siete) Regiones Hidrológicas 1,2,3,4,5,6 y 7 de la Península de Baja California, Mediante la Aplicación de la NOM-011-CNA-2000. Comisión Nacional del Agua. Gerencia Regional Península de Baja California. Subgerencia Regional Técnica. Convenio: SGT-PBC-BC-UABC-05-002-RF Universidad Autónoma de Baja California.
- Santillán, M. y T. Barrera, **1930**. Las posibilidades petrolíferas en la costa occidental de la Baja California entre los paralelos 30° y 32° de latitud norte. Instituto de Geología de México, Anales, Vol. 5, p. 1–37.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, **1977-1978**. Análisis de Agua. Distrito de Riego No. 14 Río Colorado, B.C. – Sonora, Ingeniería de Riego y Drenaje, Laboratorio.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, **1986**. Análisis de Agua. Representación General en Baja California Norte, Jefatura de Unidades de Riego, Jefatura de Área de Desarrollo, Laboratorio.
- Secretaría de Desarrollo Social, **2006**. Programa de Desarrollo Regional: Región San Quintín. COPLADEM, IMIP Ensenada, Dirección de Desarrollo Regional. Marzo de 2006, 135 pp.

Secretaría de Fomento Agropecuario, **2002**. Agua para San Quintín: Uso sustentable de los acuíferos de la zona de San Quintín. Mexicali, Baja California. Abril de 2002.

Citas de geología.

Abbott, P.L., A.D. Hanson, C.N. Thomson, D.L. Longue, K.D. Bradshaw, W.J. Pollard, T.E. Seeliger, **1993**. Geología de la Formación Sepultura del Paleoceno, en Mesa de la Sepultura, Baja California. *Ciencias Marinas* 19 (001): 75-93.

Allison, E. C., **1964**, Geology of areas bordering the Gulf of California, p. 3-29 in Van Andel, T. H., and Shor, G. G., Jr., Editors, *Marine geology of the Gulf of California*, Am. Assoc. Petroleum Geologists Mem. 3, 408 p.

Almazán-Vazquez, E., **1988**. Marco paleosedimentario y geodinámico de la Formación Alisitos en la Península de Baja California. *Revista Inst. Geología, UNAM* 7(1): 41-51

CETENAL, **1976**. Carta Geológica 1:50,000. Colonet H11B43; Cabo Colonet H11B52; Camalu H11B53

DGG, **1982**. Carta Geológica 1:250,000, San Felipe H 11-2; San Felipe H 11-3

Gastil, R.G., R.P. Phillips, E.C. Allison, **1975**. Reconnaissance Geology of the State of Baja California. *GSA Memoir* 140, 170 p.

Jahns, R. H., **1954**, Geology of the Peninsular Range Province, Southern California and Baja California. *California Div. Mines Bulletin* 170: 29-52.

Larsen, E. S., Gottfried, D., Jarre, H. W., and Waring, C. L., **1948**, Lead-alpha ages of the Mesozoic batholiths of western North America. *U. S. Geol. Survey Bulletin* 1070-B: 35-62.

Lee, J., M.M. Miller, R. Crippen, B. Hacker, J. Ledesma Vazquez, **1996**. Middle Miocene extension in the Gulf Extensional Province. *GSA Bulletin* 108(5): 505–525.

Silver, L. T., Stehli, F. G., and Allen, C. R., **1963**, Lower Cretaceous pre-batholithic rocks of Northern Baja California, México. Am. Assoc. Petroleum Geologists Bulletin 47(12): 2054-2058.

SDSU. San Diego State University, Department of Geological Sciences, Image Overlay of the Reconnaissance Geology of the State of Baja California, Google Earth. <http://www.geology.sdsu.edu/kmlgeology/kmz/baja140/baja140.html> (visitado en Diciembre de **2009**)

CAPITULO III
CARACTERIZACION Y
PROYECCION DE LA DEMANDA

CONTENIDO

CAPITULO III. CARACTERIZACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA _____ 3

III.1. USO AGRÍCOLA _____ 3

III.2. USO PÚBLICO URBANO _____ 6

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA 1 "PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA" ACUÍFERO 0217 SAN RAFAEL. ____ 3

TABLA 2. LA SUPERFICIE IDENTIFICADA COMO CULTIVADA, ASÍ COMO LOS PRODUCTOS IDENTIFICADOS EN ESTE LEVANTAMIENTO DE CAMPO, SON LOS QUE SE DETALLAN EN LA SIGUIENTE TABLA, Y SE PRESENTAN GRÁFICAMENTE EN EL PLANO ANEXO: ____ 5

TABLA 3. PRINCIPALES LOCALIDADES EN LA DELEGACIÓN CÓLONET Y SU POBLACIÓN _____ 6

TABLA 4. PRINCIPALES LOCALIDADES EN LA DELEGACIÓN SAN VICENTE Y SU POBLACIÓN _____ 7

TABLA 5. ENSENADA: COSTOS, EGRESOS E INGRESOS DEL AGUA URBANA EN 2006 _____ 12

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. LOS VÉRTICES DEL POLÍGONO SOBRE UNA IMAGEN SATELITAL DEL SISTEMA GOOGLE EARTH. _____ 4

FIGURA 2. FLUJO DE AGUA PARA EL SUMINISTRO PÚBLICO URBANO CÓLONET, SAN VICENTE CON Y SIN PROYECTO CÓLONET. 8

FIGURA 3. ESCENARIOS AL 2030 DE DEMANDAS Y DÉFICIT PARA EL SUMINISTRO PÚBLICO URBANO CÓLONET, SAN VICENTE, SISTEMA TOTAL Y CON PROYECTO CÓLONET. _____ 9

FIGURA 4. ESCENARIOS AL 2030 PARA EL SUMINISTRO PÚBLICO URBANO CON PROYECTO CÓLONET. _____ 10

FIGURA 5. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN 2005-2030 _____ 11

FIGURA 6. PROYECCIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS TOTALES 2005-2030, SIN PROYECTO CÓLONET _____ 13

FIGURA 7. PROYECCIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS TOTALES 2005-2030, CON PROYECTO CÓLONET _____ 13

FIGURA 8. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE USO PÚBLICO URBANO EN EL SISTEMA 2005-2030 SIN PROYECTO CÓLONET 14

FIGURA 9. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE USO PÚBLICO URBANO EN EL SISTEMA 2005-2030 CON PROYECTO CÓLONET 14

FIGURA 10. PROYECCIÓN DE LOS EGRESOS EN EL SISTEMA 2005-2030 _____ 15

FIGURA 11. PROYECCIÓN DE LOS INGRESOS EN EL SISTEMA 2005-2030 _____ 16

FIGURA 12. PROYECCIÓN DE DEMANDA 2005-2030 PARA EL SISTEMA 1 _____ 16

FIGURA 13. PROYECCIÓN DE DEMANDA 2005-2030 PARA EL SISTEMA 2 _____ 17

FIGURA 14. PROYECCIÓN DE DEMANDA 2005-2030 PARA EL SISTEMA INTEGRADO COMPARANDO CON EL PROYECTO CÓLONET. _____ 17

CAPITULO III. CARACTERIZACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

III.1. Uso agrícola

Para poder estimar el volumen de agua que actualmente se está utilizando para uso agrícola en la región que abarca la cuenca del acuífero 0217 San Rafael, es necesario delimitar la zona que se encuentra comprendida por dicha cuenca y determinar cuál es la zona de influencia agrícola que es aprovechada con agua proveniente del acuífero San Rafael.

Para ello, con base en lo establecido en el "Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", publicado en el Diario Oficial de la Federación del día 28 de agosto de 2009, se obtuvieron las coordenadas de los vértices del polígono que conforma el acuífero 0217, mismas que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Región hidrológico-administrativa 1 "Península de Baja California" Acuífero 0217 San Rafael.

VIII. - REGION HIDROLOGICO-ADMINISTRATIVA I "PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA"
ACUIFERO 0217 SAN RAFAEL

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	115	48	57.6	31	19	31.1	
2	115	43	38.3	31	12	41.7	
3	115	29	15.8	31	5	24.0	
4	115	26	43.0	31	1	36.3	
5	115	29	57.6	31	1	21.0	
6	115	33	45.6	31	3	29.0	
7	115	42	33.0	31	3	50.4	
8	115	53	36.7	31	5	55.3	
9	115	55	53.0	31	3	31.8	
10	115	57	12.5	31	5	42.2	
11	116	7	41.5	31	3	3.8	
12	116	15	16.1	30	56	49.9	DEL 12 AL 13 POR LA LINEA DE BAJAMAR A LO LARGO DE LA COSTA
13	116	19	56.6	30	59	53.8	
14	116	15	6.3	31	3	32.6	
15	116	8	17.9	31	11	30.9	
16	116	2	49.8	31	11	23.9	
17	115	57	56.5	31	15	45.7	
18	115	55	6.0	31	17	1.8	
19	115	54	39.4	31	18	37.0	
20	115	52	34.8	31	19	25.7	
1	115	48	57.6	31	19	31.1	



Figura 1. Los vértices del polígono sobre una imagen satelital del sistema Google Earth.

Una vez delimitada el área que se encuentra comprendida en la cuenca referida, se procedió a determinar los polígonos de cada una de las zonas de cultivo que se podían identificar en la imagen satelital y que estuvieran incluidos dentro del área de la cuenca, ya fuese en forma total o parcial (mayoritariamente incluido). Posteriormente, y aprovechando el levantamiento de campo del censo de pozos, se procedió a visitar la mayor parte de las zonas de cultivo previamente mapeadas, para constatar que estuviesen cultivándose y determinar el tipo de cultivos que se encontraban en ellas. En virtud de que estas actividades se realizaron en los últimos meses de 2009 y principios de 2010 y la imagen satelital utilizada correspondía al año 2006 se encontraron algunas diferencias, particularmente de tierras que habiendo estado cultivadas en el año 2006, ahora se encontraban en desuso, por lo que se colige que la superficie cultivada se ha venido reduciendo, lo cual probablemente pueda ser atribuible a la disponibilidad de agua o a la calidad de la misma.

Tabla 2. La superficie identificada como cultivada, así como los productos identificados en este levantamiento de campo, son los que se detallan en la siguiente tabla, y se presentan gráficamente en el plano anexo:

Cultivo	Superficie (ha)	Lámina de riego (m)	Volumen aplicado (m ³)
Tomate	461.4	0.96	4,429,440
Nopal	196.03	0.61	1,195,783
Calabaza	117.22	0.62	726,764
Lechuga	35.7	0.61	217,770
Espárrago	373.07	0.83	3,096,481
Chile	26.69	0.7	186,830
Cebolla	41.07	0.88	361,416
Ejote	31.75	0.52	165,100
TOTAL	1282.93		10,379,584

Para establecer las láminas de riego de cada tipo de cultivo, se utilizaron las publicaciones de los Paquetes Tecnológicos de los diferentes productos correspondientes al Distrito de Desarrollo Rural de la Zona Costa de Baja California, publicados en la página de la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable de Baja California (http://www.oeidrus-bc.gob.mx/oeidrus_bca/PaqProductivos/index.html).

Al aplicar esta lámina de riego en las superficies identificadas, obtenemos el volumen de agua requerida para las actividades agrícolas en la región, el cual ascendió en el año 2009 a los 10'397,569.90 metros cúbicos, o 10.4 hm³/año.

Adicionalmente a este volumen utilizado, se estimó por métodos indirectos el volumen de agua trasvasada del acuífero San Rafael hacia zonas de cultivo en otras cuencas tales como Camalú y San Telmo. Para ello se utilizó el diámetro de las tuberías encontradas así como el flujo de las mismas, así como información proporcionada por habitantes de las zonas. De estas fuentes, se estimó que el volumen de agua trasvasado del acuífero San Rafael asciende a aproximadamente 4 hm³/año.

Para finalizar, el volumen de agua utilizado en la propia cuenca de San Rafael para actividades agrícolas, más el volumen de agua trasvasado desde esta cuenca a zonas de Camalú y San Telmo para este mismo tipo de actividades agrícolas, asciende a la cantidad de 14.4 hm³/año el volumen de agua para uso agrícola.

III.2. Uso Público Urbano

Para la caracterización y proyección de la demanda del Uso Público Urbano en la zona de impacto del acuífero de San Rafael, se analizó la región con base al documento Programa de Desarrollo Regional: Región Cónonet (COPLADEM, IMIP, SEDESOL, Habitat, Febrero de 2008).

El documento referido considera como “Región Cónonet” las delegaciones de Cónonet (Punta Cónonet), Eréndira, San Vicente y Santo Tomás. Para los efectos del presente estudio se consideraron sólo las delegaciones de Cónonet y San Vicente que representan el 82% de la superficie y el 78% de la población. La razón de no considerar sólo Cónonet es que para el uso público urbano (e incluso para el agrícola) no es real ni práctico utilizar límites rígidos sobre la explotación de los acuíferos (en este caso San Rafael y San Vicente) y sobre el destino final del agua. Se puede cuestionar también la no inclusión de San Telmo o de Camalú (considerando que en el futuro, si es el caso, toda la zona será afectada por el Proyecto de Punta Cónonet), pero se adoptó la delimitación planteada por el Programa de Desarrollo Regional.

Por otra parte la Delegación Cónonet comprende 96 localidades que totalizan 7,718 habitantes de las cuales 13 de ellas (ver Tabla 1) representan el 89% de la población.

Tabla 3. Principales localidades en la Delegación Cónonet y su población

Localidad	Habitantes
Ejido Punta Cónonet	2346
Ejido Gustavo Díaz Ordaz	887
Col. Agrícola La Providencia	732
Ejido 27 de Enero	489
Ejido Héroes de Chapultepec	472
Ejido Alfredo V Bonfil	338
Las Brisas	304
Ex Hacienda Sinaloa	299
Rancho el Papalote	236
Rancho el Pedregoso	227
Col Abelardo L. Rodriguez	210
Campamento Buenavista	162
Rancho los Caballos	147
Total	6849

Fuente: Programa de Desarrollo Regional: Región Cónonet.

Las primeras 4 localidades cuentan con agua entubada, pero no cuentan con un suministro confiable, si bien el REPDA de San Rafael para uso doméstico reporta 2,170 metros cúbicos anuales ($m^3/año$) y para uso público urbano 557,720 $m^3/año$ para un total de 559,890 $m^3/año$, que sobre un REPDA total de este acuífero de 39,185,176 $m^3/año$ representa el 1.4% y tomando como base la recarga reportada igual a la extracción de 7 millones de $m^3/año$ el porcentaje es del 8%.

Desde el enfoque del uso público urbano, no es posible ni práctico desarrollar infraestructura de plantas de agua potable, sistemas de distribución, plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de colección para localidades dispersas con baja densidad de población. En todo caso consolidar la infraestructura de las primeras cuatro localidades y posiblemente incorporar la quinta localidad, buscando capacidades de diseño que cubran las necesidades del total considerado (6,849 habitantes) y su proyección al 2030.

En forma similar al analizar la Delegación de San Vicente, ésta comprende 81 localidades que totalizan 4,872 habitantes de las cuales 3 de ellas (ver Tabla 2) representan el 86% de la población.

Tabla 4. Principales localidades en la Delegación San Vicente y su población

Localidad	Habitantes
Poblado San Vicente	3795
Ejido Rodolfo Sánchez Taboada	239
Ejido Ignacio López Rayón	141
Total	4175

Fuente: Programa de Desarrollo Regional: Región Cónonet.

Las 3 localidades cuentan con agua entubada. El REPDA de San Vicente para uso doméstico reporta 47,556 $m^3/año$ y para uso público urbano 375,147 $m^3/año$ para un total de 422,703 $m^3/año$, que sobre un REPDA total de este acuífero de 23,609,811 $m^3/año$ representa el 1.8% y tomando como base la recarga reportada de 8 millones de $m^3/año$ (extracción de 7.5 $hm^3/año$) el porcentaje es del 5.3%.

Con los mismos criterios planteados anteriormente, es posible consolidar la infraestructura de las 3 localidades de San Vicente con capacidades de diseño que cubran las necesidades de 4,175 habitantes y su proyección al 2030.

Considerando Cónonet y San Vicente como Sistema 1 y Sistema 2, su integración en un Sistema Total interconectado tendría que satisfacer las necesidades de 11,024 habitantes y su proyección al 2030 utilizando los REPDA para uso doméstico y público urbano de ambos acuíferos.

Por otra parte, de ocurrir el Proyecto Punta Cónonet, el documento referido (Programa de Desarrollo Regional: Región Cónonet) considera 3 etapas, la primera de ellas de 3 años con

una población de 30,000 habitantes la segunda a 6 años con 60,000 habitantes y la tercera a 10 años con 100,000 habitantes. Estas magnitudes hacen irrelevante si el crecimiento es o no adicional a la proyección sin proyecto, por lo cual este estudio consideró el crecimiento como adicional a la población base existente.

La Figura 2 esquematiza los flujos del recurso para el suministro de agua en el uso público urbano para el 2005 y 2030 con y sin proyecto Cólonet.

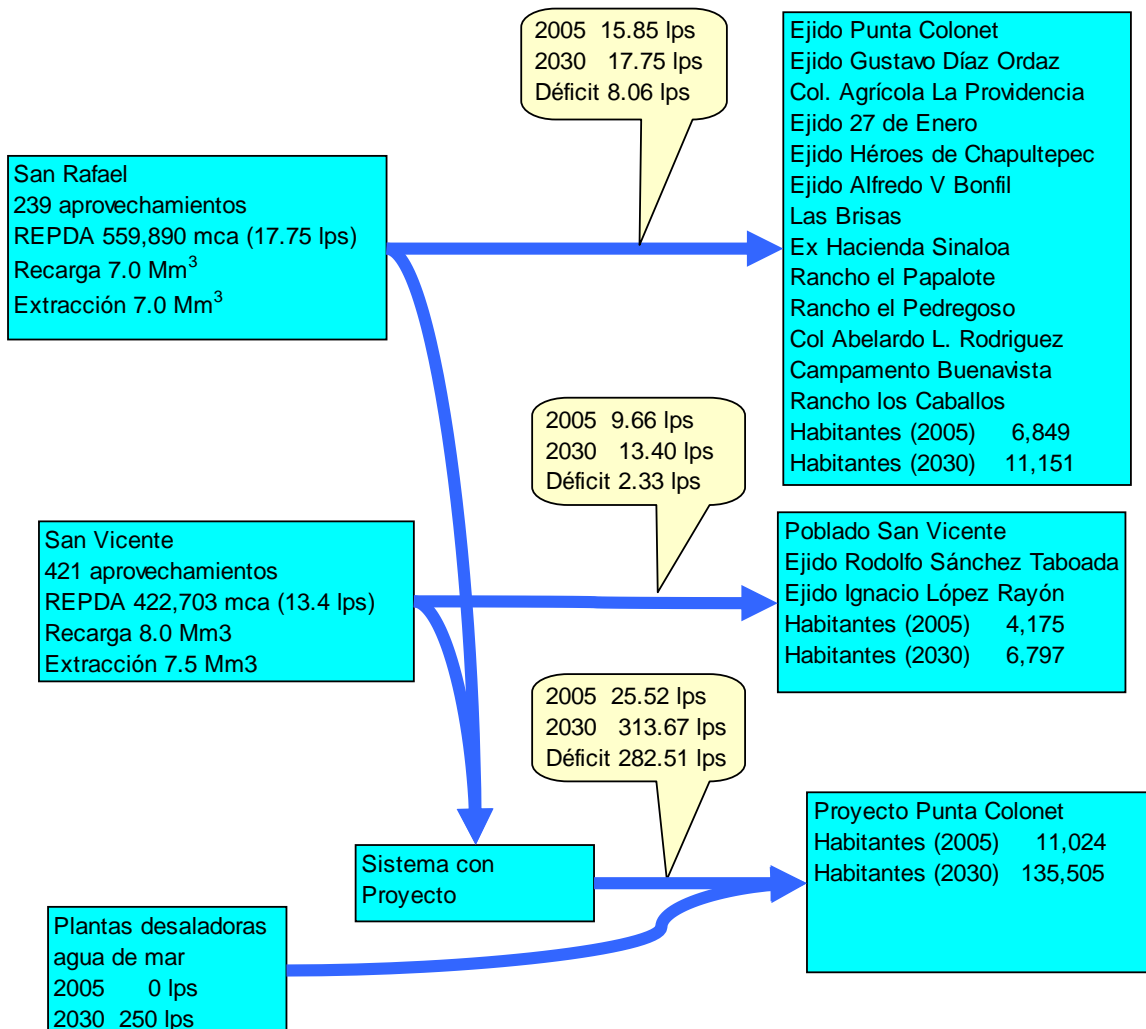


Figura 2. Flujo de agua para el suministro público urbano Cólonet, San Vicente con y sin proyecto Cólonet. Mm3 corresponden a $1 \times 10^6 \text{ m}^3$ o bien hm^3 ; mca corresponde a $\text{m}^3/\text{año}$; lps corresponden a L/s.

Analizando la distribución de la región bajo estudio, se asociaron los acuíferos de San Rafael y San Vicente con las localidades mostradas en la Figura 1, considerándose como un escenario alternativo el Proyecto Punta Colónet. Si bien, como se observa en los datos para 2005 y 2030, los déficit al 2030 sin proyecto se pueden cubrir incrementando la extracción de los acuíferos sin afectar seriamente los usos agrícolas, la recomendación es interconectar ambos sistemas de tal forma de equilibrar las extracciones con el REPDA. Así, si San Rafael opera sólo será deficitario al 2010, si San Vicente opera sólo será deficitario al 2020, y si operan como sistema integrado el déficit se presentará al 2014. La Figura 3 presenta estos escenarios incluyendo el impacto del Proyecto Punta Colónet.

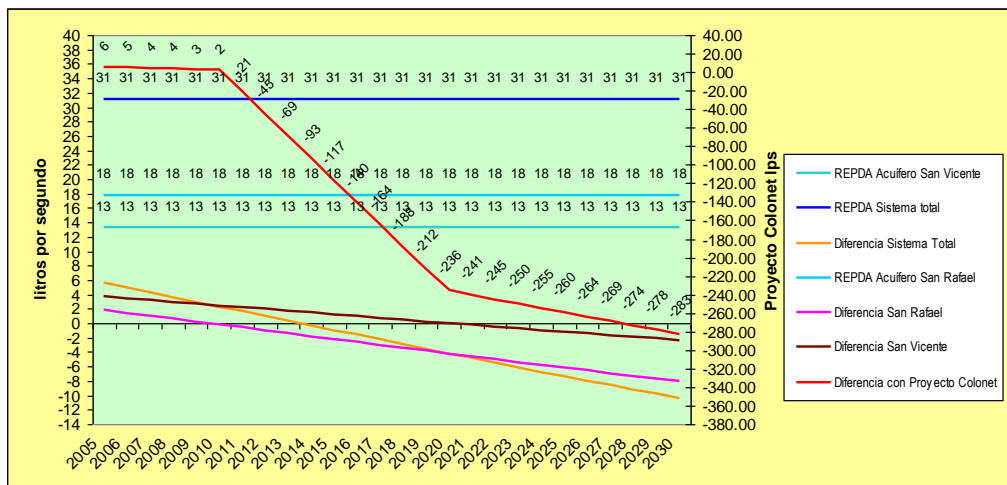


Figura 3. Escenarios al 2030 de demandas y déficit para el suministro público urbano Colónet, San Vicente, sistema total y con proyecto Colónet.

Por otra parte, si se desarrolla el Proyecto de Punta Colónet el déficit inicia en 2011 para lo cual habría que satisfacer la demanda con módulos de desalación de agua de mar con capacidad de 50 L/s cada uno hasta alcanzar un total de 250 L/s, lo cual combinado con acciones de ahorro y uso eficiente del agua puede satisfacer las necesidades de uso público urbano hasta el 2030 (Ver Figura 4).

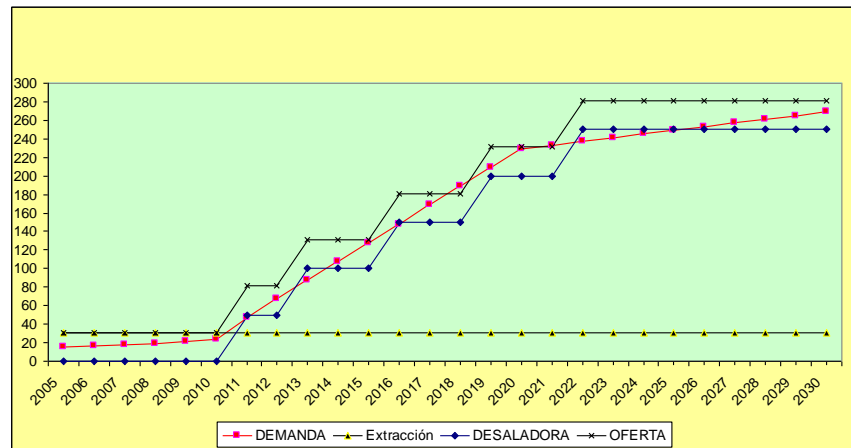


Figura 4. Escenarios al 2030 para el suministro público urbano con proyecto Cólonet.

En la determinación de la población atendida y su proyección se consideraron como subsistemas a:

Cólonet (Sistema 1): Ejido Punta Cólonet, Ejido Gustavo Díaz Ordaz, Col. Agrícola La Providencia, Ejido 27 de Enero, Ejido Héroes de Chapultepec, Ejido Alfredo V Bonfil, Las Brisas, Ex Hacienda Sinaloa, Rancho el Papalote, Rancho el Pedregoso, Col Abelardo L. Rodríguez, Campamento Buenavista y Rancho los Caballos

San Vicente (Sistema 2): Poblado San Vicente, Ejido Rodolfo Sánchez Taboada y Ejido Ignacio López Rayón.

La Figura 5 nos presenta la proyección de población para el sistema disgregando los subsistemas anteriores como Cólonet, San Vicente y con Proyecto Cólonet.

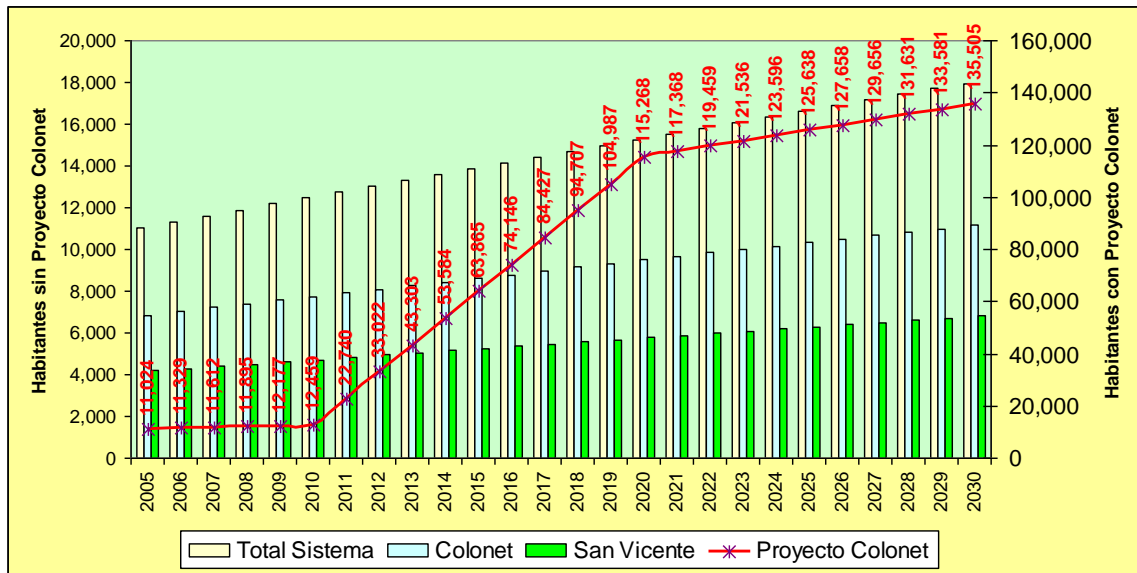


Figura 5. Proyección de crecimiento de la población 2005-2030 en la zona de Colonet

Esta proyección se realizó con las tasas de crecimiento de CONAPO. Colonet con una población de 6,849 habitantes en el 2005 alcanzaría al 2030 una población de 11,151 habitantes, mientras que San Vicente crecería de 4175 habitantes a 6,797 habitantes para el mismo período, produciendo un sistema que se incrementaría de 11,024 habitantes en el 2005 a 17,948 en el 2030. Con el Proyecto de Punta Colonet se tendrían 135,505 habitantes al final del período de proyección.

Considerando una dotación global de 200¹ litros por habitante por día (LHD) se estimó para el 2007 una demanda del orden de 2.3 millones de metros cúbicos anuales (hm³/año) equivalente a 26.9 lps para atender a los usuarios domésticos, comerciales, industriales y públicos, incluyéndose las pérdidas técnicas y comerciales.

Como se carece de datos confiables debido a que la mayor parte de los centros de población no tienen un suministro de agua normalizado en infraestructura y en administración, se utilizó la información de CESPE para Ensenada con el fin de establecer una situación de punto de partida en el 2005 para generar las proyecciones y escenarios al 2030. Es evidente que esta imagen creada para el 2005 no refleja la situación real actual de la zona pero nos indica el “Así debería estar aún con las ineficiencias de los sistemas actuales”.

En lo que se refiere a usuarios se consideró una distribución similar a la Ensenada con 84.6% domésticos, 13% comerciales y los usuarios industriales y públicos con el 1.2% cada uno. El sector doméstico representaría en este esquema el 57.9% del consumo, el sector

¹ En este caso se está considerando como dotación para zona rural y si ocurre la transformación a zona urbana mantener el valor con acciones de ahorro y uso eficiente de agua.

comercial el 8.5%, el sector público el 5.3%, el sector industrial el 5.8% y las pérdidas representan el 29%.

Los costos en 2006 se estimaron similares a los de Ensenada en 13.41 \$/m³ y en igual forma las tarifas del orden de 8\$/m³ para el sector doméstico y del orden de 40 \$/m³ para los otros sectores.

Con una dotación media global de 200 litros por habitante por día (LDH), la dotación del sector doméstico se estimó para el 2011 (sin Proyecto Cólonet) en de 165 LDH, su demanda promedio de 24 lps mientras que las pérdidas contribuyen a la demanda con 5.5 lps.

Como referencia la Tabla 5 muestra los costos, ingresos y egresos que se reportaron en el 2006 para el agua de uso urbano en Ensenada.

Tabla 5. Ensenada: Costos, egresos e ingresos del agua urbana en 2006

Proceso	Operación	Mantenimiento	Total
Captación	1.28	0.16	1.44
Conducción	0.09	0.07	0.16
Distribución	0.38	0.73	1.11
Aguas Blancas	1.75	0.96	2.71
Recolección	0.60	0.43	1.03
Tratamiento	1.27	0.20	1.47
Aguas Negras	1.87	0.63	2.50
Administración	1.47		1.47
Comercialización	1.28		1.28
Obras	0.73		0.73
Rural y suburbanos	1.22		1.22
Gastos conjuntos	0.59		0.59
Depreciaciones	1.69		1.69
Otros Servicios	0.41	0.34	0.75
Procesos No Productivos	7.39	0.34	7.73
Total costos	11.01	1.93	12.94
Gastos Financieros	0.47		0.47
Total	11.48		13.41

Consumo atendido lps	608
Cuentas totales	83,581
Volumen Facturado en Servicio Medido Mm ³	19.18
Tarifa por volumen	9.81
Facturación anual M\$	188.16
INGRESOS M\$	
Cobranza total neta	239.31
Ingresos por recuperación de obra	8.66
Convenio CNA	9.92
Otros ingresos + aportaciones	77.69
Ingresos totales netos	336.38
EGRESOS M\$	
Inversión para mantener cobertura	100.23
Agua potable, alcantarillado y saneamiento	89.44
Inversión en equipo y depreciación	10.79
Gastos por mano de obra	115.89
Gastos de energía y productos químicos	70.24
Total de gastos de operación	286.36
Saneamiento	39.74
Egresos de Explotación	326.10

Costos

Egresos e ingresos

Se observa que el costo de extracción fue en promedio de 1.44 \$/m³ lo cual si se compara con un costo de desalar agua salobre de 5.29 \$/m³ y de desalar agua de mar con un costo de 8.27 \$/m³ nos da una idea del impacto económico de usar otras fuentes de suministro con respecto a la extracción de los acuíferos. Por otra parte la recolección y tratamiento primario de aguas negras nos reporta un costo de 2.50 \$/m³ al cual hay que incrementar los costos de tratamientos adicionales para llevarlo a una calidad utilizable en la agricultura, más los costos de conducción hasta las zonas agrícolas. Todas las opciones posibles de suministro y uso con otras fuentes diferentes a la de extracción de los acuíferos requieren ser evaluadas técnica, económica, social y ambientalmente para definir la mejor alternativa o combinación de ellas para cada caso en particular.

La Figura 6 muestra la proyección de usuarios del Sistema Total (sin Proyecto del puerto de Cólonet) al 2030, donde se observa que el número de usuarios se incrementa de 1,798

en el 2005 a 5,046 en el 2030, lo cual implica no sólo un mayor suministro sino también crear y crecer toda la infraestructura de agua potable, de recolección, de tratamiento de aguas negras y de disposición final de aguas residuales. Por otra parte la Figura 7 nos muestra el impacto que tendría el Proyecto Cólonet al incrementar el número de usuarios para un total de 38,096 al 2030.

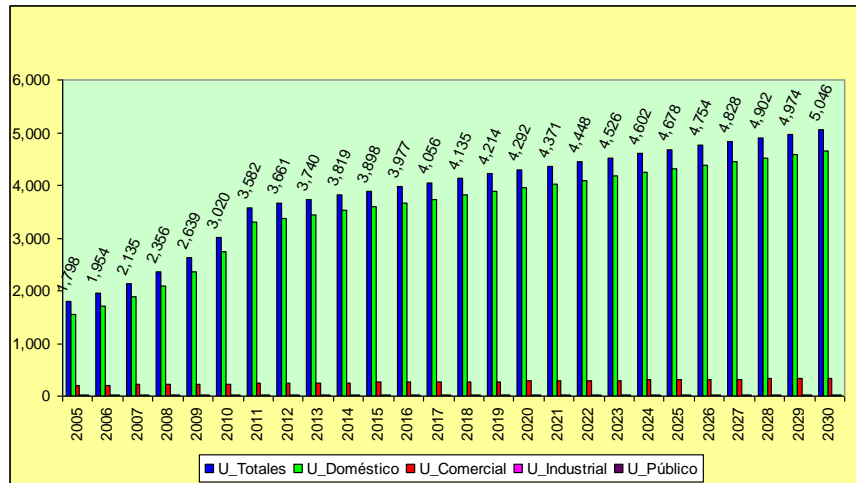


Figura 6. Proyección del número de usuarios totales 2005-2030, sin proyecto del puerto de Cólonet

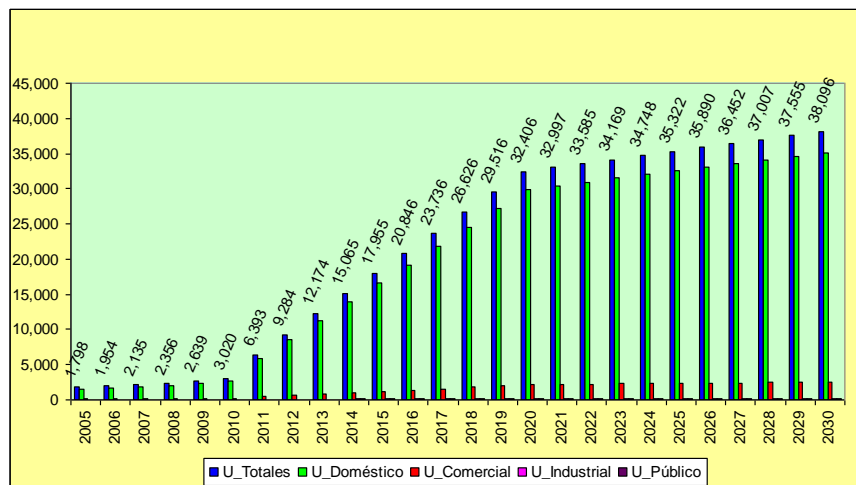


Figura 7. Proyección del número de usuarios totales 2005-2030, con proyecto del puerto de Cólonet

La Figura 8 presenta la proyección de la demanda del Sistema al 2030 (sin Proyecto Cólonet) considerando una dotación global de 200 L/día/hab (165 L/día/hab en el sector doméstico) y pérdidas de 29% en el sistema aplicadas a las demandas netas y sumadas a las mismas para obtener las demandas brutas. Se observa que la demanda pasará de 708,723 m³/año (22.5 lps) en el 2009 a 1,313,343 m³/año (41.7 lps) en el 2030 lo cual significa un volumen total explotado del 2009 al 2030 de 24 hm³ con pérdidas por 5.4 millones y un suministro neto de 18.6 hm³.

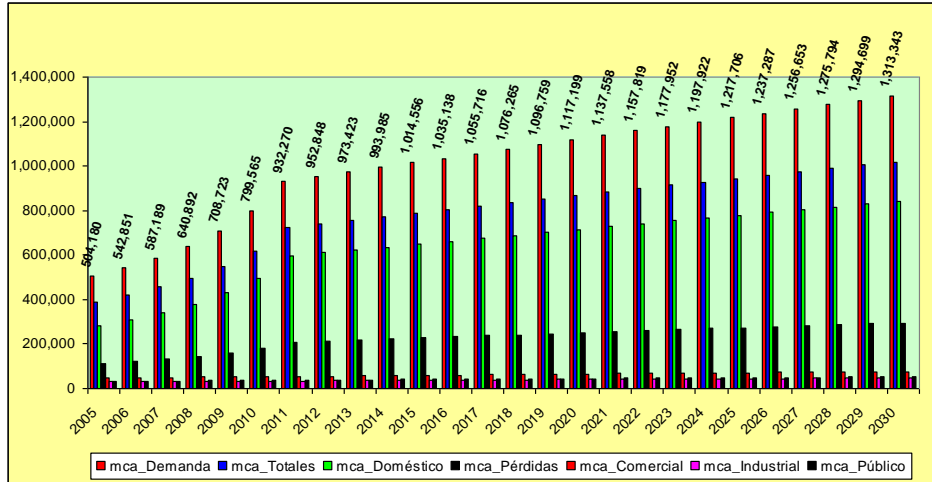


Figura 8. Proyección de la demanda de uso público urbano en el Sistema 2005-2030 sin proyecto Cólonet. Las unidades del volumen de agua son m³.

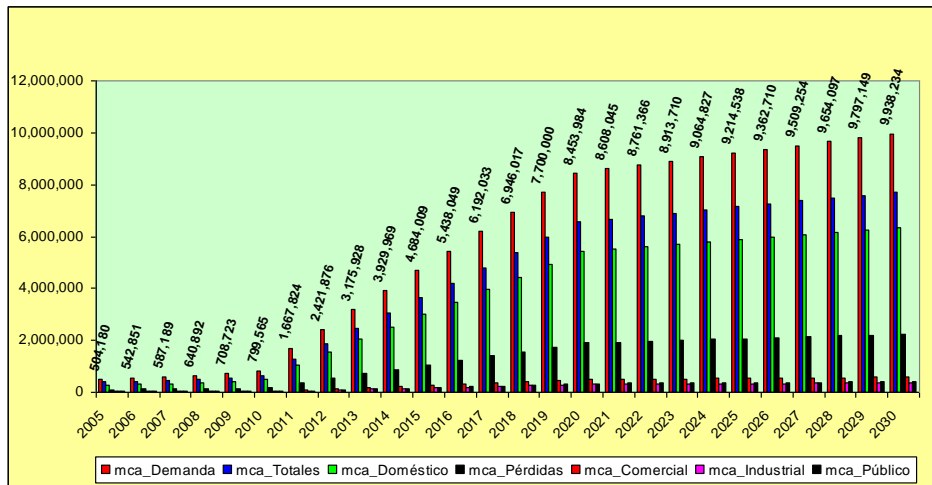


Figura 9. Proyección de la demanda de uso público urbano en el Sistema 2005-2030 con proyecto del puerto de Cólonet. Las unidades del volumen de agua son m³.

Considerando el Proyecto Cólomet, la demanda se incrementa a 9,938,234 m³/año (315 L/s) en el 2030 lo cual significa un volumen total explotado del 2009 al 2030 de 145 millones de metros cúbicos con pérdidas por 32.6 millones y un suministro neto de 112.4 millones de metros cúbicos. Es evidente que los acuíferos no pueden atender este proyecto y se requerirán otras fuentes de suministro, siendo la más recomendable la desalación de agua de mar.

Si se reducen las pérdidas de 29% a 20% la dotación global se reduce a 186 LDH (154 LDH en el sector doméstico) y la demanda se ubica en 659,332 m³/año (21 lps) para el 2009 y en 1,221,816 m³/año (39 lps) en el 2030 lo cual significa un volumen total explotado del 2007 al 2030 de 22.3 hm³ con un ahorro en beneficio del acuífero de 1.7 hm³ en el período.

Las alternativas de disminución de pérdidas y ahorro y uso eficiente del recurso no son excluyentes, pero analizadas por separado muestran que puede ser más efectivo el programa de ahorro y uso eficiente del agua.

Sobre la base de una dotación global de 186 LDH se realizó la proyección de egresos para el sistema (Figura 10) la cual muestra que en el 2009 se tienen egresos por 7.5 millones de pesos en los cuales la captación representa el 15.6%, la recolección y el tratamiento de aguas 15.8%, el mantenimiento 16.7%, los gastos administrativos el 31.5%, las depreciaciones el 13.3% y gastos conjuntos y financieros el 7%. Para el 2030 los egresos en este esquema representarán 13.9 millones de pesos.

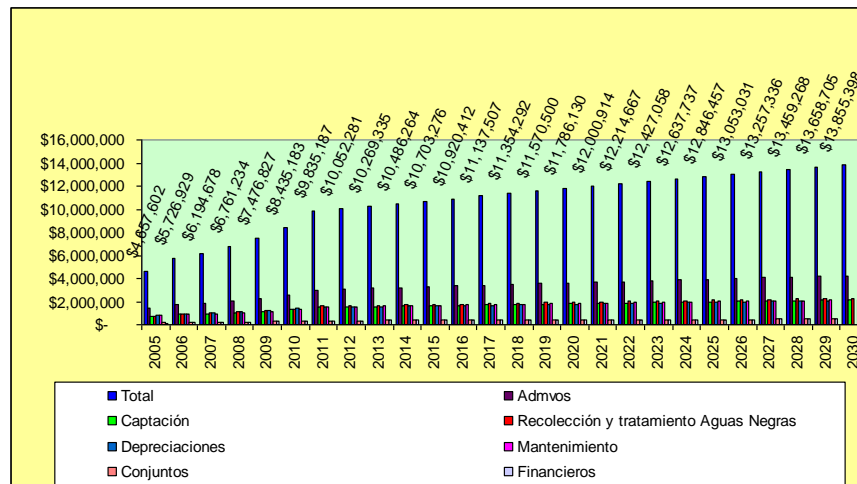


Figura 10. Proyección de los egresos en el Sistema 2005-2030

En igual forma la Figura 11 presenta los ingresos y para el 2009 se estimaron en 8.5 millones de pesos correspondiendo 46% en el sector doméstico, 22% en el comercial, 16% en el industrial y 16% en el sector público. Para el 2030 los ingresos se estimaron en 14.5 millones de pesos

Es evidente que el equilibrio económico entre ingresos y egresos es muy precario y que cualquier acción que se tome de otras fuentes de suministro, disminución de pérdidas o programas de ahorro y uso eficiente del recurso implicará el incremento de tarifas siendo el sector doméstico el más afectado por su participación en los ingresos.

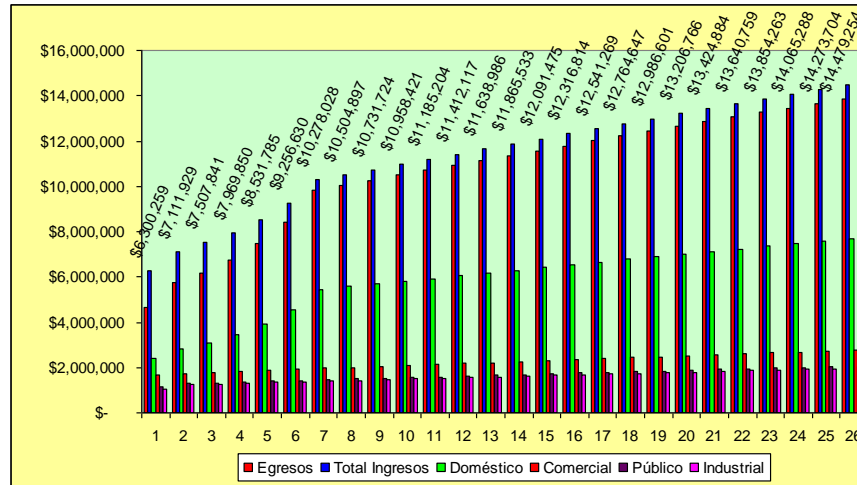


Figura 11. Proyección de los ingresos en el Sistema 2005-2030

Las figuras 12, 13 y 14 presentan la proyección de la demanda 2005-2030 para el Sistema 1 (Cólonet), Sistema 2 (San Vicente) y el Sistema Integrado, respectivamente, este último comparado con el Proyecto de Punta Cólonet.

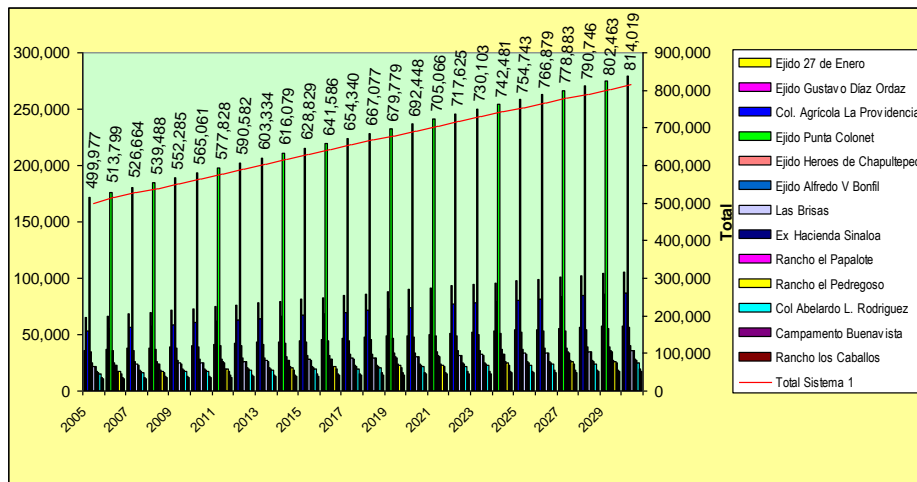


Figura 12. Proyección de demanda 2005-2030 para el Sistema 1

En el primer caso, para el Sistema de Cónonet independiente se tendría para el 2030 una demanda de 814,019 m³/año considerando una dotación de 200 LHD, presentándose un déficit con respecto al REPDA para uso público urbano a partir del 2010, que para el 2030 ascendería a 254,129 m³/año. Este valor no se considera crítico y puede absorberse aumentando el REPDA en el acuífero de San Rafael.

Para el Sistema de San Vicente operando por si sólo la demanda para el 2030 sería de 496,208 m³/año con un déficit a partir del 2020 que totalizaría para el 2030 con 73,505 m³/año, que como en el caso anterior puede obtenerse del acuífero de San Vicente.

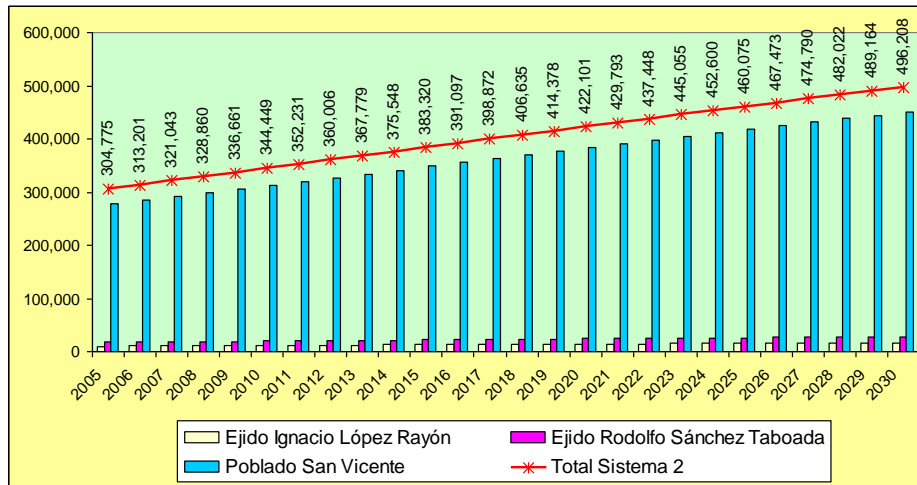


Figura 13. Proyección de demanda 2005-2030 para el Sistema 2

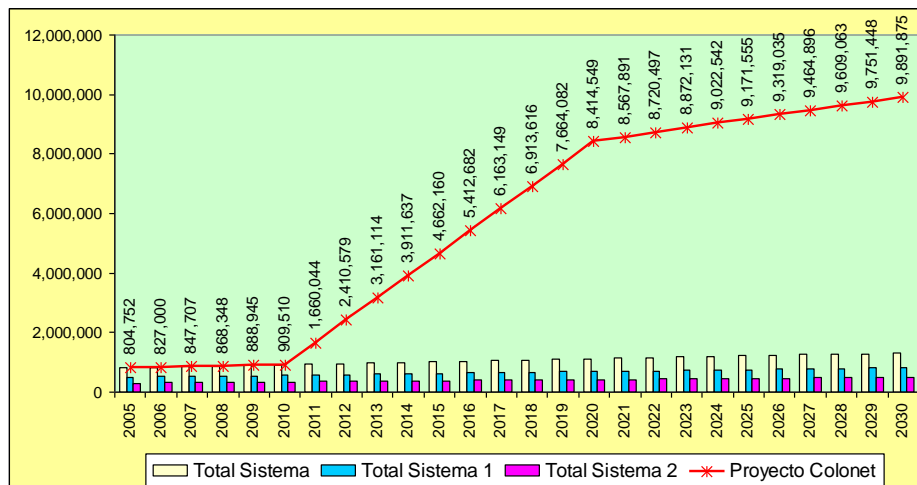


Figura 14. Proyección de demanda 2005-2030 para el Sistema Integrado comparando con el Proyecto Cónonet.

Considerando el Sistema Integrado para el 2030 se requiere una extracción de 982,523 m³/año presentándose el déficit a partir del 2014 y para el 2030 se tendría que aumentar el REPDA en 327,635 m³/año.

Al considerar el Proyecto Cólonet el déficit inicia en el 2011 y para el 2030 la demanda sería de 9,891,875 m³/año y el déficit tendría un valor de 8,909,282 m³/año. La solución que se plantea es desalar agua de mar con módulos de 50 lps (1,576,800 m³/año) instalados progresivamente en el 2011, 2013, 2016, 2019 y 2022.

El objetivo es contribuir en la solución del problema de abasto de agua con la construcción y operación de plantas desaladoras protegiendo los acuíferos de San Rafael y San Vicente del impacto que representa la demanda del Proyecto de Punta Cólonet.

Para ello se requiere desarrollar los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental de plantas desaladoras de agua de mar para fundamentar la gestión de recursos financieros para los proyectos ejecutivos y la construcción de las obras.

La construcción y operación de plantas desaladoras satisfará el crecimiento de la demanda hasta el 2030 y los excedentes en los períodos de conciliación oferta-demanda permitirán disminuir las extracciones en beneficio del acuífero y de las actividades agrícolas.

La atención del suministro de agua a las poblaciones es prioritaria frente a otros usos y los organismos operadores tienen que obtener el suministro al más bajo costo posible y con la mejor calidad disponible. Por otra parte los usuarios agrícolas poseen derechos de explotación de los acuíferos para el desarrollo de actividades primarias. El crecimiento de las ciudades y el cambio de vocación de las regiones hacia actividades industriales y comerciales entran en franca competencia por la tierra y el agua, recursos limitados cuya disponibilidad disminuye por el agotamiento y el deterioro de la calidad enfrentando el dilema entre el desarrollo económico para impulsar el desarrollo humano y la satisfacción de las necesidades de la sociedad para mejorar su calidad de vida.

Aunque existe una disposición de ceder parte de sus derechos para el uso del agua no se ha planteado un procedimiento que permita llevar a cabo este proceso, por lo que en este momento se está arriesgando la sustentabilidad de todo el sistema y hay que acudir a nuevas fuentes de suministro como ahorro y uso eficiente del agua, desalar agua de mar, o bien importar agua de otras regiones, cada opción con diferentes costos, beneficios e impactos y las estrategias se dirigen hacia priorizar y programar en tiempo y lugar la implementación de alternativas y sus combinaciones.

CAPITULO IV

CARACTERIZACION Y PROYECCION DE LA DISPONIBILIDAD

CONTENIDO

CONTENIDO	2
CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD	3
IV.1. AGUAS SUBTERRÁNEA	3
IV.2. AGUAS SUPERFICIALES	5
IV.3. AGUAS RESIDUALES	6

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL ACUÍFERO DE SAN RAFAEL Y POZOS IDENTIFICADOS DURANTE EL CENSO DE 1998.	4
---	---

CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD

IV.1. Aguas subterránea

La disponibilidad de agua subterránea en el acuífero de San Rafael ha dependido históricamente de la precipitación. Las extracciones para los diversos usos han rebasado la capacidad del acuífero, lo que se ha manifestado con un descenso apreciable en la elevación promedio del nivel estático del acuífero. La cuenca hidrológica de San Rafael cuenta con una superficie de 1,401 km² de los cuales 56 km² forman la superficie acuífera. El coeficiente de almacenamiento reportado por CNA (2002) es de 7%. Dicha superficie está compuesta por una unidad permeable constituida de depósitos aluviales y fluviales. La base acuífera presenta discontinuidades en el basamento con profundidades que van de 3.0 m a 38.0 m como máximo con un promedio de 13 m. La concentración de sólidos totales disueltos en el agua subterránea del acuífero varía de 1000 a 2000 ppm aunque en la zona costera se alcanzan valores de 5000 ppm. Para el año 1983 se consideraba que aproximadamente el 33% de los aprovechamientos estaban afectados por un alto contenido de sales. La Figura 4.1 muestra la relación del acuífero con el sistema hidrológico superficial. Los diversos balances muestran un déficit de agua (ver capítulo V), por lo que el acuífero se encuentra fuera de balance y sobreexplotado. En la región la precipitación total anual promedio es de 186 mm siendo diciembre y enero los meses más lluviosos, mientras que los más secos son mayo y junio.

El Registro Público de Derechos de Agua 2009 (REPD) del acuífero de San Rafael incluye 239 aprovechamientos de uso agrícola, doméstico, público urbano y pecuario que asciende a un volumen concesionado de 36,142,670 m³/año. Debido a la falta de sistemas de medición en los pozos de uso agrícola, no se cuenta con registros que detallen los volúmenes de agua extraídos exclusivamente para riego en la región, sin embargo, la CNA (2002) ha reportado una extracción total promedio de 15.23 hm³/año, de los cuales el 94% se destina al riego agrícola y el resto se distribuye entre los usos público-urbano, doméstico y pecuario.

En 1998 los niveles estáticos variaron de 0.80 m a 12.10 m, las profundidades mayores se localizaron a la altura del Ejido Benito Juárez y las menores en la zona costera (CNA, 2000).

Las elevaciones de niveles estáticos fluctuaron de 1 msnm a 170 msnm, en la zona de confluencia de los arroyos Seco y San Rafael la elevación de los niveles estáticos fue de 60 msnm en 1998. Las mayores elevaciones se encuentran en los aluviales aguas arriba del arroyo San Rafael con 170 msnm.

La calidad del agua en 1977 varió de 1000 a 5300 ppm de sólidos totales disueltos. Las menores concentraciones se encontraron en la porción Este del acuífero mientras que las mayores en la zona costera, los signos de intrusión salina se observaron hasta 3 km de la línea de costa, tierra adentro.

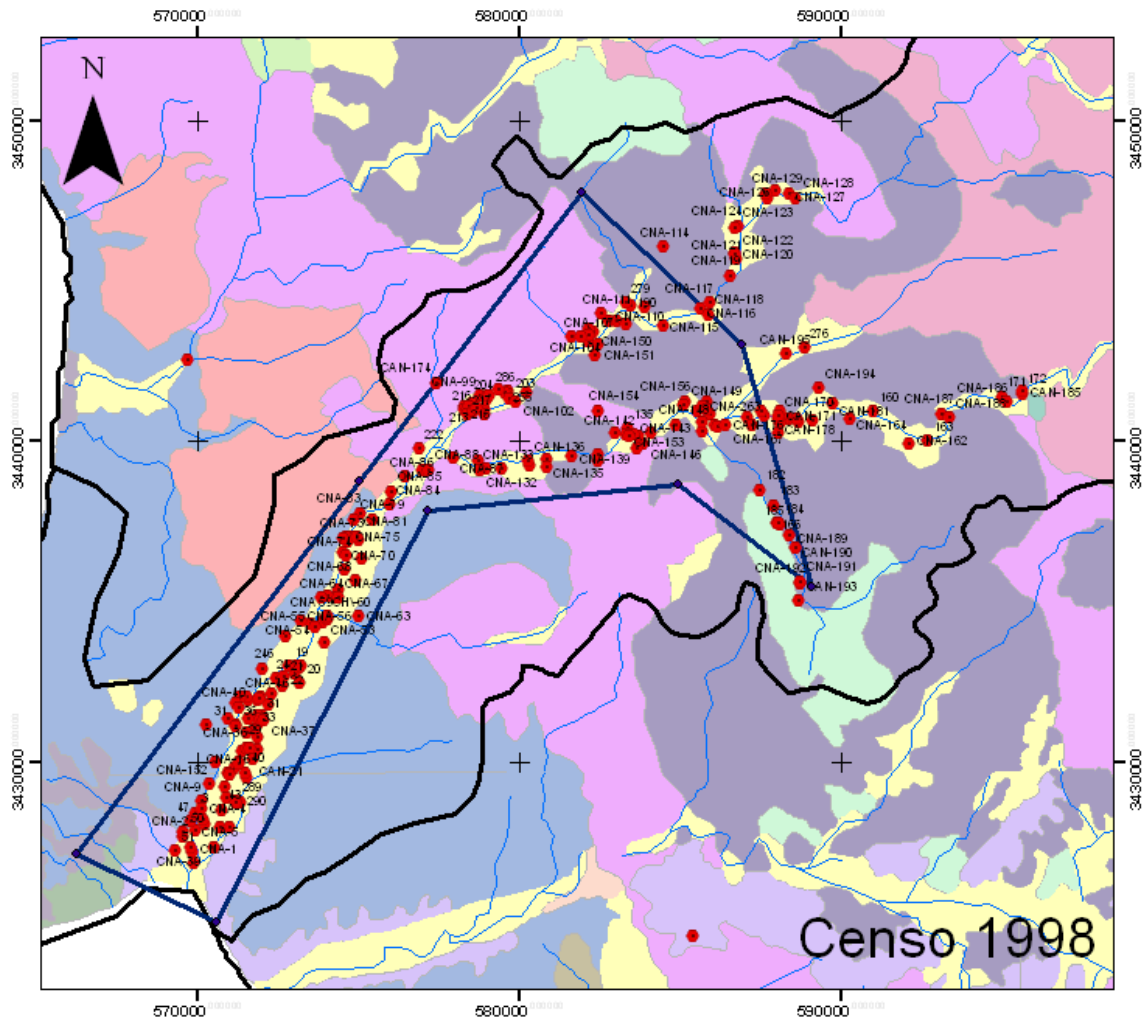


Figura 1. Mapa de localización del acuífero de San Rafael y pozos identificados durante el Censo de 1998.

El balance oficial se publicó en 2000 pero los datos utilizados para los cálculos fueron generados en 1979 (TMI, 1979). En ese entonces se estimó una recarga total promedio anual de 7 hm^3 . Por su parte, la descarga promedio anual para el año 2000 estimada fue de 26.9 hm^3 las descargas horizontales al mar y la evapotranspiración son consideradas nulas. El balance entre ambas arroja un déficit en el volumen de aguas subterráneas de 19.6 hm^3 en promedio anual.

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 (ver Capítulo II.4.8), se obtiene al restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA. En el acuífero de San Rafael el

volumen anual concesionado, 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, para el año 2009 es de 39,142,670 m³/año mientras que la recarga natural fue estimada en 7.0 hm³/año estimándose un déficit de 32.14 hm³/año considerando que no existe flujo de salida al mar.

IV.2. Aguas Superficiales

La Subcuenca hidrológica del arroyo San Rafael abarca 1401 km². Se trata de una corriente de régimen torrencial, por lo que permanece seca durante todo el año, llegando a presentarse torrentes violentos durante las épocas de lluvia. El arroyo descarga en la bahía Punta Colonet solo cuando existen precipitaciones que generan escurrimientos en cantidades suficientes en la parte alta de la cuenca. En el recorrido de esta red hidrológica no se localiza ninguna estación hidrométrica. En general, la disponibilidad de agua superficial es reducida debido a la escasa precipitación y el escurrimiento no se da de forma anual, sino en los años excepcionalmente húmedos.

Se considera un escurrimiento medio anual de 18,142 hm³/año a la salida de la cuenca con un volumen concesionado y registrado en el REPGA de 491 hm³/año para 2006, del volumen de escurrimiento natural se designó un 10% a fines ambientales que asciende a 1,814 hm³/año lo que da un volumen anual concesionado de 2,306 hm³/año.

La disponibilidad del agua superficial de las cuencas que conforman el acuífero de San Rafael fue determinada en el documento “Estudio para Actualizar la Disponibilidad Media Anual de las Aguas Nacionales Superficiales en las 85 (ochenta y cinco) Subregiones Hidrológicas de las 7 (siete) Regiones Hidrológicas de la Península de Baja California, Mediante la Aplicación de la NOM-011-CNA-2000” (Ramirez-Hernandez et al., 2005) con los valores que se resumen en la tabla 3 (Capítulo II).

Por lo anterior, la publicación de estos volúmenes de agua disponibles en el diario oficial indica que:

“Los valores medios anuales de disponibilidad en cada cuenca hidrológica, derivados de los estudios técnicos que fueron realizados para la porción de la subregión hidrológica San Rafael muestra que esta subregión hidrológica está compuesta por varios cauces con pendientes muy pronunciadas que, de forma efímera, escurren con un tiempo de traslado muy corto, hacia al mar. Dadas estas circunstancias, el aprovechamiento del volumen disponible es transitorio. Por lo anterior, la disponibilidad asciende a 15.836 millones de metros cúbicos, clasificación (Disponibilidad), está condicionada a la factibilidad de su aprovechamiento.”

Dado que estos volúmenes son descargados directamente al mar, se propone el aprovechamiento de los mismos a través de estructuras que permitan su infiltración al acuífero correspondiente.

IV.3. Aguas Residuales

En Punta Colonet no existe un control adecuado de manejo de aguas negras. De hecho, únicamente el 8.65% de las casas habitación del valle cuentan con sistema de drenaje (SEDESOL, 2006). Dentro de las propuestas del Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 (Gov. Mpal. Ensenada) se contempla instaurar sistemas de drenaje, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a lo largo de todo el municipio. En la actualidad el acuífero no se puede considerar como contaminado por organismos patógenos o sustancias químicas, pero existe un gran peligro de contaminación por causas derivadas de la actividad humana, tales como el uso de fosas sépticas y letrinas y el aporte de nutrientes y pesticidas en cantidades no reguladas sobre suelo agrícola.

CAPITULO V

BALANCE INTEGRAL DEL AGUA

CONTENIDO

CONTENIDO	2
LISTA DE TABLAS	2
LISTA DE FIGURAS	2
CAPITULO V. BALANCE INTEGRAL DEL AGUA	3
V.1. BALANCE HIDROLÓGICO/AGRONÓMICO	6
V.1.1 Recarga del Acuífero	7
V.1.2 Descarga del acuífero	13
V.2. BALANCE DE AGUA SUBTERRÁNEA	16
V.3. BALANCE DE EQUILIBRIO	17
V.4. BALANCE REPDA	18
V.5. REFERENCIAS	20

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE LOS BALANCES PREVIOS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ACUÍFERO.	6
TABLA 2. DATOS Y CÁLCULOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS ENTRADAS POR FLUJO SUBTERRÁNEO HORIZONTAL.	10

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. CUENCA HIDROLÓGICA DE SAN RAFAEL, ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS CUYOS REGISTROS TIENE INFLUENCIA EN LA PRECIPITACIÓN TOTAL SEGÚN EL CRITERIO DE POLÍGONOS DE THIESSE, MODIFICADO DE RAMIREZ-HERNANDEZ ET AL, (2006).	5
FIGURA 2. CONFIGURACIÓN DE LA ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO EN NOVIEMBRE DE 2009.	9
FIGURA 3. CELDAS DE FLUJO UTILIZADAS PARA ESTIMAR EL FLUJO SUBTERRÁNEO HORIZONTAL.	9
FIGURA 4. PRECIPITACIÓN ANUAL TOTAL REGISTRADA EN LA ESTACIÓN EJIDO MÉXICO UBICADA SOBRE LA PLANICIE ALUVIAL DENTRO DE LA CUENCA. LA LÍNEA ROJO ES LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE 186 MM CONSIDERANDO ESTE PERÍODO DE REGISTRO. NÓTESE QUE LOS AÑOS LLUVIOSOS (ARRIBA DE LA MEDIA) SOBREPASAN CON CASI EL DOBLE ESTE VALOR.	12
FIGURA 5. CONFIGURACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO EN NOVIEMBRE DE 2009.	14
FIGURA 6. EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES ESTÁTICOS DE NOV/2007 A NOV/2009.	16
FIGURA 7. BALANCE HIDROLÓGICO/AGRONÓMICO DEL ACUÍFERO DE SAN RAFAEL	17
FIGURA 8. BALANCE REPDA 2009 DE AGUA SUBTERRÁNEA DEL VALLE DE SAN RAFAEL.	19

CAPITULO V. BALANCE INTEGRAL DEL AGUA

El balance de agua subterránea tiene como objetivo evaluar la disponibilidad de los recursos hidráulicos por unidad hidrológica (acuífero), con la finalidad de emitir un diagnóstico que conlleve al manejo sustentable de los mismos. Los componentes involucrados en la dinámica de un sistema subterráneo o de una porción del mismo se relacionan entre sí mediante el principio de la conservación de la materia. Para un volumen determinado del acuífero y un intervalo definido de tiempo se presentan entradas (recarga) y salidas (descarga) que producen un cambio en el almacenamiento. La ecuación de balance más simple que expresa lo anterior es:

Entradas – Salidas = Cambio en Almacenamiento

Dicho cambio en el almacenamiento se refleja físicamente mediante ascensos y/o descensos medibles en la elevación o profundidad de los niveles de agua del sistema subterráneo. En un acuífero, los cambios de nivel del agua se determinan por medio de pozos de observación o piezómetros, en los que se miden los niveles estáticos (NE), también conocidos como niveles piezométricos o freáticos, en relación con el nivel del suelo (profundidad [m]) o del mar (elevación [msnm]).

Además de este análisis de los cambios en el almacenamiento, se han desarrollado metodologías alternas para la estimación de las entradas y salidas en un acuífero. A continuación se presentan y discute el balance hídrico del acuífero de San Rafael en el Municipio de Ensenada, Baja California, el que ha sido generado mediante mediciones de campo y el análisis de información de fuentes diversas.

Para el acuífero de San Rafael, la ecuación de continuidad puede plantearse a través de la siguiente relación entre volúmenes (L^3):

$$R_h + R_v = D_h + ET + B + \Delta A$$

en donde,

R_h = Recarga horizontal proveniente de la cuenca hidrológica, es decir, flujo subterráneo lateral e infiltración desde los cauces de corrientes superficiales

R_v = Infiltración de la lluvia directa sobre el área del acuífero y percolación del riego (vertical)

D_h = Descarga por flujo subterráneo (horizontal) fuera del área de balance

ET = Evaporación y evapotranspiración vegetal

B = Extracción por bombeo

ΔA = Cambio en el volumen almacenado dentro de la zona, durante el período de análisis

Ha sido reportado que la subcuenca hidrológica del Valle de San Rafael abarca una superficie de 1300 km² (Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A. [TMI], 1977; CNA, 1998; CNA, 2000), sin embargo, en 2006, Ramírez-Hernández determinó un área de cuenca de 1401.43 Km², valor que será utilizado en los cálculos de esta sección. Dentro de la subcuenca se localiza el acuífero de San Rafael, el que está contenido en los sedimentos no consolidados que ocupan 56.94 Km² del cauce del arroyo San Rafael (Ramírez-Hernández, 2006). Se trata de un acuífero costero, intermontano, libre, cuyos valores de transmisividad (T), obtenidos mediante pruebas de bombeo, fluctúan entre 17.28 y 7700 m²/día (TMI, 1977), lo que muestra zonas con capacidad de transmisión de agua desde baja hasta muy alta a lo largo del acuífero (Villanueva e Iglesias, 1984). El coeficiente de rendimiento específico (Sy) o de almacenamiento (S) obtenido con las mismas pruebas de bombeo va desde 2.56×10^{-3} hasta un valor de 0.1 (TMI, 1977), por lo que su capacidad de ceder agua corresponde a la de un acuífero semiconfinado (Villanueva e Iglesias, 1984). Este acuífero, como otros acuíferos costeros de la región, responde rápidamente a las condiciones de precipitación extraordinaria en las zonas altas de la Sierra de Juárez, recargándose y manteniendo las actividades durante el ciclo agrícola de la zona. La Figura 1 muestra la relación del acuífero con el sistema hidrológico superficial y con las estaciones de medición de parámetros climatológicos e hidrométricos.

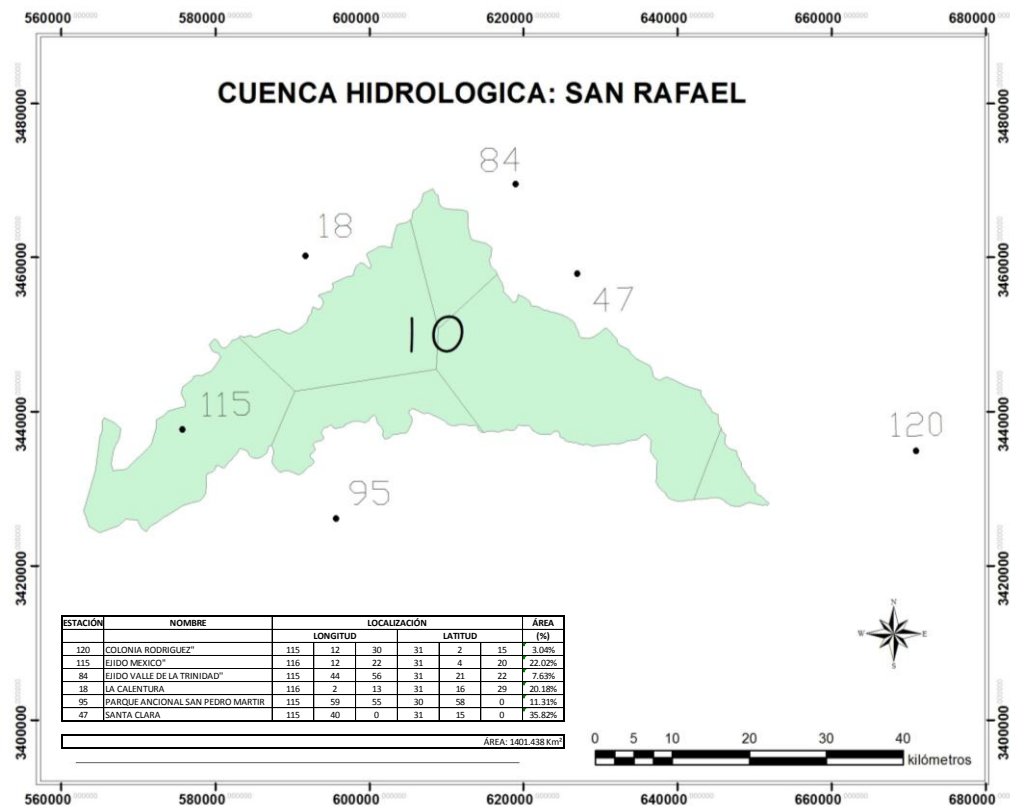


Figura 1. Cuenca Hidrológica de San Rafael, estaciones climatológicas cuyos registros tiene influencia en la precipitación total según el criterio de Polígonos de Thiessen, Modificado de Ramirez-Hernandez et al, (2006).

La precipitación media anual en la cuenca del acuífero de San Rafael ha sido estimada en 186.5 mm/año a partir de la serie 1980 a 2008 de 7 estaciones ubicadas en las inmediaciones de la cuenca (Ramírez-Hernández, 2006). Por otro lado, en la estación Ej. México, que se localiza dentro del área baja del acuífero, se obtuvo un promedio de 178.3 mm para la serie de 28 años entre 1980 y 2008. La Temperatura media anual de la zona es de 16.75 °C (CONAGUA, 2009).

El acuífero de San Rafael se ha reportado tentativamente en condiciones geohidrológicas de equilibrio dinámico (TMI, 1977). La Tabla 1 muestra el resumen de los resultados obtenidos en el balance de aguas subterráneas elaborado en 1977. Estos datos fueron generados con reserva ya que aparentemente no se contó con un periodo de análisis de un año completo.

Tabla 1. Resumen de los balances previos de agua subterránea en el acuífero. Información tomada de TMI (1977)

Concepto			
Recargas ($hm^3/año$)	<i>Periodo</i>	Dic 1976 – Oct 1977	Nov-Dic 1977
	Recarga vertical	4.6	~0.3
	Recarga horizontal	1.8	6.7
Descargas ($hm^3/año$)	<i>Periodo</i>	Dic 1976- Oct 1977	
	Extracción por bombeo	6	
	Descarga horizontal	0.45	
Cambio en el almacenamiento		-0.05	+0.55

V.1. Balance Hidrológico/Agronómico

La ecuación general utilizada para el balance hidrológico del acuífero del Valle de San Rafael para el periodo Nov/2007- Nov/2009 incluye los siguientes términos en unidades de Volumen/tiempo (L^3/T):

$$I_p + E_h + I_r + I_m - (S_h + ET + B) = \pm CVA \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde,

I_p = Infiltración de la precipitación

E_h = Entradas subterráneas horizontales e infiltración desde cauces de escurrimientos superficiales (I_c)

I_m = Intrusión marina

I_r = Infiltración por percolación de aguas de riego

S_h = Salidas subterráneas horizontales

ET = Evapotranspiración en áreas con niveles freáticos someros

B = Extracción mediante captaciones de aguas del subsuelo por bombeo

CVA = Cambio en el volumen almacenado

V.1.1 Recarga del Acuífero

En el Valle de San Rafael la recarga del acuífero está constituida por cinco elementos principales: (1) infiltración vertical proveniente de la precipitación directa sobre el área acuífera; (2) infiltración de agua desde los escurrimientos superficiales; (3) entradas naturales de flujo subterráneo; (4) percolación de agua de riego; y (5) entrada subterránea horizontal de origen marino inducida por el desbalance en el sistema.

Entradas por flujo subterráneo horizontal (E_h)

Las entradas por flujo horizontal provienen de la infiltración de agua precipitada en las zonas de mayor elevación, las que en el caso del Valle de San Rafael están conformadas por rocas ígneas y metasedimentarias fracturadas y alteradas. A su vez, las salidas por flujo horizontal están constituidas por volúmenes de agua que abandonan el acuífero de manera natural, ya sea para integrarse al sistema superficial (manantiales) o para continuar el ciclo pasando a formar parte de otros acuíferos o descargar al mar. La Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 en su apéndice normativo "B" indica que el flujo horizontal debe determinarse mediante la Ley de Darcy, la que en estos casos toma la forma

$$Q = T \cdot i \cdot B \quad \text{(Ecuación 2)}$$

En donde,

Q = caudal que pasa por una determinada celda de flujo (L^3/T)

T = transmisividad del acuífero o celda determinada (L^2/T)

i = gradiente hidráulico en el canal de flujo (adimensional)

B = ancho de canal de flujo (L)

Dicha ecuación se aplica a celdas o canales de flujo definidos por líneas equipotenciales obtenidas mediante la configuración de los niveles estáticos de agua subterránea, considerando las variaciones de dicha configuración a lo largo del intervalo de tiempo usado para el balance.

En el acuífero de San Rafael las entradas por flujo subterráneo natural horizontal se estimaron aplicando la ecuación 2 a la sección de entrada definida a partir de la configuración de los niveles estáticos de agua subterránea de Noviembre de 2009 (Figura 2), unos días antes del comienzo del periodo de lluvias. La Figura 3 muestra la zona en donde se realizó el análisis y la configuración de las celdas de flujo mientras que los datos y cálculos realizados se observan en la Tabla 2. Una transmisividad local de $94 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ fue obtenida a partir de la fase de recuperación de una prueba de bombeo en el pozo 156 (TMI, 1977); sin embargo, este valor queda muy por encima del esperado para este tipo de acuíferos (Villanueva e Iglesias, 1984). Como ya se ha mencionado con anterioridad, las transmisividades obtenidas para el acuífero alcanzan un valor mínimo de $0.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Dadas las condiciones del acuífero, libre y aluvial, se decidió tomar un valor de la transmisividad más conservador por lo que el promedio de recuperación de $0.0185 \text{ m}^2/\text{s}$ se consideró más apropiado. Por otro lado, dado que el análisis corresponde al final del periodo seco, se infiere que el flujo subterráneo estimado corresponde a una entrada constante a lo largo de todo el año, la que podría aumentar en los periodos lluviosos. Por lo tanto, la aplicación de la Ley de Darcy (ecuación 2) a las celdas de flujo delineadas en la Figura 3 resulta en un flujo de entrada subterránea natural horizontal para el acuífero de San Rafael de **$6.4 \text{ hm}^3/\text{año}$** .

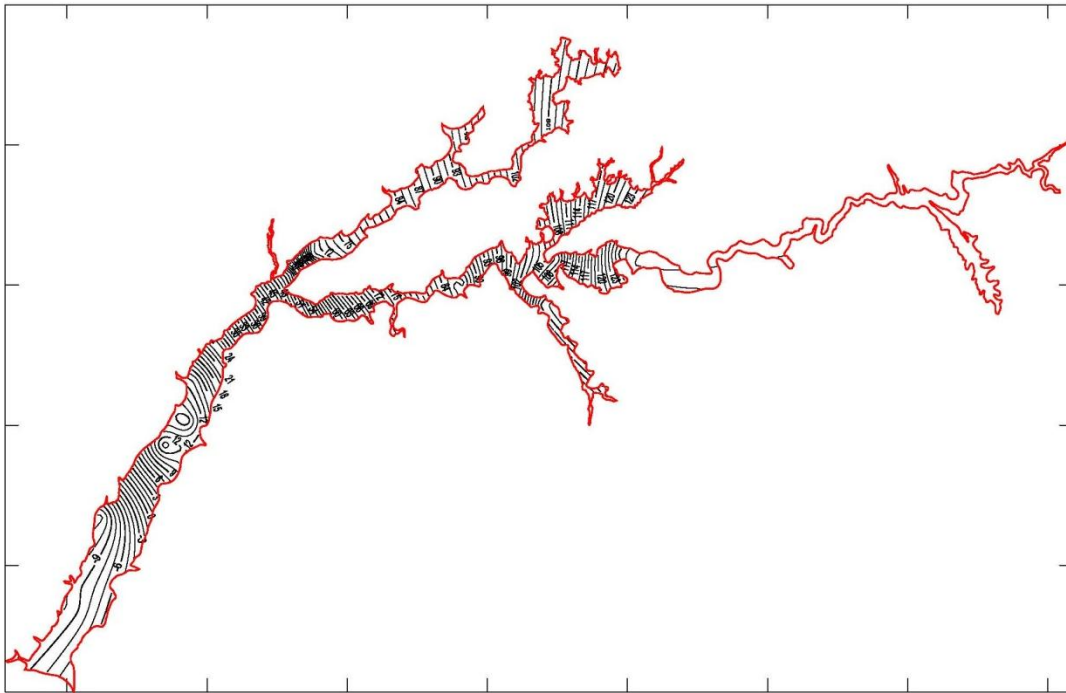
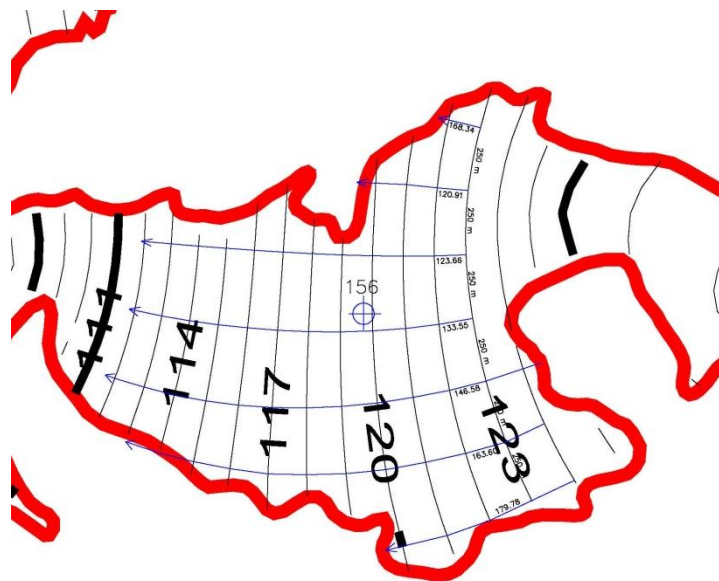


Figura 2. Configuración de la elevación del nivel estático en Noviembre de 2009.



Pozo 156 $T_{prom} = 18.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Figura 3. Celdas de flujo utilizadas para estimar el flujo subterráneo horizontal.

Tabla 2. Datos y cálculos para la estimación de las entradas por flujo subterráneo horizontal.

	B	ΔNE	L	i	T	Q	
	(m)	(m)	(m)	(adim)	(m ² /s)	(m ³ /s)	(m ³ /año)
Celda 1	130	1	168.34	0.0059	0.0185	0.007	225,232.21
Celda 2	250	1	120.91	0.0083	0.0185	0.038	1,206,098.63
Celda 3	250	1	123.66	0.0081	0.0185	0.037	1,179,258.25
Celda 4	250	1	133.55	0.0075	0.0185	0.035	1,091,902.06
Celda 5	250	1	146.58	0.0068	0.0185	0.032	994,877.44
Celda 6	250	1	163.60	0.0061	0.0185	0.028	891,344.33
Celda 7	250	1	179.78	0.0056	0.0185	0.026	811,124.59
Total						0.203	6,399,837.52

B – ancho de canal de flujo; ΔNE – Variación en el valor de nivel estático; L – longitud de la celda de flujo; i – gradiente hidráulico; T – transmisividad; Q – flujo a través de la celda.

Entradas horizontales por infiltración en cauces (Ic)

La infiltración por lluvia se define como,

$$I_p = P_m A C_i \tag{Ecuación 3}$$

En donde,

P_m = Altura media de la lámina de lluvia precipitada (L)

A = Área de captación vertical (L²)

C_i = Coeficiente de proporcionalidad que incluye todos los parámetros que intervienen en el proceso de infiltración de la precipitación (adimensional)

En estudios previos se ha determinado que el escurrimiento superficial que arriba al área del acuífero de San Rafael corresponde a aproximadamente el 6.5% de la precipitación directa sobre la cuenca hidrológica (Ramírez-Hernández, 2006). A su vez, se estima que un 10% del agua que entra al área del acuífero por los cauces de ríos y arroyos logra

infiltrarse hasta la zona saturada (D y S, 1999). El volumen de flujo subterráneo horizontal estimado en el apartado anterior corresponde al agua que llega a las zonas altas del extremo NE del acuífero, aproximadamente $\frac{1}{4}$ del área total de la cuenca. Sin embargo, el resto de la cuenca también está sujeto a los efectos ambientales, aunque las posibles zonas de recarga no son claramente determinadas, por lo que se procedió a estimar la recarga al acuífero proveniente del agua colectada mediante los cauces superficiales que atraviesan el área acuífera. Aplicando los principios de la ecuación 3 a los restantes 1,051 km² de superficie de la cuenca, se estima que estos reciben una lámina de precipitación promedio de 186.5 mm/año, generando 196 hm³/año de agua disponible para escurrimiento. Dicho volumen produce un escurrimiento promedio de 12.7 hm³/año y, finalmente, una recarga por infiltración desde los cauces de escurrimientos superficiales de **1.27 hm³/año**.

Recarga vertical debida a la infiltración de la precipitación (Ip)

El área de captación vertical considerada para la estimación de la infiltración directa por lluvia en el acuífero de San Rafael es de 56.94 Km². La precipitación promedio anual es de 186.5 mm y provienen del análisis de 20 años de precipitación (1984-2008) de las estaciones climatológicas Ej. México (115) (Figura 4), Mesa de San Antonio (150), La Calentura (18), Ej. Valle de la Trinidad (84), Santa Cruz (48), Parque Nacional San Pedro Mártir (95) y Ej. San Matías (78) (Ramírez-Hernández, 2006). Los cálculos mostraron que el área del acuífero de San Rafael capta un volumen de precipitación promedio de 10,619,316 m³/año. Para acuíferos de condiciones similares, es decir, lechos de arroyos rellenos con depósitos aluviales, se ha tomado un coeficiente de infiltración promedio de 0.18 (CNA, 2002; D y S, 1999). Por lo tanto, aplicando la ecuación 3, el volumen de recarga vertical promedio por lluvia en el acuífero resulta en aproximadamente **1.91 hm³ anuales**.

Del mismo modo, la recarga producida por infiltración de lluvia en el medio semipermeable y/o fracturado puede ser estimada utilizando la misma ecuación. Sin embargo, dadas las condiciones geológicas circundantes, en donde la mayor parte de las rocas son intrusivas y metasedimentarias, y la poca producción reportada (CNA, 2000) para la cobertura de rocas sedimentarias (areniscas y conglomerados) ubicadas en las márgenes costeras del arroyo San Rafael, la recarga en los material semipermeables se considera nula.

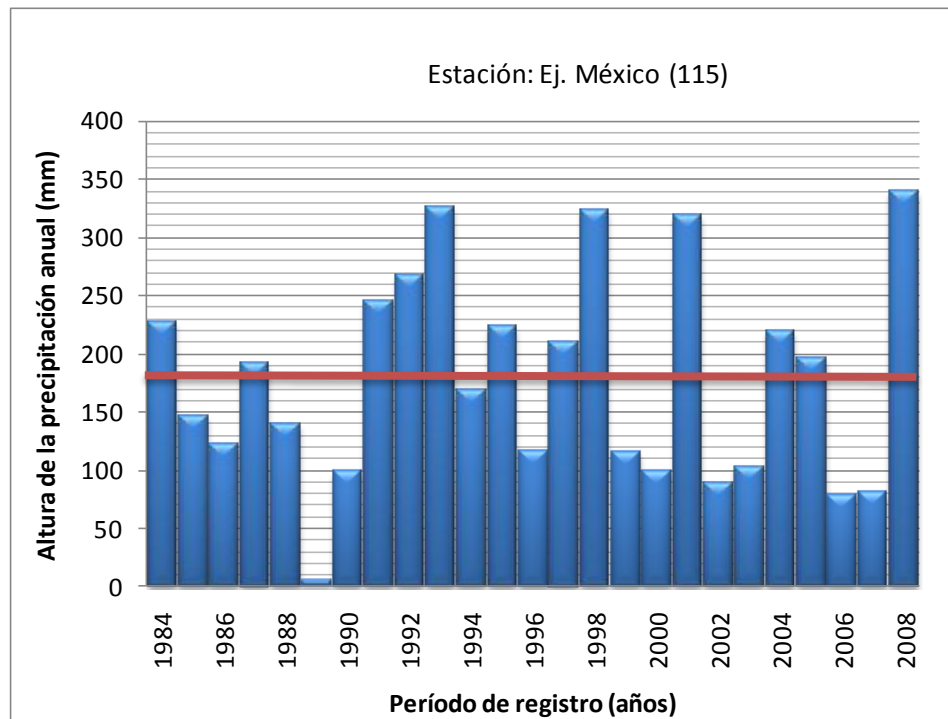


Figura 4. Precipitación anual total registrada en la estación Ejido México ubicada sobre la planicie aluvial dentro de la cuenca. La línea rojo es la precipitación media anual de 186 mm considerando este período de registro. Nótese que los años lluviosos (arriba de la media) sobrepasan con casi el doble este valor.

Recarga vertical por percolación de agua de riego (Ir)

Estudios en la zona desértica de Nevada indican que entre el 8 y el 16% del agua de retorno alcanza las zonas asociadas con el acuífero (Stonestrom et al., 2003). Por otro lado, en el acuífero del valle de Guadalupe se ha estimado que aproximadamente el 12% del volumen del agua de riego retorna al acuífero mediante el proceso de percolación profunda (D y S, 1999, cálculos en Excel). Por lo tanto, el 12% se considera un coeficiente conservador de infiltración por retorno de agua de riego para el acuífero de San Rafael. Por otro lado, en este acuífero no se mantiene un registro de las extracciones para uso agrícola, lo que hace necesario recurrir a estimación generadas con métodos alternos. El análisis de lámina de riego y tipo de cultivo de la zona permitió estimar un bombeo de 10.38 hm^3 anuales. Se juzga que al menos el 50% de ese volumen se utiliza para regar cultivos por el método de goteo, por lo que no se espera infiltración. Con el restante 50% del volumen de agua de riego (5.19 hm^3) se calcula un volumen de recarga debido a infiltración por retorno de aguas de uso agrícola en el acuífero de San Rafael de **0.62 $\text{hm}^3/\text{año}$** .

Entrada subterránea de agua marina

Una comparación de la configuración de la elevación del nivel estático en noviembre de 2007 (Figura. 18, Capítulo. II) y la configuración de la elevación del nivel estático en noviembre de 2009 (Figura 2) permite comprobar que la cota cero "0" del nivel estático se conservó, de manera general, estable. Por lo tanto, se concluye que para el periodo Nov/2007 - Nov/2009 no hubo nuevas entradas de agua marina hacia el acuífero de San Rafael.

V.1.2 Descarga del acuífero

La principal forma de descarga en el acuífero de San Rafael es la extracción por bombeo para riego agrícola. La extracción para otros usos, y las pérdidas por evapotranspiración constituyen el resto de los componentes de la descarga. Un apartado especial debe considerarse para los volúmenes que se trasvasan hacia los valles y mesas vecinos. Debido al flujo invertido advertido en la zona costera de este acuífero se infiere que ya no existen descargas por flujo subterráneo horizontal.

Descarga por bombeo

Debido a la falta de sistemas de medición en los pozos de uso agrícola, no se cuenta con registros que detallen los volúmenes de agua extraídos exclusivamente para riego en la región. Los volúmenes reportados (TMI, 1977) de aprovechamiento de agua subterránea son de alrededor de 7 hm^3 para 1977. Sin embargo, con el análisis de la lamina de riego, área cultiva y tipo de cultivo, en este estudio se ha determinado una extracción por bombeo de **$10.39 \text{ hm}^3/\text{año}$** .

Descarga por evapotranspiración

Este componente representa el agua que sale del acuífero por el proceso de evaporación (mediante el ascenso capilar) y por la transpiración de las plantas (mediante absorción de las raíces). Ha sido previamente establecido que el área afectada por evapotranspiración (ET) es aquella cuya profundidad al nivel estático se ubica a 3 metros o menos de la superficie del suelo.

En 1998, un año con precipitación media mayor al promedio anual de la cuenca (Figura 4), la profundidad del nivel estático en aproximadamente el 70% del área total del valle de San Rafael fue menor o igual a 3 m (Figura. 13, Capítulo. II). Sin embargo, en 2007, un año con poca precipitación (Figura 4), el total de las profundidades de nivel estático medidas fueron mucho mayores a 3 metros (Figura. 14, Capítulo II). Dadas las condiciones ambientales en la zona del acuífero de San Rafael, en 2009 los niveles estáticos

mantuvieron la tendencia de decremento en la elevación (Figura 5) por lo que, durante el periodo de análisis, la evapotranspiración se considera nula.

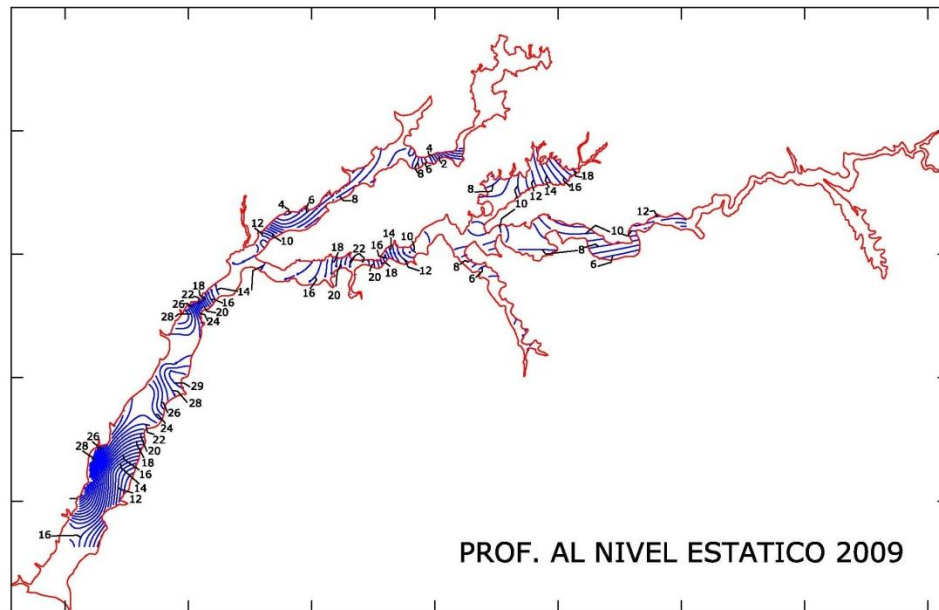


Figura 5. Configuración de la profundidad del nivel estático en Noviembre de 2009.

El volumen de agua perdido por este medio en el área del acuífero de San Rafael puede estimarse mediante el método de Turc (1961):

$$E_r = \frac{P}{\left(0.9 + \frac{P^2}{L^2}\right)^{1/2}} \quad (\text{ecuación 3})$$

en donde,

E_r = Evapotranspiración real anual (L)

P = Altura media de la lámina de lluvia precipitada (L)

$L = 300 + 25T + 0.5T^3$

T = Temperatura media anual (°C)

La lámina de evaporación real anual obtenida con la ecuación 3 es de 192.24 mm aplicando la precipitación promedio anual de 186.2 mm y la temperatura promedio de 16.75°C. Por otro lado, el área afectada por evapotranspiración (ET) es aquella cuya

profundidad al nivel estático se ubica a 3 metros o menos. En 1998, un año con precipitación media mayor al promedio anual de la cuenca (Figura 2), la profundidad del nivel estático en aproximadamente el 70% del área total del valle de San Rafael fue menor o igual a 3 m (Figura. 13, Capítulo. II). Sin embargo, en 2007, un año con poca precipitación (Figura 2), el total de las profundidades de nivel estático medidas fueron mucho mayores a 3 metros (Figura. 14, Capítulo. II). Una estimación conservadora de las pérdidas por evapotranspiración se obtiene al considerar que exclusivamente las zonas agrícolas regadas a lámina son afectadas por este proceso. Dicha área ha sido estimada en aproximadamente 12.82 km² (Sección). Si se asume un factor promedio por efectos de variación en la profundidad del 0.5, la descarga por evapotranspiración se estima en 1.23 hm³/año en promedio. Sin embargo, según la Figura 2 la proporción de años secos y húmedos es del 50%, lo que permite asumir que un promedio del 35% de los 56.94 km² del acuífero, es decir 19.3 km², son constantemente sujetos a ET. En estas condiciones los cálculos arrojan pérdidas por evapotranspiración promedio de **1.85 hm³ anuales**.

Cambio en el volumen de almacenamiento (ΔV)

Desde Nov/2007 a Nov/2009, la evolución de los niveles estáticos en el valle de San Rafael mostró un descenso (Figura 6) equivalente a 67.5 Mm³ en el volumen de acuífero saturado. El coeficiente de almacenamiento estimado mediante las pruebas de bombeo para este acuífero se ubicó en 0.07 (TMI, 1977), lo que representa que el 7% de dicho volumen saturado corresponde a agua. Por lo tanto, se estima que el cambio de almacenamiento del acuífero del Valle de San Rafael asciende a **-2.36 hm³ anuales**.

Balance de agua subterránea en el acuífero del valle de San Rafael: Descarga por trasvase

Con los datos obtenidos se resolvió la ecuación 1 para estimar el volumen de agua bombeado del acuífero con fines de trasvase.

$$B_{\text{tras}} = I_m + I_p + I_c + E_h + I_r - B - S_h - CV$$

$$B_{\text{tras}} = 0 + 1.91 + 1.27 + 6.4 + 0.62 - 10.38 - 0 - (-2.36) = 2.19 \text{ hm}^3$$

Las observaciones de campo nos permitieron ubicar al menos 4 tuberías de 12 pulgadas de diámetro trasvasando agua desde el acuífero de San Rafael hacia las zonas de Camalú y San Telmo. La solución de la ecuación de balance nos permite asumir un trasvase de al menos de **2.19 hm³**.

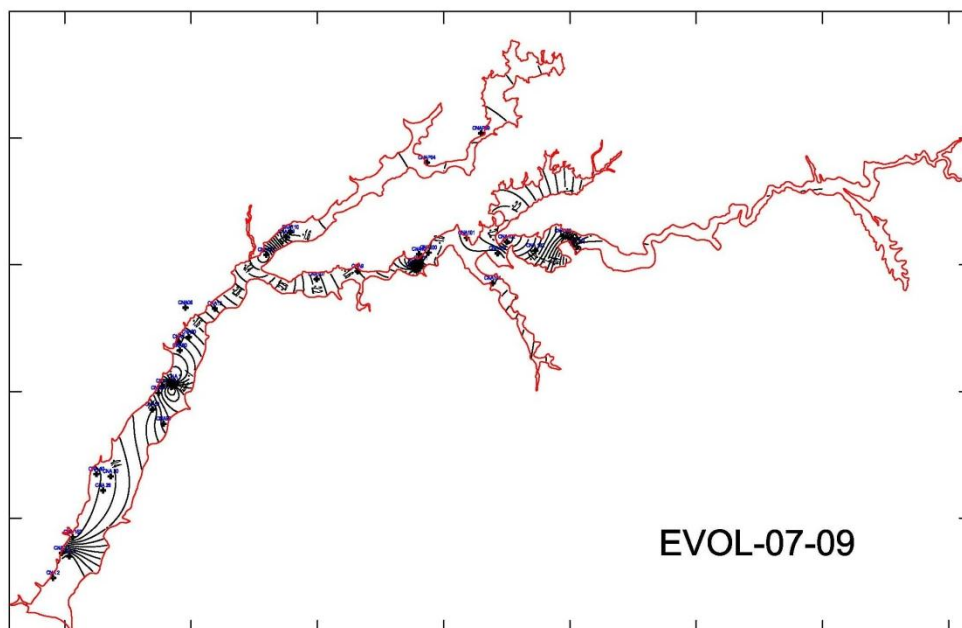


Figura 6. Evolución de los niveles estáticos de Nov/2007 a Nov/2009.

V.2. Balance de agua subterránea

El balance hidrológico/agronómico del acuífero del valle de San Rafael se resume en la Figura 7. El volumen promedio de la recarga natural e inducida es de $10.20 \text{ hm}^3/\text{año}$ mientras que las descargas totalizan $12.57 \text{ hm}^3/\text{año}$, lo que refleja condiciones de desequilibrio dinámico y un déficit en los recursos hidráulicos de 2.36 hm^3 anuales. Este volumen representa un abatimiento promedio anual de 0.59 m que se manifiesta con el descenso en los niveles freáticos y el agotamiento de norias y pozos poco profundos. Debido a su contacto con el mar y a la poca elevación de sus niveles estáticos, este acuífero logra un equilibrio parcial permitiendo la intrusión de agua marina que compensa los cambios de potencial debidos a la sobreexplotación.

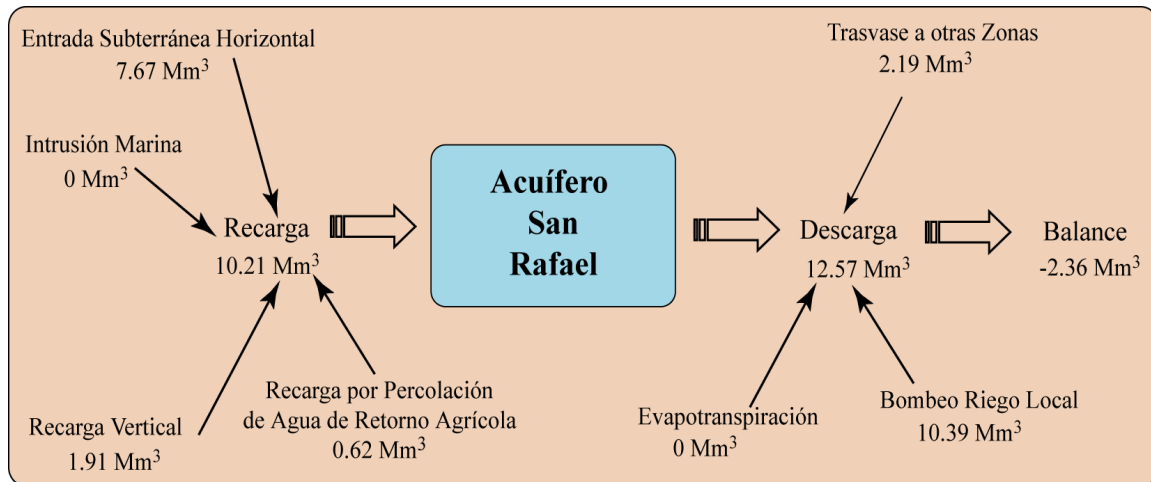


Figura 7. Balance Hidrológico/Agronómico del acuífero de San Rafael

V.3. Balance de Equilibrio

El balance en condiciones de equilibrio es el resultado de un régimen de descarga que iguala a la magnitud promedio de la recarga del acuífero. Sin embargo, el estudio hidrológico/agronómico del acuífero de San Rafael ha puesto en evidencia un déficit de 2.36 hm³/año en el volumen de agua requerida para sostener la actual dinámica del sistema. Hasta el momento, dicho déficit ha sido compensado utilizando agua del reservorio y agua de mar, lo que a su vez produce declive en los niveles estáticos y deterioro en la calidad del agua subterránea.

Por otro lado, las lluvias extraordinarias que se presentan con cierta frecuencia usualmente tienen un efecto casi inmediato, en este tipo de acuíferos aluviales. Los niveles estáticos normalmente se elevan y los aprovechamientos se vuelven más productivos.

El balance hidrológico/agronómico Nov/2007-Nov/2009 indica la manera en la que se distribuyen naturalmente los recursos hídricos en la zona del valle de San Rafael. Es claro que las descargas por bombeo representan el 100% de las pérdidas de agua subterránea. Consecuentemente, es el control del mismo el que permitirá alcanzar la estabilización del acuífero. Para lograr la recuperación de este acuífero y mientras no se implementen medidas que permitan el incremento de la disponibilidad de agua subterránea, las extracciones totales por bombeo no deberán exceder los **10 hm³/año**.

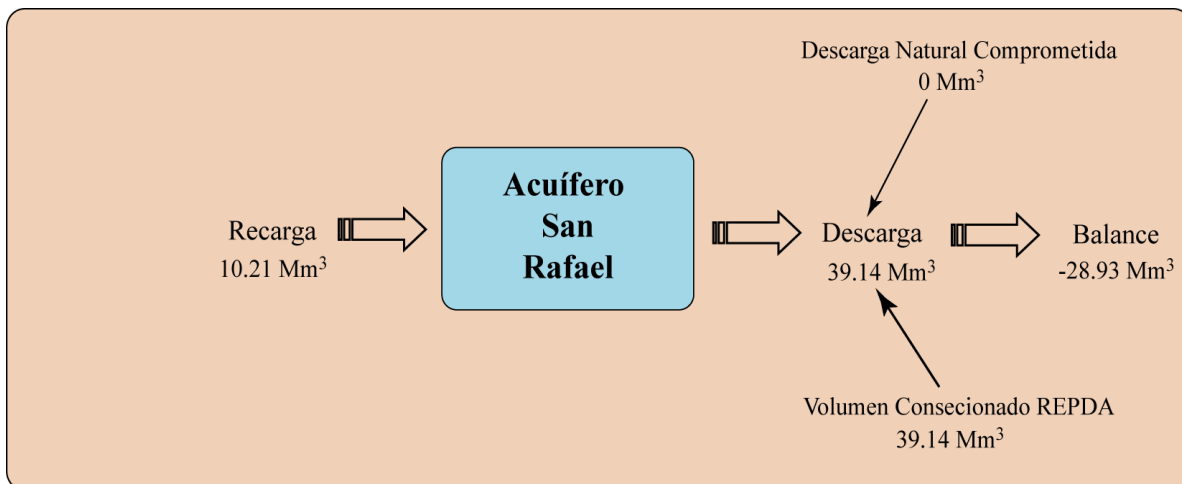


Figura 8. Balance REPDA 2009 de agua subterránea del Valle de San Rafael.

V.5. REFERENCIAS

- Comisión Nacional del Agua, **1998**. Censo de Aprovechamientos para extracción de aguas subterráneas. Acuífero BC-17 San Rafael, Municipio de Baja California. *Gerencia Regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica*. Mexicali, B.C, pp. 6.
- Comisión Nacional del Agua, **2000**. Estudio técnico justificativo de la zona geohidrológica, BC-17 San Rafael, Municipio de Ensenada, Estado de Baja California. *Gerencia Regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica, Aguas Subterráneas*. Mexicali, B.C., pp. 8.
- Comisión Nacional del Agua. **2002**. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Guadalupe, Estado de Baja California. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, Abril de 2002, pp.19.
- Comisión Nacional del Agua, **2009**. Página web del Servicio Meteorológico Nacional <http://smn.cna.gob.mx/> (acceso en Noviembre de 2009).
- Desarrollo y Sistemas, S.A., **1999**. Estudio de simulación hidrodinámica del acuífero de Guadalupe, B.C. Comisión Nacional del Agua, Subdirección Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. Informe Final, Diciembre de 1999, pp. 220.
- Ramírez-Hernández, J., R. Roa-Quiñones, J.A. Reyes-López, H. Campbell-Ramírez, O. Lázaro-Mancilla, **2006**. Estudio para actualizar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales en las 85 (ochenta y cinco) subregiones hidrológicas de las 7 (siete) regiones hidrológicas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 de la península de Baja California, mediante la aplicación de la NOM-011-CNA-2000. Convenio SGT-PBC-BC-UABC-05-002-RF. Bajo contrato con *Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, Gerencia Regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica*, Diciembre de 2006.
- Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A, **1977**. Informe final del estudio geohidrológico del valle de San Rafael, Estado de Baja California Norte. *Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, Dirección General de Grande Irrigación, Subdirección de Geohidrología de Zonas Áridas*.
- Turc, L., 1961. Evaluation des besoins en eau d'irrigation, evapotranspiration potentielle, formule climatique simplifiée et mise ajoure (en Francés). *Annales Agronomiques* 12(1):13-49.
- Villanueva, M. y A. Iglesias, **1984**. Pozos y acuíferos. Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo. *Instituto Geológico y Minero de España*. Madrid. 426 pp. http://www.igme.es/internet/web_aguas/igme/publica/libro35/lib35.htm (acceso en Noviembre de 2009).

CAPITULO VI
ESCENARIOS PARAMÉTRICOS

CONTENIDO

CONTENIDO	2
CAPÍTULO VI. ESCENARIOS PARAMÉTRICOS	3
VI.1. ESCENARIO NATURAL	7
VI.2. ESCENARIO INERCIAL	8
VI.3. ESCENARIO MÁXIMA TECNIFICACIÓN	9
VI.4. ESCENARIO REPDA	10
VI.5. RESUMEN DE LOS ESCENARIOS PARAMÉTRICOS	11

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. VALORES DE LA PRECIPITACIÓN ESTIMADOS PARA LOS PRÓXIMOS 25 AÑOS EN EL ACUÍFERO DE SAN RAFAEL	4
TABLA 2. PARÁMETROS DEL MODELO PARA EL ACUÍFERO DE SAN RAFAEL ($\text{HM}^3 = 1 \times 10^6 \text{ M}^3$)	6

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. PRECIPITACIÓN REGISTRADA EN EL EJIDO MÉXICO (A) Y ESTIMADA PARA EL ACUÍFERO DE SAN RAFAEL (B)	3
FIGURA 2. MODELO GENÉRICO DE SIMULACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DEL STELLA	5
FIGURA 3. SIMULACIÓN DEL ESCENARIO NATURAL.	7
FIGURA 4. SIMULACIÓN DEL ESCENARIO INERCIAL.	8
FIGURA 5. SIMULACIÓN DEL ESCENARIO TECNIFICADO.	9
FIGURA 6. SIMULACIÓN DEL ESCENARIO REPDA.	10

CAPÍTULO VI. ESCENARIOS PARAMÉTRICOS

Una etapa importante durante el desarrollo e implementación de esquemas de planeación y aprovechamiento óptimo de recursos hidráulicos subterráneos apoyados en la simulación matemática, es la construcción de un modelo conceptual, que pueda representar de manera simplificada pero además válida, las condiciones hidrogeológicas que se observan en la zona de estudio.

El modelo conceptual del funcionamiento del sistema del arroyo San Rafael que se muestra a continuación, se planteó a partir del análisis conjunto de la información geológica, hidrogeológica, geofísica, hidrogeoquímica, rasgos indicadores de flujo e hidráulica de pozos, para que el modelo resultante fuera congruente con el sistema físico, y permita la evaluación del efecto en las variaciones de las extracciones en el acuífero, en escenarios paramétricos donde se simulan las condiciones y se visualizan los comportamientos probables de las distintas políticas de operación.

En la estructuración de escenarios se estableció a la recarga, disponibilidad y demanda de los acuíferos como dependiente de las precipitaciones que ocurren en la cuenca, la cual sigue una proyección de 25 años, para observar la dinámica del acuífero bajo las acciones y políticas a seguir a corto y mediano plazo.

Predicción de la precipitación.

La predicción de las precipitaciones en esta zona se relaciona con efectos de corto y largo plazo que generan los ciclos recurrentes de precipitación, algunos casos existen modelos de predicción de precipitación (Coca, 19__) que en general consideran una disminución gradual de la precipitación durante los próximos 30 años. Para efectos de este trabajo se tomaron los últimos 25 años de precipitación registrada en la estación meteorológica ubicada en el Ejido México, el patrón de precipitación durante los próximos 25 años.

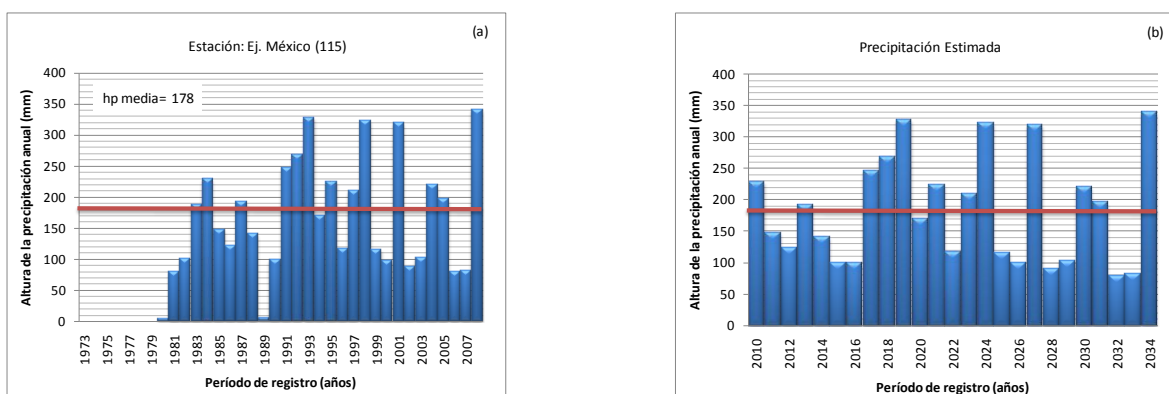


Figura 1. Precipitación registrada en el Ejido México (a) y estimada para el acuífero de San Rafael (b)

Tabla 1. Valores de la precipitación estimados para los próximos 25 años en el acuífero de San Rafael

PRECIPITACION	
AÑO	ESTIMADA (mm)
2010	228.3
2011	147.4
2012	122.7
2013	191.7
2014	140.4
2015	99.2
2016	99.2
2017	246.0
2018	268.0
2019	327.0
2020	169.0
2021	224.0
2022	117.0
2023	209.5
2024	323.0
2025	115.0
2026	98.1
2027	319.0
2028	88.8
2029	102.4
2030	219.5
2031	195.9
2032	78.7
2033	81.0
2034	340.6

Esta suposición permite, por un lado, considerar una precipitación variable en el tiempo, lo cual es mucho más apegado a la realidad que una precipitación promedio, y por otro, se trata de un escenario optimista dado que las predicciones de precipitación para la zona son hacia la baja.

Recarga del acuífero.

Como ya se dijo, al variar la precipitación se induce una variación en la recarga del acuífero. De forma natural la recarga al acuífero depende de varios factores, entre los que se pueden mencionar: el estado de saturación del suelo, la cobertura vegetal, la pendiente del terreno, la composición y textura del suelo, la frecuencia de la precipitación, etc. (Ponce, 1998). En este trabajo se consideraron los volúmenes infiltrados al acuífero, estimados de las variaciones en el almacenamiento, contra las precipitaciones anuales. Esta fracción de lluvia infiltrada fue extrapolada al resto de la serie de precipitación de forma lineal.

Descarga subterránea e intrusión salina.

Para estimar esta componente del balance se correlacionó la altura del nivel estático con la descarga estimada por variaciones en el almacenamiento, expresamente en las zonas de descarga. Esta relación entre altura del nivel estático con descarga se introdujo al modelo para definir una descarga variable, en función del nivel. El volumen de agua incorporado al acuífero por intrusión salina está directamente relacionado con el nivel estático en el acuífero por lo que esta aproximación es también aplicable a este fenómeno.

Modelo Genérico

Para evaluar las variaciones en la recarga, descarga y fundamentalmente disponibilidad del agua subterránea se utilizó el programa para modelación dinámica STELLA, construyendo un modelo en que se muestran todas las variables y sus relaciones entre sí, que servirá de base para los acuíferos analizados. Las diferencias en cada uno de los modelos son las relaciones numéricas o funcionales entre variables.

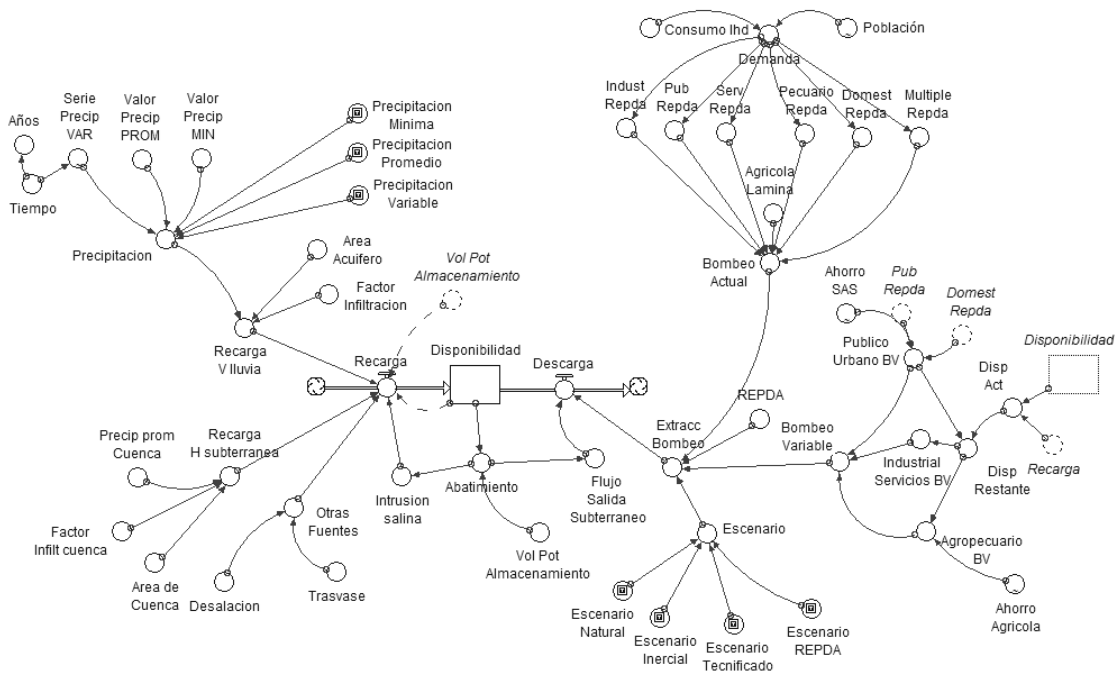


Figura 2. Modelo genérico de simulación de la disponibilidad del STELLA

Las variables estructurales consideradas en el modelo son las siguientes:

1. Recarga
 - a. Recarga vertical por precipitación
 - b. Recarga horizontal por infiltración de la cuenca
 - c. Intrusión salina
2. Disponibilidad.
3. Descarga
 - a. Evapotranspiración
 - b. Flujo de salida subterránea
 - c. Extracción por bombeo
 - i. Bombeo actual
 - ii. Bombeo variable
 - iii. Extracción REPDA
4. Abatimiento

En el caso en que una variable no esté relacionada en un acuífero específico, por ejemplo, la intrusión salina en el acuífero de San Rafael, la relación funcional es cero. Aunque se observe la presencia de esta variable en el modelo, esta no toma parte en la simulación. En la figura 1 se muestra el modelo genérico del STELLA.

Las condiciones iniciales de las entradas al sistema se componen en primer lugar por la recarga vertical; mientras las salidas se compone por la evapotranspiración, por salidas horizontales hacia el mar y las extracciones por bombeo. Los datos utilizados en este modelo se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 2. Parámetros del modelo para el acuífero de San Rafael ($\text{hm}^3=1\text{X}10^6 \text{ m}^3$)

Concepto	Valor
Área de la cuenca	1,401 km^2
Área del acuífero	56 km^2
Precipitación anual promedio en la cuenca hidrológica	186 mm
Precipitación anual promedio en el acuífero	178 mm
Recarga	
Coeficiente de infiltración por lluvia	0.26
Coeficiente de Recarga Horizontal	0.0128
Volumen potencial de almacenamiento	51.8 hm^3
Volumen requerido para abatir 1m.	4 hm^3

Cabe mencionar que los supuestos aquí planteados no consideran la naturaleza del mercado, solo consideran los efectos de los aspectos demográficos internos de la zona de estudio.

VI.1. Escenario Natural

Este es un escenario teórico en el que considerará la extracción de agua subterránea de cada sector igual a cero, a fin de conocer las condiciones del acuífero antes de ser sometido a la extracción antropogénica (condiciones naturales a largo plazo).

En este caso la variable de Extracción por Bombeo es cero, y se considera un abatimiento inicial de 1 metro lo que equivale a un volumen de 4.0 hm³. Calculado mediante métodos indirectos.

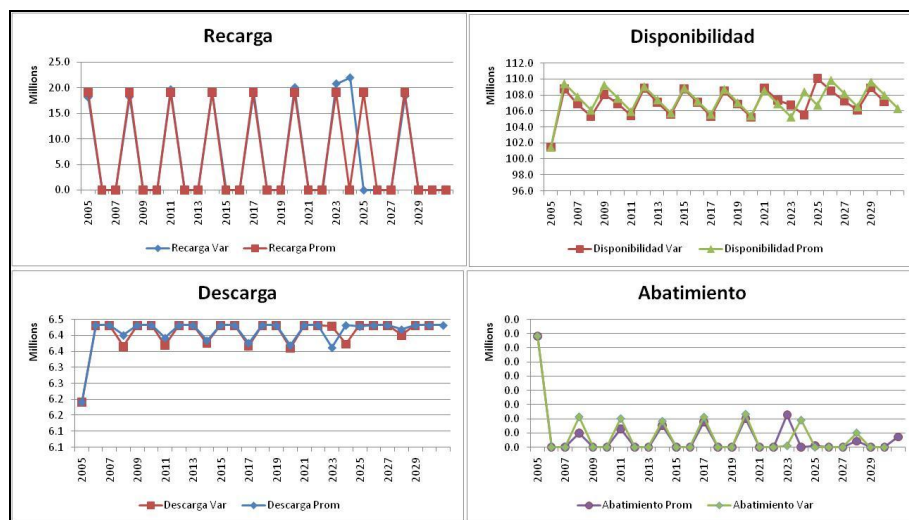


Figura 3. Simulación del escenario natural.

Este escenario constituye una prueba de que la condición actual de volumen disponible no muestra una franca vulnerabilidad a los períodos secos, como el de la última década.

VI.2. Escenario Inercial

En este escenario se considerará la tendencia de extracción del agua subterránea en función de las tendencias de crecimiento actuales para cada uso. Se usará para evidenciar los impactos en diferentes horizontes de tiempo si no consideramos ninguna acción de recuperación.

Las principales hipótesis del escenario son:

- Patrones de consumo de agua potable constantes.
- Patrones de consumo de agua para uso agrícola, constantes.
- Extracción constante para fines agrícolas.
- Extracción para uso público urbana, creciente en forma proporcional a la población local.

Este escenario, que a su vez guarda una relación casi estrecha con "cero acciones", por supuesto, en caso de no realizarse acciones de este proyecto, habría una inevitable reducción de la disponibilidad año con año, que conllevaría a la marginación del sector agrícola como consecuencia de la salinización del agua y del incremento de extracciones de uso público urbano.

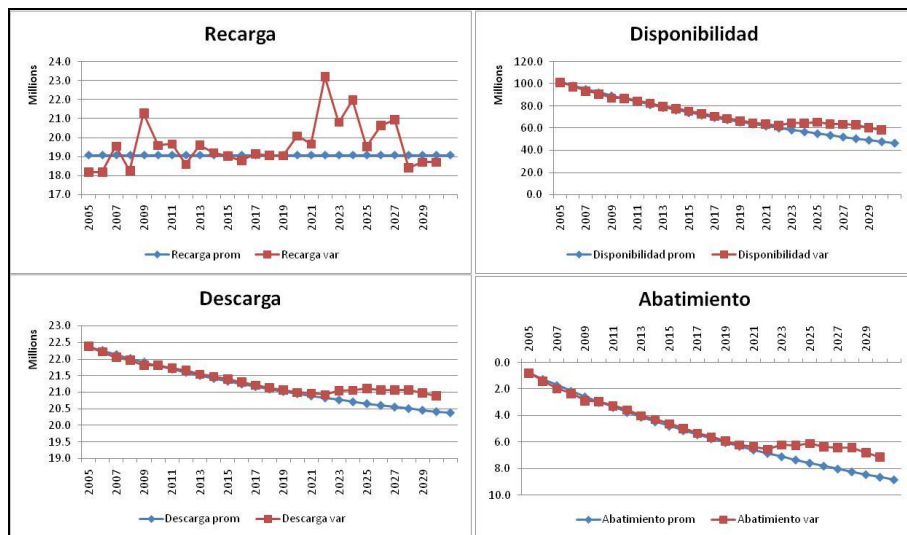


Figura 4. Simulación del escenario inercial.

Al conjugar las condiciones de extracción actual con un fenómeno de sequía, se obtiene una condición extremo opuesta a la óptima descrita en un escenario de máxima tecnificación, resulta de interés el inevitable declive de la extracción hidroagrícola, así como la dificultad del sector público urbano, para subsistir posteriormente.

VI.3. Escenario Máxima Tecnificación

En este escenario se considerarán todas las acciones posibles de tecnificación de cada uno de los usos para reducir al máximo la demanda de agua subterránea. Este escenario será un estado de referencia para conocer cual podrían ser nuestras máximas expectativas teniendo un máximo de recursos para estabilizar o recuperar un acuífero.

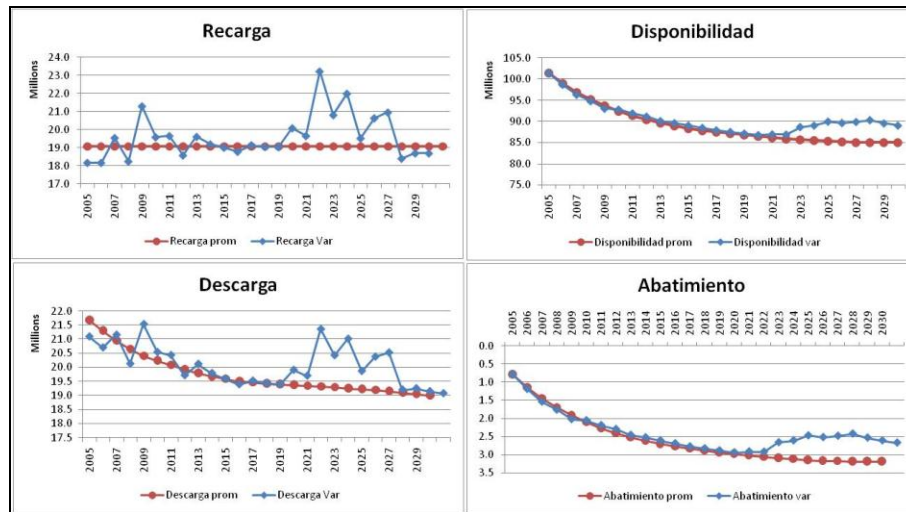


Figura 5. Simulación del escenario tecnificado.

VI.4. Escenario REPDA

En este escenario se considerará la extracción de agua subterránea inscrita en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), dicho escenario servirá de referencia para analizar el impacto en el acuífero en el caso de que los usuarios regularizados administrativamente pretendan ejercer el total de su derecho de extracción.

Estos escenarios consideran el supuesto de que la totalidad de los usuarios hiciera posible el aprovechamiento de su volumen concedido, que en suma, acumula para todo el acuífero de San Rafael un volumen superior a los 39.185 hm³. Se considera que la extracción entraría en vigor a partir del año 2009.

Bajo esta situación, el acuífero estaría aún más sobreexplotado que en la actualidad y los impactos durante las sequías se agudizarían, tal como se presenta a continuación.

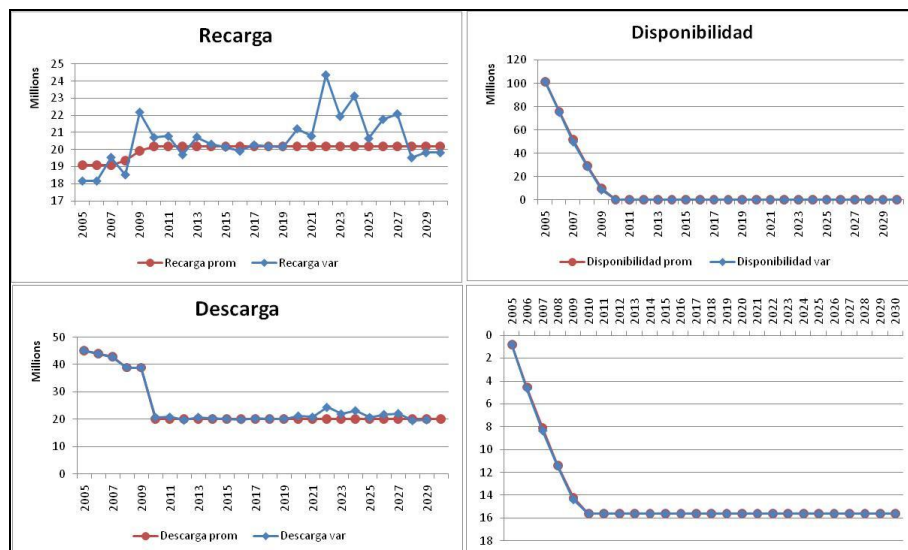


Figura 6. Simulación del escenario REPDA.

VI.5. Resumen de los escenarios paramétricos

En este apartado se resumen los principales resultados observados de los escenarios paramétricos. Cabe mencionar que los resultados totales representan extensas bases de datos e información, por lo que las gráficas sintetizan los resultados arrojados por los modelos Matemático de Simulación.

Los principales parámetros comparativos de los escenarios son:

1. Variación de la disponibilidad
2. Recarga de agua dulce.
3. Descarga de agua dulce.
4. Abatimiento del acuífero.

A partir de los parámetros previamente listados, se integra el siguiente cuadro de resumen.

El área de estudio es muy sensible a la recarga lateral e influye con un efecto cíclico que sigue las variaciones climáticas y su efecto por lluvia.

En la medida en que el acuífero se drene durante los períodos de estiaje y de sequía, la recarga resulta más eficiente durante las lluvias.

El efecto de la extracción de agua subterránea, con magnitudes superiores a la recarga promedio histórica, intensifica los problemas operativos durante el estiaje y la sequía, debido a la profundización del nivel estático y al incremento en la concentración de sólidos totales disueltos.

En general, se observa que la sobreexplotación del acuífero y los medios para optimizar su aprovechamiento presentan como principales elementos de decisión:

1. Los fenómenos de sequías y precipitación extraordinaria.
2. El volumen disponible estimado (status del acuífero) en el momento de plantear la política de extracción anual.
3. Las acciones sobre la oferta y sobre la demanda son complementarias y deben estar en relación a la recarga estimada.
4. La reducción de las extracciones para estabilizar el acuífero, debe ser resultado del balance dinámico, seleccionando el escenario favorable para evitar el daño a los usuarios del agua.

En general, se observa que en la medida que la extracción se incrementa, también lo hace la recarga de agua dulce.

El escenario de máxima tecnificación presenta una recarga promedio casi tan grande como la del escenario REPDA, pero con la ventajas de menor pérdida de almacenamiento de agua dulce.

**CAPITULO VII.
COSTOS ECONÓMICO-
AMBIENTALES POR LA
SOBREEXPLOTACIÓN**

CONTENIDO

CONTENIDO	2
CAPITULO VII. COSTOS ECONOMICOS Y AMBIENTALES POR LA SOBREENPLOTACIÓN	4
VII.1. RESUMEN.	4
VII.2. MARCO DE REFERENCIA	6
VII.3. ESCENARIO SUSTENTABLE. COSTOS Y BENEFICIOS	15
VII.4. ESCENARIO REPDA RESTRINGIDO. COSTOS Y BENEFICIOS	19
VII.5. IMPACTOS ECONÓMICOS AMBIENTALES	22
VII.6. RESUMEN DE LOS COSTOS ECONÓMICOS – AMBIENTALES DE SOBREENPLOTACIÓN	27
VII.7. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN BENEFICIO – COSTO DE LA SOBREENPLOTACIÓN	28
VII.8. CONCLUSIONES.	29

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Características del patrón de precipitación (mm), de la recarga variable y el trasvase (millones de metros cúbicos) en el acuífero de San Rafael.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2. Escenario Sustentable, comportamiento de la Recarga y las Extracciones para déficit cero (Hm³)</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3. Escenario Repda No Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Hm³)</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4. Escenario Repda Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Hm³)</i>	<i>13</i>

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Áreas de Cultivos en el Valle de San Rafael y datos unitarios (2009).</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 2. Valor de la Producción en el Valle de San Rafael y su relación con el agua (2009)</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 3. Escenario Sustentable, comportamiento de la recarga y las extracciones para déficit cero (m³).</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 4. Escenario Repda No Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (m³)</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 5. Escenario Repda Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (m³)</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 6. Escenario Sustentable. Parámetros técnicos (Área cultivada ha, Caudal promedio por pozo L/s y consumo eléctrico kWh)</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 7. Ejemplo de simulación de operación de un pozo</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 8. Escenario Sustentable. Parámetros económicos (pesos de 2009)</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 9. Escenario Repda Restringido. Parámetros técnicos (Área cultivada ha, caudal promedio por pozo L/s y consumo eléctrico kWh)</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 10. Escenario Repda Restringido. Parámetros económicos (pesos de 2009)</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 11. Impacto por el incremento en consumo de electricidad (pesos de 2009)</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 12. Impacto por el abatimiento del nivel freático (m) por modificación de pozos y consumo adicional de electricidad (pesos de 2009).</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 13. Impacto de la disminución de la reserva del agua del acuífero (m³ y pesos de 2009).</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 14. Costos y Beneficios de la Sobreexplotación (pesos de 2009).</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 15. Relación costo Beneficio de la Sobreexplotación (pesos de 2009).</i>	<i>28</i>

CAPITULO VII. COSTOS ECONOMICOS Y AMBIENTALES POR LA SOBREEXPLORACIÓN

VII.1. Resumen.

Este capítulo inicia con un Marco de Referencia para desarrollarlo de manera prospectiva para el período del 2009 al 2030 comparando dos Escenarios Inerciales: Un Escenario Sustentable donde la suma de las extracciones para uso agrícola y uso público urbano, más el trasvase no exceden la Recarga Variable, y un Escenario Repda Restringido en el cual las extracciones agrícolas tratan de alcanzar los valores del Repda pero son limitadas por la imposibilidad del acuífero de soportar esta condición. Se describe el acuífero de San Rafael y su situación para 2009, incluyendo la extracción para uso público urbano, para la agricultura y para el trasvase. Se evalúan los escenarios propuestos tanto desde el punto de vista técnico como económico y se analizan los impactos económico ambientales debido a la reducción de la cámara de bombeo, como el incremento por el consumo de electricidad, el efecto del abatimiento del nivel freático en consumos adicionales de energía y profundización de los pozos, el impacto de la disminución de la reserva estratégica del agua del acuífero y la pérdida de áreas de cultivo.

Entre los resultados relevantes se concluye la existencia de un gran riesgo de seguir manejando los recursos acuíferos sin una planificación sistémica a largo plazo confiados en la disponibilidad del recurso y en la precipitación oportuna impulsados por el atractivo de los mercados y las grandes utilidades evitando invertir y gastar en nuevas tecnologías o en proteger y mitigar los impactos al medio ambiente.

La Evaluación del 2009 cultivando 1,456 ha con consumos de agua de 6,131 m³/a para obtener relaciones Beneficio Costo de 4.98 y productividades del agua de 34.15 \$/m³, se toma como base y no hace atractiva la presentación del escenario Sustentable que con los mismos parámetros implica extraer en el período de 22 años la misma cantidad de agua para la agricultura (1% más), cultivar el 2% más de tierra, comparado con el Repda Restringido. En los beneficios no hay un cambio significativo en el período de 22 años, 98 millones de pesos más en el escenario sustentable, pero en ambos casos el promedio anual se reduce en 23% comparado con la referencia de 2009. Aparentemente no hay una diferencia significativa entre ambos escenarios analizados, y ante la imposibilidad o el temor de lograr extraer a la capacidad que se tiene derecho por el Repda se puede tomar la decisión del escenario Repda Restringido que aparenta prometer la misma relación Beneficio Costo, la misma productividad del agua y este es el gran riesgo de las tomas de decisiones tomadas sin información y estudios sustentados en la misma, sin el apoyo de una planificación integral participativa.

Al evaluar los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación el escenario Repda Restringido cae por el peso de los indicadores que reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 3.79 (24% menos) y el valor de la productividad del agua disminuye ligeramente a 32.45 \$/m³. Es evidente que el camino de

la sobreexplotación del acuífero no es la solución técnica, económica, ambiental y social ni en el corto, mediano o largo plazo. Definitivamente la base es el escenario Sustentable No Inercial, es decir hay que optimizar para llegar a escenarios Sustentables Tecnificados y esto es lo que soporta el desarrollo de los Planes de Manejo de los Acuíferos objeto de estos trabajos.

El análisis de los costos del agua arroja valores para la extracción del orden de $1.56 \$/m^3$ en la agricultura. Considerando el establecimiento de un sistema de suministro de agua para el uso público urbano (actualmente incipiente) su costo de extracción se situaría en $1.75 \$/m^3$, pero el poner el agua a disposición de los usuarios urbanos el costo ascendería $11.34 \$/m^3$ generando un precio medio para el sector doméstico de $9.14 \$/m^3$ y para los sectores comercial e industrial $35.87 \$/m^3$ y $41.30 \$/m^3$, respectivamente. El costo de agotamiento representado por desalar agua de mar implica un costo nivelado de $8.88 \$/m^3$. El costo de escasez en base a La Ley de Derechos del Agua arroja un valor de $8.6235 \$/m^3$, mientras que el costo de oportunidad a través de la productividad del agua produce un valor promedio de $34.15 \$/m^3$.

El mejor costo de referencia obtenido es el de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva que se ubica en un promedio de $21.13 \$/m^3$ y se recomienda para priorizar o calificar las acciones del Plan de Manejo por su costo cuando el valor del metro cúbico rescatado o de incremento a la disponibilidad o la combinación sean menores.

Los costos económicos ambientales totalizan \$287 millones de pesos de 2009 de los cuales el 60% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 24% a la pérdida de áreas de cultivo. Un plan de manejo del acuífero con un costo similar es completamente razonable para el desarrollo sustentable del Acuífero de San Rafael.

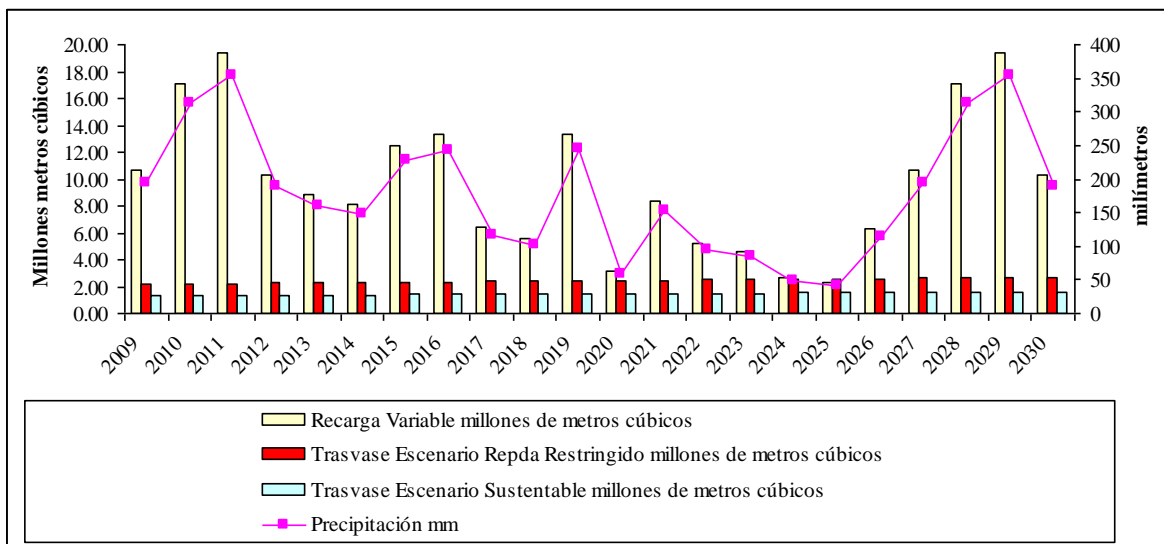
VII.2. Marco de Referencia

Para la evaluación del costo de los impactos económico ambientales de la sobreexplotación del acuífero de San Rafael se desarrolló este concepto de manera prospectiva para el período del 2009 al 2030 comparando dos Escenarios Inerciales: Un Escenario Sustentable donde la suma de las extracciones para uso agrícola, trasvase y uso público urbano no exceden la Recarga Inercial Variable, y un Escenario Repda Restringido en el cual las extracciones agrícolas tratan de alcanzar los valores del Repda pero son limitadas por la imposibilidad del acuífero de soportar esta condición. En este Marco de Referencia se puntualizan conceptos y elementos que delimitan los enfoques y alcances de la evaluación.

Acuífero.

El acuífero de San Rafael es alimentado por una Recarga Inercial Variable estimada con la simulación realizada en este Plan la cual depende de la precipitación pluvial. No se considera impacto por los cambios ocasionados por la disminución o pérdida del flujo base de los ríos ya que los niveles estáticos registrados no promueve el flujo o zonas de descarga superficiales. Por ello se asume que no existe un efecto relevante de la sobreexplotación sobre el gasto base de las corrientes. La Figura 1 presenta las características del patrón de precipitación, de la recarga variable y el trasvase en este acuífero.

Figura 1. Características del patrón de precipitación (mm), de la recarga variable y el trasvase (millones de metros cúbicos) en el acuífero de San Rafael.



Hay que enfatizar que el comportamiento esperado de la precipitación y su efecto en la recarga asociado a un trasvase creciente en ambos escenarios producirán crisis en la

producción agrícola en los períodos secos como se observa en el período 2017-2018 y en el 2020-2026, lo cual se reflejará en el comportamiento técnico y económico de los escenarios bajo análisis.

En base al Balance Integral del Agua desarrollado en este estudio, la comparación de la configuración de la elevación del nivel estático en noviembre de 2007 y la de noviembre de 2009 la cota cero "0" del nivel estático se conservó, de manera general, estable. Por lo tanto, se concluye que para el periodo analizado no hubo nuevas entradas de agua marina hacia el acuífero de San Rafael. Esta consideración se mantiene para el desarrollo de los escenarios referidos

El incremento de la salinidad o degradación de la calidad del agua por la sobreexplotación no es significativo al estimarse un espesor equivalente medio del acuífero de 13 m equivalente a un volumen de agua contenida de 51.8 millones de metros cúbicos. La sobreexplotación no puede llegar en el tiempo a disminuir este volumen al 50% con un bombeo técnica y económicamente factible. Una reducción de esta magnitud no incrementaría globalmente la cantidad de sólidos disueltos totales que se estima que varían de 1400 a 2200 ppm y cercano a la costa llega a 5000 ppm, para afectar el uso en la agricultura y para el suministro urbano. Esto no implica la ausencia de afectaciones localizadas donde se incremente la salinidad por arriba de los límites permisibles.

En lo que se refiere a las modificaciones de flujo subterráneo, el principal efecto de la sobreexplotación al incrementar el abatimiento sería disminuir la eficiencia del acuífero afectando el caudal específico de los pozos (lps/m) generando conos de succión más pronunciados y disminuyendo la carga neta de succión positiva en las bombas. Aún colocando las bombas a profundidades de 25 m el nivel estático no podría estar por debajo de los 16 m sin afectar la operación del equipo actualmente utilizado.

Extracción para Uso Público Urbano

No existe actualmente un sistema integrado de suministro de agua potable en esta región, que como se indica en el capítulo III de Uso Público Urbano se integra por Colonet (San Rafael) y San Vicente. Las proyecciones realizadas para San Rafael (sin considerar el proyecto Colonet) indican que en el 2009 la demanda requerida para el Uso Público Urbano incluyendo todos los sectores (doméstico, industrial, comercial, público) y todos los desarrollos urbanos de la zona, asciende a 240,052 metros cúbicos anuales (mca) equivalentes a 7.6 lps los cuales pueden ser suministrados por el Acuífero de San Rafael representando el 2% de la recarga neta.

Para los fines de la evaluación de impactos económicos ambientales se establece la restricción de que el Uso Público Urbano no utilizará en el período de proyección (2009-2030) ninguna otra fuente alterna de suministro, sino que seguirá extrayendo el agua de los acuíferos en la misma proporción que lo hace actualmente siguiendo la demanda creciente impulsada por el aumento de la población. No se considera que existan programas de reducción de pérdidas ni de uso eficiente del agua en los sectores urbanos,

ni el reuso y/o suministro de aguas residuales. Asimismo el Uso Público Urbano tiene la prioridad sobre el Uso Agrícola en cuanto a calidad de agua ya que sus volúmenes de extracción no son significativos.

La extracción del Uso Público Urbano en el período 2009-2030 para el Escenario REPDA Restringido en el cual se consideran pérdidas del 29% y una dotación de 96 litros por habitante por día (LHD) sería de 12,732,453 metros cúbicos representando el 5.9 % de la recarga. Por otra parte al considerar el Escenario Sustentable abatiendo las pérdidas al 20% y una dotación de 89 LHD la extracción se ubica en 11,844,142 metros cúbicos representando el 5.5% de la recarga.

Trasvase.

En base al Balance Integral del Agua desarrollado en este estudio, las observaciones de campo permitieron ubicar al menos 4 tuberías de 12 pulgadas de diámetro trasvasando agua desde el acuífero de San Rafael hacia las zonas de Camalú y San Telmo, y se estimó un trasvase de al menos de 2.19 millones de metros cúbicos.

En el escenario Sustentable el trasvase se ajustó a un valor inicial del 60% (1,314,000) con un crecimiento anual de 1% para mantener la operación del acuífero y que la extracción agrícola no fuera menor que cero por los efectos del patrón de recarga y el uso público urbano.

Para el caso del escenario Repda Restringido el trasvase se ajustó a un valor inicial del 100% (2,190,000) con un crecimiento anual de 1% para mantener el balance del abatimiento del nivel freático y los efectos del patrón de recarga y el uso público urbano.

Extracción para Uso Agrícola.

Para evaluar los impactos económico ambientales de la extracción de agua para Uso Agrícola se tomó como referencia el año 2009 donde se alcanza un área cultivada de 1456 ha con la distribución de cultivos señalada en la Tabla 1.

Tabla 1. Áreas de Cultivos en el Valle de San Rafael y datos unitarios (2009).

Cultivos	ha en 2009	Consumo de agua m ³ /ha	Costo de producción \$/ha	Valor de la producción \$/ha	Utilidad \$/ha	Costo del agua \$/m ³	Costo del agua \$/ha	Costo del riego \$/ha
JITOMATE (V)	409	5,933	\$ 31,369	\$ 455,861	\$ 424,492	\$ 1.72	\$ 10,180	\$ 12,832
VID	285	7,500	\$ 47,268	\$ 116,428	\$ 69,160	\$ 1.17	\$ 9,890	\$ 12,827
OLIVO	189	3,402	\$ 14,986	\$ 12,527	-\$ 2,459	\$ 2.48	\$ 8,442	\$ 13,920
JITOMATE (S)	151	5,933	\$ 31,369	\$ 455,861	\$ 424,492	\$ 1.72	\$ 10,180	\$ 12,832
ESPÁRRAGO	70	3,043	\$ 9,406	\$ 143,217	\$ 133,810	\$ 1.31	\$ 3,980	\$ 5,557
CALABACITA	55	6,200	\$ 41,457	\$ 97,769	\$ 56,312	\$ 1.17	\$ 8,176	\$ 12,624
COL BRUSELAS	51	8,000	\$ 31,054	\$ 175,461	\$ 144,407	\$ 0.75	\$ 5,970	\$ 14,162
FRESA	36	14,000	\$ 373,846	\$ 514,710	\$ 140,864	\$ 1.13	\$ 15,758	\$ 20,920
CHILE	32	7,000	\$ 51,829	\$ 94,563	\$ 42,734	\$ 1.17	\$ 9,231	\$ 14,161
CHICHARO	26	6,500	\$ 52,773	\$ 57,881	\$ 5,108	\$ 1.17	\$ 8,572	\$ 14,295
JITOMATE (INV)	23	5,933	\$ 31,369	\$ 455,861	\$ 424,492	\$ 1.72	\$ 10,180	\$ 12,832
TOMATILLO	23	8,800	\$ 37,851	\$ 133,078	\$ 95,227	\$ 1.17	\$ 11,605	\$ 13,798
CEBOLLIN	20	6,800	\$ 70,604	\$ 78,251	\$ 7,647	\$ 1.17	\$ 8,967	\$ 12,327
ALFALFA	15	8,606	\$ 28,673	\$ 39,945	\$ 11,272	\$ 1.05	\$ 8,999	\$ 9,192
CEBOLLA	13	8,800	\$ 121,515	\$ 171,397	\$ 49,882	\$ 3.90	\$ 38,629	\$ 42,540
OTROS	57							
TOTAL	1,456							

Para estos cultivos se integro la información del 96 % del área cultivada. Es evidente que los cultivos dominantes por área sembrada son jitomate y vid. Se reportan los valores unitarios de consumo y costo del agua, costo, valor y utilidad de la producción y el costo del riego.

En los escenarios inerciales propuestos se mantiene constante la distribución de áreas por cultivos, el área base (1,456 ha) es el pivote de referencia y se considera un valor promedio del consumo global de agua por hectárea (6,131 m³/ha) para hacer depender el área cultivada del agua disponible o extraída, según el caso. Así mismo se mantienen constantes los valores unitarios de la Tabla 1 implicando por una parte evaluaciones a pesos constantes de 2009, pero principalmente que no hay un avance tecnológico en la agricultura y en sus sistemas de riego, en otras palabras durante los próximos 21 años siguen operando igual que en el 2009.

El costo unitario del agua reportado varía desde 0.75 \$/m³ hasta un valor extremo (en un caso) de 3.90 \$/m³ y la diferencia entre costo del agua y costo de riego está asociada a sistemas de distribución y mano de obra. Hay que enfatizar que estas cantidades se refieren al costo de extracción y suministro sin ninguna relación con el valor del agua.

La Tabla 2 presenta el valor de la producción en el Valle de San Rafael y su relación con el consumo de agua en base al reporte de cultivos de 2009 y los valores unitarios presentados en la Tabla 1.

Es evidente que el Beneficio total de la producción (Valor de la producción menos Costo de la producción) es controlado por los cultivos de jitomate, vid, espárrago, col de bruselas y fresa que integran el 95% de los beneficios y el 75% del consumo del agua. La

proporción de la producción hace que el promedio global se ubique en 34.15 pesos de beneficio por metro cúbico de agua.

Tabla 2. Valor de la Producción en el Valle de San Rafael y su relación con el agua (2009)

Cultivos	Costo total de la producción	Valor total de la producción	Beneficio total de la producción	Consumo de agua total m3	Costo total del agua	Beneficio por m3 de agua
JITOMATE (V)	\$ 12,836,027	\$ 186,538,295	\$ 173,702,268	2,427,789	\$ 4,165,487	\$ 71.55
VID	\$ 13,492,554	\$ 33,234,284	\$ 19,741,730	2,140,875	\$ 2,823,191	\$ 9.22
OLIVO	\$ 2,838,713	\$ 2,372,864	-\$ 465,850	644,374	\$ 1,599,030	-\$ 0.72
JITOMATE (S)	\$ 4,730,697	\$ 68,748,388	\$ 64,017,691	894,758	\$ 1,535,183	\$ 71.55
ESPÁRRAGO	\$ 654,965	\$ 9,972,166	\$ 9,317,201	211,917	\$ 277,127	\$ 43.97
CALABACITA	\$ 2,284,703	\$ 5,388,062	\$ 3,103,359	341,682	\$ 450,579	\$ 9.08
COL BRUSELAS	\$ 1,578,190	\$ 8,916,942	\$ 7,338,753	406,560	\$ 303,395	\$ 18.05
FRESA	\$ 13,570,611	\$ 18,683,965	\$ 5,113,354	508,200	\$ 572,011	\$ 10.06
CHILE	\$ 1,659,040	\$ 3,026,971	\$ 1,367,931	224,070	\$ 295,483	\$ 6.10
CHICHARO	\$ 1,393,220	\$ 1,528,062	\$ 134,842	171,600	\$ 226,290	\$ 0.79
JITOMATE INV	\$ 724,614	\$ 10,530,388	\$ 9,805,773	137,053	\$ 235,148	\$ 71.55
TOMATILLO	\$ 874,363	\$ 3,074,103	\$ 2,199,740	203,280	\$ 268,067	\$ 10.82
CEBOLLIN	\$ 1,397,951	\$ 1,549,363	\$ 151,412	134,640	\$ 177,551	\$ 1.12
ALFALFA	\$ 416,332	\$ 580,002	\$ 163,670	124,956	\$ 130,664	\$ 1.31
CEBOLLA	\$ 1,604,002	\$ 2,262,447	\$ 658,445	116,160	\$ 509,907	\$ 5.67
TOTAL	\$ 60,055,983	\$ 356,406,301	\$ 296,350,317	8,687,914	\$ 13,569,112	\$ 34.15

Esta evaluación considera el precio promedio del productor sin incluir los aspectos de transporte, comercialización y pérdidas de la producción por siniestros o condiciones adversas.

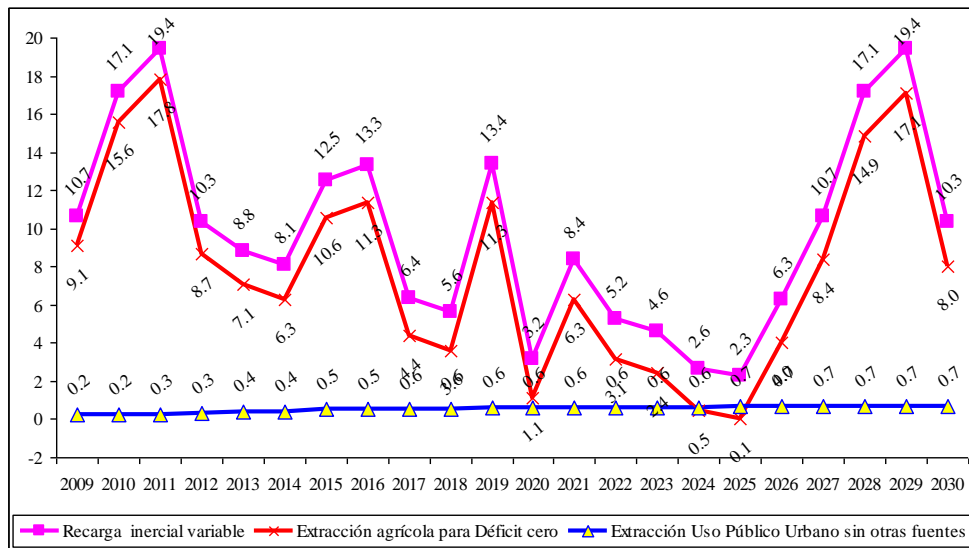
Escenario Sustentable.

Este escenario es utilizado como referencia para evaluar principalmente los beneficios de la sobreexplotación. La base del mismo es que con una Recarga Inercial Variable, la extracción total no excede la misma y con un crecimiento de la extracción del Uso Público Urbano y su carácter prioritario, pero abatiendo las pérdidas al 20% y una dotación de 89 LHD, el sector agrícola tiene que reducir sus extracciones y por lo tanto sus áreas de cultivo, reflejándose en los parámetros económicos del sistema. La Tabla 3 y la Figura 2 muestran el comportamiento esperado de la recarga y el control de las extracciones agrícolas para mantener un déficit cero.

Tabla 3. Escenario Sustentable, comportamiento de la recarga y las extracciones para déficit cero (m³).

año	Recarga inercial variable	Extracción Uso Público Urbano sin otras fuentes	Extracción agrícola para Déficit cero
2009	10,657,817	223,304	9,120,512
2010	17,149,515	246,573	15,575,803
2011	19,403,927	274,920	17,788,596
2012	10,323,323	311,276	8,658,231
2013	8,793,191	359,996	7,065,842
2014	8,105,043	429,261	6,294,755
2015	12,493,974	536,513	10,562,624
2016	13,301,468	548,356	11,344,326
2017	6,372,354	560,196	4,389,284
2018	5,601,540	572,030	3,592,408
2019	13,358,950	583,868	11,323,609
2020	3,181,250	595,713	1,119,549
2021	8,372,200	607,555	6,283,997
2022	5,239,673	619,381	3,124,838
2023	4,579,445	631,175	2,437,861
2024	2,635,439	642,938	466,988
2025	2,259,886	654,654	64,464
2026	6,250,819	666,315	4,028,329
2027	10,657,817	677,901	8,408,178
2028	17,149,515	689,393	14,872,667
2029	19,403,927	700,779	17,099,818
2030	10,323,323	712,048	7,991,912
Total	215,614,397	11,844,142	171,614,590

Figura 2. Escenario Sustentable, comportamiento de la Recarga y las Extracciones para déficit cero (Hm³)



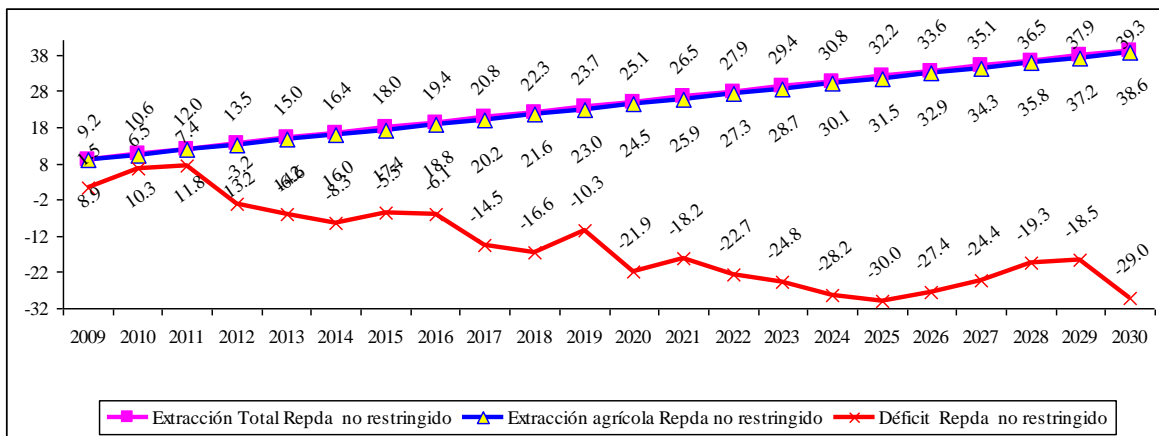
El nivel freático se considera constante a -3 metros y el trasvase se ajustó a un valor inicial del 60% (1,314,000) con un crecimiento anual de 1% para mantener la operación del acuífero y que la extracción agrícola no fuera menor que cero por los efectos del patrón de recarga y el uso público urbano.

Escenario Repda No Restringido.

En este escenario, la Recarga Inercial Variable es la misma, la extracción del Uso Agrícola se hace crecer en relación lineal desde el 2009 para alcanzar los valores del Repda en el 2030 y en la extracción para Uso Público Urbano se consideran pérdidas del 29% y una dotación de 96 LHD, mientras que el trasvase se ajustó, como en el caso del escenario Repda Restringido a un valor inicial del 100% (2,190,000) con un crecimiento anual de 1% para mantener el balance del abatimiento del nivel freático y los efectos del patrón de recarga y el uso público urbano. El objeto de este escenario es demostrar la imposibilidad física del mismo.

La Figura 3 y la Tabla 4 muestran el comportamiento de la extracción agrícola y el déficit manteniendo la misma recarga y la misma extracción para el uso público urbano del escenario anterior.

Figura 3. Escenario Repda No Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Hm³)



Con una capacidad en el acuífero de 51.8 millones de metros cúbicos con este esquema se agotaría la reserva al año 2019. Por otra parte aún colocando las bombas a profundidades de 25 m el nivel estático no podría estar por debajo de los 16 m sin afectar la operación del equipo actualmente utilizado. En base a los reportes hidrológicos se tendría un abatimiento de un metro por cada 4 millones de metros cúbicos de déficit, en este esquema habría que dejar de crecer la extracción en el 2017 para poder lograr mantener la extracción del agua hasta el 2030. Con este criterio se formuló el siguiente escenario.

Tabla 4. Escenario Repda No Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (m³)

año	Extracción agrícola Repda no restringido	Extracción Total Repda no restringido	Extracción Uso Público Urbano sin otras fuentes	Déficit Repda no restringido
2009	8,926,611	9,166,663	240,052	1,491,153
2010	10,338,699	10,603,765	265,066	6,545,750
2011	11,750,788	12,046,327	295,539	7,357,600
2012	13,162,876	13,497,498	334,622	-3,174,176
2013	14,574,965	14,961,960	386,995	-6,168,769
2014	15,987,053	16,448,509	461,455	-8,343,466
2015	17,399,142	17,975,893	576,752	-5,481,919
2016	18,811,230	19,400,713	589,482	-6,099,245
2017	20,223,319	20,825,530	602,211	-14,453,176
2018	21,635,407	22,250,339	614,932	-16,648,799
2019	23,047,496	23,675,154	627,658	-10,316,203
2020	24,459,584	25,099,975	640,391	-21,918,725
2021	25,871,673	26,524,795	653,122	-18,152,595
2022	27,283,761	27,949,596	665,834	-22,709,922
2023	28,695,850	29,374,363	678,513	-24,794,918
2024	30,107,938	30,799,096	691,158	-28,163,657
2025	31,520,027	32,223,780	703,753	-29,963,894
2026	32,932,115	33,648,403	716,288	-27,397,584
2027	34,344,204	35,072,947	728,743	-24,415,130
2028	35,756,292	36,497,390	741,098	-19,347,875
2029	37,168,381	37,921,718	753,337	-18,517,791
2030	38,580,469	39,345,920	765,451	-29,022,597
Total	522,577,880	535,310,333	12,732,453	-319,695,936

Escenario Repda Restringido

El comportamiento de este escenario se presenta en Figura 4 y Tabla 5.

Figura 4. Escenario Repda Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Hm³)

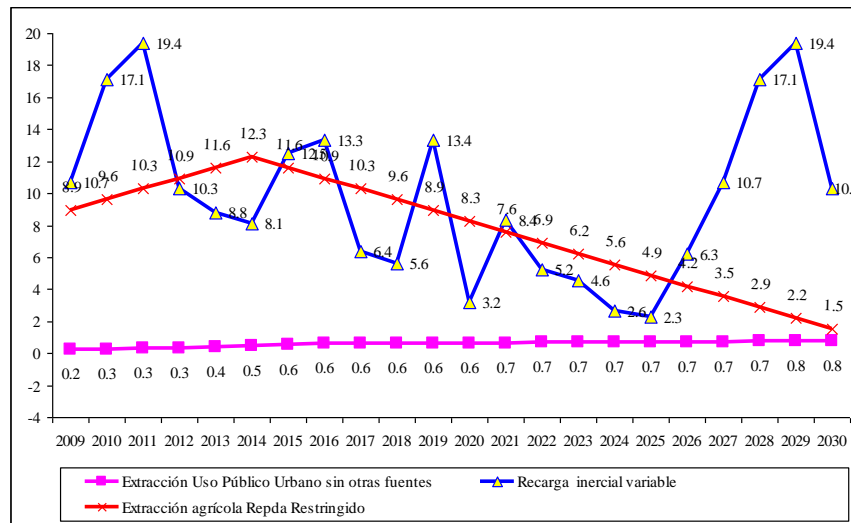


Tabla 5. Escenario Repda Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (m³)

año	Recarga inercial variable	Extracción Uso Público Urbano sin otras fuentes	Extracción agrícola Repda Restringido	Déficit
2009	10,657,817	240,052	8,926,611	-698,847
2010	17,149,515	265,066	9,600,562	5,071,987
2011	19,403,927	295,539	10,274,514	6,599,856
2012	10,323,323	334,622	10,948,465	-3,216,123
2013	8,793,191	386,995	11,622,416	-5,495,143
2014	8,105,043	461,455	12,296,368	-6,954,492
2015	12,493,974	576,752	11,622,416	-2,029,923
2016	13,301,468	589,482	10,948,465	-584,456
2017	6,372,354	602,211	10,274,514	-6,875,827
2018	5,601,540	614,932	9,600,562	-7,009,125
2019	13,358,950	627,658	8,926,611	1,385,559
2020	3,181,250	640,391	8,252,660	-8,155,114
2021	8,372,200	653,122	7,578,708	-2,327,377
2022	5,239,673	665,834	6,904,757	-4,823,342
2023	4,579,445	678,513	6,230,806	-4,847,222
2024	2,635,439	691,158	5,556,854	-6,155,095
2025	2,259,886	703,753	4,882,903	-5,894,717
2026	6,250,819	716,288	4,208,952	-1,268,047
2027	10,657,817	728,743	3,535,000	3,774,510
2028	17,149,515	741,098	2,861,049	10,901,610
2029	19,403,927	753,337	2,187,098	13,791,276
2030	10,323,323	765,451	1,513,147	5,345,787
Total	215,614,397	12,732,453	168,753,438	-19,464,268

El escenario es similar al anterior pero con una variación linear menor de la extracción agrícola y al alcanzar los límites impuestos por el acuífero se hace disminuir en la misma proporción dicha extracción, el trasvase se ajustó a un valor inicial del 100% (2,190,000) con un crecimiento anual de 1% para mantener el balance del abatimiento del nivel freático y los efectos del patrón de recarga y el uso público urbano. Esto permite evaluar los costos y beneficios de la sobreexplotación para su comparación con el escenario de referencia. Como se observa en la Tabla 5 se llega al 2030 con un déficit acumulado de 19 millones de metros cúbicos.

VII.3. Escenario Sustentable. Costos y Beneficios

Parámetros técnicos.

La Tabla 6 presenta los resultados técnicos de los principales parámetros de este escenario, como son el área cultivada, el caudal promedio por pozo y el consumo eléctrico. Como ya se mencionó anteriormente se mantiene un patrón de Recarga Inercial Variable, la extracción para uso público urbano crece con el incremento de la población a expensas de la extracción agrícola para mantener un déficit cero, y el trasvase se ajustó a un valor inicial del 60% (1,314,000) con un crecimiento anual de 1% para mantener la operación del acuífero y que la extracción agrícola no fuera menor que cero por los efectos del patrón de recarga y el uso público urbano. El sector agrícola al mantener su esquema de operación (6,131 m³/ha) disminuye el área cultivada y la diferencia se calcula con respecto al área base (1,456 ha). El nivel freático se mantiene constante a -3 metro.

Tabla 6. Escenario Sustentable. Parámetros técnicos (Área cultivada ha, Caudal promedio por pozo L/s y consumo eléctrico kWh)

año	Área cultivada	Diferencia de Área cultivada	Porcentaje de área cultivada	Caudal promedio por pozo Uso Público Urbano	Caudal promedio por pozo Agrícola	Consumo Eléctrico Uso Público Urbano	Consumo Eléctrico Uso Agrícola	Consumo Eléctrico Total
2009	1,488	32	102.17%	4.43	23.37	36,250	1,327,599	1,363,849
2010	2,541	1,085	174.49%	4.89	39.91	39,307	2,389,763	2,429,070
2011	2,901	1,445	199.28%	5.45	45.58	43,048	2,793,114	2,836,163
2012	1,412	-44	96.99%	6.17	22.19	47,872	1,257,311	1,305,183
2013	1,152	-304	79.15%	7.13	18.11	54,381	1,020,427	1,074,808
2014	1,027	-429	70.52%	8.51	16.13	63,723	908,521	972,244
2015	1,723	267	118.33%	10.63	27.07	78,388	1,551,479	1,629,867
2016	1,850	394	127.08%	10.87	29.07	80,022	1,675,869	1,755,891
2017	716	-740	49.17%	11.10	11.25	81,659	639,408	721,067
2018	586	-870	40.24%	11.34	9.21	83,298	529,885	613,183
2019	1,847	391	126.85%	11.57	29.02	84,941	1,672,544	1,757,485
2020	183	-1,273	12.54%	11.81	2.87	86,588	201,260	287,847
2021	1,025	-431	70.40%	12.04	16.10	88,237	906,973	995,210
2022	510	-946	35.01%	12.28	8.01	89,954	451,010	540,964
2023	398	-1,058	27.31%	12.51	6.25	91,536	374,300	465,836
2024	76	-1,380	5.23%	12.74	1.20	93,183	117,683	210,866
2025	11	-1,445	0.72%	12.97	0.17	94,827	67,123	161,950
2026	657	-799	45.13%	13.21	10.32	96,466	589,581	686,047
2027	1,371	-85	94.19%	13.44	21.55	98,097	1,219,582	1,317,679
2028	2,426	970	166.61%	13.66	38.11	99,718	2,266,110	2,365,828
2029	2,789	1,333	191.56%	13.89	43.82	101,327	2,665,185	2,766,513
2030	1,304	-152	89.53%	14.11	20.48	102,923	1,157,219	1,260,141
Total	27,992	-4,040	87.39%			1,735,745	25,781,946	27,517,691

El área cultivada sigue el patrón de la recarga afectada por el crecimiento constante de la extracción para uso público urbano, oscilando e incluso presentando años en que prácticamente no se puede cultivar y globalmente en los 22 años se dejan de cultivar 4,040 ha lo que representa que se cultivaría el 87% del área potencialmente equipada (32,032 ha en 22 años).

Para estimar el caudal promedio por pozo la base es la extracción anual por sector la cual debe ser satisfecha por la cantidad promedio de pozos operando y las horas promedio que opera en el año. Para el Uso Público Urbano se consideraron 2 pozos con un factor de operación de 80% (7,008 horas por año), lo cual genera un caudal que varía desde 4 lps hasta 15 lps de acuerdo con la demanda de Uso Público Urbano. Para el Uso Agrícola de los 225 pozos reportados se estimó la operación de 124 de ellos con un factor de operación de 10% (876 horas anuales) lo cual genera un caudal promedio por pozo desde 6 lps hasta 45 lps combinando recarga y extracción Pública Urbana. Hay que enfatizar que la relación de referencia es el producto de (caudal por pozo)(tiempo de operación), es decir no todos los pozos operan con el mismo caudal, el mismo numero de horas al año y al mismo tiempo, pero este producto promedio debe satisfacer la extracción anual

Con este esquema se simuló la operación de un equipo de bombeo promedio. La Tabla 7 presenta un ejemplo de datos de entrada, resultados intermedios y resultados de un pozo promedio. Con este esquema se simularon para cada año los pozos promedio tanto para el Uso Público Urbano como para el Uso Agrícola.

Tabla 7. Ejemplo de simulación de operación de un pozo

FLUJO POR POZO	49.31884	Kg/s	ESTIMACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO		
NÚMERO DE POZOS	1		DIÁMETRO CORAZA EN POZO	406.4	mm
ESPACIAMIENTO ENTRE POZOS	50	m	DIÁMETRO DE TUBERÍA EN POZO	244.475	mm
TEMPERATURA DEL FLUÍDO	22	°C	DIÁMETRO INTERIOR TUBERÍA EN POZO	228.6	mm
DENSIDAD DEL FLUÍDO	1	g/cm3	NIVEL ESTÁTICO	-1.89746809	m
VISCOSIDAD DEL FLUÍDO	1	cp	ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD	20	lps/m
PROFUNDIDAD AL ESPEJO DE AGUA	-1.89747	m	ABATIMIENTO	2.46594205	m
PRESIÓN AL ESPEJO DE AGUA	1	kg/cm2	NPSH	15	m
CABEZAL AL ESPEJO DE AGUA	8.102532	m	PROFUNDIDAD DE POZO	40	m
NIVEL DE DESCARGA FINAL	3.660813	m	INICIA ZONA PERFORADA	19.36341014	m
PRESIÓN EN LA DESCARGA	2	kg/cm2	PROFUNDIDAD DE BOMBA	19.36341014	m
CABEZAL EN LA DESCARGA	23.66081	m	DIÁMETRO DE TUBERÍA BOMBA	254	mm
LONG. RECTA RAMAL ALIMENTADOR	25	m	DIÁMETRO INTERIOR TUBERÍA BOMBA	255.27	mm
% DE LONGITUD EQUIVALENTE	20	%	LONGITUD TUBERÍA BOMBA	19.36341014	m
RAMAL ALIMENTADOR	PVC		CAIDA DE PRESIÓN TUBERÍA BOMBA	0.005735081	kg/cm2
DIÁM. RAMAL ALIMENTADOR (NPS)	254	mm	PERDIDA POR FRICCIÓN TUBERÍA BOMBA	0.05735081	m
DIÁM. INTERIOR RAMAL ALIMENTADOR	254.508	mm	CABEZAL DINÁMICO EN BOMBA	28.26193681	m
NÚMERO DE REYNOLD	246357.4		PÉRDIDA DE POTENCIA EN FLECHA	0.07544	hp/m
RUGOSIDAD RELATIVA (e/d)	0.00018		LONGITUD DE FLECHA	19.36341014	m
FACTOR DE FRICCIÓN	0.016518		EFICIENCIA TRANSMISIÓN	0.97	
CAIDA DE PRESIÓN UNITARIA	0.000301	kg/cm2/m	POTENCIA PERDIDA EN LA FLECHA	1.50595429	hp
CAIDA DE PRESIÓN EN RAMAL	0.009018	kg/cm2	EFICIENCIA BOMBA	0.75	
NIVEL AL INICIO DEL RAMAL	0	m	POTENCIA REQUERIDA POR LA BOMBA	25.02658647	hp
PRESIÓN AL INICIO DEL RAMAL	2.384118	kg/cm2	POTENCIA SUMINISTRADA POR MOTOR	26.53254076	hp
CABEZAL AL INICIO DEL RAMAL	23.84118	m	EFICIENCIA DE MOTOR	0.85	
			POTENCIA CONSUMIDA POR EL MOTOR	23.27684194	kw/pozo
			pozos	110	
			kw	2560.452613	
			horas operación	876	0.1
			kwh	2242956.489	
			mc por pozo por hora	177.5478276	
			mc por hora	19530.26104	
			mca	17108508.67	
			kwh/mca	0.131101812	
			Profundidad bomba	19.36341014	

De los escenarios se alimentaron el caudal promedio por pozo, la profundidad al espejo de agua, el número de pozos y las horas de operación. Entre los factores relevantes se mantiene constante el caudal específico (índice de productividad a 20 lps/m, con un valor relativamente alto para analizar posteriormente el impacto de la pérdida de eficiencia), así como la carga de succión neta positiva (NPSH=0.4 veces el Caudal+ 5 metros) la cual depende de las características del equipo de bombeo. El modelo regresa a los escenarios la profundidad a instalar el equipo de bombeo, el consumo de electricidad por pozo, específica (kWh/mca) y el total anual.

Parámetros económicos

En la Tabla 8 se presentan los resultados de los parámetros económicos los cuales se obtuvieron con un modelo desarrollado que sustituye para cada año el porcentaje de área cultivada con respecto al área base y recalcula los costos de producción, el valor de la producción y el Beneficio Bruto de la producción.

Tabla 8. Escenario Sustentable. Parámetros económicos (pesos de 2009)

año	Costo de la producción Agrícola	Valor de la producción Agrícola	Beneficio Bruto de la producción Agrícola	Costo Electricidad Uso Publico Urbano	Costo Electricidad Uso Agrícola	Costo Electricidad Total
2009	\$ 62,501,966	\$ 374,009,213	\$ 311,507,247	\$ 45,345	\$ 1,305,693	\$ 1,351,038
2010	\$ 106,739,430	\$ 638,724,391	\$ 531,984,961	\$ 49,170	\$ 2,350,332	\$ 2,399,501
2011	\$ 121,903,484	\$ 729,465,469	\$ 607,561,985	\$ 53,849	\$ 2,747,028	\$ 2,800,877
2012	\$ 59,333,998	\$ 355,052,222	\$ 295,718,224	\$ 59,883	\$ 1,236,566	\$ 1,296,449
2013	\$ 48,421,515	\$ 289,752,370	\$ 241,330,855	\$ 68,026	\$ 1,003,590	\$ 1,071,616
2014	\$ 43,137,332	\$ 258,132,033	\$ 214,994,701	\$ 79,711	\$ 893,531	\$ 973,241
2015	\$ 72,384,613	\$ 433,146,566	\$ 360,761,953	\$ 98,055	\$ 1,525,880	\$ 1,623,935
2016	\$ 77,741,541	\$ 465,202,207	\$ 387,460,666	\$ 100,100	\$ 1,648,217	\$ 1,748,317
2017	\$ 30,079,329	\$ 179,993,476	\$ 149,914,147	\$ 102,147	\$ 628,858	\$ 731,005
2018	\$ 24,618,415	\$ 147,315,589	\$ 122,697,174	\$ 104,198	\$ 521,142	\$ 625,340
2019	\$ 77,599,569	\$ 464,352,652	\$ 386,753,083	\$ 106,253	\$ 1,644,947	\$ 1,751,200
2020	\$ 7,672,159	\$ 45,909,886	\$ 38,237,727	\$ 108,312	\$ 197,939	\$ 306,251
2021	\$ 43,063,607	\$ 257,690,863	\$ 214,627,257	\$ 110,376	\$ 892,008	\$ 1,002,383
2022	\$ 21,414,205	\$ 128,141,729	\$ 106,727,524	\$ 112,524	\$ 443,568	\$ 556,092
2023	\$ 16,706,419	\$ 99,970,527	\$ 83,264,108	\$ 114,502	\$ 368,124	\$ 482,626
2024	\$ 3,200,224	\$ 19,150,007	\$ 15,949,784	\$ 116,563	\$ 115,741	\$ 232,303
2025	\$ 441,763	\$ 2,643,492	\$ 2,201,729	\$ 118,619	\$ 66,015	\$ 184,634
2026	\$ 27,605,737	\$ 165,191,602	\$ 137,585,865	\$ 120,669	\$ 579,853	\$ 700,522
2027	\$ 57,620,411	\$ 344,798,188	\$ 287,177,777	\$ 122,710	\$ 1,199,459	\$ 1,322,169
2028	\$ 101,920,911	\$ 609,890,569	\$ 507,969,658	\$ 124,738	\$ 2,228,719	\$ 2,353,457
2029	\$ 117,183,359	\$ 701,220,437	\$ 584,037,078	\$ 126,750	\$ 2,621,210	\$ 2,747,960
2030	\$ 54,767,781	\$ 327,728,165	\$ 272,960,384	\$ 128,746	\$ 1,138,124	\$ 1,266,870
Total	\$1,176,057,768	\$7,037,481,654	\$5,861,423,886	\$2,171,244	\$25,356,544	\$27,527,788

El costo de la electricidad fue calculado utilizando el precio medio de 2009 en Baja California para la tarifa agrícola en baja tensión (Tarifa 9, 0.9835 \$/kWh) y para la tarifa de servicios públicos bombeo de agua potable (Tarifa 6, 1.2509 \$/kWh) y los resultados por este concepto son usados como referencia para el otro escenario, es decir no están

cargados sobre el costo de la producción el cual incluye el costo reportado por concepto de riego.

Es evidente que el Beneficio Bruto varía en función de los años húmedos y secos pero la tendencia final es a la baja, de tal forma que el Beneficio promedio en los 22 años es de \$266,428,358 pesos de 2009, mientras que en el 2009 se estimó en 311,507,247 pesos es decir una disminución del 14% en promedio.

VII.4. Escenario Repda Restringido. Costos y Beneficios

Parámetros técnicos.

La Tabla 9 presenta los resultados técnicos de los principales parámetros de este escenario, como son el área cultivada, el caudal promedio por pozo y el consumo eléctrico. Se mantiene un patrón de Recarga Inercial Variable, la extracción para uso público urbano crece con el incremento de la población y el trasvase se ajustó a un valor inicial del 100% (2,190,000) con un crecimiento anual de 1% para mantener el balance del abatimiento del nivel freático y los efectos del patrón de recarga y el uso público urbano. En este caso la extracción agrícola trata de crecer linealmente para agotar el Repda incrementando inicialmente sus áreas de cultivo manteniendo su esquema de operación (6,131 m³/ha). Esto incrementa el déficit y el abatimiento de tal forma que las áreas incrementadas y equipadas tienen que dejar de regarse cuando ya no es posible sostener el bombeo por la disminución del nivel freático.

Tabla 9. Escenario Repda Restringido. Parámetros técnicos (Área cultivada ha, caudal promedio por pozo L/s y consumo eléctrico kWh)

año	Área cultivada	Diferencia de Área cultivada	Porcentaje de área cultivada	Caudal por pozo Agrícola	Variación Caudal por pozo Agrícola	Consumo Eléctrico Uso Público	Consumo Eléctrico Uso Agrícola	Consumo Eléctrico Total	Var. Consumo Eléctrico Total
2009	1,456	0	100.00%	22.87	-2.13%	38,808	1,306,466	1,345,274	-1%
2010	1,566	110	107.55%	24.60	-38.36%	39,374	1,345,182	1,384,556	-43%
2011	1,676	220	115.10%	26.33	-42.24%	39,447	1,356,793	1,396,241	-51%
2012	1,786	330	122.65%	28.05	26.45%	46,161	1,501,003	1,547,164	19%
2013	1,896	440	130.20%	29.78	64.49%	56,468	1,686,364	1,742,833	62%
2014	2,006	550	137.75%	31.51	95.34%	71,699	1,905,154	1,976,853	103%
2015	1,896	440	130.20%	29.78	10.03%	89,997	1,822,574	1,912,571	17%
2016	1,786	330	122.65%	28.05	-3.49%	92,397	1,717,733	1,810,129	3%
2017	1,676	220	115.10%	26.33	134.08%	100,656	1,699,267	1,799,923	150%
2018	1,566	110	107.55%	24.60	167.25%	109,244	1,673,467	1,782,711	191%
2019	1,456	0	100.00%	22.87	-21.17%	110,004	1,537,064	1,647,068	-6%
2020	1,346	-110	92.45%	21.15	637.14%	120,001	1,512,070	1,632,071	467%
2021	1,236	-220	84.90%	19.42	20.60%	124,489	1,414,605	1,539,095	55%
2022	1,126	-330	77.35%	17.69	120.96%	131,763	1,335,054	1,466,817	171%
2023	1,016	-440	69.80%	15.97	155.58%	138,762	1,258,144	1,396,906	200%
2024	906	-550	62.25%	14.24	1089.93%	147,464	1,181,581	1,329,045	530%
2025	796	-660	54.70%	12.51	7474.66%	156,066	1,094,894	1,250,960	672%
2026	687	-769	47.15%	10.79	4.48%	159,931	969,559	1,129,490	65%
2027	577	-879	39.60%	9.06	-57.96%	158,408	813,812	972,220	-26%
2028	467	-989	32.05%	7.33	-80.76%	149,013	628,633	777,646	-67%
2029	357	-1,099	24.50%	5.60	-87.21%	136,112	448,950	585,062	-79%
2030	247	-1,209	16.95%	3.88	-81.07%	132,224	322,065	454,289	-64%
Total	27,525	-4,507	85.93%			2,348,488	28,530,436	30,878,924	12%

Se observa que el área cultivada aumenta hasta el 2014 para alcanzar hasta el 138% del área base y luego tiene que disminuir de tal forma que al 2020 ya se está por abajo del área base para llegar al 2030 con el 17%. El caudal por pozo del sector público es del

orden de 8% mayor que en el escenario sustentable, pero el caudal por pozo agrícola varía siguiendo el patrón de la recarga variable y al final del período disminuye drásticamente.

El efecto combinado del abatimiento del nivel freático y del caudal de extracción producen un incremento en el consumo de electricidad tanto para los pozos del sector agrícola como del sector público, pero además las bombas que estén instaladas a menos de 25 metros de profundidad ya no serán operables en forma confiable. El consumo eléctrico en general tiende a ser mayor que el escenario sustentable y globalmente se incrementa en 12%. Se puede considerar que la extracción agrícola en este esquema afecta los costos de extracción para uso público urbano considerada prioritaria.

Parámetros económicos

En la Tabla 10 se presentan los resultados de los parámetros económicos obtenidos como se describió en párrafos anteriores. Las variaciones son comparadas con respecto al escenario sustentable.

Tabla 10. Escenario Repda Restringido. Parámetros económicos (pesos de 2009)

año	Costo de la producción Agrícola	Valor de la producción Agrícola	Beneficio de la producción Agrícola	Variación con respecto al escenario Sustentable
2009	\$ 61,173,179.90	\$ 366,057,810	\$ 304,884,630	-2.13%
2010	\$ 65,791,701.44	\$ 393,694,855	\$ 327,903,153	-38.36%
2011	\$ 70,410,222.99	\$ 421,331,899	\$ 350,921,676	-42.24%
2012	\$ 75,028,744.53	\$ 448,968,943	\$ 373,940,199	26.45%
2013	\$ 79,647,266.08	\$ 476,605,987	\$ 396,958,721	64.49%
2014	\$ 84,265,787.62	\$ 504,243,032	\$ 419,977,244	95.34%
2015	\$ 79,647,266.08	\$ 476,605,987	\$ 396,958,721	10.03%
2016	\$ 75,028,744.53	\$ 448,968,943	\$ 373,940,199	-3.49%
2017	\$ 70,410,222.99	\$ 421,331,899	\$ 350,921,676	134.08%
2018	\$ 65,791,701.44	\$ 393,694,855	\$ 327,903,153	167.25%
2019	\$ 61,173,179.90	\$ 366,057,810	\$ 304,884,630	-21.17%
2020	\$ 56,554,658.35	\$ 338,420,766	\$ 281,866,108	637.14%
2021	\$ 51,936,136.81	\$ 310,783,722	\$ 258,847,585	20.60%
2022	\$ 47,317,615.26	\$ 283,146,677	\$ 235,829,062	120.96%
2023	\$ 42,699,093.72	\$ 255,509,633	\$ 212,810,539	155.58%
2024	\$ 38,080,572.17	\$ 227,872,589	\$ 189,792,017	1089.93%
2025	\$ 33,462,050.63	\$ 200,235,544	\$ 166,773,494	7474.66%
2026	\$ 28,843,529.08	\$ 172,598,500	\$ 143,754,971	4.48%
2027	\$ 24,225,007.54	\$ 144,961,456	\$ 120,736,448	-57.96%
2028	\$ 19,606,485.99	\$ 117,324,411	\$ 97,717,925	-80.76%
2029	\$ 14,987,964.44	\$ 89,687,367	\$ 74,699,403	-87.21%
2030	\$ 10,369,442.90	\$ 62,050,323	\$ 51,680,880	-81.07%
Total	\$ 1,156,450,574	\$ 6,920,153,008	\$ 5,763,702,434	-1.67%

Es evidente que el Beneficio Bruto tiende a ser mayor que el del escenario sustentable, pero hay que considerar que se incrementó el área de cultivo lo cual implicó inversiones adicionales. Al final la tendencia es a la disminución y globalmente es de 1.67% menor lo

cual representa \$97.7 millones de pesos del 2009. Sin embargo, esta diferencia aún hay que afectarla por los costos adicionales causados por la sobreexplotación.

VII.5. Impactos Económicos Ambientales

Impactos económico - ambientales debido a la reducción de la cámara de bombeo

Incremento en el consumo de electricidad

Como ya se mencionó el costo de la electricidad fue calculado utilizando el precio medio de 2009 en Baja California para la tarifa agrícola en baja tensión (Tarifa 9, 0.9835 \$/kWh) y para la tarifa de servicios públicos bombeo de agua potable (Tarifa 6, 1.2509 \$/kWh). La Tabla 11 presenta los costos asociados al consumo de electricidad por el bombeo tanto para uso público urbano como para el uso agrícola y los compara con los estimados para el Escenario Inercial Sustentable.

Tabla 11. Impacto por el incremento en consumo de electricidad (pesos de 2009)

año	Costo Electricidad Uso Publico Urbano	Costo Electricidad Uso Agrícola	Costo Electricidad Total	Var. costo Electricidad total	Var. costo Electricidad Total
2009	\$ 48,545	\$ 1,284,909	\$ 1,333,454	-\$ 17,584	-1.30%
2010	\$ 49,253	\$ 1,322,986	\$ 1,372,240	-\$ 1,027,262	-42.81%
2011	\$ 49,344	\$ 1,334,406	\$ 1,383,751	-\$ 1,417,126	-50.60%
2012	\$ 57,743	\$ 1,476,237	\$ 1,533,980	\$ 237,531	18.32%
2013	\$ 70,636	\$ 1,658,539	\$ 1,729,175	\$ 657,560	61.36%
2014	\$ 89,688	\$ 1,873,719	\$ 1,963,407	\$ 990,166	101.74%
2015	\$ 112,577	\$ 1,792,502	\$ 1,905,079	\$ 281,144	17.31%
2016	\$ 115,579	\$ 1,689,390	\$ 1,804,969	\$ 56,652	3.24%
2017	\$ 125,911	\$ 1,671,229	\$ 1,797,140	\$ 1,066,135	145.85%
2018	\$ 136,653	\$ 1,645,855	\$ 1,782,508	\$ 1,157,168	185.05%
2019	\$ 137,604	\$ 1,511,703	\$ 1,649,307	-\$ 101,893	-5.82%
2020	\$ 150,109	\$ 1,487,121	\$ 1,637,230	\$ 1,330,978	434.60%
2021	\$ 155,724	\$ 1,391,264	\$ 1,546,988	\$ 544,605	54.33%
2022	\$ 164,822	\$ 1,313,026	\$ 1,477,848	\$ 921,756	165.76%
2023	\$ 173,577	\$ 1,237,385	\$ 1,410,962	\$ 928,336	192.35%
2024	\$ 184,463	\$ 1,162,085	\$ 1,346,548	\$ 1,114,245	479.65%
2025	\$ 195,223	\$ 1,076,828	\$ 1,272,051	\$ 1,087,417	588.96%
2026	\$ 200,057	\$ 953,561	\$ 1,153,619	\$ 453,097	64.68%
2027	\$ 198,152	\$ 800,385	\$ 998,537	-\$ 323,632	-24.48%
2028	\$ 186,401	\$ 618,260	\$ 804,661	-\$ 1,548,796	-65.81%
2029	\$ 170,262	\$ 441,542	\$ 611,805	-\$ 2,136,156	-77.74%
2030	\$ 165,400	\$ 316,751	\$ 482,150	-\$ 784,720	-61.94%
Total	\$ 2,937,724	\$ 28,059,684	\$ 30,997,408	\$ 3,469,620	12.60%

Se observa que en general hay un incremento en el costo de la electricidad para ambos sectores para un incremento global de 13% que representa \$3,469,620 pesos de 2009, los cuales tienen afectar el beneficio bruto calculado por la sobreexplotación.

Efecto del Abatimiento del Nivel Freático. Incremento en el consumo de electricidad y modificación de las columnas de los pozos.

La Tabla 12 presenta los resultados en costo de la modificación de los pozos y el consumo de electricidad adicional por efecto del abatimiento del nivel freático.

Para estimar el impacto del abatimiento del nivel freático se supuso una correlación lineal entre abatimiento del nivel freático y el caudal específico (lps/m) y se simuló un pozo con un gasto de 20 lps obteniendo valores de la variación de la profundidad de la bomba y del consumo específico de electricidad (kwh/mca).

La aproximación planteada supone que por cada metro que disminuye el nivel, disminuye en la misma proporción la carga hidráulica sobre la succión de la bomba (aún cuando se conservara la transmisividad del acuífero) lo cual influye en el caudal específico (lps/m). Esto incrementa el consumo de electricidad específico de las bombas (kWh/mca) para el mismo gasto, indicando que se requiere gastar más electricidad para bombear el mismo caudal. Esto se refleja en la Tabla 12 como consumo adicional de electricidad la cual es evaluada con un costo unitario ponderado entre la tarifa agrícola y de servicio público. Esto representa \$8,858,056 pesos de 2009 adicionales que impactan el beneficio bruto calculado por la sobreexplotación

Tabla 12. Impacto por el abatimiento del nivel freático (m) por modificación de pozos y consumo adicional de electricidad (pesos de 2009).

año	Abatimiento	Abatimiento Acumulado	Nivel Freático	Modificación de pozos	Consumo adicional de electricidad
2009	-0.17	-0.17	-3.17	\$0	\$137,325
2010	1.27	1.09	-1.91	\$0	\$0
2011	1.65	2.74	-0.26	\$0	\$0
2012	-0.80	1.94	-1.06	\$154,464	\$0
2013	-1.37	0.57	-2.43	\$1,032,242	\$0
2014	-1.74	-1.17	-4.17	\$1,781,847	\$181,786
2015	-0.51	-1.68	-4.68	\$639,048	\$205,525
2016	-0.15	-1.83	-4.83	\$301,686	\$212,521
2017	-1.72	-3.55	-6.55	\$2,274,635	\$295,516
2018	-1.75	-5.30	-8.30	\$2,691,616	\$385,879
2019	0.35	-4.95	-7.95	\$481,635	\$368,201
2020	-2.04	-6.99	-9.99	\$3,349,786	\$479,579
2021	-0.58	-7.57	-10.57	\$1,995,755	\$513,564
2022	-1.21	-8.78	-11.78	\$2,261,227	\$585,395
2023	-1.21	-9.99	-12.99	\$3,162,212	\$660,684
2024	-1.54	-11.53	-14.53	\$3,830,218	\$760,610
2025	-1.47	-13.00	-16.00	\$4,085,754	\$861,555
2026	-0.32	-13.32	-16.32	\$2,978,196	\$887,107
2027	0.94	-12.38	-15.38	\$1,487,499	\$827,548
2028	2.73	-9.65	-12.65	\$0	\$655,360
2029	3.45	-6.20	-9.20	\$0	\$454,387
2030	1.34	-4.87	-7.87	\$0	\$385,511
Total	-4.87			\$32,507,821	\$8,858,056

Por otra parte, los efectos físicos mencionados anteriormente indican que la bomba tiene que ser colocada a mayor profundidad, lo cual implica modificar pozos profundizándolos y aumentando la flecha de la bomba. Se estima que un 10% de los pozos (en base a 225) serían modificados anualmente a un costo de \$6,546 y \$3, 238 pesos de 2009 por metro de profundización de pozos y por metro adicional de flecha, respectivamente. Globalmente se obtiene una inversión adicional de \$32,507,821 pesos de 2009, los cuales también tienen que ser cargados al beneficio bruto calculado por la sobreexplotación.

Impacto de la disminución de la reserva estratégica del agua del acuífero.

En la Tabla 13 se muestra el impacto económico estimado causado por la pérdida de la reserva estratégica en el acuífero.

Como ya se mencionó anteriormente en el Escenario de Repda Restringido el Uso Agrícola trata de aumentar progresivamente sus extracciones para cultivar más hectáreas teniendo como límite los derechos conferidos por el Repda. Sin embargo, tiene que limitar sus extracciones por el efecto del abatimiento que disminuye su posibilidad de bombeo. Aún así con este esquema puede seguir sobreexplotando el acuífero hasta el 2030 donde acumula una pérdida de reserva de 19 millones de metros cúbicos.

El problema total es definir ¿cuál es el valor estratégico del agua en la reserva del acuífero? La tendencia común es confundirse entre el costo, el precio y el valor del agua, el usuario lo relaciona con el costo del servicio, la extracción, la conducción, la distribución y en su caso la comercialización (del servicio).

Tabla 13. Impacto de la disminución de la reserva del agua del acuífero (m³ y pesos de 2009).

año	Déficit	Déficit Acumulado	Impacto de la disminución de la reserva
2009	-698,847	-698,847	\$6,205,757
2010	5,071,987	4,373,141	-\$45,039,247
2011	6,599,856	10,972,996	-\$58,606,719
2012	-3,216,123	7,756,873	\$28,559,176
2013	-5,495,143	2,261,730	\$48,796,869
2014	-6,954,492	-4,692,762	\$61,755,888
2015	-2,029,923	-6,722,684	\$18,025,714
2016	-584,456	-7,307,141	\$5,189,971
2017	-6,875,827	-14,182,967	\$61,057,341
2018	-7,009,125	-21,192,092	\$62,241,030
2019	1,385,559	-19,806,533	-\$12,303,763
2020	-8,155,114	-27,961,648	\$72,417,417
2021	-2,327,377	-30,289,025	\$20,667,107
2022	-4,823,342	-35,112,367	\$42,831,280
2023	-4,847,222	-39,959,590	\$43,043,335
2024	-6,155,095	-46,114,685	\$54,657,247
2025	-5,894,717	-52,009,402	\$52,345,090
2026	-1,268,047	-53,277,450	\$11,260,261
2027	3,774,510	-49,502,940	-\$33,517,649
2028	10,901,610	-38,601,330	-\$96,806,295
2029	13,791,276	-24,810,054	-\$122,466,528
2030	5,345,787	-19,464,268	-\$47,470,586
Total	-19,464,268		172,842,696

La extracción de un metro cúbico para uso agrícola varía desde 0.24 \$/m³ hasta 4.39 \$/m³ con el valor promedio de 1.56 \$/m³. Para el sector público el costo de extracción es del orden de 1.75 \$/m³ (Costos de extracción). Para el mismo sector público el costo total de suministro con indirectos asciende a 11.34 \$/m³, el precio medio para el sector doméstico es de 9.14 \$/m³ y para los sectores comercial e industrial 35.87 \$/m³ y 41.30 \$/m³, respectivamente.

Desde el punto de vista de fuentes alternas, desalar agua de mar significa invertir 5.76 \$/m³ y un costo de operación nivelado de 8.88 \$/m³ (Costos de agotamiento).

La Ley de Derechos del Agua ubica a Ensenada en la Zona de Disponibilidad 4 con un valor de derechos por metro cúbico de 10.0589 \$/m³ lo cual comparado con la Zona 9 para la cual se establece un costo de 1.4354 \$/m³ arroja una diferencia de 8.6235 \$/m³ (valor de escasez)

Considerando el costo de oportunidad a través de la productividad marginal del agua, el valor promedio estimado en el 2009 fue de 34.15 \$/m³, pero por cultivo se presentan variaciones desde 0.79 \$/m³ hasta 71.55 \$/m³, es evidente que el comportamiento de los mercados hace más representativo el valor promedio.

En base a lo anterior se seleccionó el costo de desalar agua de mar ($8.88 \text{ \$/m}^3$) para evaluar este concepto considerando que es la realidad actual más cercana para satisfacer la demanda del Uso Público Urbano. Esto implica un costo global de $\$172,842,696$ pesos de este impacto con cargo a los beneficios de la sobreexplotación.

Otros impactos asociados a la sobreexplotación.

Como se discutió anteriormente no se consideran impactos por abatimiento de la calidad del agua. En el caso de intrusión marina no se presenta significativamente en el acuífero del Valle de San Rafael y en el caso de concentración por agotamiento de la reserva estratégica no se considera que sea relevante.

No existen elementos para poder evaluar impactos por compactación y afectación de estructuras causados por la pérdida de espesor saturado, si bien se han considerados efectos indirectos por pérdida de transmisividad en la eficiencia del acuífero.

En cuanto a pérdidas de producción agrícola causadas por la sobreexplotación se tendría el efecto de incremento de salinidad que afectará el rendimiento por hectárea, no considerado en este análisis. Otro efecto es el de abrir nuevas áreas de cultivo apoyados por la sobreexplotación y al restringirse la extracción estas áreas se dejarían de regar, lo cual representa la pérdida de 110 hectáreas anuales desde el 2016 al 2030 con un costo promedio de $\$42,014$ pesos por ha representa un costo global de $\$69,277,823$ pesos de 2009.

VII.6. Resumen de los costos económicos – ambientales de sobreexplotación

La Tabla 14 presenta los resultados de la evaluación de impactos y sus costos económico ambientales de la sobreexplotación comparando con los beneficios de la misma.

Tabla 14. Costos y Beneficios de la Sobreexplotación (pesos de 2009).

año	Var. costo Electricidad total	Modificación de pozos	Consumo adicional de electricidad	Impacto de la disminución de la reserva	Impacto de pérdida de áreas de cultivo	Total de costos de la sobreexplotación	Beneficios Brutos de la Sobreexplotación	Beneficios netos de la Sobreexplotación
2009	-\$17,584	\$0	\$137,325	\$6,205,757	\$0	\$6,325,498	-\$6,622,616	-\$12,948,114
2010	-\$1,027,262	\$0	\$0	-\$45,039,247	\$0	-\$46,066,509	-\$204,081,808	-\$158,015,299
2011	-\$1,417,126	\$0	\$0	-\$58,606,719	\$0	-\$60,023,845	-\$256,640,310	-\$196,616,464
2012	\$237,531	\$154,464	\$0	\$28,559,176	\$0	\$28,951,171	\$78,221,975	\$49,270,804
2013	\$657,560	\$1,032,242	\$0	\$48,796,869	\$0	\$50,486,671	\$155,627,866	\$105,141,195
2014	\$990,166	\$1,781,847	\$181,786	\$61,755,888	\$0	\$64,709,687	\$204,982,543	\$140,272,856
2015	\$281,144	\$639,048	\$205,525	\$18,025,714	\$0	\$19,151,431	\$36,196,768	\$17,045,338
2016	\$56,652	\$301,686	\$212,521	\$5,189,971	\$4,618,522	\$10,379,352	-\$13,520,467	-\$23,899,819
2017	\$1,066,135	\$2,274,635	\$295,516	\$61,057,341	\$4,618,522	\$69,312,148	\$201,007,529	\$131,695,381
2018	\$1,157,168	\$2,691,616	\$385,879	\$62,241,030	\$4,618,522	\$71,094,215	\$205,205,979	\$134,111,764
2019	-\$101,893	\$481,635	\$368,201	-\$12,303,763	\$4,618,522	-\$6,937,298	-\$81,868,453	-\$74,931,155
2020	\$1,330,978	\$3,349,786	\$479,579	\$72,417,417	\$4,618,522	\$82,196,282	\$243,628,381	\$161,432,099
2021	\$544,605	\$1,995,755	\$513,564	\$20,667,107	\$4,618,522	\$28,339,553	\$44,220,328	\$15,880,775
2022	\$921,756	\$2,261,227	\$585,395	\$42,831,280	\$4,618,522	\$51,218,179	\$129,101,538	\$77,883,359
2023	\$928,336	\$3,162,212	\$660,684	\$43,043,335	\$4,618,522	\$52,413,089	\$129,546,431	\$77,133,342
2024	\$1,114,245	\$3,830,218	\$760,610	\$54,657,247	\$4,618,522	\$64,980,841	\$173,842,233	\$108,861,392
2025	\$1,087,417	\$4,085,754	\$861,555	\$52,345,090	\$4,618,522	\$62,998,338	\$164,571,765	\$101,573,426
2026	\$453,097	\$2,978,196	\$887,107	\$11,260,261	\$4,618,522	\$20,197,181	\$6,169,106	-\$14,028,075
2027	-\$323,632	\$1,487,499	\$827,548	-\$33,517,649	\$4,618,522	-\$26,907,712	-\$166,441,328	-\$139,533,617
2028	-\$1,548,796	\$0	\$655,360	-\$96,806,295	\$4,618,522	-\$93,081,209	-\$410,251,732	-\$317,170,523
2029	-\$2,136,156	\$0	\$454,387	-\$122,466,528	\$4,618,522	-\$119,529,775	-\$509,337,675	-\$389,807,901
2030	-\$784,720	\$0	\$385,511	-\$47,470,586	\$4,618,522	-\$43,251,273	-\$221,279,504	-\$178,028,231
Total	\$3,469,620	\$32,507,821	\$8,858,056	\$172,842,696	\$69,277,823	\$286,956,016	-\$97,721,452	-\$384,677,468

Los costos económico ambientales totalizan \$286,956,013 pesos de 2009 de los cuales el 60% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica, el 24% a la pérdida de áreas de cultivo, el 11% a la modificación de pozos y el 4% al costo excedente en electricidad. Es evidente que la pérdida aparente de \$97,721,452 de la sobreexplotación sobre el escenario sustentable se termina con una pérdida total de \$384,677,468.

VII.7. Análisis de la Relación Beneficio – costo de la Sobreexplotación

Dadas las condiciones propuestas en este análisis, al revisar el Escenario Inercial Sustentable la relación Beneficio/ Costo (B/C) es constante en 4.98 y la Productividad del Agua en Pesos de Beneficio por metro cúbico de agua extraída para la agricultura también se mantiene constante en 34.15 \$/m³. Si se analiza por separado el Escenario Repda Restringido sin considerar los costos de los impactos económico ambientales se llegaría a los mismos valores.

Al considerar los costos de la sobreexplotación para evaluar los beneficios netos de la producción en el Escenario Repda Restringido la relación Beneficio Costo (B/C) disminuye a 3.79 (ver Tabla 15). Por otra parte la productividad del agua es ligeramente menor ubicándose globalmente en 32.45 \$/m³. Al analizar los beneficios de la sobreexplotación (diferencia de beneficios entre los dos escenarios) y compararlos con los costos de la sobreexplotación se obtiene una relación beneficio costo menor siendo el valor promedio de 1.44.

Tabla 15. Relación costo Beneficio de la Sobreexplotación (pesos de 2009).

año	Total de costos de la sobreexplotación	Beneficios netos de la Producción Repda Restringido	B/C	Productividad del Agua	Beneficios de la Sobreexplotación	B/C	Costo del agua por la sobreexplotación
2009	\$6,325,498	\$298,559,132	4.42	33.45	-\$12,948,114	-	-
2010	-\$46,066,509	\$373,969,662	18.96	38.95	-\$158,015,299	-	-
2011	-\$60,023,845	\$410,945,521	39.57	40.00	-\$196,616,464	-	-
2012	\$28,951,171	\$344,989,028	3.32	31.51	\$49,270,804	1.70	\$ 12.64
2013	\$50,486,671	\$346,472,050	2.66	29.81	\$105,141,195	2.08	\$ 11.08
2014	\$64,709,687	\$355,267,557	2.38	28.89	\$140,272,856	2.17	\$ 10.78
2015	\$19,151,431	\$377,807,291	3.82	32.51	\$17,045,338	0.89	\$ 18.07
2016	\$10,379,352	\$363,560,847	4.26	33.21	-\$23,899,819	-	-
2017	\$69,312,148	\$281,609,528	2.02	27.41	\$131,695,381	1.90	\$ 11.78
2018	\$71,094,215	\$256,808,938	1.88	26.75	\$134,111,764	1.89	\$ 11.83
2019	-\$6,937,298	\$311,821,928	5.75	34.93	-\$74,931,155	-	-
2020	\$82,196,282	\$199,669,825	1.44	24.19	\$161,432,099	1.96	\$ 11.52
2021	\$28,339,553	\$230,508,032	2.87	30.42	\$15,880,775	0.56	\$ 21.89
2022	\$51,218,179	\$184,610,883	1.87	26.74	\$77,883,359	1.52	\$ 13.55
2023	\$52,413,089	\$160,397,451	1.69	25.74	\$77,133,342	1.47	\$ 13.82
2024	\$64,980,841	\$124,811,176	1.21	22.46	\$108,861,392	1.68	\$ 12.77
2025	\$62,998,338	\$103,775,156	1.08	21.25	\$101,573,426	1.61	\$ 13.07
2026	\$20,197,181	\$123,557,790	2.52	29.36	-\$14,028,075	-0.69	\$ 111.82
2027	-\$26,907,712	\$147,644,160	-55.04	41.77	-\$139,533,617	-	-
2028	-\$93,081,209	\$190,799,135	-2.60	66.69	-\$317,170,523	-	-
2029	-\$119,529,775	\$194,229,177	-1.86	88.81	-\$389,807,901	-	-
2030	-\$43,251,273	\$94,932,153	-2.89	62.74	-\$178,028,231	-	-
total	\$286,956,016	\$5,476,746,418	3.79	32.45	-\$384,677,468	-	-

Al analizar los costos de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva (déficit) el costo asociado a la misma se ubica en un promedio de 21.13\$/m³.

VII.8. Conclusiones.

- El análisis aquí presentado hace evidente los grandes riesgos de seguir manejando los recursos acuíferos sin una planificación sistémica a largo plazo. La creencia de que el recurso es inagotable y de que siempre ocurrirá una precipitación oportuna, el atractivo de la oportunidad de los mercados y la atracción de incrementar las utilidades evitando invertir y gastar en nuevas tecnologías o en proteger y mitigar los impactos al medio ambiente conducirá a daños irreparables a los sistemas en el mediano plazo y finalmente la promesa de los grandes beneficios de hoy se traducirá en las pérdidas del mañana.
- La Evaluación del 2009 cultivando 1456 ha con consumos de agua de 6,131 m³/a para obtener relaciones Beneficio Costo de 4.98 y productividades del agua de 34.15 \$/m³, al compararla con los escenarios inerciales Sustentable y Repda Restringido, para el primer caso con los mismos parámetros implica extraer globalmente la misma agua para la agricultura (1% más), cultivar el 2% más de tierra comparado con el Repda Restringido. En los beneficios no hay un cambio significativo globalmente en el período de 22 años, 98 millones de pesos más en el escenario sustentable, pero en ambos casos el promedio anual se reduce en 23% comparado con la referencia de 2009
- Aparentemente no hay una diferencia significativa entre ambos escenarios analizados y ante la imposibilidad o el temor de lograr extraer a la capacidad que se tiene derecho por el Repda se puede tomar la decisión del Escenario Inercial de Repda Restringido que aparenta prometer la misma relación Beneficio Costo, la misma productividad del agua y este es el gran riesgo de las tomas de decisiones tomadas sin información y estudios sustentados en la misma, sin el apoyo de una planificación integral participativa.
- Al evaluar los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación el escenario Repda Restringido cae por el peso de los indicadores que reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 3.79 (24% menos) y el valor de la productividad del agua disminuye ligeramente a 32.45 \$/m³. Es evidente que el camino de la sobreexplotación del acuífero no es la solución técnica, económica, ambiental y social ni en el corto, mediano ni en el largo plazo. Definitivamente la base es el Escenario Sustentable No Inercial, es decir hay que optimizar para llegar a Escenarios Sustentables Tecnificados y esto es lo que soporta el desarrollo de los Planes de Manejo de los Acuíferos objeto de estos trabajos.
- Al analizar los costos y precios del agua se observa la gran diferencia entre los mismos y la discrepancia con el concepto del valor del agua. En términos del costo directo de extracción las cantidades son del orden de 1.56 \$/m³ en la agricultura y de 1.75 \$/m³ para el sector público, en este último sector conducir y poner el agua a disposición de los usuarios el costo asciende a 11.34 \$/m³, y el balance final genera un precio medio para el sector doméstico de 9.14 \$/m³ y para los sectores comercial e industrial 35.87

$\$/m^3$ y $41.30 \$/m^3$, respectivamente. Considerando el uso de fuentes alternas como desalar agua de mar significa invertir $5.76 \$/m^3$ y un costo de operación nivelado de $8.88 \$/m^3$. El costo de escasez en base a La Ley de Derechos del Agua arroja un valor de $8.6235 \$/m^3$, mientras que el costo de oportunidad a través de la productividad del agua produce un valor promedio de $34.15 \$/m^3$. Los costos de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva se ubica en un promedio de $21.13 \$/m^3$. Esta referencia puede ser tomada como base para priorizar o calificar las acciones del Plan de Manejo por su costo cuando el valor del metro cúbico rescatado o de incremento a la disponibilidad o la combinación sean menores.

- Los costos económico ambientales totalizan $\$287$ millones de pesos de 2009 de los cuales el 60% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 24% a la pérdida de áreas de cultivo. Un plan de manejo del acuífero con un costo similar es completamente razonable para el desarrollo sustentable del Acuífero del Valle de San Rafael.
- Tecnificación de la Agricultura, programas de ahorro y uso eficiente del agua en la agricultura y en el uso público urbano, el uso de fuentes alternas como desalar agua de mar, obras para incrementar la recarga del acuífero, el reuso de aguas residuales, el evitar la contaminación del acuífero con aguas residuales no tratadas y sobre todo la inducción y el desarrollo de una cultura para el manejo sustentable del acuífero son acciones de un plan de manejo cuya ejecución constituyen la solución en el corto mediano y largo plazo.

CAPITULO VIII
PLANEACIÓN PARTICIPATIVA
ZOPP

CONTENIDO

CONTENIDO	2
CAPITULO VIII. PLANEACIÓN PARTICIPATIVA ZOPP	3
VIII.1. EL MÉTODO ZOPP	6
VIII.2. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO A LOS SECTORES INTERESADOS.	9
VIII.3. ÁRBOL DE PROBLEMAS.	10
VIII.4. ÁRBOL DE OBJETIVOS	12
VIII.5. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DEL PLAN DE MANEJO.	13
VIII.6. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES ESPECÍFICAS DEL PLAN DE MANEJO	14
VIII.7. ANÁLISIS DE LOS INVOLUCRADOS.	15

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	PLANEACIÓN PARTICIPATIVA COMO UNA VISIÓN INTEGRAL DEL MEDIO.	4
FIGURA 2.	PROCESO DE PLANEACIÓN PARTICIPATIVA	6
FIGURA 3.	DIAGRAMA PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO ZOPP	9
FIGURA 4.	DIAGRAMA DE OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DEL PLAN DE MANEJO	18

CAPITULO VIII. PLANEACIÓN PARTICIPATIVA ZOPP

La Ley de Aguas Nacionales (LAN), destaca que uno de los principios que sustenta la Política Hídrica Nacional es la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), o sea, el proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico, de una manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Asimismo, en su Título Tercero Capítulo Único se menciona que la planificación hídrica es de carácter obligatorio para la gestión integrada de los recursos hídricos, la conservación de recursos naturales, ecosistemas vitales y el medio ambiente, y que para llevar a cabo el proceso de planificación y programación en el sector, se deberán considerar los contenidos de la programación hídrica nacional, regional y local (por cuenca hidrológica o acuífero). Adicionalmente, se reconoce que la gestión integrada se llevará a cabo en forma descentralizada, con la participación directa de los actores locales y por cuenca hidrológica.

La planeación de los recursos hídricos no puede plantearse como un esfuerzo aislado, tanto del resto de los sectores de la economía, como de la gestión de los recursos naturales asociados a las cuencas, por lo que el ámbito de aplicación de los proyectos va más allá del ámbito de atribuciones propias de la Comisión Nacional del Agua. La opinión de la sociedad tiene un papel importante por lo que se le involucra cada vez mas en la toma de decisiones que induzcan al manejo y desarrollo de los recursos hídricos dentro las cuencas y acuíferos seleccionados en los Estados, sin perder de vista el beneficio común y promover el desarrollo sustentable. Esto implica el establecimiento de directrices donde converjan dependencias, instituciones y organismos de los tres niveles de gobierno, los usuarios del agua, los beneficiarios, el sector privado y los grupos interesados de la sociedad, es decir en hacer planeación participativa.

La Planeación Participativa es un movimiento ascendente por el cual se escucha la voz de la comunidad, es un proceso de construcción de su propio desarrollo, de consensos, de aprendizaje y de fortalecimiento tanto de la sociedad civil como de la administración de los diversos niveles de gobierno, en especial del municipal; implica una presencia y acción permanente de la sociedad local, el conocimiento de su territorio y el aprendizaje de la cultura del diálogo, de la negociación y la aceptación y solución de conflictos, cuando éstos se presentan.

La Planeación Participativa es un proceso y, como tal, contiene varias etapas o momentos que serán el sustento de la definición de metas que se planteen los integrantes de una localidad, así como la posibilidad de lograr la sustentabilidad de los recursos naturales de la zona y de la infraestructura y las actividades productivas.

Otros logros que pueden obtenerse mediante la Planeación Participativa son:

La construcción de una cultura de participación social y ciudadana.

La institucionalización de instancias de concertación social, pública y privada.

La construcción de una visión compartida para el espacio que se ocupa.

La generación o el desarrollo de condiciones de sustentabilidad (social, económica y ambiental)

La Planeación Participativa, integral por definición, considera todos los aspectos que inciden, que repercuten o están presentes en la vida de una localidad (figura 1). La participación es un proceso por el cual los actores asumen el control sobre el desarrollo de las iniciativas que les afectan; la planeación es cómo lograr este control. A continuación se mencionan los aspectos más importantes de la planeación participativa, organizados en cuatro grupos:

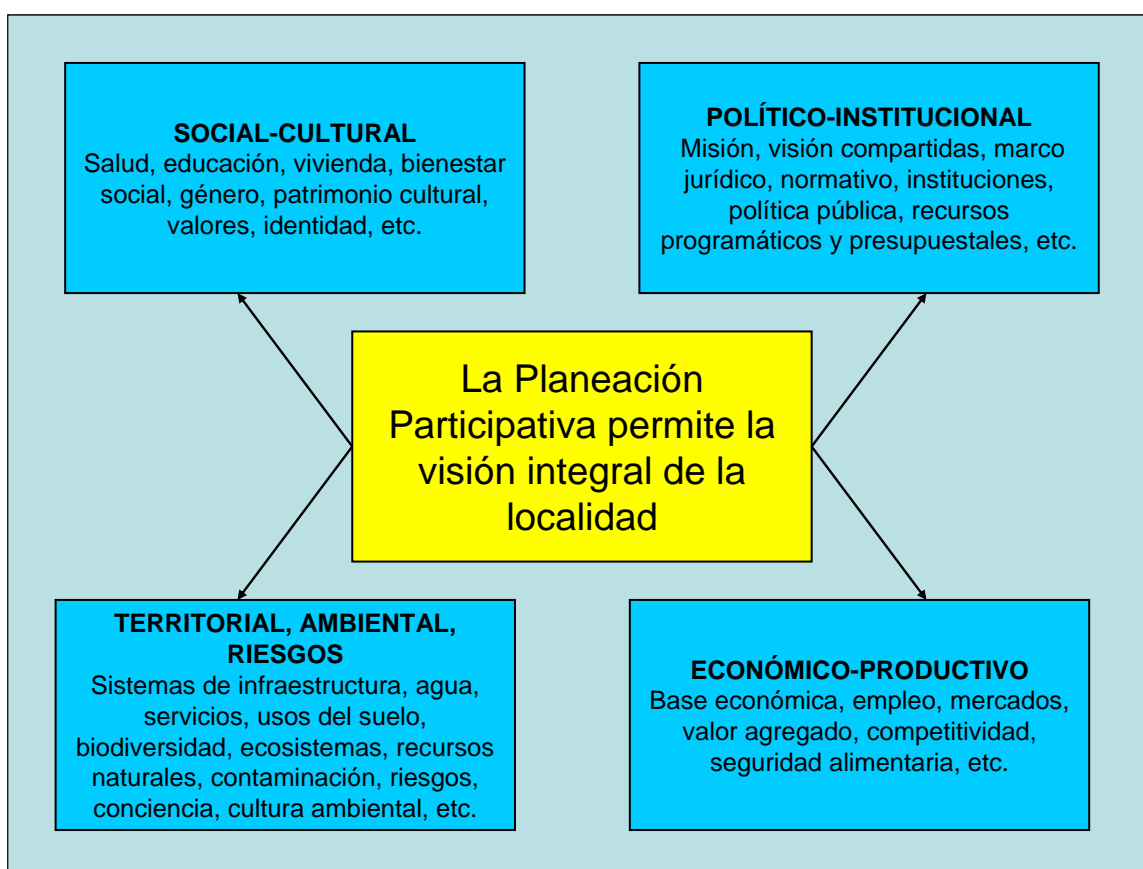


Figura 1. Planeación participativa como una visión integral del medio.

Social-cultural.- Se refiere a la actitud individual y colectiva y sus múltiples interrelaciones entre una y otra. Se requiere la construcción y reforzamiento de liderazgo, compromiso y continuo aprendizaje social sobre evidencias y hechos concretos, que se vayan experimentando progresivamente. Los resultados dependerán de la actitud de los actores involucrados, de la existencia de voluntad y decisión política del gobierno

correspondiente, que otorgue representatividad, legitimidad, credibilidad al proceso y calidad de participación a todos los actores.

Es necesario un equipo de trabajo competente e idóneo que coordine la realización del proceso: actores clave de las localidades, funcionarios, autoridades, facilitadores, etc. Asimismo, el tiempo que se emplee debe ser el necesario y suficiente para madurar el proceso. La adecuada comprensión de los valores y cultura locales contribuirá a la definición de prioridades, metas y el mejoramiento de indicadores críticos, para generar un amplio respaldo social, identidad, valores, autoestima, corresponsabilidades y solidaridad, entre otros.

Económico-productivo.- El éxito en las actividades económicas que surjan de este proceso estará vinculado con el hecho de que la inversión se dirija realmente a los objetivos que se logren de los consensos participativos, del cumplimiento de las responsabilidades aceptadas, de la utilización adecuada de los recursos y capacidades disponibles y de lo acertado que haya sido la alternativa seleccionada por todos.

Territorial, ambiental, riesgos.- La sustentabilidad se vincula con el proceso participativo, puesto que las acciones e inversiones deben generar impactos positivos en el medio ambiente, eliminando o reduciendo los impactos negativos específicos. También deben incorporarse los elementos de prevención y control de riesgos, vulnerabilidades e impactos negativos que afecten los entornos de interrelación y desarrollo humano que involucra el proceso.

Político-institucional, democrático.- Es necesario considerar el respaldo de las instituciones, para que las acciones e inversiones necesarias no se vean obstaculizadas en el periodo que se tiene contemplado realizar un proyecto, sobre todo como repercusión de los cambios en la administración de los diferentes niveles de gobierno.

Las autoridades locales deben actuar a favor de toda la sociedad contribuyendo a la participación de calidad, a la gestión pública, proveyendo servicios en función del bien colectivo, de manera equitativa y justa para todos, en función de la visión compartida, que se haya alcanzado.

El proceso de Planeación Participativa requiere una construcción continua, cíclica y progresiva para el largo plazo como se ve en la figura de abajo. Los avances y resultados dependen del nivel de cumplimiento de condiciones previas, la disponibilidad de información, insumos y sustentos clave (propios de cada entorno local), que faciliten la interacción y efectiva comunicación de los actores y que los habitantes se apropien del proceso, se empoderen, cada vez más.

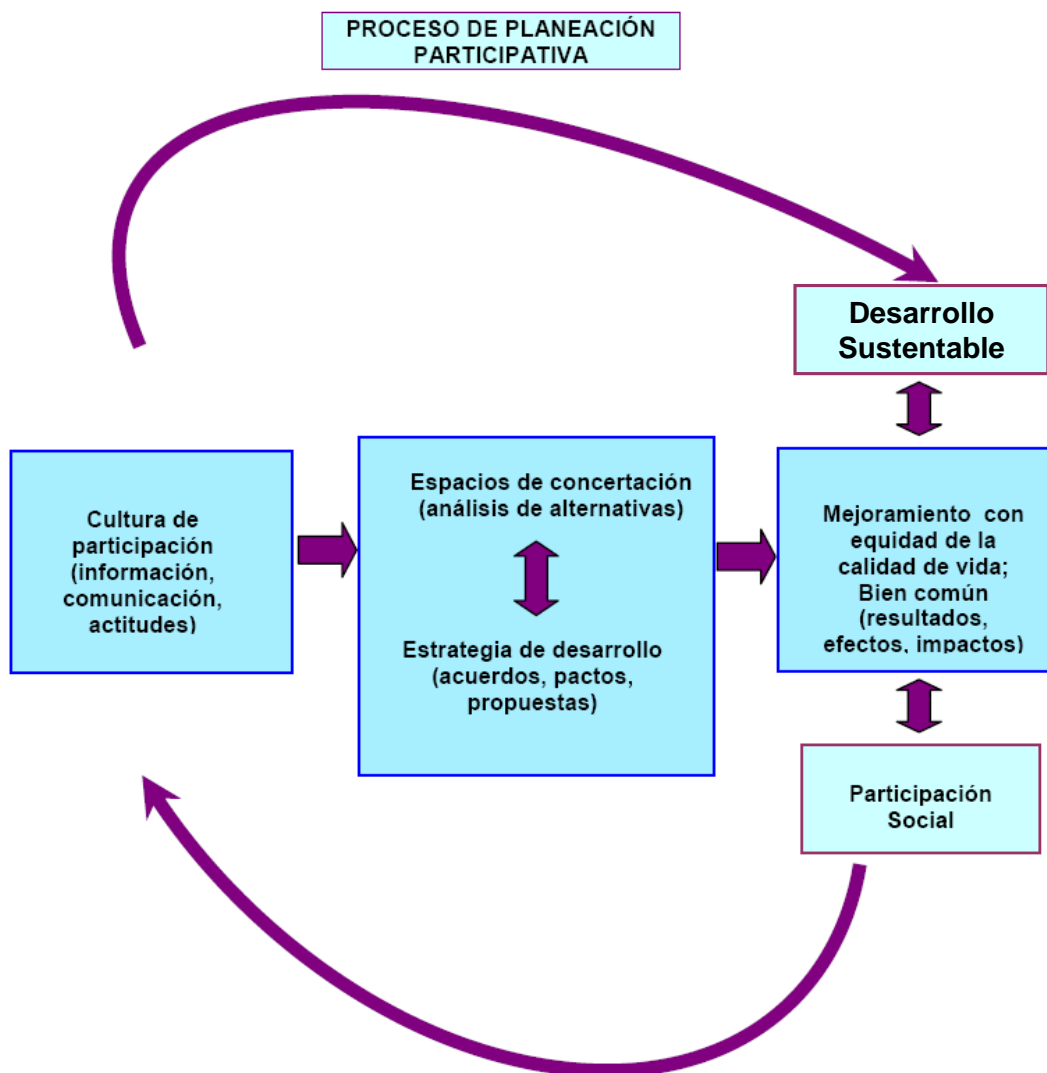


Figura 2. Proceso de Planeación Participativa

VIII.1. El Método ZOPP

El método ZOPP es un sistema de técnicas y procedimientos para la planeación de proyectos con especial orientación a la acción. El nombre del método proviene de la denominación alemana Ziel Orientierte Projekt Planung (Planeación de Proyectos Orientada a Objetivos). El ZOPP es el método oficial de planeación de proyectos de la Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) Organismo Alemán para la Cooperación Técnica, que forma parte del Ministerio Federal de Cooperación Económica del gobierno alemán.

Es un método participativo de reflexión, discusión y creación colectiva que requiere de la acción y el compromiso de los participantes en el proyecto y del consenso en sus decisiones.

El método se realiza reuniéndose un grupo de planeación integrado por los involucrados en la situación problemática a ser analizada. A su vez, el grupo se divide en subgrupos de intereses y expectativas afines, los cuales definirán el problema y lo abordarán mediante cada una de las etapas del método.

Para esto, se hace un registro de los grupos importantes, personas, instituciones relacionados con el proyecto o que se encuentran en su área de influencia. Se forman categorías de los mismos: beneficiarios, afectados, activos, simpatizantes, oponentes, etc...

En la integración del grupo de planeación es además importante analizar: su naturaleza (número, origen social, religión, aspectos culturales,...), su organización (formal o informal, misión, objetivos,...), su estructura (jerarquía, liderazgo, funciones,...), y su situación actual y sus problemas.

Con el fin de llevar a cabo el diseño del Proyecto "Integración del Plan de Ordenamiento del Acuífero 0217 San Rafael, Municipio de Ensenada, Baja California, se utilizó el Método de planeación participativa ZOPP. Este método, es un método participativo de toma de decisiones por consenso, con equipos de trabajo interdisciplinarios y sin diferencia de jerarquías entre sus participantes, con moderación externa especializada. Su fundamento de trabajo es un diagnóstico participativo y la definición de una visión conjunta y una estrategia de acción concertada entre los participantes. El objetivo central es que con una amplia participación de los involucrados en el manejo del agua, definir y analizar las acciones concretas de reducción de la demanda, de manejo de la disponibilidad y fuentes alternas de suministro, a nivel de cada acuífero y de la región.

La metodología fue aplicada por el grupo de participantes, constituido por representantes de los diferentes usos del agua existentes en la región, y como invitados diferentes dependencias de los tres niveles de gobierno y los COTAS, vinculadas con las actividades productivas de los usuarios del agua; Instituciones de Investigación y Organizaciones No Gubernamentales, todos ellos con probada capacidad de análisis de la problemática de recuperación de los acuíferos de la región. Se espera que este grupo continúe el proceso de planeación, apoye las gestiones necesarias para la generación o aportación de recursos técnicos, financieros y materiales, para la ejecución de las acciones establecidas, así como para promover la integración de comisiones de trabajo para el análisis y atención de asuntos específicos planteados en este proyecto.

El método ZOPP conduce a un proceso ordenado de reflexión conjunta, así como también a la comprensión uniforme por todos los involucrados de la meta a lograr, la problemática que tiene que ser resuelta y las acciones a emprender y sus implicaciones de los términos

empleados. De esta manera se facilita la comunicación y la cooperación entre todos los participantes.

El ZOPP como metodología de planeación tiene ventajas comparativas en todas las situaciones donde es necesario armonizar e integrar intereses diversos, generar legitimación y participación en las definiciones y ejecución. No sustituye los diagnósticos especializados y diseños técnicos —como estudios de campo y análisis sociales, ruta crítica, análisis de riesgo o jerarquización multicriterios— sino, más bien, los complementa e incluso puede integrarlos en un proceso ordenado.

Las ventajas de utilizar la metodología de planeación participativa, consisten fundamentalmente en lo siguiente:

- Lograr un entendimiento común de los problemas que deben ser resueltos para lograr la meta propuesta y de las interrelaciones que existen entre los problemas a resolver.
- Mejorar la comunicación y establecer las bases de cooperación entre los participantes a través de la planeación conjunta.
- Proporcionar una definición clara y realista de los medios para lograr el fin deseado y crear una base de trabajo de compromiso para todos los involucrados.
- Definir las áreas de responsabilidad de los involucrados en la realización de las acciones planteadas con los tiempos y costos asociados.
- Establecer los indicadores para el seguimiento y evaluación del proyecto.

La metodología aplicada, consta de los siguientes instrumentos:

Diagrama para la Aplicación del Método ZOPP

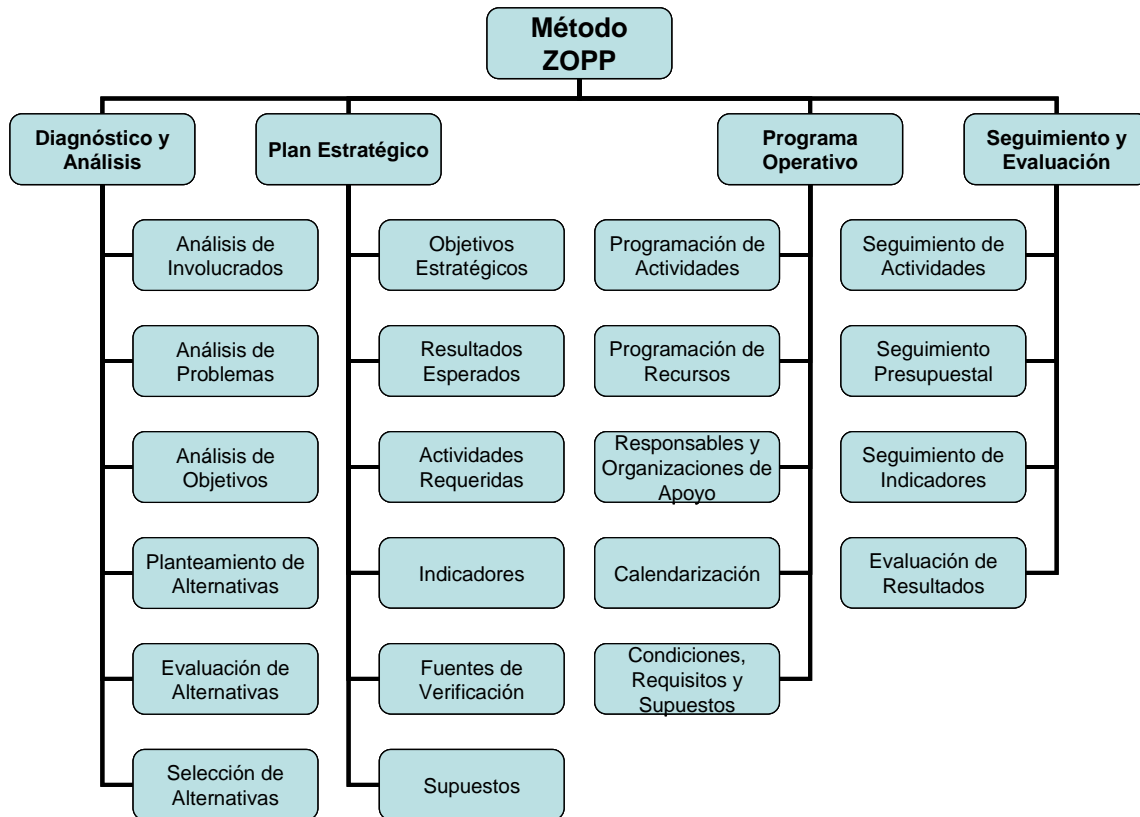


Figura 3. Diagrama para la aplicación del método ZOPP

VIII.2. Presentación del proyecto a los sectores interesados.

En esta primera serie de reuniones, conjuntamente con los asistentes, el grupo de desarrollo del proyecto hizo la presentación general del mismo, incluyendo sus objetivos general y específicos, analizó y discutió las diversas etapas que lo conforman, y se establecieron los canales de comunicación con los participantes a fin de obtener de las instituciones involucradas la información específica para la elaboración del proyecto.

El proceso de Planeación Participativa comprendió un conjunto de reuniones con los sectores involucrados, las cuales se realizaron entre los meses de septiembre a diciembre de 2009, en instalaciones que se consideraron como las más adecuadas posibles en cuanto a su ubicación, capacidad, comodidad y disponibilidad de los servicios requeridos.

Es además importante señalar que independientemente de las reuniones sostenidas con los actores involucrados, se realizaron una serie de visitas de campo para constatar la existencia de los problemas que se señalaban, y que en algunas de éstas se contó con la valiosa presencia de una gran cantidad y variedad de productores y de representantes de las instituciones que participaban en las reuniones de planeación participativa.

La presentación realizada se incluye en este documento como Anexo 3-1.

VIII.3. Árbol de Problemas.

Es el diagnóstico de la situación, realizado a partir de la identificación del problema central. Se vierten todos los problemas principales existentes en el área de análisis, relacionados con el problema central identificado. Estos problemas están a su vez vinculados entre sí mediante relaciones de causa - efecto, siendo los niveles inferiores causas de los problemas situados en los niveles superiores, con los cuales tiene una relación directa, expresada mediante una línea de unión.

El árbol de problemas se incluye en este documento como Anexo 3-2.

Esta metodología, además, nos permite acoplar una herramienta para ponderar y jerarquizar la problemática identificada con el fin de identificar los factores más relevantes en el impacto social y ambiental para la definición de los objetivos del plan de manejo. Esta herramienta es la matriz de Luna Leopold.

La matriz de Luna Leopold consiste en la relación de elementos de la problemática que pueden causar impactos o alteraciones a los distintos componentes del medio biofísico, social, económico e institucional.

Esta matriz es uno de los métodos más utilizados en la evaluación de impacto social y ambiental, para casi todo tipo de proyecto, particularmente en la elaboración de planes de manejo sustentable.

Tiene la ventaja que permite la estimación subjetiva de los impactos, mediante la utilización de una escala numérica; la comparación de alternativas; la determinación de interacciones, la identificación de las acciones de proyecto que causan impactos de menor o mayor magnitud e importancia. En cuanto a las desventajas, además del grado de subjetividad que se emplea en la evaluación de los impactos, no considera los impactos indirectos de proyecto.

La matriz consta de los siguientes componentes:

- Identificación de los problemas que deben de ser resueltos y de los componentes del medio ambiental afectado.
- Estimación subjetiva de la magnitud del impacto, en una escala específica, con la finalidad de reflejar la magnitud del impacto o alteración.
- Evaluación subjetiva de la importancia o intensidad del impacto, en una escala determinada.

En cada celda de la matriz en que se cruzan los grupos de problemas identificados o factores con las afectaciones al medio ambiente.

En nuestro caso, los problemas identificados fueron agrupados en siete factores que son:

1. Infraestructura hidráulica y mantenimiento,
2. Problemas socioeconómicos,
3. Problemas administrativos,
4. Problemas económicos
5. Problemas técnico agrícolas,
6. Problemas técnico hidráulicos, y
7. Problemas de política pública.

Posteriormente, se establece la descripción cualitativa de la interacción, así como la asignación de la fuerza de la interacción, de acuerdo a la siguiente clasificación:

1. Interacción ligera
2. Interacción moderada
3. Interacción relevante
4. Interacción crítica

También se debe de tener una clara percepción del tipo de impacto que tiene el factor con respecto al medio ambiente, debiéndose clasificar en:

1. Impacto Positivo
2. Impacto Negativo

Respecto a la extensión del impacto, ésta deberá de clasificarse en:

1. Impacto Puntual
2. Impacto Parcial o Limitado
3. Impacto Extendido o Extremo
4. Impacto Total

Con respecto a la persistencia del impacto, su clasificación es en:

1. Impacto Fugaz o Transitorio
2. Impacto Temporal Recurrente
3. Impacto Temporal Cíclico o Periódico
4. Impacto Permanente

Con respecto a las consecuencias del impacto, su clasificación es en:

1. Letal
2. Irreversible
3. Mitigable
4. Recuperable

Por su Relación Causa - Efecto:

1. Impacto Directo Simple
2. Impacto Directo Acumulativo
3. Impacto Sinérgico
4. Impacto Indirecto

Este análisis de los factores que interactúan con cada una de las afectaciones al medio ambiente, permite establecer cuáles son los elementos determinantes sobre el sistema de los que hay que realizar un análisis más detallado para obtener un modelo estratégico que le de un mayor peso específico a los factores más relevantes que influyen en cada una de las afectaciones y que tienen una mayor influencia sobre el sistema en lo general y sobre los escenarios que de él se planteen.

En el siguiente punto, se presentan los objetivos para el plan de manejo, obtenidos mediante la evaluación y jerarquización de la problemática consensada con los sectores involucrados.

VIII.4. Árbol de Objetivos

Es el procedimiento para describir la situación deseada a la que se quiere llegar mediante la solución de los problemas, transformar las relaciones causa-efecto en relaciones medios-fines e identificar las posibles alternativas para el proyecto.

Este es un ejercicio de prospectiva que se basa en construir el estado ideal del objeto de planeación, en un horizonte de tiempo determinado, contrastando con los resultados del diagnóstico de las condiciones y problemática actuales, y que finalmente proponga las estrategias y los medios operativos para definir la trayectoria que confluya con el ideal deseado.

El quehacer de la prospectiva está en el presente. Ya no son posibles los proyectos lineales, las predicciones o las adivinanzas respecto a una sociedad, un sector o una institución. El futuro es impredecible, pero puede ser construido. Por ello, cuando se intenta dar una imagen cercana de futuro, ésta se hace con la intención de propiciar cambios en la situación actual.

Este enfoque permite la observación de los fenómenos desde una nueva perspectiva. En ella se trata de incorporar la previsión del futuro al análisis de los procesos sociales,

sectoriales o institucionales. El fundamento está en proyectarse desde una perspectiva del futuro y pasar de la intencionalidad a la acción con base en un proyecto construido.

Este enfoque aporta tres características básicas: contribuye a la reorientación de las condiciones presentes para adecuarlas a la visión de futuro al que se aspira, fortalece el desarrollo de una cultura previsoras y proactiva, y permite las condiciones para la construcción de consensos.

En el uso de este enfoque es importante considerar que la prospectiva se preocupa más por brindar alternativas futuras que por responder a la pregunta ¿qué sucederá?. Asimismo, las imágenes futuras diseñadas no se valoran por la precisión o cumplimiento de los hechos o eventos señalados, sino por la participación, creatividad y visión integradora que encierran; pero sobre todo, por lograr a través del diseño del futuro, una mejor comprensión del presente y de nuestro activo papel en él.

El árbol de problemas se incluye en este documento como Anexo 3-3.

VIII.5. Definición de Objetivos Estratégicos del Plan de Manejo.

Los objetivos estratégicos que se identificaron para el Plan de Manejo, son los siguientes:

Objetivo Superior

Crecimiento sostenido de la región.

Objetivos del Plan

Hacer un uso sustentable del acuífero.

Objetivo General:

Estabilizar los acuíferos de la región, reduciendo gradualmente la sobreexplotación y con ello frenar la degradación de la calidad del agua, factores que restringen en la actualidad y a futuro el desarrollo socioeconómico regional.

Implantar una política integral de manejo de los volúmenes del acuífero, que garantice un desarrollo sostenido de las actividades que desempeñan los usuarios del agua.

Hacer efectiva la ejecución de medidas que moderan la demanda de agua del acuífero e incrementan la oferta de volúmenes, para dar solución a los problemas de disponibilidad.

Objetivos Específicos:

- Definir acciones concretas para incrementar la oferta a corto, mediano y largo plazos, acordes con la disponibilidad, considerando las limitantes físicas, legales, financieras, políticas y sociales.
- Definir acciones concretas de reducción de las demandas a corto, mediano y largo plazos, mediante la optimización de los sistemas hidráulicos urbanos y agrícolas.
- Favorecer las actividades productivas para que mantengan o incrementen sus beneficios de la explotación del acuífero.
- Establecer la estructura y programa de ejecución de las acciones.
- Establecer un programa de evaluación y seguimiento de Plan Integral de Manejo, que lo retroalimente y en su caso lo modifique para el cumplimiento de objetivos.

Resultados Esperados:

Finalmente, en este rubro se establecieron los resultados esperados, planteados en forma prospectiva que logran exitosamente el cumplimiento de los objetivos planteados.

Resultado 1: Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.

Resultado 2: Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.

Resultado 3: Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.

Resultado 4: Se cuenta con las leyes reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.

Resultado 5: Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.

Resultado 6: Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.

Los objetivos estratégicos del Plan de Manejo se incluyen en este documento como Anexo3-4.

VIII.6. Identificación de Acciones Específicas del Plan de Manejo

El siguiente paso consiste en identificar las alternativas de solución a los problemas identificados, procurando que estas atiendan a los objetivos planteados en la forma más efectiva y que al mismo tiempo optimicen un conjunto de criterios que se establecieron para obtener las alternativas más adecuadas, viables y eficientes en términos de tiempo de ejecución, costos, beneficios esperados, etcétera.

Los criterios que se establecieron para este fin son los siguientes:

1. Costos totales en valores presentes y futuros,
2. Tiempo o duración de la acción, en que se perciben los beneficios de la acción,
3. Concentración sobre beneficiarios,
4. Viabilidad financiera y económica,
5. Viabilidad técnica,
6. Habilidad para mejorar y mantener recursos,
7. Sustentabilidad,
8. Contribución al fortalecimiento institucional y construcción de capacidad gerencial,
9. Impacto ambiental,
10. Aceptación por parte de los beneficiarios,
11. Compatibilidad del proyecto con prioridades de un sector o programa,
12. Riesgo social y económico, y
13. Impacto. Probabilidad de alcanzar el objetivo.

La matriz de acciones identificadas y seleccionadas para cada uno de los problemas descritos, así como de los objetivos y resultados planteados, se incluye en este documento como Anexo 3-5.

VIII.7. Análisis de los Involucrados.

El ámbito de acción para elaboración de las políticas públicas es un escenario de intereses muchas veces contrapuestos, donde entran en juego una multiplicidad de actores con diferentes capacidades a través de un proceso dinámico y complejo.

En este sentido, el análisis de involucrados es una técnica muy útil, cuando consideramos que:

- La participación: La participación no se da de manera espontánea y conlleva un componente conflictivo que es necesario prever para canalizarlo productivamente.
- La previsión de restricciones y de obstáculos: identificar potenciales oponentes y aliados en los distintos momentos del proceso (evaluar de manera dinámica la relación de fuerzas).

La consecución de acuerdos: Toda toma de decisión colectiva en las políticas sociales implica establecer prioridades y acciones que favorecen a algunos y pueden perjudicar a otros. Mostrar al proyecto o a la política como un “juego de suma positiva” para todos los involucrados (o al menos para los más relevantes) es un desafío de los dirigentes sociales para posibilitar los acuerdos que garanticen la sustentabilidad.

El análisis de involucrados es una técnica complementaria al método de planeación participativa ZOPP, pero a la vez resulta valiosa en sí misma tanto para aplicarse antes, durante y después de un proyecto. El análisis de los involucrados es un instrumento esencial de la gerencia social que permite:

1. Identificar a aquellas personas y organizaciones interesadas en un determinado proyecto o política.
2. Establecer quienes pudieran ser afectadas por los objetivos del mismo (ya sea en sentido positivo y negativo).
3. Explorar quiénes y cómo pueden contribuir u obstaculizar el logro de los objetivos.
4. Analizar quienes y cómo tienen capacidad de incidir sobre los problemas que hay que enfrentar.

El propósito de esta técnica es:

1. Identificar a los actores e involucrados en una política o proyecto.
2. Definir sus intereses y percepciones de los problemas específicos sobre los cuales se intenta intervenir.
3. Identificar los recursos que cada grupo aporta en relación al problema.
4. Identificar las responsabilidades institucionales que cada grupo tiene.
5. Identificar el interés que cada grupo tiene en el proyecto.
6. Identificar los conflictos que cada grupo de actores tendría con respecto al proyecto.
7. Concluir sobre las posibilidades de viabilidad del proyecto que se sustente en la consecución de acuerdos y en la satisfacción de los intereses de los involucrados.

El Análisis de Involucrados realizado para el Plan de Manejo del Acuífero, se incluye en este documento como Anexo 3-6.

II.1. Objetivo Superior

Crecimiento sostenido de la región.

II.2. Objetivos del Plan

Hacer un uso sustentable del acuífero.

II.2.1. Objetivo General

Estabilizar los acuíferos de la región, reduciendo gradualmente la sobreexplotación y con ello frenar la degradación de la calidad del agua, factores que restringen en la actualidad y a futuro el desarrollo socioeconómico regional.

Implantar una política integral de manejo de los volúmenes del acuífero, que garantice un desarrollo sostenido de las actividades que desempeñan los usuarios del agua.

Hacer efectiva la ejecución de medidas que moderan la demanda de agua del acuífero e incrementan la oferta de volúmenes, para dar solución a los problemas de disponibilidad.

II.2.2. Objetivos específicos

Definir acciones concretas para incrementar la oferta a corto, mediano y largo plazo, acordes con la disponibilidad, considerando las limitantes físicas, legales, financieras, políticas y sociales (figura 2).

Definir acciones concretas de reducción de las demandas a corto, mediano y largo plazo, mediante la optimización de los sistemas hidráulicos urbanos y agrícolas.

Favorecer las actividades productivas para que mantengan o incrementen sus beneficios de la explotación del acuífero.

Establecer la estructura y programa de ejecución de las acciones.

Establecer un programa de evaluación y seguimiento de Plan Integral de Manejo, que lo retroalimente y en su caso lo modifique para el cumplimiento de objetivos.

Resultados Esperados

Finalmente, en este rubro se establecieron los resultados esperados, planteados en forma prospectiva que logran exitosamente el cumplimiento de los objetivos planteados.

Resultado 1: Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.

Resultado 2: Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.

Resultado 3: Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.

Resultado 4: Se cuenta con las leyes reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.

Resultado 5: Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.

Resultado 6: Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.

Los objetivos estratégicos del Plan de Manejo se incluyen en el Anexo A.1.

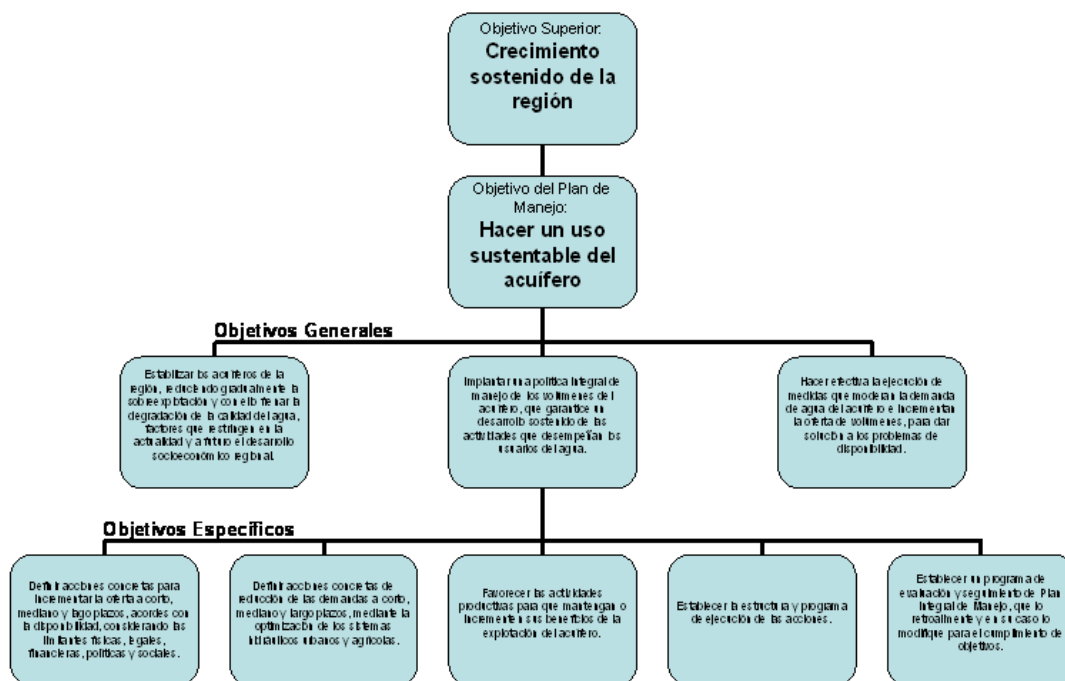


Figura 4. Diagrama de Objetivos Estratégicos del Plan de Manejo

Fuente: elaboración propia.

CAPITULO IX
ESCENARIOS CONCERTADOS
CON USUARIOS

Contenido

CAPITULO IX. ESCENARIOS CONCERTADOS CON USUARIOS..... 10

INTEGRACIÓN DE ESCENARIOS CONCERTADOS CON USUARIOS _____ 10

ACCIONES DE ESTABILIZACIÓN _____ 12

IX.1. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DESALADORA DE CESPE _____ 12

 IX.1.1. Problema 12

 IX.1.2. Acción..... 12

 IX.1.3. Objetivo General 12

 IX.1.4. Objetivos específicos 12

 IX.1.5. Justificación..... 12

 IX.1.6. Problemática..... 13

 IX.1.7. Evaluación de la Situación Actual 13

 IX.1.8. Principales beneficios esperados..... 13

 IX.1.9. Principales acciones y metas..... 14

 IX.1.10. Principales indicadores..... 14

 IX.1.11. Alcances 14

 IX.1.12. Seguimiento y control de programas 15

 IX.1.13. Costo estimado de las acciones 15

 IX.1.14. Posibles fuentes de financiamiento..... 15

 IX.1.15. Unidades responsables de ejecución..... 15

 IX.1.16. Fecha de ejecución 15

 IX.1.17. Indicadores de desempeño. 15

 IX.1.18. Supuestos y limitantes del programa 15

IX.2. CESIÓN DE DERECHOS DE AGUA A FAVOR DEL ACUIFERO _____ 17

 IX.2.1. Problema 17

 IX.2.2. Objetivo General. 17

 IX.2.3. Objetivos Específicos 17

 IX.2.4. Justificación..... 17

 IX.2.5. Problemática 17

 IX.2.6. Evaluación de la Situación Actual 17

 IX.2.7. Principales Beneficios Esperados 18

 IX.2.8. Principales Acciones y Metas 19

 IX.2.9. Indicadores..... 20

 IX.2.10. Alcances 20

 IX.2.11. Seguimiento y Control del Programa 20

 IX.2.12. Costo Estimado 20

 IX.2.13. Posibles Fuentes de Financiamiento 20

 IX.2.14. Unidades Responsables de la Ejecución 20

 IX.2.15. Fecha de Ejecución 20

 IX.2.16. Indicadores de Desempeño 20

 IX.2.17. Fuentes de Verificación 21

 IX.2.18. Supuestos y Limitantes del Programa 21

 IX.2.19. Situación Actual 21

 IX.2.20. Prioridad 21

IX.3. ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE MEDICIÓN HIDROLÓGICA _____ 22

 IX.3.1. Problema 22

 IX.3.2. Objetivo..... 22

 IX.3.3. Objetivos Particulares 22

 IX.3.4. Justificación..... 23

IX.3.5. Problemática	23
IX.3.6. Evaluación de la Situación Actual	23
IX.3.7. Principales Beneficios Esperados	25
IX.3.8. Principales Acciones y Metas	25
IX.3.9. Indicadores.....	26
IX.3.10. Alcances	26
IX.3.11. Seguimiento y Control del Programa	26
IX.3.12. Costo Estimado	27
IX.3.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	27
IX.3.14. Unidades Responsables de la Ejecución	27
IX.3.15. Fecha de Ejecución	27
IX.3.16. Indicadores de Desempeño	28
IX.3.17. Fuentes de Verificación	28
IX.3.18. Supuestos y Limitantes del Programa	28
IX.3.19. Prioridad	28
IX.4. DESARROLLO DEL MODELO GEOHIDROLÓGICO DEL ACUIFERO DE SAN RAFAEL	29
IX.4.1. Problema	29
IX.4.2. Objetivo.....	29
IX.4.3. Objetivos Particulares	29
IX.4.4. Justificación.....	29
IX.4.5. Problemática	30
IX.4.6. Evaluación de la Situación Actual	30
IX.4.7. Principales Beneficios Esperados	31
IX.4.8. Principales Acciones y Metas	31
IX.4.9. Indicadores.....	31
IX.4.10. Alcances	32
IX.4.11. Seguimiento y Control del Programa	32
IX.4.12. Costo Estimado	32
IX.4.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	33
IX.4.14. Unidades Responsables de la Ejecución	33
IX.4.15. Fecha de Ejecución	33
IX.4.16. Indicadores de Desempeño	33
IX.4.17. Fuentes de Verificación	33
IX.4.18. Supuestos y Limitantes del Programa	33
IX.4.19. Prioridad	33
IX.5. PROGRAMA DE OPTIMIZACIÓN Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE USO AGRÍCOLA	34
IX.5.1. Problema.....	34
IX.5.2. Objetivo General.	34
IX.5.3. Objetivos Específicos	34
IX.5.4. Problemática	34
IX.5.5. Evaluación de la Situación Actual	35
IX.5.6. Principales Beneficios Esperados	36
IX.5.7. Principales Acciones y Metas	37
IX.5.8. Indicadores.....	39
IX.5.9. Alcances	39
IX.5.10. Seguimiento y Control del Programa	39
IX.5.11. Costo Estimado	40
IX.5.12. Posibles Fuentes de Financiamiento	40
IX.5.13. Unidades Responsables de la Ejecución	40
IX.5.14. Fecha de Ejecución	41

IX.5.15. Indicadores de Desempeño	41
IX.5.16. Fuentes de Verificación	41
IX.5.17. Supuestos y Limitantes del Programa	41
IX.5.18. Prioridad	41
IX.6. PROGRAMA DE OPTIMIZACIÓN Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE USO PÚBLICO URBANO _____	42
IX.6.1. Problema	42
IX.6.2. Acción.....	42
IX.6.3. Objetivo General	42
IX.6.4. Objetivos específicos	42
IX.6.5. Justificación.....	42
IX.6.6. Problemática	42
IX.6.7. Evaluación de la Situación Actual	43
IX.6.8. Principales beneficios esperados.....	43
IX.6.9. Acciones y Metas.	43
IX.6.10. Principales Indicadores	44
IX.6.11. Alcances	44
IX.6.12. Seguimiento y Control de Programas.....	44
IX.6.13. Costo Estimado de las Acciones	44
IX.6.14. Posibles Fuentes de Financiamiento	44
IX.6.15. Unidades Responsables de Ejecución.....	45
IX.6.16. Fecha de Ejecución	45
IX.6.17. Indicadores de Desempeño.	45
IX.6.18. Fuentes de Verificación	45
IX.6.19. Supuestos y Limitantes del Programa.....	45
IX.6.20. Prioridad	45
IX.7. EXPLOTACIÓN DE AGUAS DE ORIGEN MARINO _____	46
IX.7.1. Problema	46
IX.7.2. Acción.....	46
IX.7.3. Objetivo General	46
IX.7.4. Objetivos específicos	46
IX.7.5. Justificación.....	46
IX.7.6. Problemática.	46
IX.7.7. Evaluación de la Situación Actual	46
IX.7.8. Principales beneficios esperados.....	47
IX.7.9. Principales acciones y metas.....	47
IX.7.10. Principales indicadores.....	47
IX.7.11. Alcances	47
IX.7.12. Seguimiento y control de programas.....	48
IX.7.13. Costo estimado de las acciones	48
IX.7.14. Posibles fuentes de financiamiento.....	48
IX.7.15. Unidades responsables de ejecución.....	48
IX.7.16. Fecha de ejecución	48
IX.7.17. Indicadores de desempeño.	48
IX.7.18. Fuentes de verificación.....	48
IX.7.19. Supuestos y limitantes del programa.....	48
IX.8. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DESALADORAS DEL PUERTO _____	49
IX.8.1. Problema	49
IX.8.2. Acción.....	49
IX.8.3. Objetivo General	49
IX.8.4. Objetivos específicos	49

IX.8.5. Justificación.....	49
IX.8.6. Problemática.....	49
IX.8.7. Evaluación de la Situación Actual	50
IX.8.8. Principales beneficios esperados.....	50
IX.8.9. Principales acciones y metas.....	50
IX.8.10. Principales indicadores.....	51
IX.8.11. Alcances	51
IX.8.12. Seguimiento y control de programa	51
IX.8.13. Costo estimado de las acciones	51
IX.8.14. Posibles fuentes de financiamiento.....	51
IX.8.15. Unidades responsables de ejecución.....	51
IX.8.16. Fecha de ejecución	51
IX.8.17. Indicadores de desempeño.	51
IX.8.18. Fuentes de verificación.....	52
IX.8.19. Supuestos y limitantes del programa.....	52
ACCIONES DE CONSERVACIÓN	53
IX.9. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PRESA EN LA ZONA DEL BRAMADERO	54
IX.9.1. Problema	54
IX.9.2. Acción.....	54
IX.9.3. Objetivo General	54
IX.9.4. Objetivos específicos	54
IX.9.5. Justificación.....	54
IX.9.6. Problemática.....	54
IX.9.7. Evaluación de la Situación Actual	55
IX.9.8. Principales beneficios esperados.....	55
IX.9.9. Principales acciones y metas.....	55
IX.9.10. Principales indicadores.....	55
IX.9.11. Alcances	55
IX.9.12. Seguimiento y control de programas	55
IX.9.13. Costo estimado de las acciones	56
IX.9.14. Posibles fuentes de financiamiento.....	56
IX.9.15. Unidades responsables de ejecución.....	56
IX.9.16. Fecha de ejecución	56
IX.9.17. Indicadores de desempeño.	56
IX.9.18. Fuentes de verificación.....	56
IX.9.19. Supuestos y limitantes del programa.....	56
IX.10. CONSTRUCCION DE UNA RED DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y REUSO	57
IX.10.1. Problema.....	57
IX.10.2. Objetivo General	57
IX.10.3. Objetivos Específicos	57
IX.10.4. Justificación.....	57
IX.10.5. Problemática.....	57
IX.10.6. Evaluación de la Situación Actual	57
IX.10.7. Principales Beneficios Esperados	58
IX.10.8. Principales Acciones y Metas	58
IX.10.9. Indicadores.....	59
IX.10.10. Alcances	59
IX.10.11. Seguimiento y Control del Programa	59
IX.10.12. Costo Estimado	60
IX.10.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	60

IX.10.14. Unidades Responsables de la Ejecución	60
IX.10.15. Fecha de Ejecución	60
IX.10.16. Indicadores de Desempeño	60
IX.10.17. Fuentes de Verificación	60
IX.10.18. Supuestos y Limitantes del Programa	60
IX.10.19. Prioridad	61
IX.11. CONSTRUCCIÓN DE BORDOS DE RECARGA	62
IX.11.1. Problema.....	62
IX.11.2. Objetivo General	62
IX.11.3. Objetivos Específicos.	62
IX.11.4. Justificación.....	62
IX.11.5. Problemática	62
IX.11.6. Evaluación de la situación actual.....	63
IX.11.7. Principales beneficios esperados.....	63
IX.11.8. Principales acciones y metas.....	63
IX.11.9. Indicadores.....	64
IX.11.10. Alcances	64
IX.11.11. Seguimiento y Control del Programa	64
IX.11.12. Costo Estimado	65
IX.11.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	65
IX.11.14. Unidades Responsables de la Ejecución.....	65
IX.11.15. Fecha de Ejecución	65
IX.11.16. Indicadores de Desempeño.....	65
IX.11.17. Fuentes de Verificación	65
IX.11.18. Supuestos y Limitantes del Programa	66
IX.11.19. Prioridad	68
IX.12. REGULACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN Y DESCARGAS DE PLANTAS DESALADORAS	69
IX.12.1. Problema.....	69
IX.12.2. Objetivo General	69
IX.12.3. Objetivos específicos	69
IX.12.4. Justificación.....	70
IX.12.5. Problemática.....	70
IX.12.6. Evaluación de la Situación Actual	70
IX.12.7. Principales beneficios esperados.....	71
IX.12.8. Principales acciones y metas.....	71
IX.12.9. Indicadores.....	72
IX.12.10. Alcances	72
IX.12.11. Seguimiento y control de programa	72
IX.12.12. Costo estimado de las acciones.....	72
IX.12.13. Posibles fuentes de financiamiento	72
IX.12.14. Unidades responsables de ejecución.....	73
IX.12.15. Fecha de ejecución	73
IX.12.16. Indicadores de desempeño	73
IX.12.17. Fuentes de verificación.....	73
IX.12.18. Supuestos y limitantes del programa.....	73
IX.13. REGULAR EXTRACCIONES DE MATERIALES PETREOS	74
IX.13.1. Problema.....	74
IX.13.2. Objetivo General	74
IX.13.3. Objetivos Específicos.....	74
IX.13.4. Justificación.....	74

IX.13.5. Problemática.....	74
IX.13.6. Evaluación de la Situación Actual	74
IX.13.7. Principales Beneficios Esperados	74
IX.13.8. Principales Acciones y Metas	75
IX.13.9. Indicadores.....	75
IX.13.10. Alcances	75
IX.13.11. Seguimiento y Control del Programa	75
IX.13.12. Costo Estimado	75
IX.13.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	76
IX.13.14. Unidades Responsables de la Ejecución.....	76
IX.13.15. Fecha de Ejecución.....	76
IX.13.16. Indicadores de Desempeño.....	76
IX.13.17. Fuentes de Verificación.....	76
IX.13.18. Supuestos y Limitantes del Programa.....	76
IX.13.19. Prioridad	76
IX.14. PROYECTO DE REFORESTACIÓN	77
IX.14.1. Problema.....	77
IX.14.2. Objetivo General	77
IX.14.3. Objetivos Específicos.....	77
IX.14.4. Justificación.....	77
IX.14.5. Problemática.....	77
IX.14.6. Evaluación de la Situación Actual	77
IX.14.7. Principales Beneficios Esperados	77
IX.14.8. Principales Acciones y Metas	78
IX.14.9. Indicadores.....	78
IX.14.10. Alcances	78
IX.14.11. Seguimiento y Control del Programa	78
IX.14.12. Costo Estimado	79
IX.14.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	79
IX.14.14. Unidades Responsables de la Ejecución.....	79
IX.14.15. Fecha de Ejecución.....	79
IX.14.16. Indicadores de Desempeño.....	79
IX.14.17. Fuentes de Verificación.....	79
IX.14.18. Supuestos y Limitantes del Programa.....	79
IX.14.19. Prioridad	80
IX.15. REGULARIZACIÓN DE OBRAS DE CAPTACIÓN	81
IX.15.1. Problema.....	81
IX.15.2. Acción.....	81
IX.15.3. Objetivo General	81
IX.15.4. Objetivos Específicos.....	81
IX.15.5. Justificación.....	81
IX.15.6. Problemática.....	81
IX.15.7. Evaluación de la Situación Actual	82
IX.15.8. Principales Beneficios Esperados.....	82
IX.15.9. Principales Acciones y Metas	82
IX.15.10. Principales Indicadores	83
IX.15.11. Alcances	83
IX.15.12. Costo Estimado de las Acciones	83
IX.15.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	83
IX.15.14. Unidades Responsables de Ejecución.....	83

IX.15.15. Fecha de Ejecución	83
IX.15.16. Indicadores de Desempeño.	83
IX.15.17. Fuentes de Verificación	83
IX.15.18. Supuestos y Limitantes del Programa	83
IX.15.19. Prioridad	84
IX.16. DETERMINACIÓN DEL BALANCE DE AGUA EXTRAÍDA Y TRASVASADA	85
IX.16.1. Problema.....	85
IX.16.2. Acción.....	85
IX.16.3. Objetivo General	85
IX.16.4. Objetivos específicos	85
IX.16.5. Justificación.....	85
IX.16.6. Problemática.....	85
IX.16.7. Evaluación de la Situación Actual	86
IX.16.8. Principales beneficios esperados.....	86
IX.16.9. Principales acciones y metas.....	86
IX.16.10. Principales indicadores.....	87
IX.16.11. Alcances	87
IX.16.12. Seguimiento y control de programas	87
IX.16.13. Costo estimado de las acciones.....	87
IX.16.14. Posibles fuentes de financiamiento	87
IX.16.15. Unidades responsables de ejecución.....	87
IX.16.16. Fecha de ejecución	87
IX.16.17. Indicadores de desempeño.	87
IX.16.18. Fuentes de verificación.....	87
IX.16.19. Supuestos y limitantes del programa.....	87
ACCIONES DE APOYO	88
IX.17. FORTALECIMIENTO DEL COTAS	89
IX.17.1. Problema.....	89
IX.17.2. Objetivo General.	89
IX.17.3. Objetivos Específicos	89
IX.17.4. Justificación.....	89
IX.17.5. Problemática.....	89
IX.17.6. Evaluación de la Situación Actual	90
IX.17.7. Principales Beneficios Esperados	90
IX.17.8. Principales Acciones y Metas	90
IX.17.9. Indicadores.....	91
IX.17.10. Alcances	91
IX.17.11. Seguimiento y Control del Programa	91
IX.17.12. Costo Estimado	92
IX.17.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	92
IX.17.14. Unidades Responsables de la Ejecución.....	92
IX.17.15. Fecha de Ejecución	92
IX.17.16. Indicadores de Desempeño.....	92
IX.17.17. Fuentes de Verificación	92
IX.17.18. Supuestos y Limitantes del Programa	92
IX.17.19. Prioridad	92
IX.18. CREACIÓN DEL CENTRO DE GESTIÓN FINANCIERA	93
IX.18.1. Objetivo General	93
IX.18.2. Objetivos Específicos.....	93
IX.18.3. Justificación.....	93

IX.18.4. Problemática.....	93
IX.18.5. Evaluación de la Situación Actual	93
IX.18.6. Principales Beneficios Esperados	94
IX.18.7. Principales Acciones y metas	94
IX.18.8. Indicadores.....	95
IX.18.9. Alcances	95
IX.18.10. Seguimiento y Control del Programa	95
IX.18.11. Costo Estimado	95
IX.18.12. Posibles Fuentes de Financiamiento	95
IX.18.13. Unidades Responsables de Ejecución.....	96
IX.18.14. Fecha de ejecución	96
IX.18.15. Indicadores de Desempeño	96
IX.18.16. Fuentes de Verificación	96
IX.18.17. Supuesto y Limitaciones de Programa	96

CAPITULO IX. ESCENARIOS CONCERTADOS CON USUARIOS

INTEGRACIÓN DE ESCENARIOS CONCERTADOS CON USUARIOS

Las alternativas para el manejo de la demanda y la disponibilidad fueron inicialmente propuestas en el año 2009, donde por medio de talleres de planeación se identificaron los principales proyectos y áreas de oportunidad para lograr un uso sustentable del acuífero.

Con base en el análisis de escenarios paramétricos, de escenarios concertados con los usuarios y las opiniones obtenidas en la cuarta serie de presentaciones a los usuarios se definieron las alternativa de manejo que serán la base de la integración del Plan de Ordenamiento del acuífero 0217 San Rafael, acorde a los intereses conjuntos de todos los involucrados, integrando las acciones de reducción de la demanda y manejo de la disponibilidad del acuífero y de la región en general. Teniendo en cuenta todos los aspectos geohidrológicos, hidrológicos, técnicos, financieros, sociales, institucional, legales, protección ambiental y desarrollo sustentable, se presenta la siguiente cartera de proyectos:

Valle San Rafael

Se priorizan las acciones y se presentan en una tabla resumida, (Tabla 1).

Tabla 1. Acciones San Rafael

Construcción y mantenimiento de infraestructura.	Administrativas y control.	Acciones intermedias		
		Capacitación y difusión	Estudios y proyectos.	Fortalecimiento institucional
Construcción de bordos de recarga	Regular la extracción de materiales pétreos	Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola	Proyecto de construcción de una presa en la zona de Bramadero	
Construcción de una red de agua potable, saneamiento y reuso	Regulación de la localización de la extracción y descargas de plantas desaladoras	Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano	Proyecto de reforestación	Creación del Centro de Gestión Financiera
	Regulación de obras de captación		Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE	
Explotación de agua de origen marino	Cesión de derechos a favor del acuífero		Establecimiento de una red de medición hidrológica	Fortalecimiento del Cotas
			Desarrollo del Modelo Geohidrológico del Acuífero de San Rafael	
			Proyecto de construcción de desaladora del puerto	

ACCIONES DE ESTABILIZACIÓN

IX.1. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DESALADORA DE CESPE

IX.1.1. Problema

Actualmente las comunidades asentadas a lo largo de la carretera transpeninsular entre los poblados de San Vicente y San Simón carecen de la infraestructura para el suministro de agua potable surtiendo agua extraída de pozos de los acuíferos, algunas veces de fuentes superficiales y norias con una muy baja calidad.

En general los acuíferos de la región se consideran sobreexplotados y la calidad del agua de los mismos se está deteriorando. Esta problemática limita a la región en su desarrollo pero también limita la disponibilidad de agua para la agricultura.

Esta deficiencia en la calidad del agua ha generado la necesidad de buscar nuevas fuentes de suministro de agua, o bien, se proceda a buscar procesos de purificación que permitan abastecer a la población con agua que cumpla con los niveles de calidad que se indican en las normas oficiales mexicanas.

IX.1.2. Acción

Realizar el proyecto, construir y operar la planta desaladora que abastezca de agua potable a la población del Poblado de Punta Colonet.

IX.1.3. Objetivo General

Contribuir en la solución del problema de abasto de agua con el nivel de calidad apropiado, en la zona bajo estudio, mediante la construcción y operación de una planta desaladora disminuyendo la sobreexplotación de los acuíferos en beneficio de su uso en la agricultura.

IX.1.4. Objetivos específicos

Desarrollar los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental de plantas desaladoras de agua salobre para fundamentar la gestión de recursos financieros para los proyectos ejecutivos y la construcción de las obras.

Desarrollar el proyecto ejecutivo de la planta desaladora de agua salobre.

Construcción de la planta desaladora de agua salobre.

IX.1.5. Justificación

Actualmente las comunidades asentadas a lo largo de la carretera transpeninsular entre los poblados de San Vicente, Erendira, San Telmo, Camalú y particularmente Punta Colonet carecen de la infraestructura para el suministro de agua potable en calidad del producto y del servicio y se surten de pozos de los acuíferos, fuentes superficiales y norias.

La construcción y operación de plantas desaladoras satisfará el crecimiento de la demanda hasta el 2030 y los excedentes en los períodos de conciliación oferta-demanda permitirán disminuir las extracciones en beneficio del acuífero y de las actividades agrícolas.

IX.1.6. Problemática.

La atención del suministro de agua a las poblaciones es prioritaria frente a otros usos y los organismos operadores tales como la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE) tienen que obtener el suministro al más bajo costo posible y con la mejor calidad disponible. Por otra parte los usuarios agrícolas poseen derechos de explotación de los acuíferos para el desarrollo de actividades primarias. El crecimiento de las ciudades y el cambio de vocación de las regiones hacia actividades comerciales y de servicios entran en franca competencia por la tierra y el agua, recursos limitados cuya disponibilidad disminuye por el agotamiento y el deterioro de la calidad enfrentando el dilema entre el desarrollo económico para impulsar el desarrollo humano y la satisfacción de las necesidades de la sociedad para mejorar su calidad de vida.

Nadie quiere ceder sus derechos y prioridades para el uso del agua arriesgando la sustentabilidad de todo el sistema y hay que acudir tanto a nuevas fuentes de suministro, tales como: desalar agua salobre o agua de mar, importar agua de otras regiones; o bien a prácticas de ahorro y uso eficiente del agua. Cada opción con diferentes costos, beneficios e impactos y las estrategias se dirigen hacia priorizar y programar en tiempo y lugar la implementación de alternativas y sus combinaciones.

IX.1.7. Evaluación de la Situación Actual

De acuerdo a la información existente la población estimada al 2009 de los centros conurbanos de Punta Colonet será del orden de _____ habitantes y la proyección indica para el 2030 una población de _____ habitantes. Las concesiones actuales son equivalentes a __ L/s frente a una demanda de __ L/s representando un déficit de __ L/s. Para el 2030 la demanda crecerá a __ L/s y en el supuesto de que se mantengan las concesiones actuales el déficit se incrementaría a __ L/s que no se podrá satisfacer de estos acuíferos sin afectar la sustentabilidad regional.

Las plantas desaladoras entrando en operación en el 2010 con un módulo de __ L/s y otro módulo de __ L/s en el 2011 para integrar una capacidad de 100 lps cubrirán la demanda hasta el 2030 en un esquema de la oferta siguiendo la demanda permitiendo diferir inversiones. Esto permitirá por una parte no incrementar las extracciones actuales de los acuíferos que es del orden de __ hm³/año, con una disminución en promedio de __ hm³/año y globalmente del 2010 al 2030 en __ millones de metros cúbicos en beneficio del acuífero y de la agricultura.

IX.1.8. Principales beneficios esperados.

Satisfacer la demanda de agua para uso público urbano dentro de los estándares de calidad y cantidad sin incrementar las extracciones actuales en el período del 2010 al 2024.

Aprovechar los volúmenes obtenidos de la desalación en el período 2010-2024 para disminuir la sobreexplotación de los acuíferos y aumentar su disponibilidad en beneficio de la agricultura.

IX.1.9. Principales acciones y metas.

Acciones:

Desarrollo de estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental de planta desaladora de agua salobre.

Gestión de recursos financieros para los proyectos ejecutivos y la construcción de las obras.

Elaboración de los proyectos ejecutivos de planta desaladora de agua salobre.

Construcción de la planta desaladora de agua salobre.

Metas

Contar con los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental en el segundo semestre de 2011.

Gestionar recursos en el segundo semestre de 2012 para disponer de ellos en Enero de 2013 para los proyectos ejecutivos y la construcción de las obras.

Contar con los proyectos ejecutivos en el primer semestre de 2014.

Construcción y puesta en operación de ___ L/s de desalación en Enero de 2015, ___ L/s más adicionales en el 2016.

IX.1.10. Principales indicadores

Porcentaje de avance en los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental

Porcentaje de avance en la gestión de recursos y en la cantidad aprobada con respecto a la estimada

Porcentaje de avance en licitación, adjudicación y construcción de las obras

Volúmenes anuales y totales desalados

Volúmenes anuales y totales destinados a CESPE

Volúmenes anuales y totales destinados al acuífero por intercambio

Volúmenes anuales y totales utilizados por la agricultura por intercambio

IX.1.11. Alcances

Esta acción depende de:

La gestión y el logro de acuerdos entre las diferentes instancias de gobierno Federal, Estatal y Municipal y los usuarios para programar y autorizar los estudios, proyectos y construcción de la obras.

La gestión de financiamiento para los estudios de estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental.

La gestión de fondos públicos y privados, nacionales e internacionales para el proyecto ejecutivo y la construcción de la obra.

IX.1.12. Seguimiento y control de programas

CONAGUA, COTAS, CESPE, SEMARNAT

IX.1.13. Costo estimado de las acciones

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Costo del total del proyecto	
Estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental	50
Proyecto ejecutivo	500
Construcción de planta desaladora	45,000
Operación del sistema	4,747
Total	50,297

IX.1.14. Posibles fuentes de financiamiento

ONUDI, NADBANK, Gobierno e inversión privada

IX.1.15. Unidades responsables de ejecución

CONAGUA, COTAS, CESPE

IX.1.16. Fecha de ejecución

20012 para iniciar operación de desaladoras en el 2016.

IX.1.17. Indicadores de desempeño.

Porcentaje del logro de las metas

Fuentes de verificación

Estadísticas de CONAGUA, CESPE y COTAS

IX.1.18. Supuestos y limitantes del programa

La comparación del costo beneficio de esta acción con otras fuentes que pueden incorporar otras opciones.

La disponibilidad del recurso financiero en función de las prioridades internacionales, nacionales, estatales, regionales y municipales.

IX.2. CESIÓN DE DERECHOS DE AGUA A FAVOR DEL ACUIFERO

IX.2.1. Problema

La sobreasignación de los derechos de agua permite la sobreexplotación del acuífero.

El Acuífero de San Rafael tiene una recarga promedio anual de 10.21 Mm³ y un volumen REPDA de 39.14 Mm³/año lo que representa una sobre asignación de 28.93 Mm³/año.

IX.2.2. Objetivo General.

Reducir la sobreasignación de derechos de explotación del agua (REPDA) hasta la recarga promedio anual para estabilizar el acuífero, mediante la sesión y/o venta de derechos de extracción de agua por parte de los usuarios, a favor del acuífero, a mediano plazo. Sobre la base de que la recarga promedio del acuífero no satisface el REPDA vigente, que los sistemas normativos y operativos actuales lo permiten y que existe la voluntad de los usuarios y gobierno para hacer sustentable el manejo del acuífero.

IX.2.3. Objetivos Específicos

1. Establecer los procedimientos (mecanismos, parámetros y criterios) de transferencia de derechos al acuífero buscando una distribución equitativa de los derechos de explotación por el tipo de uso y el nivel socioeconómico del usuario.
2. Definir la disponibilidad promedio anual del acuífero.
3. Hacer uso de los procedimientos establecidos en el mercado del agua para la transferencia de derechos.

IX.2.4. Justificación

1. La disponibilidad promedio anual del acuífero no satisface el volumen concesionado actual. (ESTOS DERECHOS NUNCA SE VAN A APROVECHAR).
2. El marco normativo vigente permite y promueve la transferencia de derechos a favor del acuífero.
3. Existe la voluntad de los usuarios y gobierno para hacer sustentable el manejo del acuífero.

IX.2.5. Problemática

El gobierno concesionó en exceso los derechos de extracción del acuífero como respuesta a una sobreestimación de las demandas de agua por parte de los usuarios. No se analizó la disponibilidad actual del acuífero provocando una situación fuera de la realidad, que induce la sobreexplotación, poniendo en riesgo la sustentabilidad del acuífero y en consecuencia el desarrollo social y económico de la región, dado que es la única fuente de agua.

IX.2.6. Evaluación de la Situación Actual

Ante las consecuencias de la sobreexplotación manifestadas por el abatimiento del nivel freático, el deterioro de la calidad del agua del acuífero y la escasez del recurso, los usuarios y el gobierno impulsan un plan de ordenamiento que persigue el manejo sustentable del acuífero y en esta acción en particular enfrentan los siguientes obstáculos:

Los usuarios no quieren ceder sus derechos porque:

1. Desconfían que sean reasignados a otros usuarios en lugar de al acuífero.
2. Temen ser limitados en su crecimiento futuro al reducir sus derechos.
3. Esperan que al aumentar la escasez sus derechos aumenten de valor y su ingreso por ellos sea superior al actual.
4. Los usuarios no declaran su extracción real temiendo perder el volumen concesionado, al no usarlo en su totalidad, por falta de capacidad del acuífero.
5. La sesión de derechos limitaría su oportunidad de extraer volúmenes de agua mayores en años lluviosos.

Los usuarios con mayor capacidad técnica y económica para la extracción explotan más el recurso en detrimento de los usuarios con menor capacidad técnica y económica o con problemas inherentes a su ubicación.

El gobierno:

1. Esta limitado a recuperar derechos a favor del acuífero porque no dispone de la capacidad en infraestructura y recursos humanos para medir y supervisar la explotación de los volúmenes concesionados y no existe un censo actualizado de aprovechamientos conciliados con el REPDA que le permita aplicar la ley vigente.
2. Aún cuando actualmente ya cuenta con los procedimientos (mecanismos, parámetros y criterios) para la transferencia de derechos de agua al acuífero consensuados con los usuarios, no ha impulsado su aplicación.
3. No dispone de elementos fundamentados para gestionar recursos financieros, en fondos nacionales e internacionales, para compensar a los usuarios por la transferencia de derechos a favor del acuífero.
4. No tiene la transparencia y credibilidad suficiente para promover la transferencia de derechos de agua y las acciones de medición y supervisión de las extracciones.

IX.2.7. Principales Beneficios Esperados

- a. Contribuir a la estabilización del acuífero regulando la extracción mediante la conciliación de los volúmenes de agua concesionados con

la disponibilidad del agua, mitigando y compensando el impacto hacia los usuarios.

- b. Disponer de procedimientos transparentes y efectivos para la transferencia de derechos de agua hacia el acuífero contribuyendo a su manejo sustentable y al desarrollo social y económico de la región.
- c. Lograr una distribución justa y equitativa de los derechos de explotación por el tipo de uso y por la situación social y económica del usuario.
- d. El agua adquiera un valor por su uso y productividad económica y social generando un mercado que permita su administración integral (oferta y demanda).

IX.2.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Utilizar la información obtenida en el censo continuo de aprovechamientos y usuarios para caracterizarlos con base en parámetros técnicos, económicos, legales, sociales y ambientales para elaborar el diagnóstico del aprovechamiento del acuífero. Véase, acciones: regularización de obras de captación, establecimiento de una red de medición hidrológica y determinación del balance de agua extraída y trasvasada.
2. Utilizar la información obtenida del estudio de medición y monitoreo del acuífero y de los estudios hidrológicos para caracterizar la recarga y disponibilidad dinámica. (véase acciones: determinación del balance de agua extraída y trasvasada, establecimiento de una red de medición hidrológica).
3. Con base en el diagnóstico del aprovechamiento, de la recarga y disponibilidad dinámica del acuífero establecer los volúmenes totales a reducir de lo concesionado y los procedimientos (mecanismos, parámetros y criterios) para la transferencia de derechos al acuífero.
4. Difundir e impulsar el uso de los procedimientos para la transferencia de derechos de agua del acuífero hacia los usuarios y entre usuario (mercado de agua).

Metas:

- a. Contribuir a la estabilidad del acuífero reduciendo el REPDA un 50% en un plazo de 5 años.
- b. Lograr una distribución justa y equitativa de los derechos de explotación por el tipo de uso y por la situación social y económica del usuario satisfaciendo las necesidades de al menos el 90% de la sociedad en un plazo de 5 años.

IX.2.9. Indicadores

1. Porcentaje de la reducción de la sobreasignación de volumen concesionado (REPDA).
2. Porcentaje de cobertura del suministro de agua a los usuarios.
3. Porcentaje de satisfacción de las necesidades de agua de la sociedad.

IX.2.10. Alcances

1. Depende de las dos acciones que serán aplicables a las acciones del acuífero del Poblado Punta Colonet.

IX.2.11. Seguimiento y Control del Programa

Grupo promotor del Plan de Manejo nombrado por el Consejo de Cuenca.

IX.2.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Costo del total del proyecto	
Constitución del Banco para el acuífero de San Rafael	500
Acciones para definir los procedimientos	300
Costo de la adquisición de derechos	88,232
Total	89,032

Considerando el valor del agua en \$ 3.11 por m³ se tiene un valor de \$ 60,000.000 solo para cubrir la transferencia de derechos de agua, falta considerar la constitución del banco, las acciones para definir los procedimientos, etc.

IX.2.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

CONAZA (Comisión Nacional de Zonas Áridas). SEFOA, Secretaría de Desarrollo Económico e inversión privada.

IX.2.14. Unidades Responsables de la Ejecución

SAGARPA, CONAGUA, CEA, CESPE, Usuarios COTAS

IX.2.15. Fecha de Ejecución

Inicia después de conocer el volumen de recarga del acuífero y concluye al igualar el volumen disponible contra el concesionado, (5 años).

IX.2.16. Indicadores de Desempeño

Porcentaje del logro de las metas.

IX.2.17. Fuentes de Verificación

La CONAGUA y el COTAS de San Rafael.

IX.2.18. Supuestos y Limitantes del Programa

Se requiere que exista interés por parte de los usuarios y confianza en las instituciones del agua.

Aprobación del plan de manejo

Se lleve a cabo el censo de aprovechamientos y el estudio de medición y monitoreo sistemático para determinar el volumen medio de descarga.

IX.2.19. Situación Actual

1. Aprobación del plan de manejo
2. Se lleve a cabo el censo.
3. Se lleve a cabo el estudio de medición y monitoreo.
4. Falta de infraestructura.
5. Falta de interés por parte de los usuarios.
6. Falta de confianza a las instituciones del agua.

IX.2.20. Prioridad

Estabilización.

IX.3. ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE MEDICIÓN HIDROLÓGICA

IX.3.1. Problema

La información concerniente a los ingresos, los egresos y la calidad del agua del acuífero es escasa y carece de continuidad y consistencia. No es posible obtener un buen diagnóstico de la situación actual del acuífero ni hacer buenas proyecciones a futuro.

IX.3.2. Objetivo

Contar con un procedimiento confiable de observación y control de los componentes del sistema de aguas subterráneas que permita: (1) hacer un diagnóstico de las condiciones de equilibrio del acuífero; (2) delinear la tendencia a corto, mediano y largo plazo de los niveles y la calidad del agua subterránea; (3) disponer de información de referencia y apoyo para la planeación en el uso de los recursos hidráulicos; (4) verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la concesión de aguas nacionales; y (5) proveer un sistema de alerta para asegurar el buen funcionamiento de las fuentes de agua potable ante emergencias originadas por fenómenos naturales y/o inducidos tales como prolongados periodos de sequía o riesgos de contaminación químico o bacterial.

IX.3.3. Objetivos Particulares

1. Integrar un censo permanente y actualizable de obras hidráulicas que incluya pozos, norias, acueductos, plantas desaladoras, plantas de tratamiento de aguas residuales y sus sitios y volúmenes de descarga.
2. Establecer y mantener estaciones climatológica tanto en las inmediaciones del acuífero de San Rafael como en las partes altas de la cuenca que nos permitan la estimación real de la recarga por precipitación y el cálculo de las pérdidas por evaporación.
3. Construir varias estaciones hidrométricas a lo largo de la cuenca para conocer el volumen de agua precipitada que escurre y así estimar su potencial contribución a la recarga del acuífero.
4. Instaurar un sistema de medición y de registro continuo de los volúmenes de extracción por pozo para conocer con precisión las descargas por bombeo en el acuífero y determinar las condiciones de equilibrio.
5. Diseñar una red de monitoreo de niveles piezométricos y de calidad de agua a largo plazo (20 años o más) que permita mediciones frecuentes (automáticas o mensuales) y moderado a intenso análisis de datos. Este diseño deberá considerar la importancia de los puntos medidos históricamente, la distribución más eficiente de los puntos de medición, la disponibilidad de aprovechamientos en desuso que puedan ser incorporados a dicha red y la profundidad optima en el diseño de piezómetros.
6. Delinear una estrategia de muestreo y análisis químico que permita conocer las condiciones de la calidad del agua subterránea de manera eficiente y a un costo mínimo.

Este rubro incluye el monitoreo de aguas residuales tratadas y otras descargas que puedan tener contacto con el acuífero por infiltración.

7. Establecer un sistema de medición y registro continuos de los volúmenes de agua residual tratada que ingresa a la región y, sobre todo, de los sitios y volúmenes de descarga de las aguas de rechazo de las plantas desaladoras.
8. Instalar y automatizar una red de piezómetros para el monitoreo de niveles estáticos y de calidad de agua que preferentemente sea independiente del sistema de pozos para riego y de distribución de agua potable.
9. Asignar al/los organismo(s) responsable(s) de la red de monitoreo y de las estaciones climatológicas e hidrométricas (COTAS, CONAGUA, etc.) y proveer de equipo y capacitación al personal a cargo de los mismos.

IX.3.4. Justificación

1. Existe la voluntad de los usuarios y del gobierno para hacer sustentable el manejo del acuífero.
2. Existe el interés de conocer las condiciones de equilibrio del acuífero.
3. Existe la inquietud de aumentar la disponibilidad de agua en la región utilizando agua residual tratada y/o agua desalada.
4. No existe una red de monitoreo de niveles piezométricos y de calidad de agua que permita establecer con claridad los preceptos descritos en el objetivo.
5. No existe suficientes estaciones climatológicas activas en las inmediaciones del acuífero de San Rafael o a lo largo de la cuenca como para tener un buen control de los fenómenos meteorológicos que influyen en la recarga.
6. No se conocen con precisión los volúmenes de agua subterránea que se extraen por bombeo.
7. No se cuenta con estaciones hidrométricas que midan los volúmenes de flujo superficial.

IX.3.5. Problemática

Durante décadas se ha explotado el agua subterránea del valle de San Rafael sin conocer con relativa precisión las condiciones de equilibrio y sanidad del acuífero. La sobrestimación de los recursos hidráulicos, un sistema de extracción que frecuentemente excede a la recarga y la falta de herramientas de evaluación y control han llevado al acuífero a un estado de sobreexplotación y potencial intrusión marina, poniendo en riesgo su sustentabilidad y en consecuencia el desarrollo social y económico de la región. Más aún, el trasvase de agua –no cuantificado- a otras cuencas hidrológicas para su uso en la agricultura pone en riesgo su estabilidad.

IX.3.6. Evaluación de la Situación Actual

Tanto los usuarios del acuífero de San Rafael como el organismo regulador (CONAGUA) están interesados en continuar y hacer más eficientes los esfuerzos de monitoreo del acuífero y de los pozos en el valle.

Hasta el momento el monitoreo se ha limitado a la medición de los niveles estáticos como única herramienta de diagnóstico de la evolución y tendencias del acuífero. Dicho monitoreo se ha llevado a cabo utilizando aprovechamientos de particulares, lo que ha dado lugar a abundantes irregularidades y omisiones en los registros debido, entre otras, a las siguientes razones:

1. Los pozos no han sido desactivados y no han recuperados sus niveles estáticos por lo que no son viables para la medición
2. No hay acceso libre los sitios de medición.
3. Los pozos o norias no contienen agua o han sido reubicados sin existir un registro actualizado.
4. Los pozos no han sido registrados.
5. Falta de personal que haga las mediciones.
6. Falta de recursos para cubrir los costos de la toma de muestras y los análisis químicos

Otro problema es la confusión producida al momento de registrar, renombrar y/o restituir aprovechamientos agotados o dañados. La lista de aprovechamientos censados en 1973 asciende a 274, sin embargo, la mayoría de ellos se encuentran inactivos y han sido reemplazados por otros pozos localizados en otra sección del acuífero. Los nombres y las numeraciones varían y al final se pierde la continuidad de las mediciones.

A pesar de que la lluvia es generalmente la primera fuente de recarga, directa o indirecta, de un acuífero, en la cuenca de San Rafael no se tiene una buena cobertura de los registros de precipitación. Además, una fracción de dicha precipitación se convierte en escurrimiento superficial y a su vez un porcentaje de ese escurrimiento se infiltra y alcanza al acuífero; no obstante, no se cuenta con estaciones hidrométricas que permitan definir la relación local de escurrimiento-infiltración.

Por otro lado, la principal forma de descarga en esta zona agrícola es la extracción por bombeo para riego dentro y fuera de la cuenca hidrológica. En este acuífero no se ha logrado establecer un sistema de medidores por lo que no se conocen con exactitud los volúmenes extraídos para tal actividad. Tampoco se cuenta con datos climatológicos que permitan medir las pérdidas por evaporación.

Se ha planteado la posibilidad de obtener agua residual tratada y agua desalada para aumentar la disponibilidad y así contribuir con la recuperación y estabilización del acuífero. De hecho, ya se cuenta con un número no determinado de plantas desaladoras que operan dentro de las zonas afectadas por intrusión marina, extrayendo agua salobre

en volúmenes no reportados y descargando sus aguas de rechazo sin supervisión ni control. Por lo tanto, es prioritario establecer la reglamentación que permita tener un control de los volúmenes de ingreso al sistema y, principalmente, de los sitios y volúmenes de las descargas de agua de rechazo de las plantas desaladoras.

Finalmente, se sabe que el acuífero de San Rafael está siendo afectado por intrusión marina, con el consecuente deterioro en la calidad del agua subterránea, sin embargo, no se ha establecido un programa permanente de monitoreo que permita visualizar la magnitud del problema y los datos de calidad de agua son prácticamente inexistentes.

IX.3.7. Principales Beneficios Esperados

1. Contribuir a la estabilización del acuífero condicionando los volúmenes de extracción al diagnóstico de la situación actual y a la determinación de las tendencias, tanto en cantidad como en calidad de agua
2. Disponer de las herramientas y los procedimientos adecuados para determinar dichas tendencias y para planear y supervisar el uso sustentable de los recursos hidráulicos
3. Contar con un instrumento confiable para la verificación de las condiciones establecidas y para la prevención ante riesgos naturales o inducidos

IX.3.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Utilizar el censo permanente de obras hidráulicas para identificar los factores implicados y los volúmenes involucrados en la disponibilidad y calidad de agua subterránea.
2. Valerse de la información de precipitación y escurrimientos superficiales para caracterizar la dinámica de la recarga del acuífero.
3. Usar los datos climatológicos y de volúmenes de extracción para evaluar los procesos de descarga del acuífero.
4. Evaluar la evolución de los niveles piezométricos para identificar cambios en el volumen de almacenamiento y la velocidad de respuesta del acuífero ante eventos meteorológicos extraordinarios.
5. Aplicar la ecuación de balance de masas para evaluar la disponibilidad dinámica del agua del acuífero, determinar las tendencias de evolución, elaborar planes para el uso de los recursos y prevenir contingencias en el uso y abuso de los mismos.
6. Analizar los datos de calidad del agua para evaluar el deterioro del acuífero y para prevenir riesgos futuros debido a intrusión salina, aplicación de agentes químicos y/o mala disposición de agua de rechazo, residuos sólidos y desechos orgánicos.

Metas

1. Conocer la situación actual en cantidad y calidad de los recursos hidráulicos subterráneos (diagnostico).
2. Determinar las tendencias en la disponibilidad y la evolución química del agua subterránea (pronostico)
3. Planear el uso sustentable de los recursos usando las herramientas geohidrológicas sugeridas (planeación)
4. Verificar el cumplimiento de las condiciones propuestas para lograr el manejo sustentable del acuífero (verificación)
5. Alertar a los usuarios de posibles contingencias provocadas por fenómenos naturales o inducidos (alerta)

IX.3.9. Indicadores

1. Porcentaje de avance en el censo permanente de obras hidráulicas
2. Porcentaje de aprovechamientos que cuenten con medidores volumétricos
3. Porcentaje de cobertura del sistema de monitoreo de niveles piezométricos y de calidad de agua
4. Porcentaje de cobertura del sistema de monitoreo del acuífero (estaciones climatológicas e hidrométricas)
5. Porcentaje de recuperación de los niveles estáticos en el acuífero
6. Porcentaje de recuperación en la calidad del agua del acuífero
7. Porcentaje de satisfacción de las necesidades de agua de la comunidad.

IX.3.10. Alcances

Geográficos: El área de acción de la mayoría de las propuestas corresponde a los límites del acuífero de San Rafael. El establecimiento de estaciones climatológicas e hidrométricas tiene influencia en toda la cuenca.

Temporales: Es deseable que el proceso de monitoreo de largo plazo sea de al menos 20 años. El corto plazo corresponde a unos pozos meses y el mediano de 5 a 10 años.

Económicos: La recuperación, estabilización y uso sustentable de los recursos hidráulicos alcanzan a todos los ámbitos económicos de la región.

IX.3.11. Seguimiento y Control del Programa

El seguimiento y control del programa de monitoreo deberá ser asignado en acuerdo entre los usuarios y el organismo regulador del agua subterránea. Se deberá contar con la asesoría de expertos capaces de evaluar la evolución del acuífero y de recomendar las modificaciones adecuadas para la sustentabilidad del mismo.

IX.3.12. Costo Estimado

Actividad	Costo Unitario 10 ³ pesos	Unidades	Costo Total 10 ³ pesos
Construcción			
Integración del censo de obras hidráulicas	\$500	1	\$500
Adquisición e instalación de estación climatológica automatizada	\$150	3	\$450
Instalación de piezómetros de 20 m de profundidad	\$50	15	\$750
Instalación de medidores de nivel automatizados	\$10	15	\$150
Instalación de estaciones hidrométricas automatizada	\$250	2	\$500
Instalación de medidores volumétricos automatizados	\$7	225	\$1,575
		SubTotal	\$3,925
Operación (anual a partir del 3er año)			
Actualización anual del censo			\$37.3
Análisis químicos y bacteriológicos			\$630
Recolección y análisis de datos			\$340
		anual	1,007.3
18 años		SubTotal	\$18,131
		Total	\$22,056

IX.3.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

CONAGUA, SEFOA, INIFAB, SAGARPA, CESPE, SEMARNAT, COTAS e inversión privada.

IX.3.14. Unidades Responsables de la Ejecución

SAGARPA, CONAGUA, CESPE, Usuarios COTAS, UABC, CICESE y SEMARNAT

IX.3.15. Fecha de Ejecución

Inicia desde el primer año 2011 y es permanente.

IX.3.16. Indicadores de Desempeño

Se evalúa el porcentaje del logro de los objetivos y metas.

IX.3.17. Fuentes de Verificación

La CONAGUA y los COTAS.

IX.3.18. Supuestos y Limitantes del Programa

1. Que el plan de manejo se apruebe.
2. Que exista voluntad para sujetarse a los requerimientos de un programa de monitoreo constante.
3. Que exista voluntad para aceptar el diagnóstico y las medidas necesarias para la recuperación y el uso sustentable del acuífero.
4. Que se cuente con los recursos económicos necesarios para implementar y sostener una red de monitoreo por al menos 20 años.
5. Que haya interés de cuidar de las instalaciones y la administración de la red de monitoreo
6. Falta de confianza a las instituciones del agua.
7. Falta de honestidad al tramitar y registrar las obras hidráulicas

IX.3.19. Prioridad

Estabilización

IX.4. DESARROLLO DEL MODELO GEOHIDROLÓGICO DEL ACUIFERO DE SAN RAFAEL

IX.4.1. Problema

La información relativa a las características y la evolución del acuífero 0217 San Rafael en el Municipio de Ensenada, Baja California es escasa y carece de continuidad y consistencia. A la fecha no se cuenta con un modelo geohidrológico que permita conocer el funcionamiento del sistema y evaluar su interacción con el medio.

IX.4.2. Objetivo

Contar con un modelo geohidrológico dinámico y flexible que permita, entre otras cosas: (1) definir el funcionamiento del acuífero; (2) determinar la relación del mismo con los fenómenos superficiales que originan la recarga; (3) predecir el efecto de un posible cambio en el régimen de descargas; (4) conocer la interacción con el sistema marino adyacente; (5) establecer el flujo y transporte de los componentes químicos del agua subterránea; (6) disponer de información de referencia que apoye la planeación y el manejo del acuífero; y (7) mantener una constante actualización en la cuantificación de los recursos hidráulicos.

IX.4.3. Objetivos Particulares

- c. Desarrollar un modelo conceptual que integre en una forma eficaz y congruente las características y propiedades físicas del acuífero y su relación con el entorno superficial y marino.
- d. Obtener un modelo hidrogeoquímico que permita establecer las condiciones, dinámica y evolución de la calidad del agua del acuífero y su interacción con la química natural o inducida del medio.
- e. Generar un modelo geohidrológico que permita un análisis predictivo del impacto de diversas acciones sobre el acuífero en los próximos años.

IX.4.4. Justificación

- e. Existe la voluntad de los usuarios y del gobierno para hacer sustentable el manejo del acuífero de San Rafael.
- f. Existe el interés de conocer las condiciones actuales y de equilibrio del acuífero.
- g. No existe un modelo conceptual integral que permita mejorar la comprensión de los fenómenos físicos que determinan los componentes del sistema de agua subterránea.
- h. No existe un modelo hidrogeoquímico que represente las características y la evolución química del sistema de flujo subterráneo.

- i. No existe un modelo numérico que permita integrar la información geohidrológica y simular la respuesta del acuífero ante las acciones de los planes de manejo y ante los eventos naturales extremos.

IX.4.5. Problemática

Durante décadas se ha explotado el agua subterránea del valle de San Rafael sin conocer con relativa precisión las condiciones de equilibrio y sanidad del acuífero. La sobrestimación de los recursos hidráulicos, un sistema de extracción que frecuentemente excede a la recarga y la falta de herramientas de evaluación y control han llevado al acuífero a un estado de sobreexplotación y potencial intrusión marina, poniendo en riesgo su sustentabilidad y en consecuencia, el desarrollo económico y social de la región. Particularmente el agua de este acuífero ha sido trasvasada a otros valles agrícolas aledaños o cercanos cuyos sistemas acuíferos han sido degradados por la sobreexplotación y su consiguiente intrusión salina.

IX.4.6. Evaluación de la Situación Actual

Tanto los usuarios del acuífero de San Rafael como el organismo regulador del agua subterránea (CONAGUA) están interesados en el desarrollo de un modelo geohidrológico integral que permita continuar y hacer más eficientes los esfuerzos de recuperación y estabilización del acuífero.

A la fecha se ha generado una limitada cantidad de información que puede ser de utilidad en el desarrollo del modelo conceptual, sin embargo, ésta no ha sido integrada ni analizada para determinar la cantidad de datos que deberán generarse hasta lograr un modelo adecuado. Entre la información existente se encuentra el censo preliminar de obras hidráulicas (aprovechamientos), la determinación de la geometría del acuífero, un par de estudios geohidrológico y la medición esporádica de la profundidad de los niveles estáticos de algunos pozos.

Por otro lado, el acuífero de San Rafael se ubica junto al océano Pacífico. Este hecho sumado a su estado de sobreexplotación lo hace sumamente susceptible a la intrusión marina, sin embargo, no existen un sistema de mediciones continuas de la calidad del agua subterránea. Los datos hidrogeoquímicos más completos fueron generados en la década de los 70as por lo que se puede considerar que la información de transporte de solutos y evolución química del agua subterránea es prácticamente inexistente. No obstante, es del conocimiento general que la zona costera del acuífero contiene agua salobre de diferentes concentraciones aunque no se ha medido el impacto que las prácticas de explotación vigentes hayan ejercido sobre la calidad del agua del acuífero.

Para lograr el modelo de simulación geohidrológica es indispensable contar con los modelos conceptuales e hidrogeoquímicos por lo que es recomendable dirigir los esfuerzos de recuperación y estabilización hacia acciones que generen conocimiento básico para el desarrollo de dichos modelos.

IX.4.7. Principales Beneficios Esperados

- a. Aumentar el conocimiento del funcionamiento del acuífero.
- b. Conocer cómo se relaciona el acuífero con las condiciones naturales o inducidas de su entorno.
- c. Disponer de una herramienta dinámica y flexible para: (1) diagnosticar las condiciones del acuífero, (2) predecir su futuro comportamiento, y (3) definir planes y acciones de manejo para el acuífero.

IX.4.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Generar una base de datos de las características físicas y químicas del acuífero y su entorno.
2. Integrar la información de la caracterización geohidrológica en un modelo conceptual.
3. Integrar la información de calidad de agua, composición química, transporte de solutos y evolución de la concentración en un modelo hidrogeoquímico.
4. Utilizar ambos modelos para desarrollar un tercer modelo, que sería el de simulación geohidrológica.
5. Calibrar y probar el modelo.
6. Mantener y actualizar el modelo permanentemente.

Metas:

1. Conocer la situación actual de los recursos hidráulicos subterráneos.
2. Comprender el funcionamiento del acuífero y de los procesos que determinan la interacción entre éste y su entorno superficial y marino (Recarga y descarga).
3. Entender los fenómenos de transporte y evolución de la calidad del agua del acuífero así como la dinámica que involucra el avance del frente marino.
4. Obtener la habilidad de predecir la respuesta del sistema ante los planes de manejo y las políticas de explotación.
5. Alertar a los usuarios de posibles contingencias provocadas por fenómenos naturales o inducidos.

IX.4.9. Indicadores

1. Porcentaje de avance en la generación de la base de datos.
2. Porcentaje de avance en la integración del modelo conceptual.
3. Porcentaje de avance en la integración del modelo hidrogeoquímico.

4. Porcentaje de avance en el desarrollo del modelo de simulación geohidrológica.
5. Porcentaje de avance en la calibración y pruebas del modelo.

IX.4.10. Alcances

Geográficos: El área de acción del modelo geohidrológico corresponde a los límites del acuífero de San Rafael.

Temporales: El desarrollo del modelo es un proceso a corto plazo de aproximadamente dos años. El mantenimiento y actualización del modelo es permanente.

Económicos: La recuperación, estabilización y uso sustentable de los recursos hidráulicos alcanzan a todos los ámbitos económicos de la región.

IX.4.11. Seguimiento y Control del Programa

El seguimiento y control del desarrollo del modelo geohidrológico deberá ser asignado en acuerdo entre los usuarios y el organismo regulador del agua subterránea. Se deberá contar con la asesoría de expertos capaces de evaluar el funcionamiento y la capacidad del modelo.

IX.4.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Estudio de evaluación técnica, económica, social y ambiental.	\$ 100.00
Generación de datos y diseño de base de datos	\$ 700.00
Diseño del modelo conceptual	\$ 100.00
Desarrollo de modelo hidrogeoquímico	\$ 370.00
Desarrollo de modelo de simulación geohidrológica	\$ 370.00
Calibración y prueba del modelo	\$ 360.00
Subtotal	\$2,000.00
Operación (bianual a partir del 5o año)	
Mantenimiento y actualización	\$ 80.00
Subtotal	\$640.00
TOTAL	2,640.00

Nota: los gastos de mantenimiento y actualización no forman parte del Plan de Manejo corresponden a la CONAGUA

IX.4.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

CONAGUA, COTAS e inversión privada.

IX.4.14. Unidades Responsables de la Ejecución

CONAGUA, Usuarios COTAS, UABC y SEMARNAT.

IX.4.15. Fecha de Ejecución

Inicia desde el primer año 2011, actualización anual.

IX.4.16. Indicadores de Desempeño

Se evalúa el porcentaje del logro de los objetivos y metas.

IX.4.17. Fuentes de Verificación

La CONAGUA y los COTAS.

IX.4.18. Supuestos y Limitantes del Programa

1. Que el desarrollo del modelo se apruebe.
2. Que se cuente con información geohidrológica, geológica, climatológica, geoquímica, hidrológica, etc. suficiente para los objetivos del modelo.
3. Que se cuente con los recursos económicos necesarios para el desarrollo del modelo.
4. Que haya interés por parte de las instituciones involucradas.
5. Que se cuente con asesoría calificada.
6. Falta de confianza en las instituciones.

IX.4.19. Prioridad

Estabilización.

IX.5. PROGRAMA DE OPTIMIZACIÓN Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE USO AGRÍCOLA

IX.5.1. Problema

El agua disponible para la actividad agrícola en el acuífero de San Rafael no es suficiente para la superficie cultivada dentro y fuera de la cuenca hidrológica. Por lo que es necesario desarrollar un programa de optimización y uso eficiente del agua que permita impulsar el desarrollo de la principal actividad económica de la región (actividad agrícola), que solvete los principales problemas identificados en el sector, que son:

- Falta de una adecuada selección de cultivos.
- Aumento en el número de ciclos de cultivos.
- Falta de optimización en el uso del agua en la agricultura.
- Insuficiente capacitación agropecuaria.
- Insuficiente tecnificación agrícola (sistemas de riego tecnificado, drenaje parcelario, cultivo en invernadero e hidroponía y labranza de conservación).

IX.5.2. Objetivo General.

Establecer un programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola, en el que, con el volumen de agua disponible del acuífero se obtengan mejores beneficios en la actividad agrícola, con el consecuente desarrollo económico y social de la región.

IX.5.3. Objetivos Específicos

Analizar de forma detallada cuales cultivos son los más apropiados para la región, haciendo una selección de los mismos, con base en el valor de la producción del sistema producto y el consumo de agua.

Alcanzar el equilibrio en el número de ciclos de cultivos adecuados para la región, con base en la disponibilidad de agua y el consumo por ciclo.

Optimización en el uso del agua en irrigación de los cultivos.

Capacitar a los agricultores para que alcancen mayores rendimientos en sus cosechas.

Incentivar a los agricultores para que aumenten la tecnificación de los cultivos, transformando a técnicas de riego tecnificado, en los cultivos que sea posible.

IX.5.4. Problemática

Los usuarios del agua con fines agrícolas muestran su descontento por la falta de agua para sus cultivos argumentando que la construcción de obras de infraestructura hidráulica como bordos de recarga, presa en la zona de Bramadero, entre otras, ayudaría a recargar el acuífero. Se considera que estas acciones ayudarían a retener e infiltrar el agua durante los períodos de lluvias.

La sobreexplotación ha ocasionado la intrusión del agua del mar con la consecuente salinización del agua en el acuífero. Esto ha ocasionado que los agricultores busquen alternativas para obtener más agua (en volumen y calidad), lo que han solucionado con la instalación de plantas desaladoras y acueductos desde zonas del acuífero no afectadas por la intrusión marina a parcelas dentro y fuera de la cuenca hidrológica. Esto ha ocasionado el aumento en los costos de producción aunque también ha obligado a la tecnificación en los cultivos y en el riego y a buscar cultivos rentables. Sin embargo, existen un buen número de agricultores que no han podido desarrollarse en este tenor.

El análisis de los volúmenes extraídos para la agricultura, muestran que aproximadamente el 78% del agua se destina para el riego de 4 cultivos (fresa, tomate, cebolla y frambuesa) que ocupan aproximadamente el total de las hectáreas sembradas. En estos cultivos los rendimientos y valores de producción son altos, aunque es necesario realizar un análisis de los restantes cultivos para hacer una adecuada selección de cultivos.

Algunos cultivos están tecnificados, pero el uso de agua en ellos puede ser optimizado, algunos otros deben ser tecnificados ya que conservan técnicas de riego inadecuadas.

Es necesario llevar a cabo un programa de capacitación agropecuaria que permita hacer un uso más adecuado del agua, obtener un mayor rendimiento en las cosechas y cambiar a cultivos más adecuados para la región, (rentables y poco demandantes de agua).

IX.5.5. Evaluación de la Situación Actual

El sector agrícola en la región ha manifestado la reducción de sus actividades debido a que sus pozos han observado una disminución considerable del nivel del agua por sobreexplotación. A su vez esta sobreexplotación ha ocasionado la salinización del agua en el acuífero por la intrusión marina. De este modo, los agricultores han buscado alternativas para obtener agua (en volumen y calidad), lo que han solucionado con la instalación de plantas desaladoras y acueductos desde zonas del acuífero no afectadas por la intrusión marina. Esto ha provocado por un lado el aumento de la salinización, ya que el agua sigue siendo extraída del acuífero y por otro el abatimiento del nivel freático.

Las nuevas alternativas para obtener agua ha ocasionado un aumento en los costos de producción aunque también ha permitido la tecnificación de los cultivos y del riego y buscar esquemas de comercialización y cultivos rentables. Sin embargo, existen un buen número de agricultores que no han podido desarrollarse en este tenor.

Así la reducción de los niveles piezométricos y la salinización ha creado preocupación en los usuarios del agua subterránea, de tal forma que, a través del COTAS están impulsando un plan de manejo que les permita formular acciones para hacer un uso sustentable del recurso.

El sector agrícola relaciona la falta de agua con que existen usuarios del mismo sector que cuentan con captaciones de agua irregulares, en el mismo Valle o en sus inmediaciones, que no están contabilizados en el balance general, el trasvase de agua a otras cuencas y la

falta de regulación en la asignación de permisos de perforación y reubicación de pozos. Este punto se aborda en la acción: regulación de obras de captación irregulares.

Se observa que, el crecimiento en la superficie de cultivo impulsado por el desarrollo de la actividad agrícola ha dado lugar al incremento de la demanda de agua para este fin, aunque no se cuenta con una buena documentación del tema, ya que no existe una cédula de cultivos ni superficies cultivadas con agua del acuífero.

Los agricultores creen que algunas maneras de reducir la demanda de agua, sin disminuir el crecimiento económico de la región es; optimizar el uso del agua aplicando técnica agrícolas más eficientes en el uso del agua; tecnificando los cultivos que aún no cuentan con tecnología de punta para irrigar; formular un programa de capacitación agrícola; y, seleccionar los cultivos más idóneos para la región.

IX.5.6. Principales Beneficios Esperados

Los principales beneficios esperados se pueden resumir en:

1. Aumentar la producción agrícola de los cultivos más rentables desde la perspectiva económica y de consumo de agua con un volumen de agua menor al actual.
2. Disminuir la demanda de agua al ampliar la superficie de los cultivos en malla sombra, invernadero, etc. en las áreas en las que aún no se cuenta con este grado de tecnificación.
3. Incentivar la conversión a cultivos más rentables, principalmente entre los pequeños productores.
4. Mediante la capacitación agrícola abatir costos de producción logrando que todos los cultivos produzcan más y mejor con menor consumo de agua y fertilizantes, optimizando la cantidad y frecuencia de la aplicación del agua. Figura 1.



Figura 2. Cultivo con riego por goteo. Se observa el aumento de la productividad y calidad de la hortaliza. Tomada de Ruiz, 2008.

IX.5.7. Principales Acciones y Metas

Las acciones principales se relacionan a los objetivos específicos mencionados, estas acciones son:

1. Establecer junto con las organizaciones de agricultores una planeación y selección adecuada de cultivos.
2. Mantener un equilibrio en el número de ciclos de cultivos y la disponibilidad de agua.
3. Optimizar el uso del agua en la irrigación logrando que el agua aplicada al cultivo sea aprovechada por el mismo, evitando fugas en la captación, bombeo, conducción y aplicación a la planta, así como por evaporación o infiltración al subsuelo.
4. Aplicar un programa de modernización de tecnología agrícola (cultivo en malla sombra, invernadero, hidroponía, labranza de conservación, etc).
5. Establecer un programa de capacitación agropecuaria permanente que permita obtener mejores cosechas con menor cantidad de agua y fertilizantes.

Las metas serían relacionadas a estas acciones.

- Elaborar un padrón de cultivos actualizado y confiable, en el que se indique la superficie cultivada, el tipo de cultivo, el rendimiento por hectárea, el tipo de riego, el valor total de la producción y los consumos de agua. Este padrón permitirá hacer una selección del tipo de cultivos y superficie sembrada en función de la disponibilidad del agua, de la rentabilidad del producto (evaluada como sistema producto) y la cantidad de agua requerida. Este padrón deberá incluir a las zonas de cultivo fuera de la cuenca que están recibiendo agua del acuífero de San Rafael.
- Con base en el padrón de cultivos evaluar la posibilidad de sembrar más de un ciclo los cultivos no perennes.
- Capacitar a los agricultores para llevar a cabo una auditoría de eficiencia en el riego a los principales tipos de cultivos, los que concentran el 80% del agua aplicada en la agricultura, para evaluar la aplicación de medidas reductoras del consumo del agua en función del acceso a la tecnología y el costo de aplicación.
- Evaluar el costo de cambio de técnica de cultivo hacia el siguiente paso en tecnificación por hectárea, para los agricultores que estén usando técnicas que requieran mucha agua (riego rodado), buscar los programas de gobierno nacional o internacional para apoyar la tecnificación del riego y la reducción en el consumo de agua.
- Establecer un programa de capacitación de agricultores permanente que les permita acceder a los siguientes niveles de tecnificación en uso del agua, optimizar los sistemas que ya posean alcanzando mayores rendimientos de cultivo.

El uso eficiente en invernadero

- En la producción de invernaderos es:

5 +

que la producción de Hortalizas a cielo abierto.



Figura 3. Uso del invernadero para el aumento de la productividad del cultivo haciendo un uso eficiente del agua. Tomada de Ruiz, 2008.

IX.5.8. Indicadores

1. Aumento de la relación producción agrícola (Ton/ha)/volumen de agua utilizado (m^3/ha).
2. Número de hectáreas de cultivo con alto consumo de agua convertidas a hectáreas de cultivo con bajo consumo de agua. (por ejemplo: Alfalfa a tomate, frutales a flores, etc).
3. Número de auditorías de eficiencia hidroagrícolas aplicadas en la región por año.
4. Número de medidas reductoras del consumo del agua aplicadas en cultivos.
5. Número de financiamientos obtenidos para reducción en el consumo de agua agrícola.

IX.5.9. Alcances

La reducción del volumen de agua extraído por su uso eficiente y optimizado en la agricultura, hasta alcanzar el volumen disponible, impactará positivamente en las actividades económicas de los pobladores de Punta Colonet permitiendo su desarrollo sostenible.

IX.5.10. Seguimiento y Control del Programa

Para el seguimiento y control del programa se requiere la participación conjunta de autoridades federales (CONAGUA, SEMARNAT), estatales (CESPE y SEFOA), instituciones privadas como la asociaciones agrícolas, académicas (UABC, INIFAP y CICESE) y sociedad civil, especialmente el COTAS. Será necesario evaluar de forma periódica los indicadores y

apoyar las acciones de financiamiento necesarias para optimizar el uso del agua, convertir a cultivos más rentables y menos demandantes de agua.

IX.5.11. Costo Estimado

Es necesario llevar a cabo la primera actividad para evaluar el costo de la transformación de los cultivos, ya que no se conoce el sistema de riego y su viabilidad técnica de cambio de sistema de riego y/o cultivo.

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Elaboración de padrón de cultivos (1,251 ha)	237
Planeación y selección de cultivos	225
Auditorías de eficiencia hidroagrícola	1,251
Propuesta de acciones de optimización del uso del agua	500
Asistencia técnica para la implementación de la técnica	1,253
Capacitación en la tecnificación agrícola \$/curso (3 cursos)	45
Transformación de riego rodado a goteo	2,252
Instalación de malla sombra	28,798
Invernadero media tecnología	44,040
Invernadero alta tecnología	41,287
total	119,888

Tabla 2. Ejemplo de rendimiento de tomate bajo diversos esquemas de producción, en los que disminuye la demanda de agua del cultivo y aumenta su rendimiento. Tomada de Ruiz, 2008.

Sistema de producción	Costo \$/m ²	Rendimiento kg/m ² /año
Malla sombra SQ	25-30	18 a 20
Invernadero media tecnología (EEUU)	30-100	55
invernadero de alta tecnología (Holanda)	100-200	65 a 75

IX.5.12. Posibles Fuentes de Financiamiento

El gobierno federal a través de la SAGARPA y sus programas de apoyo al campo.

El gobierno estatal a través de la SEFOA.

Apoyos internacionales al BID y BANCO MUNDIAL.

Iniciativa privada. Empresas que producen y/o comercializan los implementos y el equipamiento para el riego por goteo, mallas sombras, etc (NETAFIM).

IX.5.13. Unidades Responsables de la Ejecución

La delegación SAGARPA en el Estado de Baja California, la SEFOA, la CONAGUA y los COTAS. Los usuarios deben insistir a las autoridades para la ejecución de las diferentes acciones de este programa. A la vez solicitar las asesorías correspondientes tanto a instituciones públicas y privadas.

IX.5.14. Fecha de Ejecución

El programa se debe desarrollar permanentemente desde el inicio del Plan de Manejo.

IX.5.15. Indicadores de Desempeño

1. Aumento de la producción agrícola con el mismo volumen de agua.
2. Aumento de las hectáreas sembradas con el mismo volumen de agua.
3. Disminución del volumen aplicado de agua por hectárea sembrada
4. Establecimiento de cultivos económicamente factibles.
5. Mejoramiento de los ingresos económicos de los agricultores.

IX.5.16. Fuentes de Verificación

La SAGARPA y los COTAS o Asociaciones de Usuarios Agrícolas serán los responsables de verificar los resultados del programa.

IX.5.17. Supuestos y Limitantes del Programa

Supuestos:

Se considera que los usuarios tienen un genuino interés en conservar el recurso agua y hacer un uso sustentable del recurso.

Los usuarios están convencidos de que continuar extrayendo los mismos volúmenes de agua del acuífero los llevará a una sobreexplotación que no puede ser sostenida y las actividades económicas se colapsarían.

Limitantes:

Los agricultores medianos y pequeños podrían resistirse al cambio argumentando la falta de apoyos para realizarlos. Se debe buscar el fondo y los incentivos para hacer atractiva la transformación del cultivo.

Los agricultores grandes creen que están suficientemente tecnificados y sus sistemas de riego optimizados.

Se necesita establecer con precisión el volumen de agua a reducir, es decir la recarga media considerando los prolongados períodos de baja precipitación que se presentan en la cuenca.

IX.5.18. Prioridad

Estabilización.

IX.6. PROGRAMA DE OPTIMIZACIÓN Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE USO PÚBLICO URBANO

IX.6.1. Problema

La región no cuenta con un sistema de distribución de agua potable, el acceso al servicio es a través de entregas domiciliarias con pipas y tanques de almacenamiento privados, no obstante no existe una cultura sobre el uso eficiente de este recurso. Sin embargo, el desperdicio de agua y el uso indiscriminado de ella, sin considerar que se trata de un bien escaso requiere que se lleven a cabo campañas de concientización y educación sobre el ahorro del agua.

La reducción en el consumo de agua por el ahorro y la eficiencia en su uso tanto a nivel doméstico como público urbano conducirá a una reducción en el volumen de agua extraído del acuífero con lo cual se mejora la disponibilidad del recurso y se disminuye su demanda.

Esto traerá como resultado inmediato la reducción en el bombeo de agua de los diversos acuíferos, pero más importante aún traería conciencia en el cuidado de los recursos naturales.

IX.6.2. Acción

Disminuir el consumo de agua per cápita mediante la capacitación sobre técnicas de ahorro de agua a nivel doméstico, público urbano e industrial.

IX.6.3. Objetivo General

Mejorar la disponibilidad del acuífero disminuyendo la tendencia de crecimiento del volumen extraído para uso urbano mediante la reducción del consumo per cápita.

IX.6.4. Objetivos específicos

Identificar las actividades de la población en las que el consumo de agua puede disminuirse mediante la capacitación y concientización a nivel doméstico, público urbano, comercial e industrial.

Formular e instrumentar programas de capacitación y concientización para el uso eficiente del agua entre los diferentes sectores usuarios.

Formular y difundir programas para el promover la cultura del ahorro y uso eficiente del agua entre los diferentes sectores de usuarios.

IX.6.5. Justificación

Con el ahorro y uso eficiente del agua se reducirá la dotación de 250 litros por habitante por día (LHD) a 200 LHD lo que representa un ahorro de 5.5 a 9 Mm³/año en el horizonte de proyección rescatando globalmente al 2030 del orden de 189 Mm³.

IX.6.6. Problemática

La población, en general, no sabe que el recurso hídrico es un recurso escaso y hace un uso excesivo del mismo. No se ha enfatizado en la cultura del ahorro del agua de forma permanente, por lo que no abandona las costumbres de usar grandes volúmenes de agua en actividades en las que puede reducir su consumo.

Este desconocimiento de la disponibilidad del recurso aunado con la falta de una cultura del ahorro del agua ocasiona que se hagan consumos de agua mayores a los 250 LHD.

IX.6.7. Evaluación de la Situación Actual

La falta de cultura en el ahorro del agua provoca un alto consumo de la misma.

Los escasos o nulos programas de ahorro a nivel gubernamental no permiten que se disminuya el consumo del agua por concientización.

La calidad del agua de suministro estimula el uso de agua embotellada a un precio alto lo cual también influye en detrimento del uso eficiente del agua por tubería.

IX.6.8. Principales beneficios esperados.

Mejorar la disponibilidad del acuífero disminuyendo la tendencia de crecimiento del volumen extraído para uso urbano (incluyendo doméstico, público urbano, comercial e industrial).

Generar y difundir la cultura del ahorro y uso eficiente del agua entre los diferentes sectores de usuarios para reducir su consumo per cápita.

IX.6.9. Acciones y Metas.

Acciones

Realizar un diagnóstico de las actividades en las que se utilice de forma excesiva el agua en los diversos usuarios urbanos.

Establecer un programa de ahorro y uso eficiente del agua mediante la sustitución de equipamiento y dispositivos para el uso del agua el cual incluya programas de financiamiento para los usuarios.

Formular e impartir cursos de capacitación, campañas de difusión en medios masivos, incentivos para los usuarios ahorradores para todos los usuarios urbanos.

Metas

Elaborar una relación de las actividades que más gastan agua y que son potencialmente las que podrían disminuir la cantidad de agua utilizada de otros programas de ahorro y con base en las actividades más realizadas en la región.

Llevar a cabo una campaña de difusión de la cultura del ahorro del agua en medios masivos anualmente.

Llevar a cabo cursos de ahorro del agua y concientización a nivel escolar y en los centros de trabajo.

Fomentar el uso de equipos ahorradores de agua en los baños, las llaves de agua y reducir las actividades que provocan dispendio en el uso del agua, tales como barrer con la manguera de agua, lavar carros con manguera, dejar fugas de agua sin reparar, etc.

Disminuir la dotación global de 250 a 200 LHD al 2015. Se plantea reducir el consumo en 5 LHD anualmente.

IX.6.10. Principales Indicadores

- Número de cursos impartidos
- Número de campañas de difusión masiva.
- Porcentaje de cumplimiento de programas.
- Reducción en el consumo de agua por hogar apoyado.

IX.6.11. Alcances

Esta acción depende de que:

Se integren fideicomisos y comisiones técnicas con la participación de CONAGUA, CESPE, UABC, usuarios y proveedores para la formulación y operación de programas de disminución de pérdidas y ahorro y uso eficiente del agua.

IX.6.12. Seguimiento y Control de Programas

CONAGUA, COTAS, CESPE

IX.6.13. Costo Estimado de las Acciones

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Costo del total del proyecto	
Diagnóstico	\$850.00
Campaña de difusión masiva	\$700.00
Cursos de capacitación	\$600.00
Programa de sustitución de equipos para baños	\$950.00
Total	\$3,100

IX.6.14. Posibles Fuentes de Financiamiento

ONUDI, NADBANK, Gobiernos Federal, Estatal y Municipal e inversión privada

IX.6.15. Unidades Responsables de Ejecución

CONAGUA, CESPE

IX.6.16. Fecha de Ejecución

2008 inicio y permanente

IX.6.17. Indicadores de Desempeño.

Porcentaje del logro de las metas

IX.6.18. Fuentes de Verificación

Estadísticas de consumo de agua de CESPE

IX.6.19. Supuestos y Limitantes del Programa

Muy escasa cultura del ahorro del agua, por lo que hay un trabajo muy difícil de llevar a cabo y el resultado de estas acciones se logran a largo plazo.

Carencia de recursos financieros para realizar las acciones propuestas

Ausencia de departamentos especializados dedicados específicamente a la formulación, gestión y desarrollo de programas de ahorro

IX.6.20. Prioridad

Recuperación.

IX.7. EXPLOTACIÓN DE AGUAS DE ORIGEN MARINO

IX.7.1. Problema

No existe un estudio geohidrológico que marque la pauta para la explotación de aguas de origen marino en la zona costera del acuífero de San Rafael que permita hacer un uso sustentable del recurso hídrico y lo proteja de la intrusión salina o bien de la generación de zonas con concentraciones salinas que perjudiquen la fauna y flora marina en las inmediaciones de los emisores de salmuera de rechazo.

IX.7.2. Acción

Llevar a cabo un estudio geohidrológico que permita definir las políticas de explotación del agua de origen marino sin afectar las condiciones hidrológicas del acuífero.

IX.7.3. Objetivo General

Dada la necesidad de contar con grandes volúmenes de agua, muy por arriba de la capacidad del acuífero, por la posible construcción del puerto de Punta Colonet es necesario evaluar el impacto de la salmuera de rechazo tanto en el acuífero como en las zonas marinas en las que se vierta. Considerando el impacto a la flora y fauna marina por el aumento en la concentración de sólidos totales disueltos.

IX.7.4. Objetivos específicos

Contar con bases científicas para establecer las zonas en las que se extraerá el agua marina a desalar y las zonas en las que se dispondrá la salmuera de rechazo del proceso de desalación.

Contar con lineamientos fundamentados en la capacidad de disposición de salmuera que incluyan los volúmenes a desalar, la tecnología a utilizar para desalar el agua, captar el agua marina y disponer de la salmuera de rechazo.

IX.7.5. Justificación

La capacidad del acuífero para hacer frente a la necesidad de agua para llevar a cabo las actividades directas e indirectas del puerto de Altura Punta Colonet es insuficiente.

IX.7.6. Problemática.

El acuífero actualmente se encuentra en condiciones de sobreexplotación y sobreasignación de agua lo que le impide destinar parte de sus volúmenes a una actividad nueva, prioritaria y con un elevado consumo de agua dada la envergadura del proyecto.

IX.7.7. Evaluación de la Situación Actual

En este momento a pesar de la sobreexplotación del acuífero no se observan problemas severos de intrusión salina ni de abatimientos incontrolables, por lo que no se hace necesaria la explotación de aguas de origen marino. Sin embargo, las perspectivas a futuro permiten vislumbrar el requerimiento de volúmenes muy grandes de agua para abastecer

los requerimientos del puerto Punta Colonet, lo que hace necesario establecer una acción que permita hacer frente a esta problemática.

IX.7.8. Principales beneficios esperados.

1. Hace un uso sustentable del recurso hídrico marino sin afectar su ecosistema.
2. Contar con un volumen de agua adicional al del acuífero que permita hacer frente al crecimiento de la demanda por la construcción del puerto Punta Colonet.
3. Evitar la sobreexplotación del acuífero para abastecer las necesidades del puerto.
4. Contar con un polo de desarrollo económico y social en esta parte de la península que reportará beneficios económicos y sociales a todo el País.

IX.7.9. Principales acciones y metas.

Acciones:

1. Estimar los volúmenes requeridos bajo diversos escenarios de tamaño del puerto.
2. Llevar a cabo un estudio de dinámica de mareas y corrientes en las inmediaciones del área del puerto. Haciendo énfasis en las zonas más profundas y cercanas a la costa, como cañones.
3. Elegir y evaluar varias zonas con posibilidades para descarga de salmuera de rechazo y captación de agua considerando sus posibles impactos a la flora y fauna local.
4. Evaluar su afectación al sistema hidrogeológico costero.

Metas:

1. Contar con una matriz oferta-demanda de agua para diversos escenarios de tamaño del puerto a construir.
2. Elegir con base en el estudio de la dinámica del agua el sitio o los sitios en los que existiría un menor impacto a la captación de agua y disposición de salmuera.
3. Contar con un estudio de impacto tanto al sistema marino como al geohidrológico costero por esta actividad.

IX.7.10. Principales indicadores

Porcentaje de avance del estudio versus tiempo

Cumplimiento de metas

IX.7.11. Alcances

Delimitación geográfica de las zonas con posibilidades de captación y disposición de agua.

El acuífero del Arroyo San Rafael y las zonas costeras aledañas a la Punta Colonet.

IX.7.12. Seguimiento y control de programas

CONAGUA, CESPE, SEMARNAT.

IX.7.13. Costo estimado de las acciones

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Costo del estudio	386
Estudios Geofísicos	150
Estudios Geoquímicos	36
Estudios Oceanográficos	200
total	772

IX.7.14. Posibles fuentes de financiamiento

ONUDI, NADBANK, Gobierno e inversión privada.

IX.7.15. Unidades responsables de ejecución

CONAGUA, CESPE.

IX.7.16. Fecha de ejecución

Iniciar en 2011 con duración de 1 año.

IX.7.17. Indicadores de desempeño.

Porcentaje del logro de las metas.

IX.7.18. Fuentes de verificación

Estadísticas de CONAGUA, CESPE y COTAS.

IX.7.19. Supuestos y limitantes del programa

Se inicia la operación del puerto.

Se concreta la capacidad del puerto y sus requerimientos hídricos.

IX.8. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DESALADORAS DEL PUERTO

IX.8.1. Problema

La creación de una nueva infraestructura portuaria allende al arroyo San Rafael en Punta Colonet requerirá disponer de un volumen adicional de agua al disponible del acuífero.

IX.8.2. Acción

Realizar el proyecto, construir y operar la planta desaladora ubicada a un lado de la desembocadura del Arroyo San Telmo, dado que el arroyo San Rafael será impactado por el puerto. Las desembocaduras son sitios factibles para localizar pozos playeros por su permeabilidad, lo que puede presentar una producción elevada. Los pozos playeros son más confiables que la toma directa de agua de mar (para caudales pequeños y medianos), debido al proceso natural de filtración, que reduce costos por pre-tratamiento y el impacto en la vida marina es menor, dado que no hay arrastre de especies animales y vegetales.

Por otra parte, si se desarrolla el Proyecto de Punta Colonet el déficit inicia en 2011 para lo cual habría que satisfacer la demanda con módulos de desalación de agua de mar con capacidad de 50 lps cada uno hasta alcanzar un total de 250 lps, lo cual combinado con acciones de ahorro y uso eficiente del agua puede satisfacer las necesidades de uso público urbano hasta el 2030 (Ver Figura 3).

IX.8.3. Objetivo General

Contribuir en la solución del problema de abasto de agua en la zona bajo estudio con la construcción y operación de plantas desaladoras disminuyendo la sobreexplotación de los acuíferos en beneficio de su zona agrícola asumiendo un aumento en la demanda de agua por la construcción del puerto Punta Colonet.

IX.8.4. Objetivos específicos

- Contar con el estudio técnico de la ubicación, capacidad y características técnicas de la planta desaladora que satisfaga la demanda de agua de las actividades relacionadas con el Puerto.
- Contar con estudios de factibilidad de la desalación del agua marina y/o salobre del acuífero costero para satisfacer la demanda de agua del Puerto.

IX.8.5. Justificación

La demanda de agua de las actividades relacionadas con la operación del Puerto deberá ser satisfecha con agua adicional a la del acuífero, para no afectar las actividades agrícolas ni el abasto de la población actuales.

IX.8.6. Problemática.

Actualmente las comunidades asentadas en la cercanías del poblado Colonet carecen de la infraestructura para el suministro de agua potable en calidad del producto y del servicio y se surten de pozos de los acuíferos, fuentes superficiales y norias.

Los acuíferos se consideran sobreexplotados, sobreasignados y la calidad del agua de los mismos se está deteriorando. Esta problemática limita a la región en su desarrollo pero también limita la disponibilidad para la agricultura.

La creación de un nueva infraestructura portuaria allende al arroyo San Rafael en Punta Colonet requerirá disponer de un volumen adicional de agua. Este volumen deberá satisfacer tanto las actividades propias del puerto como a la población que se asiente en la zona para trabajar de forma directa en la rada portuaria como para proveer los servicios requeridos por la misma.

Dada la insuficiencia de disponibilidad de agua del acuífero será necesario contar con una fuente adicional de suministro que podría ser la desalación de agua de mar, o salmuera del acuífero próxima a la costa.

IX.8.7. Evaluación de la Situación Actual

Dado que actualmente no se ha iniciado la construcción del Puerto, el problema no se ha presentado. No obstante, la planeación de la construcción del Puerto requiere prever las necesidades del vital líquido que tendrá esta actividad.

IX.8.8. Principales beneficios esperados.

Un volumen adicional de agua que satisfaga los nuevos requerimientos por esta nueva actividad económica.

Aliviar en alguna medida la presión de agua sobre el acuífero.

El desarrollo de nuevas actividades económicas en la región.

IX.8.9. Principales acciones y metas.

Acciones:

1. Desarrollar los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental de la planta desaladora de agua salobre y agua de mar para fundamentar la gestión de recursos financieros para el proyecto ejecutivo y la construcción de la obra.
2. Desarrollar el proyecto ejecutivo de la planta desaladora de agua salobre y agua de mar.
3. Construcción de plantas desaladoras de agua salobre y agua de mar.

Metas:

1. Contar con el estudio de la evaluación técnica, económica, social y ambiental de la planta desaladora.
2. Contar con el proyecto ejecutivo de la construcción de la planta desaladora.

3. Operar en forma eficaz y eficiente la planta desaladora. Con bajos costos de operación y la satisfacción de los usuarios.

IX.8.10. Principales indicadores

1. Optima relación metros cúbicos de agua desalada versus metros cúbicos de agua requerida.
2. Costo de operación de la planta versus costo del agua de otras fuentes.
3. Calidad del agua obtenida.

IX.8.11. Alcances

1. Aunque el abasto es local la adecuada operación del puerto tiene un alcance nacional.
2. El horizonte de duración de la planta es de 15 años, al final de los cuales se tendrá que hacer una revisión y actualización de la tecnología con que opera la planta.

IX.8.12. Seguimiento y control de programa

CONAGUA, COTAS, CESPE, SEMARNAT, Administración Portuaria Integral.

IX.8.13. Costo estimado de las acciones

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Red completa	
Estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental	1,200
Proyecto Ejecutivo	2,562
Construcción en 4 etapas (2012, 2013,2018 y 2021).	342,000
total	345,762

IX.8.14. Posibles fuentes de financiamiento

ONUDI, NADBANK, Gobierno e inversión privada.

IX.8.15. Unidades responsables de ejecución

CONAGUA, CESPE.

IX.8.16. Fecha de ejecución

Inicia al momento de aprobar la construcción del Puerto y dos años de anteproyecto, proyecto ejecutivo y construcción.

IX.8.17. Indicadores de desempeño.

Porcentaje del logro de las metas.

IX.8.18. Fuentes de verificación

Estadísticas de CONAGUA, CESPE y COTAS.

IX.8.19. Supuestos y limitantes del programa

Se supone la aprobación y construcción del puerto Punta Colonet.

Se acota el tamaño de la planta de desalación a la demanda del puerto, es decir, según el tamaño de puerto proyectado será el tamaño de la planta a construir.

Se cuenta con los recursos financieros por parte del desarrollador del puerto y las posibles fuentes de financiamiento para su construcción.

Se priorizan las actividades económicas previas al puerto sobre la nueva demanda de agua relacionada con el puerto.

Se cuenta con que los usuarios actuales y los nuevos usuarios del puerto consideran importante el uso sustentable del recurso hídrico del acuífero.

ACCIONES DE CONSERVACIÓN

IX.9. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PRESA EN LA ZONA DEL BRAMADERO

IX.9.1. Problema

Durante los eventos de precipitación anuales el agua que escurre de las partes altas de la cuenca circula por el arroyo de San Rafael y descarga en el mar durante algunos días o a lo más semanas todo el escurrimiento sin dar tiempo a que el acuífero se recargue lo suficiente. Una estructura hidráulica en la que se detenga al menos temporalmente el agua dará tiempo para que el agua almacenada en el vaso se infiltre y recargue el acuífero de forma adicional a la recarga natural.

IX.9.2. Acción

Construcción de una presa con poca capacidad de almacenamiento y una cortina baja lo que permitiría almacenar el agua de lluvia por un período mayor y propiciar su infiltración al acuífero.

IX.9.3. Objetivo General

Realizar los estudios geotécnicos y de factibilidad técnica y económica así como los proyectos ejecutivos y la obra de una presa que detenga por mayor tiempo el escurrimiento de la cuenca para propiciar su infiltración al acuífero y aumentar su recarga media anual.

IX.9.4. Objetivos específicos

1. Realizar los estudios requeridos para construir una presa en la zona de Bramadero.
2. Construir la presa en la zona de Bramadero
3. Evaluar el aumento de la infiltración y la mayor disponibilidad de agua en el acuífero.

IX.9.5. Justificación

La pérdida de agua al mar durante los períodos anuales de lluvia puede ser recuperada si se cuenta con una obra de retención e infiltración capaz de mantener por mayor tiempo el agua en la cuenca y propiciar su infiltración al acuífero.

IX.9.6. Problemática.

El acuífero del arroyo San Rafael recibe agua de lluvia que es captada en la zona alta de la cuenca a través del arroyo. Dada la enorme pendiente de la cuenca el agua corre de forma muy violenta y rápida hasta su punto de salida en la costa. La infiltración de este escurrimiento se reduce a tiempos muy cortos de circulación sobre la zona costera y la porción baja de la cuenca en la que se encuentra el acuífero de San Rafael.

Este escurrimiento puede ser detenido por mayor tiempo en la parte media de la cuenca. En la zona de Bramadero se presenta un encañonamiento del arroyo y la sección de la cortina sería menor. El vaso que se produciría dada una elevación determinada de la

cortina no ha sido estimado aún pero cualquier almacenamiento de agua de forma temporal produciría una infiltración adicional al acuífero.

IX.9.7. Evaluación de la Situación Actual

Al no existir una estructura que retenga los escurrimientos del arroyo antes de llegar al mar, grandes volúmenes de agua se están perdiendo.

IX.9.8. Principales beneficios esperados.

1. Una mayor recarga del acuífero.
2. Tener un vaso de almacenamiento y regulación del cauce.
3. Se propiciaría la recuperación del acuífero bajo el actual régimen de explotación.

IX.9.9. Principales acciones y metas.

Acciones:

1. Llevar a cabo los estudios requeridos para la construcción de la Presa.
2. Ejecutar la construcción de la Presa.
3. Operar y evaluar eficiencia como infraestructura de recarga del acuífero.

Metas:

1. Contar con los estudios técnicos y económicos necesarios para el diseño y construcción de la Presa.
2. Construir la Presa en el sitio y del tamaño apropiados para el volumen de escurrimiento del arroyo y contener el agua por un tiempo suficiente para propiciar su recarga al acuífero.

IX.9.10. Principales indicadores

1. Volúmenes de agua adicionales infiltrados al acuífero por unidad de tiempo.
2. Evolución de la calidad del agua del acuífero.
3. Evolución temporal y espacial de los niveles estáticos del acuífero.

IX.9.11. Alcances

1. La Presa debe operar por un mínimo de 30 años por lo que su horizonte de vida útil deberá cumplir al menos este período.
2. La Presa deberá propiciar beneficios a los habitantes de la región y a los usuarios del acuífero.

IX.9.12. Seguimiento y control de programas

CONAGUA y CEA.

IX.9.13. Costo estimado de las acciones

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Red completa	
Estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental	100
Proyecto Ejecutivo	500
Construcción de la Presa	10,000
total	10,600

IX.9.14. Posibles fuentes de financiamiento

ONUFI, NADBANK, Gobierno e inversión privada, Banca Internacional.

IX.9.15. Unidades responsables de ejecución

CONAGUA.

IX.9.16. Fecha de ejecución

En 2011 iniciar estudios técnicos.

Construcción a partir del 2015.

IX.9.17. Indicadores de desempeño.

Porcentaje del logro de las metas.

IX.9.18. Fuentes de verificación

CONAGUA y Banca Internacional.

IX.9.19. Supuestos y limitantes del programa

Existe factibilidad técnica para que en la zona de Bramadero se construya una presa de infiltración, almacenamiento y regulación.

Existe la posibilidad de obtener los terrenos que ocuparán el vaso y la cortina de la Presa.

Se cuenta con financiamiento suficiente en tiempo y forma para la ejecución de los estudios y la construcción de la presa.

IX.10. CONSTRUCCION DE UNA RED DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y REUSO

IX.10.1. Problema

El poblado de Punta Colonet y poblados circunvecinos no cuentan con una red e infraestructura hidráulica y de saneamiento. Su crecimiento hace necesaria la construcción de una red de agua potable y saneamiento que por un lado mejore la calidad de vida de la población y por otro reduzca la incidencia de enfermedades gastrointestinales, así como el reuso del agua residual tratada.

IX.10.2. Objetivo General

Promover la construcción de un sistema de agua potable, saneamiento y el reuso del agua residual tratada.

IX.10.3. Objetivos Específicos

1. Establecer las condiciones de diseño del nuevo sistema de agua potable y saneamiento de la población Punta Colonet y poblados circunvecinos.
2. Construir los sistemas de agua potable y saneamiento que den soporte a la población actual y futura, con base en un plan de crecimiento ordenado y el reuso del agua residual.

IX.10.4. Justificación

Existe la necesidad de contar con un sistema de agua potable y saneamiento de los poblados de la zona. Se cuenta con la voluntad de los usuarios y gobierno para hacer sustentable el manejo del agua al interior del sistema hídrico urbano, para hacer un uso eficiente del agua de los usos urbano y doméstico, para dotar a la región de una fuente alterna: agua residual tratada.

IX.10.5. Problemática

La problemática asociada a este rubro se debe a la dispersión de las áreas habitaciones que encarecen la construcción de infraestructura urbana requerida para dotar a las poblaciones de sistemas de agua potable y saneamiento que se requieren. Ante el crecimiento de estos poblados sus requerimientos hacen necesario contar con estos servicios.

Actualmente, la falta de alcantarillado sanitario en el poblado Punta Colonet hace que los pobladores se vean obligados a emplear fosas sépticas, letrinas o descargas a cielo abierto para satisfacer sus necesidades de desalojo de aguas residuales. Es de esperarse que una parte de estas descargas alcance cuerpos de agua subterráneos o cauces superficiales, creando con ello un problema potencial de salud pública.

IX.10.6. Evaluación de la Situación Actual

Actualmente, no se cuenta con infraestructura de agua potable, saneamiento y tratamiento en el poblado Punta Colonet. En este sentido se pueden entrelazar la

planeación del crecimiento del centro de población y la planeación del agua potable, drenaje, tratamiento y reuso.

Esta situación plantea los siguientes obstáculos:

1. Desconocimiento de los planes y proyectos estatales y federales en materia de desarrollo económico y turístico para la región y en especial para la población de Punta Colonet.
2. Desean que se inicien las actividades del puerto Punta Colonet para migrar de una actividad productiva primaria como lo es la agricultura a una actividad terciaria como es el comercio y los servicios.

IX.10.7. Principales Beneficios Esperados

1. Lograr una distribución justa y equitativa de los servicios de agua potable y alcantarillado por el tipo de uso y por la situación social y económica de los usuarios aumentando su índice de desarrollo humano.
2. Mejorar las condiciones de salubridad de la población, evitando las descargas superficiales de agua residuales domésticas y urbanas.
3. Contribuir a la estabilización del acuífero regulando la extracción mediante la oferta de los volúmenes de agua residual tratada.

IX.10.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Con base en el diagnóstico del crecimiento de la población bajo los escenarios de un aumento poblacional por la construcción del Puerto Punta Colonte o sin dicho desarrollo estimar los volúmenes de agua requeridos y disponibles.
2. Con base en la acción anterior estimar la infraestructura de agua potable, alcantarillado sanitario, sistemas de depuración de agua y reuso para un horizonte de 30 años.
3. Desarrollar el proyecto ejecutivo para la construcción de infraestructura de agua potable, alcantarillado sanitario, tratamiento de agua e infraestructura para su reuso.
4. Construcción de todo el sistema.

Metas:

- a. Desarrollar un diagnóstico de crecimiento poblacional bajo diversos escenarios.
- b. Contar con los volúmenes de agua requeridos por la población para su uso y obtenidos de la depuración para reuso.

- c. Obtener un proyecto ejecutivo para la construcción de la infraestructura requerida.
- d. Construcción de sistema de distribución de agua potable, distribución, saneamiento, tratamiento y distribución para reuso.
- e. Reglamentar la construcción y utilización de plantas de tratamiento de aguas negras en centros urbanos.
- f. Generar un programa de incentivos para los nuevos desarrollos que apliquen tecnologías de ahorro y aprovechamiento de aguas residuales.
- g. Mejoramiento en la cantidad y calidad de agua potable y alcantarillado, considerando la negociación de financiamientos a través de créditos, inversión privada o subsidios.

IX.10.9. Indicadores

1. Porcentaje de cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.
2. Porcentaje de viviendas que disponen de agua potable y drenaje.
3. Porcentaje de agua recolectada, tratada y reutilizada e favor del acuífero.

IX.10.10. Alcances

Límites de la acción, Geográficos, temporales y de recursos

1. El sistema de agua potable, saneamiento, depuración y reutilización deberá ser diseñado para cubrir las necesidades de la actual mancha urbana de la población de Punta Colonet bajo el escenario de No Puerto y con la construcción de Puerto.
2. Debe abarcar tanto al poblado de Punta Colonet como a los poblados aledaños.
3. Deberá iniciarse su construcción a más tardar en el 2012.
4. Los recursos deberán provenir de los tres niveles de gobierno y la iniciativa privada.

IX.10.11. Seguimiento y Control del Programa

CONAGUA, CEA, CESPE, Comisaría Ejidal, y grupos involucrados.

IX.10.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Estudio de factibilidad	628
Proyecto ejecutivo	3,141
Construcción de sistema de alcantarillado sanitario	22,837
Construcción Sistema de distribución de agua potable	39,965
Total	66,571

IX.10.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

SEDESOL, SEDECO, NAD BANK, e Inversión privada.

IX.10.14. Unidades Responsables de la Ejecución

CESPE, CONAGUA y Usuarios.

IX.10.15. Fecha de Ejecución

Inicia desde el segundo semestre del año 2012 y es permanente.

IX.10.16. Indicadores de Desempeño

Porcentaje de población con servicios de agua potable.

Porcentaje de población con servicios alcantarillado sanitario.

Porcentaje de facturación cobrada por servicios de alcantarilla de agua potable.

Volumen de agua reutilizada a favor del acuífero.

IX.10.17. Fuentes de Verificación

CONAGUA, CESPE.

IX.10.18. Supuestos y Limitantes del Programa

1. La construcción del Puerto de Punta Colonet modificará de forma determinante el tamaño de la población y sus requerimientos de agua potable, saneamiento, depuración y reuso.
2. El diseño del sistema de agua potable, saneamiento, depuración y reutilización depende del crecimiento esperado de la población.
3. Se debe establecer un sistema de recaudación por el servicio que sea autosuficiente para mantener y hacer crecer el sistema.

4. La disponibilidad del recurso financiero en función de las prioridades internacionales, nacionales, estatales, regionales y municipales.

IX.10.19. Prioridad

Estabilización

IX.11. CONSTRUCCIÓN DE BORDOS DE RECARGA

IX.11.1. Problema

Falta de obras de infraestructura para retener el agua del Arroyo de San Rafael para aumentar la disponibilidad. En una tormenta típica se estiman flujos de hasta $100 \text{ m}^3/\text{s}$. En los años 2004-2005, el Arroyo San Rafael vertió al mar más de 100 hm^3 .

IX.11.2. Objetivo General

Aumentar el tiempo de permanencia del agua superficial para permitir de este modo su infiltración hacia el acuífero mediante la construcción de bordos de recarga o presas de infiltración.

IX.11.3. Objetivos Específicos.

Propiciar la infiltración del agua de lluvia.

Aumentar la recarga del agua superficial al acuífero.

Propiciar la recarga del acuífero en zonas adecuadas.

IX.11.4. Justificación

La obtención de volúmenes adicionales de agua a favor del acuífero para su uso posterior en el sector urbano y agrícola. Sin embargo es necesario realizar un análisis del costo-beneficio entre el agua que puede acumular cada obra, el volumen recargado y los costos de construcción y mantenimiento de la obra.

IX.11.5. Problemática

La falta de obras civiles ha sido uno de los problemas principales para aumentar la disponibilidad de agua en la región.

Debido a que la actividad principal en la región es la agricultura, un aumento en las superficies sembradas significaría un aumento en la demanda de agua del sector. Aunque el sector agrícola en la región ha tecnificado sus sistemas de cultivo y de riego la falta de una fuente adicional de agua ha limitado su crecimiento. Es de resaltar que aunque se logre aumentar la oferta de agua es necesario mantener un equilibrio respecto a esta oferta total de agua.

Los bordos de recarga tienen como objetivo aumentar el tiempo de permanencia del agua superficial para permitir de este modo su infiltración hacia el acuífero. A diferencia de una presa esta no tendrá el objetivo de almacenar agua para su uso como agua superficial, así que se tendrán que desarrollar los mecanismos legales para otro uso que no sea el de recargar el acuífero.

Un bordo de recarga (presa subterránea) se puede definir como una obra hidráulica consistente en una pared para retener el flujo del agua superficial por un tiempo suficiente que permita la infiltración al acuífero.

Para la construcción de los bordos de recarga (presas de infiltración) se deberá de realizar un estudio previo de los sitios elegidos para corroborar la eficiencia del sistema de recarga. Cabe resaltar que la eficiencia de la acción dependerá del tipo de obra que se construya por lo que se sugiere no optar por simples bordos de retención que corren el riesgo de ser derribados en temporadas de lluvias abundantes. Las presas de infiltración en la Cuenca del Arroyo San Rafael manejan el concepto de microcuencas y de acuerdo a la posición geográfica de la cuenca se dividen en tres tipos: Micropresas de infiltración, Vasos de infiltración y Presas de infiltración. Las primeras tienen una amplia gama de materiales de construcción y métodos de control, las segundas son reservorios construidos en las zonas permeables de la cuenca y las últimas son presas derivadoras colocadas en sitios permeables de la cuenca. Los pozos de absorción no se contemplan debido a las altas tasas de producción de sedimentos de las cuencas hídricas de la región.

IX.11.6. Evaluación de la situación actual

En la actualidad, en la temporada de lluvia cuando el suelo se satura y se suceden precipitaciones considerables, el agua sale al mar al recorrer rápidamente el cauce principal y los cauces secundarios debido a la pendiente tan grande que tiene el Arroyo de San Rafael. Debido a que no existen estructuras que detengan, o disminuyan la velocidad de tránsito del agua, el tiempo de residencia del agua en el Arroyo es bajo lo que no permite la infiltración y recarga del acuífero. Esto se propicia también en que las lluvias se suceden copiosamente en un lapso de tiempo muy corto de allí la necesidad de obras hidráulicas que retengan esta agua y permitan su posterior recarga al acuífero.

La construcción de bordos de recarga ha sido uno de las acciones que se han venido proponiendo como una de las alternativas de solución para aumentar la oferta de agua. Sin embargo, estas acciones solo se han desarrollado como esfuerzos personales por parte de usuarios agrícolas, aunque sin algún sustento técnico para hacer más eficiente estas obras.

IX.11.7. Principales beneficios esperados

Con la construcción de los bordos de recarga se pretende aumentar la disponibilidad de la oferta de agua.

IX.11.8. Principales acciones y metas

Acciones:

5. Seleccionar los sitios más adecuados para represar el agua y propiciar la infiltración.

6. Evaluar la relación costo-beneficio de cada obra.
7. Regular el uso del agua represada para impedir que sea utilizada directamente.

Metas:

1. Localizar sitios en los cuales sea posible tener una micropresa de almacenamiento y una sección de arroyo en la que pueda construirse un represo, a bajo costo.
2. Localizar sitios en los cuales sea posible tener un vaso de almacenamiento y una sección de arroyo en la que pueda construirse un represo, a bajo costo.
3. Cuantificar el volumen infiltrado mediante la observación de la evolución del nivel en la micropresa o vaso de almacenamiento y la evaporación del agua.
4. Estimar la posible degradación de la calidad del agua por evaporación.

IX.11.9. Indicadores

Aumento de la recarga horizontal subterránea en piezómetros de control aguas debajo de las obras.

IX.11.10. Alcances

El sector agrícola es el que demanda el mayor volumen de agua, sin embargo, no se conoce con exactitud este valor ya que se tienen diferentes valores de acuerdo a las fuentes. Si se considera un promedio de las diferentes fuentes de información la demanda sería aproximadamente $__ \text{hm}^3$. Para cubrir esta demanda con presas de infiltración se requerirían aproximadamente $___$. Cabe resaltar que no se está considerando la tasa de infiltración para estas obras por lo que seguramente el número de obras sería menor. Por ejemplo una presa de infiltración, considerando el promedio anterior, cubriría aproximadamente un 8 % de la demanda del sector agrícola.

IX.11.11. Seguimiento y Control del Programa

El indicador principal de la acción sería la medición del aumento de la recarga horizontal subterránea en piezómetros de medición aguas debajo de las obras.

IX.11.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Volumen de agua retenida e infiltrada al acuífero (195,000 m³/año)	
Estudios para la identificación de los sitios óptimos	73
Estudio de viabilidad técnica, de impacto ambiental y financiero	36
Proyecto ejecutivo	538
Construcción de las obras (micropresas)	6,375
Construcción de las obras (vasos de infiltración)	4392
Total	11,414

Los costos estimados de las acciones se resumen en la tabla. Se requiere un estudio técnico para la ubicación de las obras y el número de ellas.

IX.11.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

La fuente de financiamiento sería fondos públicos tanto federales como estatales (SEFOA, CONAGUA, FIRCO). En las diferentes reuniones realizadas para el desarrollo de este plan los usuarios consideraron la posibilidad de participar en esta acción, principalmente en especie (uso de maquinaria, trabajadores, etc.) y también económicamente.

IX.11.14. Unidades Responsables de la Ejecución

La unidad responsable de la ejecución sería una empresa particular que bajo concurso propuesto por la CONAGUA y/o SEFOA pudiera dar la información técnica de la ubicación y tipo de obra para cada ubicación. De este modo, se requiere un estudio de factibilidad para cada obra de acuerdo los objetivos mencionados.

IX.11.15. Fecha de Ejecución

La ejecución de las obras se realizaran en el corto y mediano plazo, esto es en un periodo de 1 a 5 años.

IX.11.16. Indicadores de Desempeño

- Volumen recuperado a favor del acuífero
- Número de usuarios beneficiados o hectáreas sembradas
- Aumento del nivel freático
- Disminución de la salinidad en el acuífero

IX.11.17. Fuentes de Verificación

La CONAGUA y el COTAS o Asociaciones de Usuarios Agrícolas serán los responsables de verificar los resultados del programa.

IX.11.18. Supuestos y Limitantes del Programa

Aspectos ambientales

Las micropresas y vasos de infiltración son obras de pequeña escala en las que no se espera una afectación importante de la flora y fauna en las áreas en que se desarrollaran estas obras, no obstante será necesario llevar a cabo un estudio de impacto ambiental. Para las presas de infiltración se requerirían obligadamente un estudio de impacto ambiental ya que se tendría una mayor zona de inundación con la consecuente afectación del área inundable. Esta presas al manejarse como presas de infiltración solo mantendrían los volúmenes señalados por un tiempo corto no mayor a la siguiente temporada de lluvia o antes, lo que dependerá también de la capacidad de infiltración del sitio donde se ubique.

Aspectos técnicos

Dada las condiciones fisiográficas de la región, esto es, subcuencas pequeñas con encañonamientos y un cauce del arroyo bien marcado, se preveé una buena factibilidad técnica para realizar este tipo de obras. Una condicionante sería solo que las áreas seleccionadas en realidad permitan la recarga del acuífero.

Sin embargo, ya que la obtención de información de los sitios detectados como idóneos es por reconocimientos aéreos, terrestres o de gabinete, se deben realizar los siguientes estudios preliminares:

- a) Visitas de inspección: Reconocimiento del lugar del proyecto que consiste en inspección ocular del sitio con personal de experiencia y práctica. Además se recopilan datos para obtener una idea global del proyecto
- b) Estudios socioeconómicos: Con el objeto de aprovechar al máximo es importante elegir el tipo de obra para recuperar la inversión, además lo referente a la operación y mantenimiento de la obra.
- c) Estudios técnicos: Los estudios técnicos preliminares contemplan los Topográficos, Geológicos, Hidrológicos, Agrológicos, mecánica de suelos, legales principalmente la tenencia de la tierra y de impacto ambiental.
- d) Anteproyecto: Realizar varios anteproyectos para elegir de acuerdo a las ventajas y desventajas el más adecuado para el sitio en estudio en relaciones a la eficiencia, costo, detalles constructivos, tenencia de la tierra, etc.
- e) Conclusiones: Se puntualizan las conveniencias de cada anteproyecto, al finalizar este trabajo se consigue la factibilidad económica y constructiva del sitio de interés para la cual se deben de realizar los siguientes:

Una vez seleccionado los sitios se tienen que realizar los siguientes estudios definitivos:

- a) Topográficos: Localización del sitio de derivación, Cuenca hidrográfica de captación, planos topográficos del sitio de derivación y datos relativos a la zona de riesgo.
- b) Hidrológicos: Régimen de la corriente, avenida máxima de proyecto, curva tirantes gastos de la corriente, capacidad de la obra de toma, azolves, acarrees, poder destructivo de las crecientes y remanso.
- c) Geológicos: Cortes geológicos, Descripción de los materiales del sitio seleccionado en cauce y ladera, espesor de los estratos y estimación de la capacidad de carga de los estratos, granulometría y coeficiente adecuado de filtración.
- d) Agrológicos: Clasificación agrícola del terreno, planos del suelo, superficie de riego factible a beneficiar, tipos de cultivos recomendables, tipo y características del riego recomendable, calidad del agua, coeficiente de riego, avalúo de los terrenos agrícolas, notificación recomendada, drenaje necesario, fertilización adecuada, cultivos recomendados, fertilidad del suelo.
- e) Mecánica de Suelos: La magnitud física de la obra determinará la amplitud magnitud y exactitud del estudio. Se deberá estimar la granulometría, capacidad de carga, estabilidad de taludes, ángulo de reposo y fricción interna, sobre todo la permeabilidad de la cimentación.
- f) Construcción: Es necesario realizar una memoria descriptiva que incluya: Existencia de materiales locales y regionales que contenga volúmenes y calidad, épocas del año recomendables para trabajar, manos de obra especializada, análisis de salarios, caminos de acceso existentes y necesarios, maquinaria y equipo, transportes, etc.
- g) Ambientales: Se debe realizar un manifiesto de impacto y beneficios ambientales.
- h) Legales: Es importante tomar en cuenta la tenencia de la tierra y los accesos a los sitios en etapa de construcción, operación y mantenimiento.

Aspectos económicos

El periodo de recuperación debe considerarse para un tiempo largo de 10 a 20 años. Si se dan las condiciones para poder retener el volumen máximo que se muestra en la tabla 1 para cada obra por año, obviamente la recuperación económica variaría de acuerdo a la obra con un tiempo máximo de recuperación de 15 años. Cabe resaltar que no se está considerando para esta acción mantenimiento lo que de requerirse aumentaría el tiempo de recuperación. Este mantenimiento estaría relacionado a posibles desazolves por la colmatación de material fino que reduciría la capacidad de infiltración de las obras y la reconstrucción del bordo en casos de fuertes avenidas.

Aspectos institucionales

Como se señaló anteriormente y ya que a diferencia de una presa esta no tendrá el objetivo de almacenar agua para su uso como agua superficial, se tendrán que desarrollar los mecanismos legales para que el uso del agua retenida en la obra no sea otro que el de

recargar el acuífero. Así se tendría que regular o revisar las concesiones de aguas superficiales de los predios de particulares que afecten estas obras y evitar posteriores malos entendidos o problemas legales.

Aspectos sociales

El beneficiario directo sería los agricultores e indirectamente se beneficiaría la población al aumentar la generación de empleos a la vez que una mejor calidad de vida por el aumento en la oferta de agua. Aunque este beneficio estaría relacionado a otras acciones que se tienen que realizar en la región (por ejemplo el aumento en la cobertura de agua potable). Mantener y aumentar la principal actividad económica de la región que es la agricultura ayudaría a mantener un equilibrio social. Esto acompañado de una educación de calidad para todos, sueldos mejor remunerados y ampliar la oferta de trabajo hacia proyectos no agropecuarios (microindustria, turismo alternativo, servicios ambientales, entre otros) ayudaría a una mejor calidad de vida en la región.

IX.11.19. Prioridad

Conservación



Figura 4. Ejemplo de bordos hechos por agricultores

IX.12. REGULACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN Y DESCARGAS DE PLANTAS DESALADORAS

IX.12.1. Problema

La productividad de algunos cultivos permite el uso de agua producto de procesos de desalación aun cuando su costo puede ser de 5 a 10 veces más alto que el agua extraída de los acuíferos.

En temporadas de lluvias los agricultores prefieren usar agua directamente del acuífero, cuando se incrementa la salinidad operan plantas desaladoras y la extracción es de agua salobre del acuífero no agua marina, aun cuando existen algunas operaciones de prueba en la interface.

Se reportan 35 plantas, 10 de ellas en Maneadero y el resto en el área de San Rafael, San Quintín, San Simón con capacidades nominales desde 1 hasta 117 lps. Las plantas ubicadas en el área de interés no han sido cuantificadas ni localizadas.

No se localizó ningún censo ni registro fidedigno de la ubicación precisa y operación de esas plantas, se desconoce el volumen y la calidad del agua extraída del acuífero para desalación. De igual forma se desconocen los volúmenes, calidades de la salmuera de rechazo y disposición final de la misma.

En los casos en que se obtuvo un permiso para operar una planta desaladora fue obligatorio hacer una notificación a la CONAGUA en la que se indican cuales pozos y que caudales serán utilizados en el proceso de desalación. Que volumen se desalará y en donde se llevará a cabo dicha descarga. Existe la legislación en la que se regulan la actividad sin embargo, no se pudieron obtener dichos registros. Es preciso señalar que la desalación cuenta con un subsidio en el consumo de energía eléctrica por lo que se debe contar con un padrón de plantas muy preciso ya que el ahorro que significa este subsidio es muy importante.

Una planta desaladora de agua salobre de 5,000 ppm a un 80% de recuperación descargará agua a 20,000 ppm y con agua de mar al 50% de recuperación el rechazo será de 68,000 ppm, su disposición sobre el acuífero, en la interface salina y aún en la costa tiene impactos severos si no es correctamente realizada.

IX.12.2. Objetivo General

Proteger el acuífero y mitigar los impactos en las zonas costeras y marinas por la extracción de agua salobre para desalación y las descargas de salmuera de rechazo que ocasionarían daños irreversibles en los ecosistemas y reducen la disponibilidad de agua de calidad aceptable en los acuíferos controlando dichas actividades.

IX.12.3. Objetivos específicos

- Proteger las zonas del acuífero con calidades de agua aceptables para el consumo humano y para los diferentes cultivos (de acuerdo a sus tolerancias a la salinidad) de la contaminación por salmueras de rechazo de plantas.
- Utilizar los datos de las acciones de monitoreo de calidades de agua para zonificar los acuíferos y las áreas costeras definiendo y regulando las zonas donde se puede extraer agua salobre para plantas desaladoras y las zonas y condiciones donde se puede disponer las salmueras de rechazo.
- Establecer los términos en base a estudios de evaluación social, económica y ambiental de las plantas actuales y proyectos futuros, para permitir su operación o reubicación según el caso.

IX.12.4. Justificación

La instalación y operación de procesos de desalación fuera de las normas, sin estar soportados en estudios de impacto ambiental son de alto riesgo para la sustentabilidad de los acuíferos y para los ecosistemas costeros y marinos, los daños son irreversibles y afectan drásticamente la disponibilidad futura del recurso.

IX.12.5. Problemática

Existe un conocimiento general de usuarios y de gobierno de la existencia de las plantas desaladoras así como de los proveedores de tecnología, equipos y servicios que no están siendo regulados y supervisados acorde con la normatividad ambiental, no existe un registro de la ubicación de las plantas y de sus condiciones de operación ni de las descargas de salmueras de rechazo.

No existen mapas confiables actualizados con curvas de salinidad que permitan definir la ubicación correcta de los pozos salobres que abastezcan las plantas desaladoras y sus descargas para evitar daños ambientales, ni estudios que valoren la relación costo beneficio de la operación de estas plantas.

IX.12.6. Evaluación de la Situación Actual

La tecnología de desalación es una alternativa viable para el suministro de agua potable y de agua para la agricultura y por lo tanto está siendo impulsada como una fuente alterna para rescatar volúmenes de extracción de los acuíferos. El volumen de agua obtenido con esta tecnología como una fuente adicional ha permitido mantener los procesos agrícolas productivos y en algunos casos inclusive a dado lugar al crecimiento de dichas actividades, jugando un papel muy importante en la sustentabilidad de la actividad agrícola y del acuífero.

Sin embargo, la situación actual está fuera de control tanto del gobierno como de los usuarios como grupo por intereses particulares, por lo tanto es urgente regularizar la ubicación de los pozos que abastecen a las plantas actuales y futuras, su operación dentro de la normatividad ambiental y la disposición de la salmueras de rechazo.

IX.12.7. Principales beneficios esperados.

Proteger los acuíferos, las zonas costeras y los ecosistemas de los impactos nocivos tanto de la extracción de agua salobre como de la disposición del agua de rechazo de plantas desaladoras.

Hacer un uso correcto de las tecnologías de desalación de agua salobre y agua de mar para incrementar la disponibilidad del agua en beneficio del acuífero y de las actividades agrícolas.

Crear y desarrollar una cultura entre usuarios y sociedad para la protección del ambiente haciendo uso correcto de la tecnología y participando como supervisores ambientales.

IX.12.8. Principales acciones y metas.

Utilizar la información del monitoreo continuo de salinidad para zonificar y demarcar las zonas donde esté permitida o en su caso restringida la ubicación y operación de pozos de abastecimiento de plantas desaladoras como de la salmuera de rechazo.

Realizar un censo dinámico ubicando las plantas desaladoras actuales y realizar evaluaciones de impacto ambiental periódicas para su permanencia o en su caso reubicación.

Instrumentar cada una de las plantas actuales que se autorice su ubicación o si es el caso en su reubicación con medidores de extracción, producción y descargas tanto en volúmenes como en calidades y establecer procedimientos de registro y supervisión.

Reglamentar los permisos de operación de plantas desaladoras que deberán estar soportadas en evaluaciones técnicas, económicas, sociales y ambientales realizadas por proveedores de servicio calificados y certificados con licencias registradas.

Metas

Contar con una zonificación preliminar para localización de plantas desaladoras en un plazo de 6 meses la cual se actualizara con la información de las acciones de monitoreo.

Contar en 6 meses con un censo de plantas desaladoras que además de su ubicación incluya los expedientes técnicos y sus registros de operación para crear el padrón de plantas desaladoras y de proveedores de servicios.

Realizar las evaluaciones técnicas, económicas, sociales y ambientales de las plantas actuales en un plazo no mayor de un año para dictaminar sobre su permanencia, ubicación o en su caso reubicación.

Instrumentar cada una de las plantas autorizadas con medidores de extracción, producción y descargas tanto en volúmenes como en calidades y establecer procedimientos de registro y supervisión en un plazo no mayor de 2 años.

Revisar, adaptar y actualizar la normatividad vigente para reglamentar los permisos de operación de plantas desaladoras, certificación y licencias de proveedores de servicio en un plazo no mayor a un año.

IX.12.9. Indicadores

Porcentaje de plantas censadas

Porcentaje de área de acuíferos y costeros zonificados

Volúmenes de agua extraída del acuífero disminuidos por la reubicación y cancelación de operación de plantas desaladoras.

Volúmenes de agua de rechazo que dejan de ser descargados en zonas no permitidas.

Volúmenes de agua desalada producidos en condiciones reguladas.

Relaciones costo beneficio del programa de regularización de plantas desaladoras.

IX.12.10. Alcances

Esta acción depende de:

Los resultados de las acciones de monitoreo de calidad de agua del acuífero.

El compromiso de usuarios y gobierno para regularizar la ubicación y operación de las plantas desaladoras.

Las acciones de evaluación e instrumentación de las plantas desaladoras requieren de un financiamiento compartido entre gobierno y usuarios.

IX.12.11. Seguimiento y control de programa

CONAGUA, SEMARNAT, COTAS, CESPE

IX.12.12. Costo estimado de las acciones

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Proceso de zonificación, censo y evaluación	186
Reglamentación	54
Instrumentación	467
Operación y Mantenimiento	2,108
Total	\$2,815

IX.12.13. Posibles fuentes de financiamiento

SEMARNAT, ONUDI, NADBANK, Gobierno e inversión privada

IX.12.14. Unidades responsables de ejecución

CONAGUA, SEMARNAT, COTAS

IX.12.15. Fecha de ejecución

2011 inicio y permanente

IX.12.16. Indicadores de desempeño

Porcentaje del logro de las metas

IX.12.17. Fuentes de verificación

Estadísticas de CONAGUA, CESPE y COTAS

IX.12.18. Supuestos y limitantes del programa

Existe un consenso gobierno y usuarios para el manejo sustentable del acuífero

Hay una responsabilidad legal de usuarios y proveedores (manifiesto de impacto ambiental)

Carencia de información fidedigna y actualizada de la ubicación y operación de las plantas desaladoras y de la situación actual de la calidad del agua del acuífero para evaluar los impactos y aplicar la normatividad vigente.

Carencia de recursos financieros para realizar censos, evaluaciones y supervisión.

Ausencia de programas en regulación de desalación de agua de mar y organización para la ejecución de los mismos.

IX.13. REGULAR EXTRACCIONES DE MATERIALES PETREOS

IX.13.1. Problema

Disminución de la disponibilidad debido a la reducción de zonas de infiltración y a la alta evaporación en las zonas bajas.

IX.13.2. Objetivo General.

Reducir la pérdida de agua superficial al mar y la evaporación del agua subterránea por la extracción de materiales pétreos en las zonas bajas de la cuenca mediante su regulación.

IX.13.3. Objetivos Específicos

1. Regular la extracción de materiales pétreos.
2. Establecer criterios en la normativa para que se restituya las zonas explotadas.
3. Revisar la normativa de extracción de materiales pétreos.

IX.13.4. Justificación

La extracción de materiales pétreos en las zonas bajas de la cuenca sin consideración hidrogeológicas genera: a) un aumento en la velocidad de flujo del agua en el arroyo y su descarga al mar; b). pérdida de la zona de recarga y también parte del mismo acuífero; c) disminución de la capa de arena sobre el agua freática e incluso poner al descubierto el agua del acuífero con un posible incremento en la evaporación. Todos estos efectos adversos de la explotación de arenas en los cauces pueden revertirse si se establecen regulaciones y especificaciones de extracción acordes con la hidrogeología del acuífero y la hidrodinámica del arroyo.

IX.13.5. Problemática

Al disminuir la zona recargable por la extracción de materiales pétreos, el agua viaja a una velocidad mayor, disminuyendo el volumen infiltrado y por lo tanto la cantidad de agua en el acuífero acompañado por un aumento en la evaporación. De este modo, es necesaria la regulación de la extracción en las zonas bajas.

IX.13.6. Evaluación de la Situación Actual

La extracción de materiales pétreos en las zonas bajas de la cuenca ha modificado el comportamiento hidráulico de los arroyos, ocasionado un aumento en la velocidad de flujo del agua, disminución de la zona de recarga, disminución del volumen de agua infiltrado al acuífero y un aumento de la evaporación.

IX.13.7. Principales Beneficios Esperados

1. Restablecer el comportamiento hidráulico del arroyo.
2. Disminuir la velocidad de flujo del agua en el arroyo.
3. Mantener la zona de recarga.

4. Disminuir la evaporación.

IX.13.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Revisar la normativa vigente y adecuarla a la protección de los acuíferos y cauces.
2. Vigilar el cumplimiento de la normativa.
3. La vigilancia de la extracciones tanto por parte de las autoridades como por los mismos usuarios (hacer la denuncia correspondiente a la autoridad).
4. Revisar y mejorar la normativa sobre las extracciones y principalmente lo relacionado a la recuperación de áreas concesionadas.

Metas:

1. Mantener la profundidad del nivel freático al menos a 15 m de profundidad.
2. Disminuir la velocidad de flujo del agua en los arroyos.
3. Realizar obras en las zonas concesionadas para permitir la retención del agua en el arroyo como bordos para incrementar la recarga al acuífero.

IX.13.9. Indicadores

1. Recuperación del nivel freático.
2. Disminución de la velocidad de flujo del agua en los arroyos.
3. Aumento de la recarga.

IX.13.10. Alcances

La regulación de las extracciones de materiales pétreos permitirá un incremento en el tiempo de estancia del agua en el arroyo lo que permitirá aumentar el volumen infiltrado al acuífero.

IX.13.11. Seguimiento y Control del Programa

Ya existe la normativa para regular la extracción de materiales pétreos, solo es necesario la vigilancia por parte de las autoridades, la denuncia por parte de los usuarios y la revisión de la normativa para mejorar la remediación u obras a realizar una vez terminada la extracción.

IX.13.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Estudio de la hidrodinámica del arroyo a explotar	580
total	580

IX.13.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

El gobierno federal a través de la CONAGUA es quien debe financiar esta acción ya que existe una tarifa para cada concesión para las extracciones de materiales pétreos.

IX.13.14. Unidades Responsables de la Ejecución

La CONAGUA debe ser la responsable de la supervisión y ejecución de esta acción. Los usuarios agrícolas o particulares tienen todo el derecho de denunciar alguna actividad irregular relacionada a la extracción de materiales pétreos. Incluso demandar al funcionario que incurra en faltas por obviar la normativa.

IX.13.15. Fecha de Ejecución

Inicia desde el primer año 2011 y es permanente.

IX.13.16. Indicadores de Desempeño

Porcentaje del logro de las metas.

1. Mantener la profundidad del nivel freático al menos a 15 m de profundidad.
2. Disminuir la velocidad de flujo del agua en los arroyos.
3. Realizar obras en las zonas concesionadas para permitir la retención del agua en el arroyo como bordos para incrementar la recarga al acuífero.

IX.13.17. Fuentes de Verificación

La CONAGUA, los usuarios y los COTAS serán los responsables de verificar los resultados de esta acción, a partir de la regulación, supervisión y la denuncia.

IX.13.18. Supuestos y Limitantes del Programa

Se debe considerar como limitante la misma normativa ya que pueden existir dentro de ella algunos puntos que aunque se llegan a cumplir pueden no ser los ideales para mantener un comportamiento hidráulico adecuado para el arroyo. De allí que se proponga la revisión de la normativa para zanjar estas posibles fallas.

IX.13.19. Prioridad

Estabilización.

IX.14. PROYECTO DE REFORESTACIÓN

IX.14.1. Problema

La deforestación de las partes altas de la cuenca por actividades de tala de bosques y por la ocurrencia de incendios forestales ha disminuido la captación de agua en la parte alta con su consiguiente disminución del escurrimiento a lo largo del arroyo San Rafael.

IX.14.2. Objetivo General.

Manejar las áreas forestales en la parte alta de San Pedro Mártir, para incrementar la recarga de mantos acuíferos, reducir la sedimentación y azolvamiento de cuerpos de agua en la parte baja de la cuenca.

IX.14.3. Objetivos Específicos

1. Restaurar áreas forestales degradadas y zonas críticas, para incrementar la recarga de mantos acuíferos y detener la sedimentación y el azolvamiento de arroyos.
2. Mejorar la calidad de las masas forestales mediante la correcta aplicación de técnicas silvícolas, utilizando apoyos financieros federales y estatales disponibles.

IX.14.4. Justificación

1. Existe consenso entre los usuarios y gobierno, para hacer el manejo de reforestación de la sierra de San Pedro Mártir para captación de humedad y regulación de caudales.
2. El marco normativo vigente permite y promueve la forestación a través de incentivos otorgados a través de la CONAFOR.

IX.14.5. Problemática

La velocidad y el volumen de escurrimiento del arroyo San Rafael, es vista por los usuarios agrícolas como un problema de captación de agua para la infiltración y recarga del acuífero. Esta situación promueve el consenso sobre la posibilidad de manejo de la cubierta forestal de la parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir como mecanismo para el control de caudal para permitir la infiltración de volúmenes de agua provenientes de la lluvia y el deshielo de la parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir.

IX.14.6. Evaluación de la Situación Actual

Actualmente, los usuarios conocen los beneficios hidrológicos del mantenimiento en buen estado de la cubierta forestal en la cuenca alta. También es cierto, que se desconocen las técnicas y las posibles fuentes de financiamientos federales y estatales para los proyectos de reforestación.

IX.14.7. Principales Beneficios Esperados

1. Contribuir a la estabilización del acuífero, retardando el flujo superficial y permitiendo la infiltración en el cauce del arroyo.

2. Incremento de la recarga, y la disponibilidad de agua en el acuífero

IX.14.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Gestión de permisos y financiamientos para la reforestación de la parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir.
2. Realizar un programa de difusión y cultura forestal permanente para informar y concientizar a la sociedad sobre la importancia de la conservación y protección de los recursos forestales.
3. Contribuir a la estabilidad del acuífero con el manejo forestal de la parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir de forma permanente.

Metas:

1. Establecer el área de proyecto de reforestación anual.
2. Establecer el programa de reforestación del área que resulte dañada en cada temporada de incendios.

IX.14.9. Indicadores

1. Densidad de la cubierta forestal de la parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir.
2. Hectáreas reforestadas con financiamientos federales, estatales y privados.

IX.14.10. Alcances

Límites de la acción, Geográficos, temporales y de recursos.

1. La acción se centra en la parte alta de la cuenca que constituye la Sierra San Pedro Mártir. No obstante, depende de la accesibilidad a algunas áreas a reforestar.
2. La reforestación es una actividad a largo plazo por lo que debe iniciarse de inmediato y su duración es permanente.
3. Los recursos financieros deben aplicarse no únicamente a la acción de la plantación de especímenes nativos sino al seguimiento de su crecimiento y al manejo de las poblaciones juveniles y adultas.

IX.14.11. Seguimiento y Control del Programa

El seguimiento debe ser realizado por los grupos organizados de la región, como dueños de los predios, organizaciones agrícolas, COTAS, CONAFOR, entre otros.

IX.14.12. Costo Estimado

Actividad	Número de Programas	Ha	Costo (10 ³ pesos)
Proyecto de reforestación con fines de captación de agua.			477
Reforestación (con vivero)	10	1500	1,500
Reforestación (con vivero y obra de suelo)	10	1500	3,525
Mantenimiento de Áreas reforestadas	20	3000	2,150
Total			7,652

Utilizar los incentivos y apoyos disponibles, como el PRODEPLAN, PRONARE, PRODER y PROGRESA, Pro-Árbol, entre otros, para fortalecer el desarrollo forestal impulsando la protección, conservación y restauración forestal en las cuencas hidrológica. Se consideran 10 programas apoyados durante 5 años, para reforestar con vivero, con vivero y obra de suelo así como la protección y mantenimiento para esas superficies reforestadas.

IX.14.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

CONAFORT, SAGARPA, Gobiernos e Inversión privada.

IX.14.14. Unidades Responsables de la Ejecución

Usuarios y COTAS.

IX.14.15. Fecha de Ejecución

Inicia desde el primer año 2011 y es permanente.

IX.14.16. Indicadores de Desempeño

Hectáreas reforestadas.

Monto anual para apoyo a la reforestación.

IX.14.17. Fuentes de Verificación

CONAFORT, Usuarios, COTAS.

IX.14.18. Supuestos y Limitantes del Programa

1. Los propietarios de los predios en la zona alta de la Cuenca están interesados en la reforestación.
2. Los usuarios del agua están dispuestos a contribuir con la mano de obra para el sembrado y mantenimiento de las áreas reforestadas.

IX.14.19. Prioridad

Conservación

IX.15. REGULARIZACIÓN DE OBRAS DE CAPTACIÓN

IX.15.1. Problema

La aparición de obras de captación irregulares que extraen agua del acuífero y que no están contempladas en el Registro Público de Derechos del Agua (REPGA), aumentan la extracción del acuífero y no son contabilizadas en el balance hídrico, incrementando la sobreexplotación del acuífero.

IX.15.2. Acción

Se propone llevar a cabo un programa intensivo de regularización de obras de captación que permitan establecer con precisión cuales de las captaciones son irregulares y cual es el caudal que extraen del acuífero para incorporarlo en la ecuación de balance hídrico.

IX.15.3. Objetivo General

Regularizar las obras de captación de aguas subterráneas del acuífero, para evaluar la cantidad de agua que se extrae del acuífero de forma irregular.

IX.15.4. Objetivos Específicos

1. Identificar a través del censo de captaciones las obras de captación de aguas subterráneas irregulares.
2. Regularizar las obras de captación que no aparecen en el REPGA y que están extrayendo agua del subsuelo.
3. Evaluar el volumen de agua extraído de forma irregular anualmente.

IX.15.5. Justificación

Para llevar a cabo un Plan de Manejo en el que se pretende reducir la sobreexplotación del acuífero, es necesario conocer con la mayor precisión posible la cantidad de agua que se extrae del sistema acuífero subterráneo. La existencia de obras de captación que no están registradas constituye un volumen de agua que no está siendo contabilizado en el balance hídrico. La ambigüedad que produce sobre el volumen extraído del acuífero y sobre el problema de sobreexplotación del mismo, justifica la regularización de las obras que no están registradas ante la CONAGUA.

IX.15.6. Problemática.

La imposibilidad de conseguir nuevas concesiones de explotación de agua subterránea, dado que los acuíferos se encuentran en peligro de sobreexplotación, o bien en franca sobreexplotación, ha motivado a algunos usuarios a llevar a cabo obras de captación que no poseen concesión para la extracción, aumentando el volumen total de agua extraída del sistema. A su vez, la parcelización de algunos predios, para su posterior venta, ha requerido que los nuevos dueños tengan la necesidad de construir obras de captación de agua subterránea sin permiso de la autoridad. A su vez, algunos de los propietarios de concesiones han solicitado reposición de pozos por diversas causas, realizan la nueva

perforación y no cancelan o sellan la anterior. Ellos argumentan que no van a extraer más agua que la que requieren, ya que en situaciones de sequía, la mayoría de los pozos antiguos se secan, mientras que los pozos nuevos de mayor profundidad continúan obteniendo agua del subsuelo.

Desgraciadamente, la regularización lleva consigo la imposición de multas y en ocasiones el cierre de las captaciones, ambas acciones no son bien vistas por los usuarios y utilizan este descontento entre los irregulares con fines políticos. El espíritu de la CONAGUA ha sido apoyar a los usuarios y cuando ha realizado campañas de regularización, las ha hecho sin ánimo de afectar a los usuarios irregulares. Sin embargo, existe la legislación apropiada para regularizar a los usuarios sin concesiones a través de la aplicación de la Ley Nacional de Aguas y su Reglamento.

IX.15.7. Evaluación de la Situación Actual

Actualmente, existen obras de captación irregulares, principalmente de dos tipos unas relacionadas con usuarios domésticos que no poseen el abastecimiento de la red del servicio público y que no tienen concesiones de agua, y; los usuarios agrícolas que extraen volúmenes mayores a los que tienen concesionados. Aunque no existe una relación de ninguno de los dos tipos de usuarios irregulares, se estima que los primeros son mayores en número, pero el volumen extraído total no es significativo. Por su parte el segundo grupo son menores en número pero los volúmenes pueden ascender a cifras considerables, que no se han cuantificado.

IX.15.8. Principales Beneficios Esperados.

Hacer cumplir la ley en materia de extracciones con el propósito de que no existan usuarios que hagan uso del recurso hídrico de forma ilegal.

Reducir los volúmenes de agua extraídos del acuífero.

Conocer con mayor precisión el volumen extraído del acuífero, y calcular el balance hídrico con mejor certidumbre. Esto incidirá de forma directa en el uso sustentable del acuífero.

IX.15.9. Principales Acciones y Metas.

Acciones.

1. Identificar a través del censo las obras de captación de aguas subterráneas irregulares.
2. Regularizar las obras de captación que no aparecen en el REPDA y que están extrayendo agua del subsuelo.
3. Evaluar el volumen de agua extraído de forma irregular anualmente.

Metas.

1. Elaborar un listado de obras de captación irregulares, en el que se indique su localización, tipo de obra, volumen extraído y poseedor de la captación.
2. Mediante un programa de regularización, regularizar al menos el 80% del volumen de las captaciones irregulares.
3. Evaluar los volúmenes no regularizados para integrar al balance hídrico.

IX.15.10. Principales Indicadores

Porcentaje del volumen del agua extraído irregular del total extraído.

Porcentaje del volumen de agua irregular regularizado.

Porcentaje del número de usuarios regularizados.

IX.15.11. Alcances

CONAGUA, COTAS, CESPE, SEMARNAT

IX.15.12. Costo Estimado de las Acciones

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Identificación de obras de captación	100
Programa de Regularización y vigilancia	1,929
Total	2,029

IX.15.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

CONAGUA

IX.15.14. Unidades Responsables de Ejecución

CONAGUA

IX.15.15. Fecha de Ejecución

A partir del 2011y durante 5 años.

IX.15.16. Indicadores de Desempeño.

Porcentaje del logro de las metas

IX.15.17. Fuentes de Verificación

El REPDA de la CONAGUA.

IX.15.18. Supuestos y Limitantes del Programa

La voluntad de la CONAGUA por regularizar a los usuarios que están extrayendo más agua de la asignada, e identificar a los que no tienen permisos de extracción.

El acceso al financiamiento para esta acción.

El acceso al financiamiento para incluir a los usuarios domésticos que están extrayendo agua del acuífero de forma irregular en el programa de abastecimiento de agua potable. Estos usuarios son difíciles de incorporar a las redes de distribución de agua potable porque su ubicación es siempre muy dispersa ya que se asientan en zonas suburbanas.

IX.15.19. Prioridad

Estabilización.

IX.16. DETERMINACIÓN DEL BALANCE DE AGUA EXTRAÍDA Y TRASVASADA

IX.16.1. Problema

El agua del acuífero del arroyo San Rafael esta siendo trasvasada a otros valles cercanos mediante un sistema de acueductos de tubería de PVC sin regulación ni control alguno. Los habitantes y usuarios del agua del acuífero del arroyo San Rafael piensan que ellos son los que tienen derecho al agua. De igual forma los agricultores que están trasvasando el agua a sus parcelas fuera de la cuenca piensan que tienen derecho a usar su agua (concesionada) en otras parcelas fuera de la cuenca. No existe un apartado en la ley que lo impida.

IX.16.2. Acción

Con el propósito de conocer el balance de agua en el sistema hidrogeológico es preciso determinar el volumen de agua que está siendo trasvasada a otras cuencas y regular su volumen de tal forma que no afecte las actividades de esta cuenca.

IX.16.3. Objetivo General

Evitar que durante períodos de baja disponibilidad de agua, ésta sea trasvasada a otras cuencas y con ello se afecte a los usuarios de la cuenca del arroyo de San Rafael.

IX.16.4. Objetivos específicos

Determinar el volumen de agua que es trasvasada y las superficies agrícolas regadas.

Legislar sobre el trasvase de agua con el objeto de proteger a los residentes y usuarios del acuífero de San Rafael bajo esquemas de escasa disponibilidad de agua.

IX.16.5. Justificación

En épocas de sequía el agua no es suficiente para regar los campos agrícolas del valle de San Rafael y en general para sus diversos usos, por lo que su trasvase a otras cuencas afecta la disponibilidad de agua local y al acuífero.

IX.16.6. Problemática.

El agua de la acuífero es insuficiente para los diversos usos en el Valle de San Rafael es decir la oferta de agua es menor que la demanda. Ante esta situación los usuarios locales deben tener preferencia en el uso de este recurso.

El trasvase de agua a otras cuencas no constituye un problema cuando hay suficiente agua en el sistema para disponer de ella. Esto sucede en los años húmedos, no obstante en los años secos esta actividad se sigue realizando, afectando al acuífero y a sus usuarios.

No se cuenta con un registro de los volúmenes trasvasados, solo se observa encampo las pilas en las que se colecta el agua extraída de varios pozos, las estaciones de bombeo y los tubos de PVC que cruzan el parteaguas de la cuenca.

Aunque la Ley de Aguas no considera ninguna acción sobre el trasvase de agua a otras cuencas, es necesario que se adopten medidas en el Plan de Contingencia contra Sequías para evitar el desabasto de agua ante situaciones extremas por su trasvase.

Ante esta situación de anarquía es preciso

IX.16.7. Evaluación de la Situación Actual

En este momento los usuarios tienen la percepción de que esta actividad afectará la disponibilidad de agua en situaciones de sequía. La intrusión salina aunque no ha sido muy importante esta extracción de agua podría haber detenido el avance de la intrusión.

IX.16.8. Principales beneficios esperados.

Aumentar la disponibilidad de esta agua permitiría alcanzar un uso racional del acuífero con mayor facilidad y a menor plazo.

Mantener los niveles estáticos en niveles que impidan el avance de la intrusión salina.

Mejorar la relación extracción-recarga.

IX.16.9. Principales acciones y metas.

Acciones:

1. Cuantificar la cantidad, ubicación de los pozos que están siendo utilizados para trasvasar agua a otras cuencas y su estatus legal.
2. Hacer un padrón de usuarios que trasvasan agua y los volúmenes trasvasados.
3. Determinar espacialmente dentro del acuífero la ubicación de los pozos que trasvasan agua y los destinos de esta agua.
4. Establecer reglas de operación en las que se indique qué volúmenes y en qué momentos se permitirá trasvasar agua a otras cuencas buscando afectar lo menos posible la relación extracción-recarga.
5. Legislar sobre la utilización de esta agua y su trasvase a otras cuencas priorizando la necesidad de agua de los usuarios locales.

Metas:

1. Contar con un censo de captaciones en los que se indique los volúmenes extraídos y los predios en los que se aplican estos volúmenes.
2. Contar con un plano de ubicación de pozos que trasvasan agua y determinar su relación con el nivel de agua en el acuífero.
3. Proporcionar toda la información que se obtenga sobre el censo de aprovechamientos a los encargados de la elaboración del Plan de Contingencia contra Sequías.
4. Desarrollar un reglamento interno de uso del agua del acuífero en el que se incluya el uso del agua fuera de la cuenca.

IX.16.10. Principales indicadores

Numero de pozos censados contra número de captaciones en el REPDA

Evolución del porcentaje trasvase de agua como un aportador de agua al acuífero para su estabilización.

IX.16.11. Alcances

Su influencia será local y propiciará beneficios directos al acuífero y a sus usuarios.

Permitirá hacer un uso más sustentable del acuífero a mediano plazo.

Se circunscribe a las atribuciones y jurisdicción del COTAS de San Rafael.

IX.16.12. Seguimiento y control de programas

CONAGUA, COTAS, SEFOA, SEMARNAT.

IX.16.13. Costo estimado de las acciones

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Censo de obras de captación (costeado en la actividad Regularización de obras de captación)	
Productos cartográficos y de bases de datos	30
Proceso de regulación de captaciones	270
total	300

IX.16.14. Posibles fuentes de financiamiento

ONUDI, NADBANK, Gobierno e inversión privada.

IX.16.15. Unidades responsables de ejecución

CONAGUA, SEFOA.

IX.16.16. Fecha de ejecución

2011 un año.

IX.16.17. Indicadores de desempeño.

Porcentaje del logro de las metas.

IX.16.18. Fuentes de verificación

Estadísticas de CONAGUA, SEFOA y COTAS.

IX.16.19. Supuestos y limitantes del programa

Se lleve a cabo la regularización de obras de captación.

ACCIONES DE APOYO

IX.17. FORTALECIMIENTO DEL COTAS

IX.17.1. Problema

La falta de capacidad operativa y de liderazgo del COTAS del Acuífero 0217 San Rafael, municipio de Ensenada, Baja California, en materia de gestión de trámites, supervisión del uso sustentable del recurso y operación de proyectos de mejoramiento, permite la sobreexplotación y degradación del acuífero.

IX.17.2. Objetivo General.

Contar con un cuerpo técnico del COTAS, mejor organización, participación activa en la promoción y ejecución de las acciones, en la evaluación y seguimiento de planes y proyectos de mejoras del acuífero, así como también el en apoyo a los usuarios en la gestión de trámites ante la CONAGUA que le de autoridad y liderazgo en el manejo de los problemas del agua.

IX.17.3. Objetivos Específicos

1. Mejorar los procedimientos de gestión y de seguimiento de planes y proyectos para el mejoramiento del acuífero, siempre impulsando acciones que permitan una distribución equitativa de los derechos de explotación por el tipo de uso y el nivel socioeconómico del usuario.
2. Posicionarse como organismo de seguimiento del estatus geohidrológico del acuífero para establecer la disponibilidad real del acuífero.
3. Generar informes pertinentes para manejar las oportunidades de mercado del agua en el acuífero.
4. Crear una unidad de gestoría de trámites a través de la cual los usuarios localmente puedan integrar los expedientes requeridos para diversas acciones en el uso del agua para ser sometidas a la CONAGUA y sus trámites sean mucho más expeditos y viables.

IX.17.4. Justificación

1. Existe la voluntad por parte del COTAS y de CONAGUA para hacer sustentable el manejo del acuífero.
2. El marco normativo vigente permite y promueve la operación del COTAS como figura gestora de acciones y proyectos a favor del acuífero.

IX.17.5. Problemática

La falta de consolidación del COTAS lo hace ineficaz para ejercer liderazgo sobre las acciones de mejora de la situación actual del acuífero, debido a la falta de coordinación entre los usuarios agrícolas y las dependencias involucradas en el aprovechamiento del

agua. Los usuarios no consideran al COTAS como una organización con respaldo de la CONAGUA.

IX.17.6. Evaluación de la Situación Actual

En este momento, el COTAS como gestor le falta capacidad para consolidar compromisos económicos con los usuarios del agua, desperdiciando las áreas de oportunidad para el aprovechamiento y mejoramiento eficiente del agua, en busca de maximización de la productividad agrícola local.

Destacan los siguientes puntos:

- a. No se ha logrado solvencia operativa para aterrizar planes y proyectos de mejoramiento y tecnificación de las actividades de irrigación y de producción agrícola de bajo consumo de agua.
- b. No prevé, ni dispone de recursos económicos, ni de mecanismos de gestión para el mantenimiento de los proyectos y programas.

IX.17.7. Principales Beneficios Esperados

1. Contar con personal competente y organizado a cargo del diseño, construcción e inspección de las acciones a favor del acuífero, que cuente con una visión global de la sobreexplotación del recurso.
2. Personal suficiente y capacitado para realizar las tareas de supervisión tanto de los volúmenes de extracción como de las acciones para aumentar la oferta y lograr un uso sustentable del acuífero.
3. Contar con una organización de usuarios con liderazgo en aspectos relacionados con la explotación del acuífero.
4. Agilizar los trámites de los usuarios para el aprovechamiento del agua subterránea y orientarlos en la viabilidad de los mismos con base en el uso sustentable del recurso.

IX.17.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Capacitar al cuerpo técnico en actividades de dirección y ejecución del Plan de Manejo del Acuífero.
2. Formalizar los documentos compromisos de participación en el Plan de Manejo del Acuífero.
3. Concertar reuniones periódicas de seguimiento y evaluación de las acciones del Plan.
4. Evaluar participativamente el funcionamiento del COTAS.

5. Adquirir conocimiento sobre la tramitología de la CONAGUA.

Metas:

1. Establecer un plan de fortalecimiento del COTAS.
2. Sensibilizar a la población sobre la situación actual del recurso.
3. Programar un foro de presentación del Plan.
4. Establecer un programa de seguimiento y evaluación de acciones.
5. Definir ámbito de ejecución del proyecto.
6. Identificar capacidades técnicas y científicas relacionadas con el proyecto.
7. Promover la gestión de trámites de los usuarios ante la CONAGUA.

IX.17.9. Indicadores

1. Número de programas gestionados por el COTAS.
2. Monto anual del financiamiento para proyectos de mejoramiento del acuífero.
3. Número de sesiones al año.
4. Número de trámites apoyados por el COTAS

IX.17.10. Alcances

Las acciones del COTAS alcanzan el ámbito de todas las instituciones y usuarios que hagan uso del recurso hídrico del Acuífero 0217 San Rafael, municipio de Ensenada, Baja California, por lo que todas las acciones deberán ser diseñadas incluyendo a todos los usuarios. En este aspecto, el grupo de usuarios con menor grado de organización son los urbanos y suburbanos, algunos de ellos están geográficamente dispersos en el valle.

Aunque algunas de las acciones a realizar en este Plan de Manejo son a largo plazo, la función del COTAS debe centrarse en la consecución de las metas a corto plazo ya que el Plan debe ser muy dinámico y ajustarse a la evolución del uso del recurso.

IX.17.11. Seguimiento y Control del Programa

Depende de los grupos involucrados.

IX.17.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Capacitación	1,200
Atención red de monitoreo	7,000
Concertar reuniones periódicas de seguimiento y evaluación	9,000
Total	17,200

Nota: los gastos de operación no forman parte del Plan de Manejo serán cubiertos por la atención a usuarios y con apoyo de PROFEMOR.

IX.17.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

CONAGUA.

IX.17.14. Unidades Responsables de la Ejecución

COTAS y CONAGUA

IX.17.15. Fecha de Ejecución

De uno a dos años, a la fecha han realizado las reuniones con los usuarios, programando fechas de seguimiento.

IX.17.16. Indicadores de Desempeño

1. Porcentaje del logro de las metas.
2. Se evalúa el ejecutor de la acción.

IX.17.17. Fuentes de Verificación

COTAS y CONAGUA.

IX.17.18. Supuestos y Limitantes del Programa

1. Aprobación del plan de fortalecimiento del COTAS.
2. Se lleve a cabo el plan.
3. Falta de infraestructura.
4. Falta de interés por parte de los usuarios.

IX.17.19. Prioridad

Conservación

IX.18. CREACIÓN DEL CENTRO DE GESTIÓN FINANCIERA

IX.18.1. Objetivo General

Gestionar financiamiento de diversos organismos nacionales e internacionales para hacer frente a los gastos de inversión requeridos para las acciones del Plan de Manejo.

IX.18.2. Objetivos Específicos

Establecer las bases del diseño y operación del Centro de Gestión Financiera (CGF).

Crear un CGF que identifique y gestione los fondos internacionales y nacionales en función de la orientación de las acciones a realizar.

Obtener a través del CGF los recursos económicos necesarios para hacer frente a los costos de las acciones requeridas para el Plan de Manejo.

IX.18.3. Justificación

La ejecución de muchas de las acciones del Plan de Manejo requiere obtener financiamiento externo para poderse llevar a cabo. Existen muchos organismos públicos y privados tanto nacionales como extranjeros, que están financiando actividades de este tipo, que no están siendo aprovechados por desconocimiento de su existencia y los mecanismos para acceder a dichos recursos. La consecución de estos recursos requiere de un grupo especializado en gestión financiera que sea capaz de hacer llegar estos recursos a los usuarios.

IX.18.4. Problemática

El Plan requiere llevar a cabo una serie de acciones para lograr que se haga un uso sustentable del acuífero. Los usuarios no cuentan con los recursos financieros para llevarlas a cabo. Existen recursos para llevar a cabo estas acciones en organismos de financiamiento internacionales y nacionales. Los usuarios no conocen este tipo de financiamientos ni los procesos que se deben realizar para acceder a ellos. Se requiere una empresa que enlace la necesidad de realizar la acción, con la empresa que la puede llevar a cabo y con el o los organismos que la pueden financiar.

IX.18.5. Evaluación de la Situación Actual

Actualmente los usuarios del agua están en franca competencia por un recursos limitado y que esta siendo sobreexplotado. Esta competencia entre sectores y usuarios no les permite llevar a cabo acciones que solucionen la problemática de forma integral y que requieren la cooperación y colaboración entre ellos. Esta falta de armonía entre los intereses de cada usuario no favorece el acceso a financiamientos nacionales e internacionales que permitan llevar a cabo acciones de mayor escala que la individual y que den solución a la problemática. Es claro que las soluciones no pueden ser llevadas a cabo por ninguno de los usuarios de forma individual, incluso el organismo operador. No obstante, si se logra configurar un ente que les permita a través de organizarse como un

colectivo con un objetivo común, es factible obtener el aval de un organismo de gobierno para acceder a fondos que permitan realizar acciones globales integrales.

IX.18.6. Principales Beneficios Esperados

La obtención de financiamiento externo y de forma organizada como un colectivo permitirá hacer realizable el Plan de Manejo ya que los usuarios están imposibilitados a llevar a cabo las acciones planteadas sin tener un ente financiero externo que le permita hacer frente a dichos costos.

La organización de los usuarios del agua para abordar la solución de un problema común, como es el uso sustentable del recurso hídrico subterráneo, es en si misma benéfica. Esta organización de los usuarios será mucho más viable en el corto y mediano plazo con la concurrencia de un organismo de gestión que los convenza de las ventajas y beneficios a obtener haciendo un frente común.

IX.18.7. Principales Acciones y metas

Acciones:

1. Formular las bases de diseño para la generación de un centro de gestión.
 - ¿Quién o quiénes formarán parte de él?
 - ¿Cuáles serán sus funciones específicas?
 - ¿Cómo van a operar?
 - ¿De dónde va a tomar sus recursos para operación?
2. Crear y operar el Centro de Gestión Financiera

Identificar las posibles instituciones que pudieran contribuir al financiamiento, considerando que se trata de un problema que ha sido considerado como prioritario en distintas reuniones mundiales.

Relacionar al organismo financiero con la acción a financiar.

Relacionar el agente técnico que realizaría el proyecto de factibilidad y en general los estudios requeridos por el organismo financiero para que sean llevados a cabo.

Promover entre los usuarios que desean llevar a cabo la acción su interés por realizarla, agrupándolos, organizándolos de acuerdo a los requerimientos del ente financiero.

Buscar los fondos concurrentes para solicitar el financiamiento, de ser requeridos.

Realizar la tramitología necesaria para obtener los recursos financieros, es decir, llenar los formularios requeridos, cumplir con los requisitos solicitados, convocar a otras instituciones nacionales o extranjeras a participar, de ser esto necesario, etc.

Metas:

Emitir un documento en el que se establezcan las bases del diseño del centro de gestión, en común acuerdo con los usuarios, el organismo operador y los distintos niveles de gobierno, fundamentalmente la CONAGUA.

Conformar el Centro de Gestión con las prerrogativas de ley, para que pueda funcionar de forma autónoma y su única motivación sea la consecución de financiamiento para las acciones plasmadas en el Plan de Manejo.

IX.18.8. Indicadores

Los indicadores que permitirán medir la eficiencia de la acción son:

1. Número de proyectos financiados con el apoyo del centro de Gestión por año.
2. Número de proyectos financiados sin el apoyo del Centro de Gestión por año.
3. Miles de pesos obtenidos por el financiamiento de entes externas a los usuarios para acciones del Plan de Manejo.

IX.18.9. Alcances

El organismo de gestión deberá incluir a todos los involucrados, considerando desde los organismos de gobierno como los usuarios del agua en la región del acuífero. Por lo que la gestión debe alcanzar el ámbito urbano del Pob. Punta Colonet y poblados aledaños. Debe constituirse el organismo para operar durante toda la vigencia del plan que en el mejor de los casos debe ser de forma indefinida, con las adecuaciones y mejoras pertinentes.

IX.18.10. Seguimiento y Control del Programa

Este programa debe ser supervisado y controlado por la CONAGUA, SEFOA y el COTAS del Pob. Punta Colonet.

IX.18.11. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Instalación del organismo	500
Gasto de mantenimiento de oficinas y de gestión	13,330
Total	13,830

El resto de los gastos deben ser cubiertos por los mismos recursos obtenidos por el organismo en las diferentes organizaciones financieras.

IX.18.12. Posibles Fuentes de Financiamiento

Financiamiento Inicial de arranque, la CONAGUA, a través del programa de financiamiento y apoyo de los COTAS.

IX.18.13. Unidades Responsables de Ejecución

CONAGUA, SEFOA y COTAS

IX.18.14. Fecha de ejecución

Debe iniciarse su creación desde que inicie la ejecución del Plan de Manejo.

IX.18.15. Indicadores de Desempeño

Número de proyectos promovidos por el CGF.

Porcentaje del costo de los proyectos financiado por organismos concertados por el CGF.

IX.18.16. Fuentes de Verificación

Datos oficiales del COTAS.

IX.18.17. Supuesto y Limitaciones de Programa

El organismo es capaz de obtener recursos para ejecutar las acciones del Plan de Manejo y se obtienen financiamientos de organismos internacionales. Para ello se requiere personal con la experiencia en este tipo de trámites, el apoyo de las autoridades y la participación de los usuarios en los compromisos adquiridos como aval de los apoyos. En muchas ocasiones los organismos internacionales aportan financiamiento si el recurso puede ser monitoreado, si existen medidores que indiquen que se está extrayendo el volumen que se pactó.

CAPITULO X

OPCIONES DE MANEJO DE LA DEMANDA Y LA DISPONIBILIDAD

CONTENIDO

CONTENIDO	2
CAPÍTULO X. OPCIONES DE MANEJO DE LA DEMANDA Y DE LA DISPONIBILIDAD.	3
X.1. OPCIONES DE MANEJO DE LA DEMANDA	5
X.2. OPCIONES DE MANEJO DE LA DISPONIBILIDAD.	6

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CRITERIOS PARA CALIFICAR LOS PARÁMETROS DE DISCRIMINACIÓN Y EVALUACIÓN, PARA LOS FINES DE DEMANDA Y DISPONIBILIDAD.	4
TABLA 2. PONDERACIÓN PARA PRIORIZAR LOS PARÁMETROS DE DISCRIMINACIÓN Y EVALUACIÓN, PARA LOS FINES DE DEMANDA Y DISPONIBILIDAD	4
TABLA 3. RESULTADOS DE LA CALIFICACIÓN DE ACCIONES PARA EL MANEJO DE LA DEMANDA.	5
TABLA 4. PONDERACIÓN DE ACCIONES PARA EL MANEJO DE LA DEMANDA	5
TABLA 5. RESULTADOS DE LA CALIFICACIÓN DE ACCIONES PARA EL MANEJO DE LA DISPONIBILIDAD.	7
TABLA 6. PONDERACIÓN DE ACCIONES PARA EL MANEJO DE LA DISPONIBILIDAD.	7

CAPITULO X. OPCIONES DE MANEJO DE LA DEMANDA Y DE LA DISPONIBILIDAD.

Para el desarrollo de este apartado se establecieron las siguientes referencias:

Manejo de la Demanda. El manejo o administración de la demanda tiene el enfoque de reducir la extracción y/o la tendencia de crecimiento de la extracción en los acuíferos. Para el logro de lo anterior las acciones pueden estar orientadas a reducir la demanda y/o la tendencia de crecimiento de la demanda de los usuarios público-urbano (que integra doméstico, público, comercial e industrial) y agrícola, o bien a incorporar otras fuentes de suministro diferentes a la extracción del acuífero, diversificando la oferta para satisfacer la demanda de los usuarios.

Manejo de la Disponibilidad. En el manejo o administración de la oferta el enfoque está orientado a incrementar la recarga de los acuíferos o en su caso disminuir las pérdidas no asociadas a la explotación o extracción de los usuarios.

Acciones de efecto directo. Para el análisis de las acciones con el fin de discriminarlas y en su caso priorizarlas, de la propuesta de acciones del plan de manejo se seleccionaron sólo aquellas que tienen un efecto directo sobre la demanda o sobre la disponibilidad, considerando que las otras acciones son intermedias para el logro de las primeras, o bien que otras acciones están relacionadas a otros objetivos y resultados del plan de manejo, y sin dejar de ser importantes no inciden sobre la demanda o sobre la disponibilidad.

Parámetros. Si bien en el plan de manejo se revisaron y discutieron hasta 13 parámetros de discriminación y evaluación, para los fines de Demanda y Disponibilidad se consideraron como los más significativos, los siguientes: volumen, costo, impacto y tiempo.

- **Volumen.** Este parámetro se seleccionó como el elemento clave para lograr la recuperación, estabilización y manejo de los acuíferos en el sentido de que las acciones que mayor volumen de agua liberen para los acuíferos ya sea disminuyendo la demanda sobre ellos o aumentando sus disponibilidades se reflejarán en el desarrollo regional.
- **Costo.** Para este parámetro se consideró el costo involucrado para el desarrollo de la acción en forma relativa a otras acciones sobre la base de que una de las principales limitantes o restricción del plan de manejo será el acceso a los recursos financieros.
- **Impacto.** El impacto se conceptualizó como la probabilidad de que la acción logre el objetivo para la cual fue realizada. Por ejemplo, la construcción de un bordo de recarga tiene por objetivo incrementar la disponibilidad pero este objetivo está condicionado por la ocurrencia de la precipitación. Es decir si se presentan períodos de precipitación intensos, entonces el objetivo es alcanzado y el impacto de la acción es mayor.

- **Tiempo.** En relación al tiempo se analizó por los plazos (corto, mediano, largo) en que la acción puede surtir efecto.

Criterios. Los criterios para calificar las acciones se resumen en la Tabla 1, la cual asigna valores de 1 a 3 para los calificativos Alto, Medio y Bajo de acuerdo al efecto de la acción sobre el parámetro evaluado. La calificación de las acciones se realizó por consenso mediante la reunión del grupo técnico que formuló las acciones.

Tabla 1. Criterios para calificar los parámetros de discriminación y evaluación, para los fines de demanda y disponibilidad.

Criterio	1	2	3
Volumen	Bajo	Medio	Alto
Costo	Alto	Medio	Bajo
Impacto	Bajo	Medio	Alto
Tiempo	Alto	Medio	Bajo

Ponderación. Para los fines de priorizar globalmente las acciones se propusieron los factores que se presentan en la Tabla 2 en escala de 1 a 5 con un mayor peso para el parámetro de Volumen, seguido por el Costo y finalmente el Impacto y el Tiempo con la misma ponderación.

Tabla 2. Ponderación para priorizar los parámetros de discriminación y evaluación, para los fines de demanda y disponibilidad

Criterio	Factor
Volumen	5
Costo	3
Impacto	2
Tiempo	2

Flexibilidad. El esquema de análisis planteado tiene la flexibilidad de que la ponderación e incluso la calificación de parámetros pueden ser modificados, creando diferentes posibilidades de acción en función de los aspectos contextuales y coyunturales en que se esté realizando la evaluación para la toma de decisiones, siempre y cuando todas las acciones sean evaluadas con los mismos parámetros, criterios y ponderación.

Acuíferos. No todas las acciones son aplicables al acuífero y no necesariamente los parámetros de cada acción tienen la misma calificación para el acuífero en que se aplican.

Los siguientes puntos presentan los resultados de aplicación de la metodología descrita anteriormente para las opciones de manejo de la demanda y la disponibilidad del acuífero de San Rafael con base en las acciones seleccionadas, sin ser excluyentes ni limitativos.

X.1. Opciones de manejo de la demanda

En el análisis de opciones de manejo de la demanda se consideraron las siguientes acciones:

- Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE.
- Proyecto de construcción de desaladora del puerto. .
- Compra y cesión de derechos de agua a favor del acuífero.
- Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola y público urbano. .
- Regulación de obras de captación.

Las tablas 3 y 4 presentan los resultados de calificación y ponderación de acciones para el manejo de la demanda:

Tabla 3. Resultados de la calificación de acciones para el manejo de la demanda.

Acción	Costo	Volumen	Impacto	Tiempo
Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE	1	3	3	2
Proyecto de construcción de desaladoras del puerto	1	3	3	2
Compra y cesión de derechos de agua a favor del acuífero	1	2	1	1
Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola y público urbano	1	3	1	1
Regulación de obras de captación	3	2	2	1

Tabla 4. Ponderación de acciones para el manejo de la demanda

Acción	3 Costo	5 Volumen	2 Impacto	2 Tiempo	Total
Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE	3	15	6	4	28
Proyecto de construcción de desaladoras del puerto	3	15	6	4	28
Compra y cesión de derechos de agua a favor del acuífero	3	10	2	2	17
Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola y uso público urbano	3	15	2	2	17
Regulación de obras de captación	6	10	6	2	24

Con los parámetros y criterios antes expuestos así como los valores considerados para la ponderación, se observa que las acciones de desalar agua orientada a otras fuentes de suministro está mejor evaluadas por el doble efecto de incrementar la oferta diversificando las fuentes disminuyendo la presión sobre los acuíferos.

En el siguiente nivel se ubican las acciones con un mayor componente administrativo y normativo como es la regulación de obras de captación cuyo costo de aplicación es muy bajo y la recuperación de agua parece ser alta.

El tercer nivel contiene tanto acciones con una componente administrativa y normativa como de uso eficiente con el enfoque de ahorro, como son la compra y cesión de derechos y el programa de optimización y uso eficiente del recurso tanto en la agricultura como en el uso público urbano. Ambas acciones inciden en la demanda disminuyendo la extracción sobre los acuíferos con un mejor aprovechamiento del recurso, satisfaciendo las necesidades de los usuarios. No ocurre lo mismo con el uso público urbano ya que es una zona rural donde los servicios públicos no están desarrollados.

El esquema anterior también permite realizar una discriminación y priorizar acciones por parámetro, por ejemplo, observando el parámetro de costo, la regulación de obras de captación sería la acción con menor costo y con mayor factibilidad en un ambiente de limitación de recursos financieros.

X.2. Opciones de manejo de la disponibilidad.

En el análisis de opciones de manejo de la disponibilidad se consideraron las acciones de:

- Construcción de bordos de recarga.
- Construcción de una red de agua potable y saneamiento
- Explotación de aguas de origen marino
- Proyecto de construcción de una presa en la zona del Bramadero
- Regulación de la extracción de materiales pétreos
- Proyecto de Reforestación

Las tablas 5 y 6 presentan los resultados de calificación y ponderación de acciones para el manejo de la disponibilidad:

Tabla 5. Resultados de la calificación de acciones para el manejo de la disponibilidad.

Acción	Costo	Volumen	Impacto	Tiempo
Construcción de bordos de recarga.	2	3	2	3
Construcción de una red de agua potable y saneamiento	1	0	1	2
Explotación de aguas de origen marino	1	2	3	2
Proyecto de construcción de una presa en la zona del Bramadero	1	3	2	2
Regulación de la extracción de materiales pétreos	3	2	1	3
Proyecto de Reforestación	2	1	1	1

Tabla 6. Ponderación de acciones para el manejo de la disponibilidad.

Acción	3	5	2	2	Total
	Costo	Volumen	Impacto	Tiempo	
Construcción de bordos de recarga.	6	15	4	6	31
Construcción de una red de agua potable y saneamiento	3	0	2	4	9
Explotación de aguas de origen marino	3	10	6	4	23
Proyecto de construcción de una presa en la zona del Bramadero	3	15	4	4	26
Regulación de la extracción de materiales pétreos	9	10	2	6	27
Proyecto de Reforestación	6	5	2	2	15

Sobre la misma base discutida anteriormente se observa que las acciones orientadas a mejorar la recarga induciendo la infiltración y evitando que el agua fluya superficialmente hacia la costa son mejor evaluadas dándole prioridad a la construcción de bordos de recarga, la construcción de la presa en la zona de Bramadero y la regulación de la extracción de materiales pétreos. Enseguida se considera la explotación de aguas de origen marino como la acción a realizar.

La reforestación tiene una menor prioridad pero su costo es bajo y sus efectos a muy largo plazo, por lo que no debe descartarse. Finalmente la construcción de una red de agua potable y saneamiento es considerada como una acción con cero aportaciones de volumen dado que contar con agua potable en las zonas habitacionales aumentaría la tasa de consumo por habitante por día. Como se mencionó el esquema y la metodología pueden ser utilizados como herramientas dinámicas para el análisis y la toma de decisiones en escenarios contextuales y coyunturales.

CAPITULO XI
ALTERNATIVA DE MANEJO
INTEGRADO

CONTENIDO

CONTENIDO	2
CÁPITULO XI. ALTERNATIVA DE MANEJO INTEGRADO.	3
XI.1. OBJETIVOS	3
<i>XI.1.1. Objetivo General</i>	3
<i>XI.1.2. Objetivos Específicos</i>	3
<i>XI.1.3. Resultados Esperados</i>	3
XI.2. ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL ACUÍFERO DE SAN RAFAEL	7
XI.3. BALANCE HIDRÁULICO	10
XI.4. COSTOS Y FINANCIAMIENTO	14
XI.5. BENEFICIOS E IMPACTOS	25
XI.6. IMPLEMENTACIÓN	25
XI.7. MATRIZ DE PLANEACIÓN DEL PLAN DE MANEJO.	29
XI.8. PLANEACIÓN OPERATIVA DEL PLAN DE MANEJO DEL ACUÍFERO DE SAN RAFAEL	57
XI.9. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	75
<i>XI.9.1. Definición de Indicadores</i>	77
<i>XI.9.2. Definición del Esquema de Retroalimentación</i>	105

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	ESCENARIO REPDA RESTRINGIDO. COMPORTAMIENTO DE LA EXTRACCIÓN AGRÍCOLA Y EL DÉFICIT. (MILLONES DE METROS CÚBICOS)	10
FIGURA 2.	ESCENARIO INERCIAL REPDA RESTRINGIDO. RECARGA, EXTRACCIÓN Y DÉFICIT EN EL PERÍODO 2009-2030. (METROS CÚBICOS)	11
FIGURA 3.	PLAN DE MANEJO. OTRAS FUENTES, DISMINUCIÓN DE LA EXTRACCIÓN, INCREMENTO DE LA RECARGA Y SUPERÁVIT EN EL PERÍODO 2009-2030. (METROS CÚBICOS)	11

CÁPITULO XI. ALTERNATIVA DE MANEJO INTEGRADO.

XI.1. Objetivos

Los objetivos estratégicos que se identificaron para la Alternativa de Manejo Integrado, son los siguientes:

XI.1.1. Objetivo General

Estabilizar los acuíferos de la región, reduciendo gradualmente la sobreexplotación y con ello frenar la degradación de la calidad del agua, factores que restringen en la actualidad y a futuro el desarrollo socioeconómico regional.

Implantar una política integral de manejo de los volúmenes del acuífero, que garantice un desarrollo sostenido de las actividades que desempeñan los usuarios del agua.

Hacer efectiva la ejecución de medidas que moderan la demanda de agua del acuífero e incrementan la oferta de volúmenes, para dar solución a los problemas de disponibilidad.

XI.1.2. Objetivos Específicos

- Definir acciones concretas para incrementar la oferta a corto, mediano y largo plazos, acordes con la disponibilidad, considerando las limitantes físicas, legales, financieras, políticas y sociales.
- Definir acciones concretas de reducción de las demandas a corto, mediano y largo plazos, mediante la optimización de los sistemas hidráulicos urbanos y agrícolas.
- Favorecer las actividades productivas para que mantengan o incrementen sus beneficios de la explotación del acuífero.
- Establecer la estructura y programa de ejecución de las acciones.
- Establecer un programa de evaluación y seguimiento de Plan Integral de Manejo, que lo retroalimente y en su caso lo modifique para el cumplimiento de objetivos.

XI.1.3. Resultados Esperados

Finalmente, en este rubro se establecieron los resultados esperados, planteados en forma prospectiva que logran exitosamente el cumplimiento de los objetivos planteados.

Resultado 1: Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.

Resultado 2: Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.

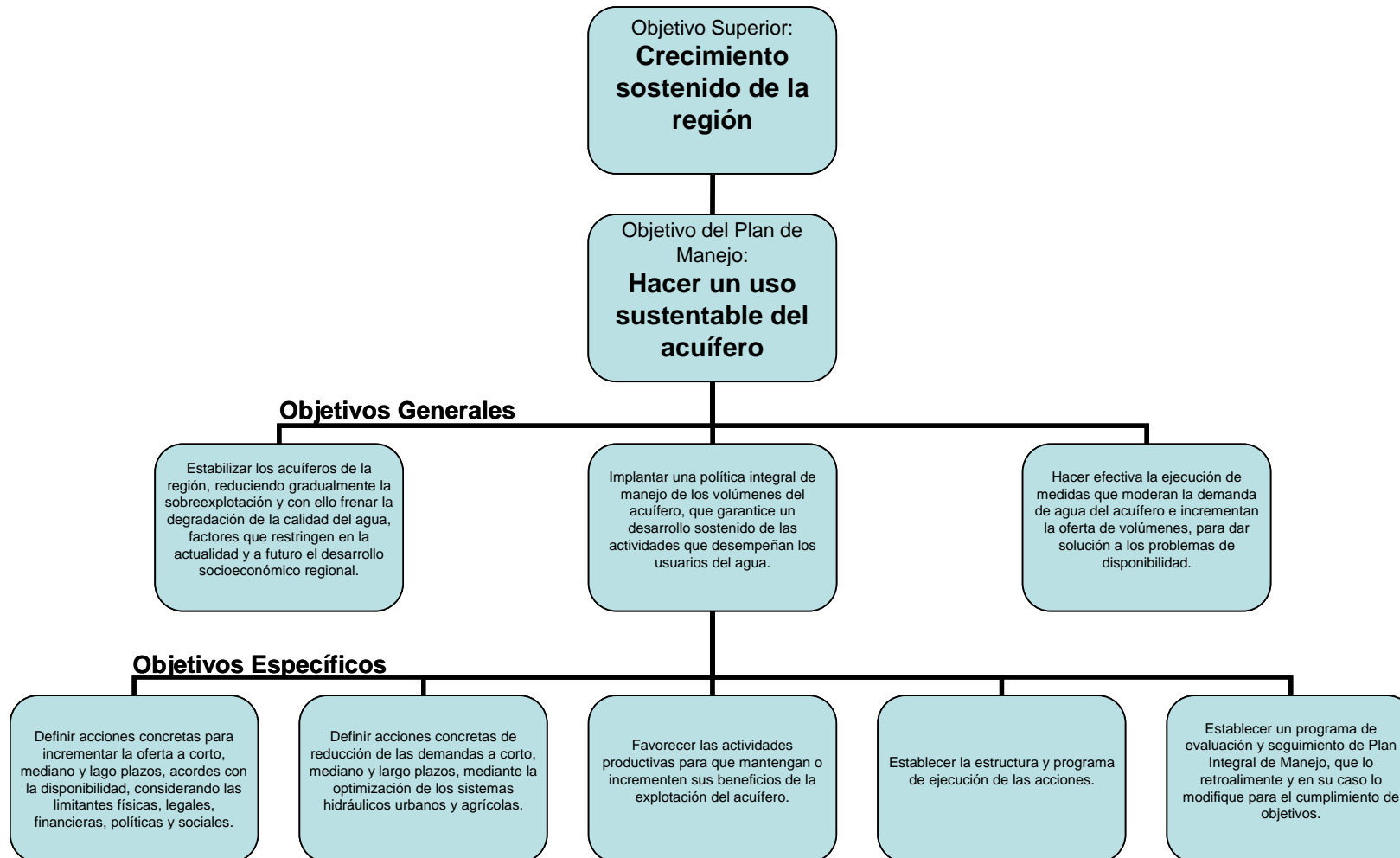
Resultado 3: Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.

Resultado 4: Se cuenta con las leyes reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.

Resultado 5: Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.

Resultado 6: Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.

Objetivos de la Alternativa de Manejo Integrado del Acuífero de San Rafael



Resultados esperados del Plan de Manejo

Resultado 1: Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.

Resultado 2: Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.

Resultado 3: Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.

Resultado 4: Se cuenta con las leyes reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.

Resultado 5: Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.

Resultado 6: Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.

XI.2. Estrategias y Líneas de Acción del Plan de Manejo del Acuífero de San Rafael

<p>Objetivo 1. Estabilizar los acuíferos de la región, reduciendo gradualmente la sobreexplotación y con ello frenar la degradación de la calidad del agua, factores que restringen en la actualidad y a futuro el desarrollo socioeconómico regional.</p>	<p>Estrategia 1: Disponer de la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proyecto de construcción de una presa en la zona de Bramadero • Construcción de bordos de recarga. • Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE. • Proyecto de construcción de desaladora del puerto • Construcción de una red de agua potable, saneamiento y reuso • Explotación de agua de origen marino •
<p>Objetivo 1. Estabilizar los acuíferos de la región, reduciendo gradualmente la sobreexplotación y con ello frenar la degradación de la calidad del agua, factores que restringen en la actualidad y a futuro el desarrollo socioeconómico regional.</p>	<p>Estrategia 2: Disponer de las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera. • Cesión de derechos a favor del acuífero • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola. • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano.

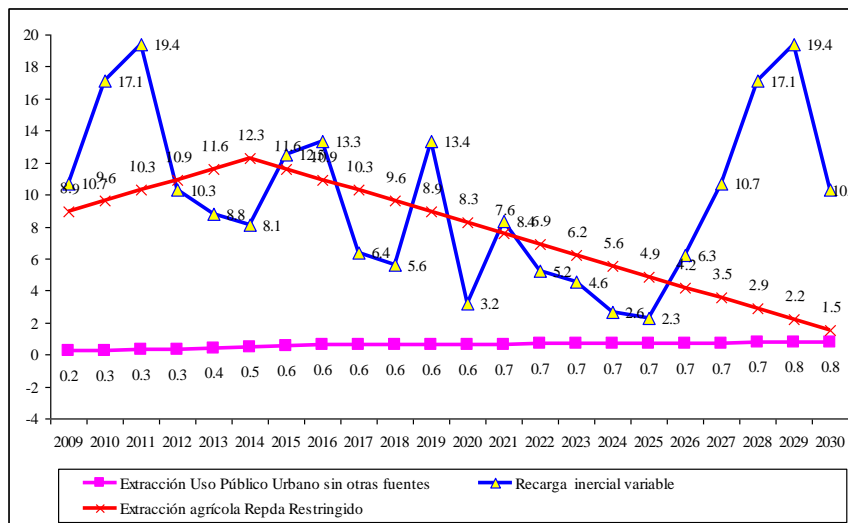
<p>Objetivo 2: Implantar una política integral de manejo de los volúmenes y calidad del acuífero, que garantice un desarrollo sostenido de las actividades que desempeñan los usuarios del agua.</p>	<p>Estrategia 3: Disponer de las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera. • Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE. • Proyecto de Reforestación. • Construcción de una red de agua potable, saneamiento y reuso. • Proyecto de construcción de desaladora del puerto
<p>Objetivo 3: Hacer efectiva la ejecución de medidas que moderan la demanda de agua del acuífero e incrementan la oferta de volúmenes, para dar solución a los problemas de disponibilidad.</p>	<p>Estrategia 4: Disponer de las leyes, reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera. • Fortalecimiento del COTAS.
<p>Objetivo 3: Hacer efectiva la ejecución de medidas que moderan la demanda de agua del acuífero e incrementan la oferta de volúmenes, para dar solución a los problemas de disponibilidad.</p>	<p>Estrategia 5: Realizar las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Regular la extracción de materiales pétreos • Regulación de la localización de la extracción y descargas de plantas desaladoras • Creación del Centro de Gestión Financiera. • Fortalecimiento del COTAS.

<p>Objetivo 2: Implantar una política integral de manejo de los volúmenes y calidad del acuífero, que garantice un desarrollo sostenido de las actividades que desempeñan los usuarios del agua.</p>	<p>Estrategia 6: Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera. • Desarrollo del Modelo Geohidrológico del Acuífero de San Rafael. • Establecimiento de una red de Medición Hidrológica. • Explotación de Aguas de Origen Marino. • Fortalecimiento del COTAS. • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola. • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano.
--	--	---

XI.3. Balance Hidráulico

El Balance Hidráulico del Plan de Manejo del Acuífero de San Rafael se desarrolló combinando el Escenario Inercial Repda Restringido presentado en el Capítulo VII (Costos Económicos Ambientales por la Sobre-explotación). En este escenario al alcanzar los límites impuestos por el acuífero se hace disminuir en la misma proporción lineal la extracción del sector Agrícola. (Ver Figura 1).

Figura 1. Escenario Repda Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Millones de metros cúbicos)



En la Figura 2 se presenta los resultados totales del período 2009-2030 de este escenario donde las extracciones son menores que la recarga produciendo un superávit de 35 millones de metros cúbicos.

El Plan de Manejo del Acuífero de San Rafael integra 18 acciones clasificadas en acciones de estabilización, conservación y apoyo, las cuales para fines del Balance Hidráulico se agruparon en Nuevas Fuentes, Disminución de la extracción e Incremento de la recarga como se muestra en la Figura 3:

Figura 2. Escenario Inercial Repda Restringido. Recarga, extracción y déficit en el período 2009-2030. (Metros cúbicos)

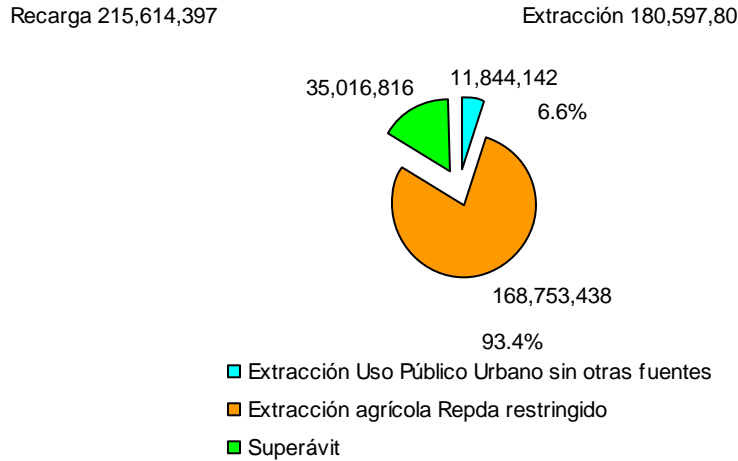
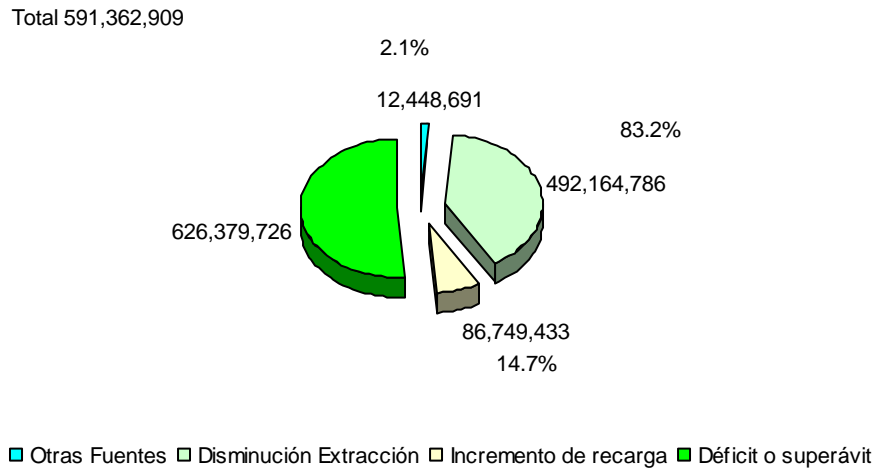


Figura 3. Plan de Manejo. Otras fuentes, Disminución de la Extracción, Incremento de la recarga y Superávit en el período 2009-2030. (Metros cúbicos)



Es evidente que principalmente la Disminución de la Extracción y un poco menos el Incremento en la Recarga contribuyen para corregir el déficit producir un superávit, mientras que las Otras Fuentes tiene un efecto marginal.

Analizado por tipos de acciones en Otras Fuentes se considera sólo la Construcción de desaladoras de CESPE (2.1%). No se está considerando en este caso la Desaladora del Puerto

que representaría 103 millones de metros cúbicos, considerando que no sustituye un uso del acuífero sino que es para satisfacer las necesidades de uso público urbano del proyecto de Punta Colonet y que las descargas de la desaladora así como las de Tratamiento de aguas residuales se enviarían al mar.

La contribución principal corresponde a las acciones de la Gestión de derechos de agua a favor del acuífero, el control del trasvase y la Presa de la Zona del Bramadero. En la Tabla 1 se presenta el Balance Hidráulico anual en el período considerado.

Tabla 1. Balance Hidráulico del Plan de Manejo 2009-2030 (metros cúbicos)

Año	Recarga inercial variable	Extracción Uso Público Urbano sin otras fuentes	Extracción agrícola Repda restringido	Extracción total sin plan	Déficit	Otras Fuentes	Disminución Extracción	Incremento de recarga	Total "rescatado"	Déficit o superávit
2009	10,657,817	223,304	8,926,611	9,149,915	1,507,901	0	0	0	0	1,507,901
2010	17,149,515	246,573	9,600,562	9,847,135	7,302,380	0	0	0	0	7,302,380
2011	19,403,927	274,920	10,274,514	10,549,433	8,854,494	0	0	0	0	8,854,494
2012	10,323,323	311,276	10,948,465	11,259,741	-936,418	0	192,902	2,000,000	2,192,902	1,256,484
2013	8,793,191	359,996	11,622,416	11,982,412	-3,189,220	691,594	28,504,555	4,538,135	33,734,284	30,545,063
2014	8,105,043	429,261	12,296,368	12,725,628	-4,620,585	691,594	28,504,555	4,538,135	33,734,284	29,113,698
2015	12,493,974	536,513	11,622,416	12,158,929	335,045	691,594	28,504,555	4,538,135	33,734,284	34,069,329
2016	13,301,468	548,356	10,948,465	11,496,821	1,804,647	691,594	28,504,555	4,742,335	33,938,484	35,743,131
2017	6,372,354	560,196	10,274,514	10,834,710	-4,462,356	691,594	28,311,652	4,742,335	33,745,581	29,283,226
2018	5,601,540	572,030	9,600,562	10,172,592	-4,571,052	691,594	28,311,652	4,742,335	33,745,581	29,174,529
2019	13,358,950	583,868	8,926,611	9,510,479	3,848,471	691,594	28,311,652	4,742,335	33,745,581	37,594,053
2020	3,181,250	595,713	8,252,660	8,848,372	-5,667,122	691,594	28,311,652	4,742,335	33,745,581	28,078,459
2021	8,372,200	607,555	7,578,708	8,186,264	185,936	691,594	28,311,652	4,742,335	33,745,581	33,931,518
2022	5,239,673	619,381	6,904,757	7,524,138	-2,284,464	691,594	28,311,652	4,742,335	33,745,581	31,461,117
2023	4,579,445	631,175	6,230,806	6,861,981	-2,282,536	691,594	26,010,469	4,742,335	31,444,398	29,161,862
2024	2,635,439	642,938	5,556,854	6,199,792	-3,564,353	691,594	26,010,469	4,742,335	31,444,398	27,880,045
2025	2,259,886	654,654	4,882,903	5,537,557	-3,277,671	691,594	26,010,469	4,742,335	31,444,398	28,166,727
2026	6,250,819	666,315	4,208,952	4,875,266	1,375,553	691,594	26,010,469	4,742,335	31,444,398	32,819,951
2027	10,657,817	677,901	3,535,000	4,212,901	6,444,916	691,594	26,010,469	4,742,335	31,444,398	37,889,314
2028	17,149,515	689,393	2,861,049	3,550,442	13,599,073	691,594	26,010,469	4,742,335	31,444,398	45,043,471
2029	19,403,927	700,779	2,187,098	2,887,877	16,516,050	691,594	26,010,469	4,742,335	31,444,398	47,960,448
2030	10,323,323	712,048	1,513,147	2,225,194	8,098,129	691,594	26,010,469	4,742,335	31,444,398	39,542,527
Total	215,614,397	11,844,142	168,753,438	180,597,580	35,016,816	12,448,691	492,164,786	86,749,433	591,362,909	626,379,726

En Disminución de la Extracción están incluidas: Establecimiento de una red de Medición Hidrológica (1.3%), Gestión de derechos de agua a favor del acuífero (79.2%), Regularización de obras de captación (0.2%), Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola y el Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano (2.6%)

Finalmente en lo que se refiere a Incremento de la Recarga están las acciones de Proyecto de Reforestación, Controlar la extracción de materiales pétreos y la Construcción de Bordos de Recarga, contribuyendo cada una de ellas con el 0.3% del rescate total de metros cúbicos en el período, la Presa de la Zona de Bramadero (6.4%) y el control del trasvase de agua (7.4%).

No se está considerando la participación de la acción de Tratamiento de agua residual e infraestructura que representa 115.6 millones de metros cúbicos, ni Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras con 234 millones de metros cúbicos debido a que su efecto no es en volumen sino en evitar la degradación de la calidad del agua del acuífero en esas cantidades.

XI.4. Costos y Financiamiento

Resumen.

El Análisis Económico del Plan de Manejo se desarrolla combinando las vertientes de los Costos Económico Ambientales por la Sobreexplotación y la Estimación de los Costos de las Acciones del Plan de Manejo asociadas con los Volúmenes de Agua Liberados a favor del Acuífero.

El Plan de Manejo del Acuífero de San Rafael integra 18 acciones clasificadas como se muestra en la Tabla 1. Para este plan se estimó el rescate o liberación de 1,044 millones de metros cúbicos en el período 2009-2030 con un costo total de 780 millones de pesos lo cual representa un promedio de 0.75 \$/m³ de agua liberado

Tabla 2. Resumen de Costos y Volúmenes liberados por el Plan de Manejo

Acciones	Costo Total miles de pesos	Metros cúbicos totales	Costo pesos por metro cúbico
Total Estabilización	633,546	606,745,957	1.04
Total Conservación	115,090	437,389,054	0.26
Total Apoyo	31,030		0.03
Total Programa	779,666	1,044,135,011	0.75

El análisis económico implica darle un “Precio o Valor” al metro cúbico de agua rescatado y como referencia se consideró el costo de sobreexplotación para extraer el agua de la reserva. Se compara entonces el Costo Total del Plan con el Costo Total Evitado en la Sobreexplotación para estimar una relación Beneficio-Costo a valores constantes de 2009, o bien comparar a valor presente con una tasa de descuento de referencia. El criterio utilizado con el parámetro de la relación Beneficio Costo es aceptar el plan y las acciones que la integran si tal relación es igual o mayor que la unidad

Al utilizar el método del valor presente neto acumulado, la evaluación económica es más realista porque considera el valor presente de los ingresos netos que se esperan lograr en el futuro durante la vida del plan. Al aplicar una tasa de descuento a los ingresos netos para traerlos a valor presente, se está considerando que se desea al menos lograr esta tasa de retorno mínima atractiva (TREMA) en la vida del plan (al 2030) y que si el valor presente neto acumulado es igual o mayor que cero, el plan es aceptado porque “asegura” que se obtiene al menos la TREMA solicitada.

Además se evalúa el valor de la tasa de descuento para que la relación de los beneficios a valor presente al costo sea igual a la unidad y comparar esta tasa de descuento con la TREMA, también se evalúa el precio mínimo del metro cúbico liberado para lograr la TREMA y un análisis final es evaluar el precio mínimo del metro cúbico liberado para lograr ambos criterios. es decir lograr la TREMA y que la relación de los beneficios a valor presente al costo sea igual a la unidad.

El proponer un valor de la TREMA implica tanto decidir entre diferentes alternativas de inversión de recursos como definir el valor de la tasa de interés máxima a la cual se puede aceptar el financiamiento. Proponer o estimar el valor requerido para el precio del metro cúbico de agua rescatado implica que alguien tiene que estar dispuesto a pagarlo, fondos privados, públicos o combinación de ellos, pero es una condición SineQuaNon para que los ingresos sean reales.

Entre los resultados de este apartado se consigna que a valores constantes los “Ingresos netos” esperados totalizan 14,329,793 miles de pesos al darle un valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva, con una relación beneficio costo de 18.38. Utilizando el valor de la productividad actual del agua de 34.19 \$/m³, la relación beneficio costo es igual a 44.73 y el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado para lograr una relación beneficio costo igual a la unidad es de 1.49 \$/m³. En lo que se refiere al tiempo de retorno de la inversión en este esquema de valores constantes a partir del 2013 se tienen valores positivos del ingreso neto acumulado para sustentar económicamente el plan y en el mismo año ya se tendrían excedentes sobre el costo total del plan.

Considerando una TREMA de 10%, el valor presente neto acumulado del Plan es de 4,303,580 miles de pesos, lo cual indica aceptar el Plan cuya TIR se ubica en estas condiciones en 62% Para obtener una relación beneficio a valor presente al costo actual igual a la unidad utilizando el valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación la TREMA se ubica en 30.6% lo cual fija la tasa máxima de interés del financiamiento. Con un valor de TIR de 10% el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado es de 1.49 \$/m³ y para lograr ambos criterios de una relación beneficio a valor presente al costo actual igual a la unidad con una tasa de descuento del 10% el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado es de 3.41 \$/m³. En el esquema de valor presente a partir del 2014 se generan valores presentes netos acumulados positivos lo cual marca el tiempo de retorno de la inversión para la tasa de descuento considerada.

Las acciones de estabilización representan el 81% del costo total y el 58% del volumen liberado con un costo promedio de 1.04 \$/m³. En este caso se está considerando la participación de la desaladora del Puerto Colonet que contribuiría con el 44% del costo y el 10% de volumen “liberado”. La gestión de derechos de agua a favor del acuífero con el criterio de participación combinada en el costo total del programa y en el volumen total de agua liberado, es la más atractiva con el 11% del costo total y el 45% del volumen liberado pero se maneja con la reserva de la realidad de los volúmenes rescatados.

Las acciones de Conservación representan el 15 % del costo total y el 42% del volumen liberado con un costo promedio de 0.26 \$/m³. Con el criterio anteriormente mencionado son atractivas las acciones de Controlar la Localización de las Extracciones y Descargas de Plantas Desaladoras, el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura y la Presa de la Zona del Bramadero. Hay que enfatizar el impacto de las dos primeras con el 33% del volumen liberado y el 2 % del costo por el efecto multiplicador de las descargas no controladas sobre la calidad del agua del acuífero.

El análisis económico aporta directrices en relación a la magnitud de las tasas de interés recomendables para gestionar el financiamiento, así como recomendaciones para reestructurar la política de tarifas basados en una planificación integral que considere oferta, demanda y el valor del agua. Por otra parte se revisa el efecto de este valor del agua o precio unitario de los volúmenes rescatados para que el plan sea realizable bajo criterios de economía.

Marco de referencia.

El Marco de referencia se integra por dos componentes principales, el primero de ellos es el Capítulo VII de Costos Económico Ambientales por la Sobreexplotación y el segundo es la Estimación de los Costos de las Acciones del Plan de Manejo y de los Volúmenes de Agua Liberados a favor del Acuífero.

En el Capítulo VII, con una prospectiva para el período del 2009 al 2030 se comparan dos Escenarios Inerciales: Un Escenario Sustentable donde la suma de las extracciones para uso agrícola y uso público urbano no exceden la Recarga Inercial Variable, y un Escenario Repda Restringido en el cual las extracciones agrícolas tratan de alcanzar los valores del Repda pero son limitadas por la imposibilidad del acuífero de soportar esta condición. Se evalúan los escenarios propuestos tanto desde el punto de vista técnico como económico y se analizan los impactos económico ambientales debido a la reducción de la cámara de bombeo, el incremento por el consumo de electricidad, el efecto del abatimiento del nivel freático en consumos adicionales de energía, profundización de los pozos y el impacto de la disminución de la reserva estratégica del agua del acuífero.

La Evaluación del 2009 cultivando 1,456 ha con consumos de agua de 6,131 m³/a para obtener relaciones Beneficio Costo de 4.98 y productividades del agua de 34.15 \$/m³. Al evaluar los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación, en el Escenario Repda Restringido se reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 3.79 y el valor de la productividad del agua a 32.45 \$/m³.

El análisis de los costos del agua arroja valores para la extracción del orden de 1.56 \$/m³ en la agricultura. Considerando el establecimiento de un sistema de suministro de agua para el uso público urbano (actualmente incipiente) su costo de extracción se situaría en 1.75 \$/m³, pero el poner el agua a disposición de los usuarios urbanos el costo ascendería 11.34 \$/m³ generando un precio medio para el sector doméstico de 9.14 \$/m³ y para los sectores comercial e industrial 35.87 \$/m³ y 41.30 \$/m³, respectivamente. El costo de agotamiento representado por desalar agua de mar implica un costo nivelado de 8.88 \$/m³. El costo de escasez en base a La Ley de Derechos del Agua arroja un valor de 8.6235 \$/m³, mientras que el costo de oportunidad a través de la productividad del agua produce un valor promedio de 34.15 \$/m³.

El mejor costo de referencia obtenido es el de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva que se ubica en un promedio de 21.13 \$/m³. Los costos económicos ambientales totalizan \$287 millones de pesos de 2009 de los cuales el 60% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 24% a la pérdida de áreas de cultivo. Un plan de

manejo del acuífero con un costo similar es completamente razonable para el desarrollo sustentable del Acuífero de San Rafael.

No existe actualmente un sistema integrado de suministro de agua potable en esta región, que como se indica en el capítulo III de Uso Público Urbano se integra por Colonet (San Rafael) y San Vicente . Las proyecciones realizadas para San Rafael (sin considerar el proyecto Colonet) indican que en el 2009 la demanda requerida para el Uso Público Urbano incluyendo todos los sectores (doméstico, industrial, comercial, público) y todos los desarrollos urbanos de la zona, asciende a 240,052 metros cúbicos anuales (mca) equivalentes a 7.6 lps los cuales pueden ser suministrados por el Acuífero de San Rafael representando el 2% de la recarga neta.

El segundo componente implica definir una serie de acciones del Plan de Manejo, las cuales son clasificadas en acciones de Estabilización, de Conservación y de Apoyo, estimando para cada una de ellas los costos de inversión y operación, distribuyéndolos de acuerdo al Plan Operativo del 2009 al 2030. En este esquema se estiman los volúmenes anuales liberados y totales durante el plan de manejo, considerando como tales, aquellos que dejan de utilizarse por acciones de ahorro y uso eficiente del agua, los incrementos inducidos en la recarga o bien el suministro de agua por fuentes alternas a la extracción del acuífero. Lo anterior permite evaluar el indicador de costo del agua por cada metro cúbico recuperado.

Para cerrar el ciclo de la evaluación económica es necesario considerar el equivalente de un “Ingreso” del cual al restarle el “Costo requerido para lograrlo” se pueda estimar un flujo de efectivo o un “Beneficio Económico” contra el cual calificar el resultado de cada acción y el del plan integrado.

Esto implica darle un “Precio o Valor” al metro cúbico de agua rescatado, el cual puede ser muy diferente dependiendo del usuario, del uso del agua, del valor de la sustentabilidad del acuífero. Como punto de referencia se consideró el costo de sobreexplotación para extraer el agua de la reserva estimado en el Capítulo VII ya referido. Sobre esta base es posible comparar el Costo Total del Plan con el Costo Total Evitado en la Sobreexplotación para estimar una relación Beneficio-Costo a valores constantes de 2009, o bien comparar a valor presente con una tasa de descuento de referencia.

En base a lo anterior, considerando valores constantes (pesos de 2009) se comparan los costos asociados al plan (inversión y operación) con el ingreso equivalente al darle un valor o precio de referencia a los metros cúbicos rescatados o liberados. La diferencia entre ingresos y costos produce un ingreso neto o beneficio y en base a ello se calcula una relación beneficio costo con el criterio de aceptarla si tal relación es igual o mayor que la unidad.

Al utilizar el método del valor presente neto acumulado, la evaluación económica es más realista porque considera el valor presente de los ingresos netos que se esperan lograr en el futuro durante la vida del plan. Sin embargo, en este método se requiere puntualizar una serie de factores.

Los costos de las acciones se están evaluando a valores constantes del 2009 y en la misma forma se están evaluando los ingresos al darle un valor actual al metro cúbico de agua

recuperado, lo cual genera un ingreso neto con estas mismas características. Al aplicar una tasa de descuento a los ingresos netos para traerlos a valor presente, se está considerando que se desea al menos lograr esta tasa de retorno mínima atractiva (TREMA) en la vida del plan (al 2030) y que si el valor presente neto acumulado es igual o mayor que cero, el plan es aceptado porque “asegura” que se obtiene al menos la TREMA solicitada. Aparte de este criterio, es posible evaluar el valor de la tasa de descuento para que la relación de los beneficios a valor presente al costo sea igual a la unidad y comparar esta tasa de descuento con la TREMA. Otro parámetro es evaluar el precio mínimo del metro cúbico liberado para lograr la TREMA y un criterio final es evaluar el precio mínimo del metro cúbico liberado para lograr ambos criterios, es decir lograr la TREMA y que la relación de los beneficios a valor presente al costo sea igual a la unidad.

El esquema de financiamiento no está considerado en este análisis económico, pues mientras que el suministro de agua a la población (uso público urbano del sector doméstico) es un gasto necesario y el criterio es el menor costo o la menor anualidad equivalente, el suministro de agua para la agricultura y los otros sectores (comercial, industrial, turístico) es una inversión productiva y el criterio es maximizar los beneficios económicos.

El proponer un valor de la TREMA implica dos situaciones que no son excluyentes: una de ellas decidir entre diferentes alternativas de inversión de recursos y la otra definir el valor de la tasa de interés máxima a la cual se puede aceptar el financiamiento. Por otra parte, proponer o estimar el valor requerido para el precio del metro cúbico de agua rescatado implica que alguien tiene que estar dispuesto a pagarlo, fondos privados, públicos o combinación de ellos, pero es una condición para que los ingresos sean reales. Los fondos privados se ubican en las situaciones anteriormente planteadas, mientras que los fondos públicos tienen que ser justificados mediante evaluaciones técnico económicas sociales y ambientales que generen relaciones beneficio costo aceptadas.

Acciones del Plan, costos y volúmenes liberados.

En las tablas 2, 3 y 4 se presentan los costos asociados directamente a las acciones de Estabilización, Conservación y Apoyo, los cuales incluyen inversión y si es el caso operación, indicando los metros cúbicos anuales liberados y los totales en el período de efecto de la acción. Sobre esta base se calcula el costo por metro cúbico liberado.

Tabla 3. Acciones de Estabilización: Costos y volúmenes liberados

Clave	Acciones	Costo Total miles de pesos	Metros cúbicos Anuales	Metros cúbicos totales	Costo pesos por metro cúbico
EST1	Proyecto de construcción de desaladoras de CESPE	50,297	691,594	12,448,691	4.04
EST2	Cesión de derechos de agua a favor del acuífero	89,032	26,010,469	468,188,442	0.19
EST3	Establecimiento de una red de Medición Hidrológica	22,056	767,061	7,670,611	2.88
EST4	Desarrollo del modelo geohidrológico del acuífero San Rafael	2,640	0	0	
EST5	Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola y público urbano	122,988	1,534,122	15,341,222	8.02
EST6	Explotación de aguas de origen marino	772	0	0	
EST7	Proyecto de construcción de desaladoras del puerto	345,762	5,727,611	103,096,992	3.35
	Total Estabilización	633,546	34,730,857	606,745,957	1.04

Con relación al costo total del Plan en pesos de 2005 que arroja un valor de 779,666 miles de pesos (Tabla 5), las acciones de estabilización en la Tabla 2 suman 633,546 miles de pesos representando el 81% del costo total y el 58% del volumen liberado (607 millones de metros cúbicos). El costo promedio es de 1.04 \$/m³.

Analizando las acciones, se tiene que el Proyecto de Desaladoras de CESPE representa el 6.45% del costo total y libera el 1.2 % del volumen total a un costo de 4.04 \$/m³. En este caso en que la acción se dirige principalmente al sector público doméstico, es un gasto necesario que elevaría las tarifas del agua y habría que considerar no sólo el financiamiento sino también un subsidio, cuidando que este último se oriente a los sectores de la población más necesitados.

En este caso se está considerando la participación de la desaladora del Puerto Colonet que contribuiría con el 44% del costo y el 10% de volumen “liberado”

Por otra parte destaca la acción de Gestión de Derechos de Agua a Favor del Acuífero que representa el 11% del costo total y libera el 45% del volumen total a un costo de 0.19 \$/m³, indicando que esta acción es prioritaria.

El Programa de Optimización y Uso Eficiente del Agua de Uso Agrícola y del uso público urbano libera el 1.5% del volumen total y representa el 16 % del costo total a un costo de 8.02 \$/m³.

Las otras acciones reportadas en la tabla mencionada, se consideran como acciones necesarias en el Plan para estabilizar el acuífero.

Las acciones de Conservación (Tabla 3) representan un costo de 115,090 miles de pesos (15% del costo total) y liberan el 42% del volumen total a un costo medio de 0.38 \$/m³.

Tabla 4. Acciones de Conservación: Costos y volúmenes liberados

Clave	Acciones	Costo Total miles de pesos	Metros cúbicos Anuales	Metros cúbicos totales	Costo pesos por metro cúbico
CON1	Proyecto de construcción de una presa en la zona del Bramadero	10,600	2,000,000	38,000,000	0.28
CON2	Construcción de una red de agua potable y saneamiento	66,571	0	0	
CON3	Tratamiento de agua residual e infraestructura	13,129	6,422,998	115,613,972	0.11
CON4	Construcción de Bordos de Recarga	11,414	102,100	1,837,800	6.21
CON5	Regulación de la localización de la extracción y descargas de plantas desaladoras	2,815	13,003,397	234,061,138	0.01
CON6	Regulación de la extracción de materiales pétreos	580	102,100	1,531,500	0.38
CON7	Proyecto de Reforestación	7,652	102,100	1,531,500	5.00
CON8	Regularización de Obras de Captación	2,029	192,902	964,512	2.10
CON9	Determinación del balance de agua extraída y trasvasada	300	2,436,035	43,848,633	0.01
	Total Conservación	115,090		437,389,054	0.26

La acción de Controlar la Localización de las Extracciones y Descargas de Plantas Desaladoras, libera el 22% del volumen total representando el 0.4% del costo total a un costo medio de 0.01\$/m³, mientras que el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura libera el 11% del volumen total representando el 1.7% del costo total a un costo medio de 0.11\$/m³. Hay que enfatizar el impacto de estas dos acciones con el 33% del volumen liberado y el 2% del costo por el efecto multiplicador de las descargas no controladas sobre la calidad del agua del acuífero, y básicamente están controlando la evaluación del Plan de Manejo.

El control del agua extraída y trasvasada libera el 4% del volumen total con el 0.4% del costo total a un costo medio de 0.1\$/m³. La Presa en la Zona del Bramadero libera el 3.6% del volumen total y representa el 1.4% del costo total a un costo medio de 0.28\$/m³.

En la Tabla 4 se presentan las acciones de Apoyo que no contribuyen directamente a rescatar volúmenes del acuífero, por lo que su costo de 31,030 miles de pesos se prorratea como un

costo indirecto sobre el volumen total liberado de 1,044 millones de metros cúbicos lo cual arroja un costo de 0.03 \$/m³.

Tabla 5. Acciones de Apoyo: Costos y volúmenes liberados

Clave	Acciones	Costo Total miles de pesos	Metros cúbicos Anuales	Metros cúbicos totales	Costo pesos por metro cúbico
APO1	Fortalecimiento del COTAS	17,200		1,044,135,011	0.02
APO2	Creación del Centro de Gestión Financiera	13,830		1,044,135,011	0.01
	Total Apoyo	31,030		1,044,135,011	0.03

Finalmente en la Tabla 5 se resume el Plan de Manejo con un costo total de 779,666 miles de pesos para liberar del orden de 1,044 millones de metros cúbicos a un costo medio de 0.75 \$/m³. Estos valores se pueden comparar con los costos económico ambientales que totalizan \$287 millones de pesos y el costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva que se ubica en un promedio de 21.13 \$/m³. Hay que enfatizar que la Desaladora del Puerto Colonet implica un costo de 346 millones de pesos por lo cual estrictamente hablando el plan de manejo tendría un costo real de 434 millones de pesos.

Tabla 6. Resumen de Costos y Volúmenes liberados por el Plan de Manejo

Acciones	Costo Total miles de pesos	Metros cúbicos totales	Costo pesos por metro cúbico
Total Estabilización	633,546	606,745,957	1.04
Total Conservación	115,090	437,389,054	0.26
Total Apoyo	31,030		0.03
Total Programa	779,666	1,044,135,011	0.75

Análisis Económico del Plan

La Tabla 6 presenta el esquema, valores y resultados del Análisis Económico del Plan. En la misma para cada uno de los años considerados en el plan del 2009 al 2030 se consignan los costos anuales por tipo de acciones y el costo total en pesos de 2009, el cual totaliza en todo el período de análisis 779,666 miles de pesos.

Se reportan los volúmenes de agua anuales liberados por el plan asignando un valor a cada metro cúbico igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva (Ver Capítulo VII), en la cual aparecen datos menores de la unidad (reportados en ceros) en años de gran precipitación pluvial como se discute en el capítulo referido. Con esto se genera un ingreso anual el cual totaliza en todo el período 15,109,459 miles de pesos. De este Ingreso Total se resta el Costo Total para obtener un Ingreso Neto que suma en todo el período la cantidad de 14,329,793 miles de pesos a valores de 2009, lo cual representa una relación Beneficio Costo para el Plan de 18.38, lo cual hace atractivo económicamente al plan. Con el Ingreso Neto

Acumulado se observa que a partir del 2013 se tienen valores positivos que sustentan al plan una vez que se defina el esquema y las estrategias para pagar el precio considerado para cada metro cúbico liberado y en el mismo año ya se tendrían excedentes sobre el costo total del plan.

Tabla 7. Análisis Económico del Plan (miles de pesos)

Año	Costo total anual miles de pesos				Metros cúbicos anuales	Ingreso pesos por metro cúbico	Ingreso miles de pesos	Ingreso neto miles de pesos	Ingreso neto Acumulado miles de pesos	Valor presente Ingreso neto miles de pesos	Valor presente Ingreso neto Acumulado miles de pesos
	Estabilización	Conservación	Apoyo	Total							
2009	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
2011	86,142	0	1,230	87,372	0	0.00	0	-87,372	-87,372	-72,208	-72,208
2012	115,847	1,536	2,040	119,423	2,192,902	12.64	27,721	-91,702	-179,074	-68,897	-141,105
2013	47,414	7,073	1,920	56,407	58,888,289	11.08	652,480	596,073	416,999	407,126	266,021
2014	46,549	33,376	1,520	81,445	58,888,289	10.78	634,936	553,491	970,490	343,675	609,695
2015	101,895	34,453	1,520	137,868	58,888,289	18.07	1,064,166	926,298	1,896,788	522,871	1,132,566
2016	33,415	29,453	1,520	64,388	59,092,489	0.00	0	-64,388	1,832,400	-33,041	1,099,525
2017	33,495	4,236	1,520	39,252	58,899,587	11.78	693,678	654,427	2,486,827	305,295	1,404,820
2018	87,110	2,360	1,520	90,990	58,899,587	11.83	696,956	605,966	3,092,793	256,989	1,661,808
2019	1,147	1,242	1,520	3,908	58,899,587	0.00	0	-3,908	3,088,884	-1,507	1,660,302
2020	1,067	124	1,520	2,710	58,899,587	11.52	678,712	676,002	3,764,886	236,934	1,897,236
2021	69,547	124	1,520	71,190	58,899,587	21.89	1,289,235	1,218,045	4,982,931	388,107	2,285,343
2022	1,067	124	1,520	2,710	58,899,587	13.55	798,094	795,383	5,778,314	230,394	2,515,737
2023	1,147	124	1,520	2,790	56,598,404	13.82	782,109	779,319	6,557,633	205,219	2,720,956
2024	1,067	124	1,520	2,710	56,598,404	12.77	722,575	719,865	7,277,499	172,330	2,893,286
2025	1,147	124	1,520	2,790	56,598,404	13.07	739,992	737,201	8,014,700	160,437	3,053,723
2026	1,067	124	1,520	2,710	56,598,404	111.82	6,328,804	6,326,094	14,340,794	1,251,584	4,305,306
2027	1,147	124	1,520	2,790	56,598,404	0.00	0	-2,790	14,338,003	-502	4,304,805
2028	1,067	124	1,520	2,710	56,598,404	0.00	0	-2,710	14,335,293	-443	4,304,361
2029	1,147	124	1,520	2,790	56,598,404	0.00	0	-2,790	14,332,503	-415	4,303,947
2030	1,067	124	1,520	2,710	56,598,404	0.00	0	-2,710	14,329,793	-366	4,303,580
Total	633,546	115,090	31,030	779,666	1,044,135,011		15,109,459	14,329,793		4,303,580	

La penúltima columna calcula el valor presente de los ingresos netos utilizando una tasa de referencia de 10% anual y la última columna presenta el valor presente acumulado de los ingresos netos. Se observa que a partir del 2013 se obtienen valores positivos y que al final se obtiene un excedente de 4,303,580 miles de pesos lo cual siguiendo los criterios de evaluación económica para el método del valor presente neto acumulado (VPNA), indica que el plan se acepta al obtener valores mayores que cero y se obtiene una TIR mayor a la tasa de descuento solicitada (TREMA) del 10%. Para este caso, así analizado la TIR es de 62% cuando el valor de VPNA tiende a cero.

Con una tasa de descuento de 30.6% el valor de VPNA es igual al costo del plan (779,666 miles de pesos) lo cual representa una relación beneficio costo igual a la unidad. Utilizando el valor de la productividad del agua de $34.19 \text{ \$/m}^3$ la tasa de descuento para una relación beneficio costo igual a la unidad se ubica en 58%. Por otra parte con una tasa de descuento de 10% para lograr una relación beneficio costo igual a la unidad se requiere un precio del metro cúbico de agua rescatado de $1.49 \text{ \$/m}^3$. Finalmente el Precio mínimo del metro cúbico de agua rescatado para lograr una TIR del 10% se ubica en $3.41 \text{ \$/m}^3$.

Fuentes de financiamiento

Como ya se comentó anteriormente, proponer o estimar el valor requerido para el precio del metro cúbico de agua rescatado implica que alguien tiene que estar dispuesto a pagarlo, fondos privados, públicos o combinación de ellos, pero es una condición SineQuaNon para que los ingresos sean reales. Los fondos privados se ubican en las situaciones anteriormente planteadas, mientras que los fondos públicos tienen que ser justificados mediante evaluaciones técnico económicas sociales y ambientales que generen relaciones beneficio costo aceptadas.

Una tarifa por concepto de uso del agua representa una alternativa benéfica para los usuarios y para el acuífero. Con esta fuente de ingresos hay que garantizar un fondo de inversión para el Plan de Manejo, que retribuirá con creces las aportaciones a los contribuyentes. Esto implica que debe existir un financiamiento el cual debe ser cubierto por las tarifas incluyendo los intereses del mismo y por otra parte que las tarifas no deben basarse exclusivamente del lado del suministro o de la oferta, sino que tiene que existir una combinación con la demanda y asociadas a un valor del agua, lo cual conduce a una estructura o política de tarifas.

El costo de las acciones del Plan de Manejo puede ser cubierto a través de al menos tres mecanismos: los subsidios, el pago de derechos por parte de los usuarios y las propiedades del financiamiento.

Las condiciones de financiamiento, como son los plazos para efectuar los pagos y la tasa de interés, determinarán el costo definitivo de las acciones. La definición de las fuentes de financiamiento y la gestión del mismo, es una actividad en cartera, que se encuentra a cargo del COTAS y de los grupos representados en el mismo.

Conclusiones del Costo y financiamiento

- El Plan de Manejo del Acuífero de Vicente Guerrero integra 18 acciones de las cuales 7 se clasifican como acciones de estabilización, 9 como acciones de conservación y dos como acciones de apoyo. Para este plan se estimó el rescate o liberación de 1,044,135,011 metros cúbicos en el período 2009-2030 con un costo total de 779,666 miles de pesos lo cual representa un costo promedio de $0.75 \text{ \$/m}^3$ de agua liberado.
- Los “Ingresos netos” esperados de este plan totalizan 14,329,793 miles de pesos al darle un valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva, lo cual representa una relación beneficio costo de 18.38 a valores constantes. Si la referencia es el valor de la productividad actual del agua de

34.19 $\$/m^3$, la relación beneficio costo a valores constantes es igual a 44.73 y el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado para lograr una relación beneficio costo igual a la unidad a valores constantes es de 1.49 $\$/m^3$.

- Considerando una TREMA de 10% y con el valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva, el valor presente neto acumulado del Plan es de 4,303,580 miles de pesos, lo cual indica aceptar el Plan cuya TIR se ubica en estas condiciones en 62%.
- Para obtener una relación beneficio a valor presente al costo actual utilizando el valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva la TREMA se ubica en 30.6% lo cual estaría fijando la tasa máxima de interés del financiamiento. Con un valor de TIR de 10% se tendría que establecer el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado en 1.49 $\$/m^3$ y para lograr ambos criterios de una relación beneficio a valor presente al costo actual de la unidad y una tasa de descuento de 10% el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado es de 3.41 $\$/m^3$. En estas condiciones la relación beneficio a costo a valores constantes sería de 3.57.
- En lo que se refiere al tiempo de retorno de la inversión en el esquema de valores constantes a partir del 2013 se tienen valores positivos del ingreso neto acumulado para sustentar económicamente el plan y en 2014 ya se tendrían excedentes sobre el costo total del plan. En lo que se refiere al esquema de valor presente a partir del 2013 también se generan valores presentes netos acumulados positivos lo cual marca el tiempo de retorno de la inversión para la tasa de descuento considerada.
- El análisis de las acciones indica que las acciones de conservación liberan mayores volúmenes y entre ellas son atractivas Controlar la Localización de las Extracciones y Descargas de Plantas Desaladoras, el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura y la Presa de la Zona del Bramadero por la participación combinada en el costo total del programa y en el volumen total de agua liberado. En las acciones de estabilización la gestión de derechos de agua a favor del acuífero con este criterio también es atractiva pero se maneja con la reserva de la realidad de los volúmenes rescatados.
- Finalmente en lo que se refiere a financiamiento, el análisis económico aporta directrices en relación a la magnitud de las tasas de interés recomendables para gestionar el financiamiento, así como recomendaciones para re-estructurar la política de tarifas basados en una planificación integral que considere oferta, demanda y el valor del agua. Por otra parte se revisa el efecto de este valor del agua o precio unitario de los volúmenes rescatados para que el plan sea realizable bajo criterios de economía.

XI.5. Beneficios e Impactos

XI.6. Implementación

El propósito fundamental del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero (PIMSA) es estructurar una propuesta de acción que permita estimular el desarrollo integral y sostenible de la zona de influencia, considerando los aspectos políticos, sociales, culturales, económicos y ecológicos. El Plan proporciona alternativas prácticas, tanto para la conservación adecuada de los recursos, como para la racionalización del uso de éstos orientándolos hacia el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. Por su parte, el Programa de Implementación del PIMSA, es el conjunto de actividades que deben de ser realizadas para impulsar la ejecución y cumplimiento de los objetivos de éste último; con el se busca inducir, promover y en la medida de lo posible garantizar el adecuado desarrollo de las acciones previstas en el PIMSA.

El primer paso para el arranque del Plan de Manejo es la aprobación del mismo. Esta acción, por derecho y reconocimiento público, le corresponde al Consejo de Cuenca de Baja California.

El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, en su artículo 15 señala que:

I. Formarán parte de los Consejos de Cuenca:

- a) El Director General de “La Comisión”, quien lo presidirá y tendrá voto de calidad en caso de empate;
- b) Un secretario técnico, nombrado por el Director General de “La Comisión”, quien sólo contará con voz, y
- c) Un representante de los usuarios de la cuenca por cada tipo de uso que se haga del recurso, quienes fungirán como vocales. En todo caso, el número de representantes de los usuarios deberá ser, cuando menos, paritario con el resto de los integrantes del Consejo de Cuenca.

Los vocales durarán en su cargo el tiempo que el propio Consejo disponga en sus reglas de organización y funcionamiento. Para su elección, “La Comisión” promoverá la integración de la asamblea de usuarios de la Cuenca de que se trate, que se constituirá con la participación de las organizaciones que los representen, las que deberán estar debidamente acreditadas ante el propio Consejo de Cuenca;

II. “La Comisión” invitará con voz y voto a los titulares de los Poderes Ejecutivos de las entidades federativas comprendidas dentro del ámbito del Consejo de Cuenca de que se trate.

III. Los Consejos de Cuenca podrán invitar a sus sesiones a las dependencias y entidades del Gobierno Federal o de los gobiernos estatales y de los ayuntamientos, así como a las instituciones, organizaciones y representantes de las diversas agrupaciones de la sociedad interesadas, cuya participación se considere conveniente para el mejor funcionamiento del mismo, las cuales contarán sólo con voz.

Los miembros de los Consejos de Cuenca a que se refieren el inciso a) de la fracción I y la fracción II podrán nombrar representantes para casos de ausencia.

Por su parte, el artículo 16 del mismo ordenamiento jurídico establece que:

Los Consejos de Cuenca se organizarán y funcionarán conforme a las reglas que expida "La Comisión", las cuales determinarán las acciones y procedimientos necesarios para:

I. Conocer y difundir los lineamientos generales de política hidráulica nacional y regional, y proponer aquéllos que reflejen la realidad del desarrollo hidráulico a corto, mediano y largo plazos, en el ámbito territorial del Consejo de Cuenca;

II. Promover la participación de las autoridades estatales y municipales, así como de los usuarios y grupos interesados de la sociedad, en la formulación, aprobación, seguimiento, actualización y evaluación de la programación hidráulica de la cuenca o cuencas de que se trate en los términos de ley;

III. Promover la integración de comisiones de trabajo de diversa índole, que permitan analizar y en su caso, plantear soluciones y recomendaciones para la atención de asuntos específicos relacionados con la administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos, el fomento del uso racional del agua y la preservación de su calidad;

IV. Concertar con "La Comisión" las prioridades de uso y los demás instrumentos previstos en la programación hidráulica, conforme a lo dispuesto en la "Ley" y este "Reglamento", así como los mecanismos y procedimientos para enfrentar situaciones extremas de emergencia, escasez, sobreexplotación, contaminación de las aguas o deterioro de los bienes a cargo de "La Comisión";

V. Apoyar las gestiones necesarias para lograr la concurrencia de los recursos técnicos, financieros, materiales y tecnológicos que requiera la ejecución de las acciones previstas en la programación hidráulica;

VI. Participar en el desarrollo de los estudios financieros que lleve a cabo "La Comisión", con objeto de determinar los montos de las contribuciones de los usuarios para apoyar la ejecución de los programas de "La Comisión", que beneficien a los usuarios de la cuenca o cuencas comprendidas en el ámbito territorial de los Consejos de Cuenca, y

VII. Participar o intervenir en los demás casos previstos en la "Ley" y este "Reglamento" para los Consejos de Cuenca.

Una vez aprobado el Plan de Manejo, el Consejo de Cuenca deberá hacer uso de sus atribuciones y promover la integración de una Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA, en base al numeral IV del artículo 4 de las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca, así como la integración del Grupo de Seguimiento y Evaluación del PIMSA, en base al numeral I del mismo ordenamiento jurídico.

A este respecto, las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca, en su artículo 4 marcan:

El Consejo podrá contar para el estudio, planeación y atención de los asuntos de su competencia, con distintos órganos auxiliares que estarán subordinados jerárquicamente a sus decisiones y acuerdos. Estos órganos serán de carácter permanente o temporal, normarán su funcionamiento conforme a las presentes reglas y serán los siguientes:

- I. Un Grupo de Seguimiento y Evaluación de carácter permanente.
- II. Las Comisiones y Comités de Cuenca que determine el Consejo conforme a las características de las subcuencas y unidades hidrológicas de menor orden, en donde sea necesario concentrar la atención a la resolución de problemas específicos o propiciar la participación de los usuarios y las entidades de gobierno en territorios de menor tamaño al definido por el Consejo.
- III. Los COTAS que se organicen en el ámbito territorial de cada Consejo.
- IV. El centro de información y consulta sobre el agua que exista o que en el futuro el Consejo promueva en la cuenca para facilitar el cumplimiento de sus objetivos.
- V. Los Comités Regionales, Estatales o Subregionales de usuarios.

La Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA deberá de contar con personal y presupuesto suficiente para impulsar el Plan de Manejo en su etapa de arranque. A este respecto es necesario puntualizar que el Plan de Manejo incluye una serie de acciones de carácter general, que deben de ser focalizadas con una mayor precisión con respecto a otros factores contextuales y coyunturales que incluya los elementos de comportamiento futuro del acuífero, hidrometeorológicos, económicos, políticos, financieros, etcétera.

Entre otras, las principales acciones previstas para la Comisión de Trabajo para la implementación del Plan de Manejo se encuentran:

- Actividades preliminares: Aquí se incluyen acciones que pueden ser realizadas antes o paralelamente a las actividades propias a la ejecución del Plan. Estas actividades, incluyen estudios más detallados, programación de actividades, designación de responsabilidades, algunas construcciones e instalaciones, infraestructura básica, investigaciones, desarrollo de materiales promocionales y didácticos, las cuales se realizarán principalmente durante el primer año de operaciones.
- Difundir el PIMSA entre las partes interesadas y los principales actores sociales tales como productores, prestadores de servicios, dependencias involucradas, medios de difusión, posibles fuentes de financiamiento, y público en general, a fin de estos estén perfectamente informados de las acciones generales que se pretenden realizar, los beneficios e impactos que se esperan obtener, las molestias que las acciones les pueden ocasionar, pero sobre todo de las expectativas reales que se tienen, a fin de evitar las falsas expectativas y los malos manejos de los grupos inescrupulosos que siempre pretenden aprovecharse de la falta de información de la gente.
- Consensuar la aceptación social del PIMSA, esto es, verificar que los grupos de interés a favor y en contra del Plan de Manejo encuentren un nicho de aceptación común en base a los

beneficios que todos puedan obtener y que sobrepasen las objeciones que algunos pudieran presentar.

- Integración formal del Grupo de Seguimiento y Evaluación del PIMSA, en base al numeral I de las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca. Este Grupo de Trabajo, tendía entre otras las siguientes funciones: Desarrollar capacidad técnica, operativa y de gestión en los involucrados locales para implementar y adecuar el sistema de monitoreo y evaluación de manera que el proceso sea sustentable a lo largo del tiempo, particularmente en los COTAS; Sistematizar los procesos y procedimientos para el monitoreo y evaluación del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero; Establecimiento de revisiones periódicas trimestrales de seguimiento de avances y evaluación de impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero en el COTAS; Reglamentación de las funciones y atribuciones del COTAS respecto al seguimiento de avances y evaluación de impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero; Elaboración y difusión de un folleto informativo trimestral sobre los avances e impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero; Impartir a los productores de la región un curso de capacitación para la correcta interpretación de los indicadores de avance e impacto del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero; Proporcionar la asesoría técnica necesaria a los directivos del COTAS para la toma de decisiones adecuada respecto a la reorientación de estrategias y/o acciones del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero como resultado del proceso de monitoreo de avances y evaluación de impactos.
- Instalación del Comité de Manejo de Sequías.
- Creación del Centro de Gestión Financiera. Considerando que prácticamente cualquier acción incluida en el Plan de Manejo y que sea aprobada por la Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA requiere de fuentes de financiamiento, una de las primeras acciones que se deberá llevar a cabo es la creación del Centro de Gestión Financiera, quien se encargará de estar monitoreando continuamente a las agencias financiadoras nacionales e internacionales para detectar las oportunidades de conseguir los mejores y más oportunos financiamientos para la realización de las acciones.
- Otra de las acciones que con mayor prontitud deben de ser realizadas, es la de establecer los convenios y/o contratos para la elaboración de los proyectos ejecutivos de aquellas acciones que vayan siendo aprobadas por la Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA. Para esto es necesario establecer los términos de referencia y los mecanismos de transparencia necesarios para realizar las licitaciones respectivas con la aprobación y supervisión del Consejo de Cuenca.
- Por último, pero no menos importante es la elaboración por parte de la Comisión de Trabajo para la Implementación del PIMSA de la propuesta de Programa Operativo Anual, el cual deberá ser sancionado en el seno del Consejo de Cuenca.

XI.7. Matriz de Planeación del Plan de Manejo.

En la Matriz de Planificación se sintetizan los elementos básicos de un proyecto. Para su diseño se utiliza la información obtenida en la fase de identificación, buscándose la coherencia a varios niveles:

- Coherencia externa: de la matriz respecto a problemática identificada.
- Coherencia interna: de los diferentes componentes que integran la matriz, de forma tal que exista una relación causal y lógica entre cada uno de ellos.

Los elementos fundamentales que integran la matriz son: objetivo general, objetivos específicos, resultados, indicadores, fuentes de verificación y supuestos o hipótesis.

Antes de entrar en la explicación de cada uno de ellos vamos a recordar que un proyecto se diseña para provocar ciertos cambios específicos en un determinado período de tiempo, a través de la realización de ciertas acciones..

Los resultados son los productos que el proyecto va a entregar en el tiempo establecido, contribuyendo a alcanzar el objetivo específico.

El objetivo específico es la expresión del efecto que se espera el proyecto logre en un tiempo razonable.

A largo plazo se espera que el proyecto, contribuya a alcanzar el objetivo general.

Por consiguiente, en todo proyecto se da una cadena causa-efecto a diferentes niveles de forma tal que si se emplean adecuadamente los medios se alcanzarán los resultados necesarios para lograr el objetivo específico previsto. Si se logra en este, con el tiempo se habrá conseguido el objetivo general, logrando ese cambio que se pretendía conseguir.

Es importante identificar claramente los distintos niveles en la jerarquía de un proyecto. Así, las acciones y los resultados deben ser garantizados por la administración del proyecto de forma tal que existe el compromiso y la obligación de alcanzarlos. Si no se logra se deben exigir responsabilidades a los gestores.

Sin embargo, en los casos del objetivo específico y el global, su logro no depende solamente de la gestión del proyecto; pueden darse otros acontecimientos que estén más allá del control del mismo. Para alcanzarlos no basta tan sólo con una gestión adecuada. En el caso del objetivo general su consecución se comprobará en el largo plazo y será fruto de la actuación conjunta o sucesiva de diversos proyectos.

En la Matriz de Planificación se resume el proyecto reflejando sus elementos fundamentales. Su utilidad es doble:

- La Fase de Presentación y Valoración permite entender el planteamiento del proyecto. Es fruto de la identificación realizada y debe ser coherente con la problemática que se pretende abordar.

- La Fase de Ejecución es una guía que permite conseguir lo que se va alcanzando con lo previsto inicialmente. Las metas se reflejan mediante indicadores objetivamente verificables y cuantificados.

La Matriz de Planificación está integrada por los siguientes elementos:

- Objetivo general: objetivo último y principal al que el proyecto pretende contribuir a largo plazo.
- Objetivo específico: efecto que el proyecto pretende conseguir en un plazo de tiempo razonable. Refleja el logro de una nueva situación en la que el problema central del grupo beneficiario ha sido solucionado. Debe formularse en términos realmente alcanzables.
- Resultados: productos que el proyecto puede garantizar como consecuencia de sus actividades. Es lo que se quiere alcanzar con el proyecto una vez realizadas las actividades programadas.
- Actividades: son las acciones que se han de realizar de forma simultánea o secuencial, utilizando los medios necesarios, con el fin de conseguir los resultados en el tiempo previsto.
- Indicadores: son la expresión cuantitativa y cualitativa de lo que se ha de conseguir dependiendo del nivel en el que se formulen. Es, por tanto, la medida del logro del objetivo o del resultado siendo vital para dilucidar el éxito o el fracaso del proyecto. Han de ser concretos y medibles, siendo importante que se busquen varios indicadores para medir el logro de un mismo resultado u objetivo. Dicha combinación aumentará la fiabilidad del cambio conseguido. Los indicadores son básicos para el seguimiento y posterior evaluación del proyecto.
- Fuentes de verificación: indican el medio a través del cual se obtendrá la información necesaria para verificar los indicadores. Todo indicador debe llevar asociada al menos una fuente de verificación. La información debe ser fácil de conseguir y con un costo (en tiempo y dinero) adecuado.
- Supuestos (hipótesis o riesgos): son aquellos acontecimientos, condiciones y decisiones que están más allá del control de la gestión del proyecto y de su esfera de responsabilidad.

En ella, se expresa de manera integrada, la estrategia de ejecución del proyecto, con sus objetivos, sus resultados/productos, actividades principales, indicadores verificables objetivamente, fuentes de verificación y los supuestos. La matriz contiene la formulación estratégica del proyecto, es decir, sus formulaciones son de carácter general.

A continuación se presenta la matriz de planeación del Plan de Manejo del Acuífero.

Tabla 8. MATRIZ DE PLANEACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL ACUÍFERO DE SAN RAFAEL

Objetivos / Resultados / Actividades	Indicadores verificables objetivamente	Fuentes de verificación	Supuestos
<p>Objetivo Superior:</p> <p>Crecimiento sostenido de la región</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Producto Interno Bruto de la Región. • Ingreso per Cápita de la Población. • Tasa de desempleo. • Inversión en Actividades Productivas. • Valor de las Exportaciones. • Producción Agrícola (\$ y Toneladas). 	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) • Secretaría de Desarrollo Económico de Baja California (SEDECO) • Secretaría de Fomento Agropecuario de Baja California (SEFOA) • Banco de México 	<ul style="list-style-type: none"> • Que no suceda una sequía tan prolongada que disminuya drásticamente la recarga. • Voluntad política para promover el desarrollo económico de la región. • Contar con el financiamiento necesario para el crecimiento sostenido de la región.

<p>Objetivo del Plan de Manejo:</p> <p>Hacer un Uso Sustentable del Acuífero</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Equilibrio Dinámico multianual del Acuífero. • Calidad del agua según su uso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) • Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) • Comisión Estatal del Agua (CEA) • Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) • Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) • SEFOA • Comisión para la Planeación y el Desarrollo del Municipio de Ensenada (COPLADEM). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación puntual del Plan Integral de Manejo de los Acuíferos • Participación activa de las partes involucradas en el Plan de Manejo. • Voluntad política e institucional para el cumplimiento del Plan de Manejo • Gestión exitosa de recursos financieros para la realización del Plan de Manejo. • Que se presenten condiciones de recarga similares o mejores a las históricas.
<p>Resultado 1:</p> <p>Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evolución del nivel estático. • Volumen de agua de otras fuentes (trasvase y marino). • Evolución de la recarga total: natural e inducida. 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • COTAS • CEA • UABC • CICESE 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones señaladas en la matriz de planeación para alcanzar el resultado 1. • Voluntad política para acceder a nuevas fuentes de agua. • Contar con el recurso económico necesario para llevar a cabo las acciones.

<p>Resultado 2:</p> <p>Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de variación de la extracción. • Porcentaje de pozos con medidor del caudal. • Volumen de derechos de agua transferidos. • Volumen de agua rescatado a favor del acuífero. • Índice de producción agrícola por volumen de agua utilizado. 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • COTAS • SEFOA • CEA • CESPE 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones señaladas en la matriz de planeación para alcanzar el resultado 2. • Voluntad política de los usuarios para reducir las extracciones de agua del acuífero. • Contar con el recurso económico necesario para llevar a cabo las acciones.
<p>Resultado 3:</p> <p>Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evolución del nivel estático. • Evolución de la calidad del agua según su uso. • Evolución de la recarga total: natural e inducida. • Porcentaje de población con servicio de agua potable. • Índice de cobertura vegetal. 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • PROFEPA • COTAS • CEA 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones señaladas en la matriz de planeación para alcanzar el resultado 3. • Existe la voluntad de los usuarios para estabilizar y preservar el volumen y calidad de agua del acuífero y su entorno. • Contar con el recurso económico necesario para llevar a cabo las acciones.

<p>Resultado 4:</p> <p>Se cuenta con las leyes reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Número de leyes, reglamentos y normas elaboradas de acuerdo al contexto del acuífero y su entorno. 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • COTAS • SEFOA • SAGARPA • Congreso de la Unión • Congreso del Estado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones señaladas en la matriz de planeación para alcanzar el resultado 4. • Existe la voluntad política de los legisladores por contar con la normatividad necesaria para evitar el deterioro del acuífero y su entorno. • Contar con el recurso económico necesario para llevar a cabo las acciones.
<p>Resultado 5:</p> <p>Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Número de pozos regularizados. • Número de denuncias recibidas relacionadas con el uso del agua. • Eficacia de gestión del COTAS. 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • COTAS • SEFOA • SAGARPA • PROFEPA 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones señaladas en la matriz de planeación para alcanzar el resultado 5. • Existe la voluntad política de los organismos de control y vigilancia para evitar el incumplimiento de las leyes y reglamentos relacionados con la dinámica del acuífero. • Contar con el recurso económico necesario para llevar a cabo las acciones.

<p>Resultado 6:</p> <p>Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de pozos con medidor del caudal. • Evolución del nivel estático. • Evolución de la calidad del agua. • Evolución de la recarga total: natura e inducida. 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • CEA • COTAS • UABC • CICESE • SEFOA 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones señaladas en la matriz de planeación para alcanzar el resultado 6. • Existe la voluntad de los usuarios para llevar a cabo los estudios y las mediciones del acuífero y su entorno para evaluar los fenómenos asociados a su dinámica. • Contar con el recurso económico necesario para llevar a cabo las acciones.
---	--	--	---

RESULTADOS Y SUS PRINCIPALES ACCIONES

Resultados	Principales Acciones y/o Actividades
<p>Resultado 1:</p> <p>Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de bordos de recarga • Construcción de una red de agua potable y saneamiento • Creación del Centro de Gestión Financiera • Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE • Proyecto de Reforestación • Proyecto de construcción de desaladoras del puerto • Proyecto de reforestación

<p>Resultado 2:</p> <p>Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Cesión de derechos de agua a favor del acuífero • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola y público urbano • Regularización de obras de captación
<p>Resultado 3:</p> <p>Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar la calidad del agua del acuífero y de su entorno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE • Proyecto de construcción de una presa en la zona del Bramadero • Proyecto de Reforestación
<p>Resultado 4:</p> <p>Se cuenta con las regulaciones necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Fortalecimiento del COTAS
<p>Resultado 5:</p> <p>Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de verificación y sanción para el cumplimiento de las regulaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Fortalecimiento del COTAS • Regulación de la extracción de materiales pétreos • Regulación de la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras. • Regularización de obras de captación

<p>Resultado 6:</p> <p>Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Creación del Centro de Gestión Financiera• Desarrollo del modelo geohidrológico del acuífero de San Rafael• Determinación del balance de agua extraída y trasvasada• Establecimiento de una red de Medición Hidrológica• Explotación de Aguas de Origen Marino• Fortalecimiento del COTAS• Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola y público urbano
<p>Recomendaciones:</p> <p>Se recomiendan las siguientes acciones, que si bien no tienen una incidencia directa sobre el acuífero, si fueron demandadas por los habitantes de las comunidades.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Abastecimiento de agua potable y alcantarillado a la población de Punta Colonet y poblados aledaños• Construcción de bordos de protección de avenidas extraordinarias

Planeación Operativa del Plan de Manejo del Acuífero San Rafael

ACCIONES DE ESTABILIZACIÓN

ACCION: EST1. Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE				
Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
<p>Satisfacer el aumento de la demanda de agua para uso público urbano, en la ciudad de Ensenada y otros centros de población aledaños.</p> <p>Aprovechar los excedentes de la desalación en el período 2010-2028 para disminuir la sobreexplotación de los acuíferos y aumentar su disponibilidad en beneficio de la agricultura.</p>	<p>Primera etapa: Inicia en 2010 y termina en 2012</p> <p>Segunda y Tercera: no definida aún.</p>	<p>CESPE</p> <p>CEA</p> <p>CONAGUA</p>	<p>Banca de Desarrollo</p> <p>Contratistas</p>	<p>La comparación del costo beneficio es favorable con respecto de otras acciones que pueden ofrecer resultados similares.</p> <p>Existe disponibilidad del recurso financiero.</p> <p>Se lleva a cabo un estudio de impacto ambiental positivo y acorde con el desarrollo de la zona.</p>

ACCION: EST2. Cesión de derechos de agua a favor del acuífero

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
<p>Contribuir a la estabilización del acuífero regulando la extracción mediante la conciliación de los volúmenes de agua concesionados con la disponibilidad del agua.</p> <p>Disponer de procedimientos transparentes y efectivos para la transferencia de derechos de agua al acuífero.</p> <p>Lograr una distribución justa y equitativa de los derechos de explotación.</p> <p>El agua adquiera un valor por su uso y productividad económica y social.</p>	<p>Inicia después de conocer el volumen de recarga del acuífero y concluye al igualar el volumen disponible contra el concesionado, (5 años).</p> <p>Inicia en 2010</p> <p>Se espera que concluye en 2015</p>	<p>CONAGUA y COTAS</p>	<p>SEFOA</p> <p>Secretaría de Desarrollo Económico.</p>	<p>Aprobación del plan de manejo</p> <p>Se lleve a cabo el censo de aprovechamientos y el estudio de medición y monitoreo sistemático para determinar el volumen medio de recarga.</p> <p>Se requiere que exista interés por parte de los usuarios y confianza en las instituciones del agua.</p>

ACCION: EST3. Establecimiento de una red de medición hidrológica

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
<p>Contar con un medio de observación que actúe como herramienta de diagnóstico, análisis, planeación, verificación y alerta del funcionamiento hidrodinámico del sistema de aguas subterráneas.</p> <p>Contribuir a la estabilización del acuífero</p>	<p>Diseño de las redes de observación y medición: 6 meses. Instalación de instrumentos de medición: tres años. Medición: semestral.</p>	<p>CONAGUA COTAS</p>	<p>UABC SEMARNAT CESPE</p>	<p>Se cuenta con los recursos financieros para la instalación de la red. Se cuenta con un organismo que gestione fondos para el sostenimiento de la red.</p> <p>Se aprueba el plan de observación y se genera un esquema de organización para llevar a cabo la acción.</p>

ACCION: EST4. Desarrollo del Modelo Geohidrológico del Acuífero de San Rafael

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
<p>Conocer el funcionamiento del acuífero para hacer un uso sustentable del mismo.</p> <p>Disponer de una herramienta dinámica y flexible para el diagnóstico, análisis y planeación del manejo del acuífero.</p>	<p>Generación del modelo y calibración: 2010 a 2011.</p> <p>Actualización: anual</p>	<p>CONAGUA</p> <p>COTAS</p>	<p>UABC</p> <p>CICESE</p> <p>SEMARNAT</p>	<p>Se cuenta con los recursos financieros para generar el modelo.</p> <p>Se aprueba el plan de estudios exploratorios y se genera un esquema de organización para llevar a cabo la acción.</p>

ACCION: EST5. Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola y público urbano

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
<p>Aumentar la producción agrícola de los cultivos más rentables desde la perspectiva económica y de consumo de agua con un volumen de agua menor al actual.</p> <p>Disminuir la superficie sembrada al introducir cultivos en malla sombra, invernadero.</p> <p>Convertir los cultivos de baja productividad y uso intensivo de agua por cultivos de mayor valor comercial y menor consumo de agua.</p> <p>Mediante la capacitación agrícola abatir costos de producción logrando que todos los cultivos produzcan más y mejor con menor consumo de agua y fertilizantes.</p> <p>Mejorar la disponibilidad del acuífero disminuyendo la tendencia de crecimiento del volumen extraído para uso público urbano.</p> <p>Generar y difundir la cultura del</p>	Desde la aprobación del Plan y permanente.	<p>CONAGUA</p> <p>SAGARPA</p> <p>COTAS</p> <p>CESPE</p>	<p>INIFAB</p> <p>IMTA</p> <p>Instituto Nacional de Capacitación Agrícola Rural</p> <p>SEFOA</p> <p>UABC</p> <p>CESPE</p> <p>IMIP</p> <p>Sociedad Civil</p> <p>Medios de Comunicación</p>	<p>Los usuarios tienen un genuino interés en conservar el recurso agua y hacer un uso sustentable del mismo.</p> <p>Los usuarios saben que de continuar sobreexplotando el acuífero las actividades económicas se colapsarán.</p> <p>Los agricultores medianos y pequeños no tienen apoyos para la conversión de cultivos. Se debe buscar el fondo y los incentivos.</p> <p>Los agricultores grandes creen que están suficientemente tecnificados y sus sistemas de riego optimizados.</p> <p>Se cree que la reducción del abasto del sector público es suficiente para cubrir la demanda</p>

ahorro y uso eficiente del agua entre los diferentes sectores de usuarios para reducir su consumo per cápita.

requerida.

Se necesita conocer la recarga del acuífero y establecer con precisión el volumen de agua a reducir.

Buena disposición de los medios de comunicación, los organismos educativos y la sociedad civil para participar en el programa de cultura de agua.

Se promueve un programa de incentivos para la sustitución de implementos ahorradores de agua.

ACCION: EST6. Explotación de aguas de origen marino

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
Contar con una fuente adicional de agua que no impacte en la evolución del acuífero.	A partir de la aprobación del Plan de Manejo y permanente.	CONAGUA, COTAS y SEMARNAT	Secretaría de Desarrollo Económico. NETAFIN UABC CICESE	La SEDECO gestiona el financiamiento para la construcción de desaladoras. Los productores están interesados en contar con una fuente segura, de buena calidad y a costo razonable.

ACCION: EST7. Proyecto de construcción de desaladoras del puerto

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
Satisfacer el aumento de la demanda de agua para uso público urbano de la población asociada a las actividades del puerto Punta Colonet y los servicios requeridos para la operación de las instalaciones del mismo.	Primera etapa: Inicia con el inicio de las actividades de construcción de la rada portuaria. Segunda y Tercera: no definida aún.	Empresa concesionaria del Puerto	CONAGUA SCT	Se realiza la construcción del puerto de carga en Punta Colonet El proyecto cumple con las normas ambientales vigentes

ACCIONES DE CONSERVACIÓN

ACCION: CON1. Proyecto de construcción de una presa en la zona del Bramadero				
Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
Disminuir el volumen de salida de agua superficial al mar durante los eventos de precipitación e inducir la infiltración al acuífero aumentando el volumen disponible de agua.	5 años	CONAGUA	UABC	Se cuenta con el recurso financiero.
		CEA	CICESE	
		COTAS	Contratistas	Se tienen las condiciones hidrológicas para la construcción de la presa como: la boquilla y la superficie para el baso de almacenamiento en la porción media alta de la cuenca de escurrimiento.

ACCION: CON2. Construcción de una red de agua potable, saneamiento y reuso

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
<p>Contar con redes de distribución de agua potable y de drenaje sanitario y pluvial permite regular, organizar y eficientar el aprovechamiento del agua.</p> <p>Contar una fuente adicional que permita abastecer de agua que no sea del acuífero a los usos agrícolas.</p> <p>Eliminar los drenes a cielo abierto de aguas negras que constituyen un peligro para la salud.</p>	<p>5 años para la construcción de las redes.</p> <p>Operación permanente.</p>	<p>CESPE</p> <p>CONAGUA</p> <p>COTAS</p>	<p>SEDECO</p> <p>SEMARNAT</p>	<p>Se colecte el agua residual urbana para su tratamiento posterior reuso en actividades agrícolas.</p> <p>La relación costo beneficio de esta acción con respecto a otras fuentes es menor.</p>

ACCION: CON3. Tratamiento de agua residual e infraestructura

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
Evitar la descarga actual de agua residual, fuera de norma, sobre los cuerpos receptores mitigando los impactos de contaminación al acuífero.	5 años para la construcción de plantas de tratamiento. Operación permanente.	CESPE CONAGUA COTAS	SEDECO SEMARNAT	Se obtiene agua apropiada de las plantas de tratamiento para usos agrícolas. La relación costo beneficio de esta acción con respecto a otras fuentes es menor.

ACCION: CON4. Construcción de bordos de recarga

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
Retener temporalmente el agua del arroyo para favorecer la infiltración al acuífero y aumentar la disponibilidad de agua subterránea.	A partir del 2010 y mantenimiento permanente.	CONAGUA, SAGARPA, SEFOA y COTAS	Usuarios y Contratistas	<p>Se cuenta con el recurso financiero y apoyo de los usuarios.</p> <p>Se cuenta con zonas propicias para las obras.</p> <p>Se cuenta con la anuencia de los propietarios de los terrenos para construir los bordos.</p> <p>Se establecerán los mecanismos para no usar el agua superficial.</p> <p>Los usuarios respetan las obras realizadas y le dan mantenimiento requerido.</p>

ACCION: CON5. Regulación de la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras.

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
<p>Aprovechar el agua subterránea salobre sin provocar un mayor desplazamiento del frente salino.</p> <p>Evitar la contaminación del acuífero por salmuera de rechazo.</p>	Inicia en 2010 y es permanente	<p>CONAGUA</p> <p>COTAS</p>	<p>UABC</p> <p>CICESE</p> <p>SEMARNAT</p>	<p>Se cuenta con los recursos financieros.</p> <p>Se determina la ubicación de los pozos de extracción y la del agua de rechazo y su proceso de disposición final.</p> <p>Se cuenta con los mecanismos de inspección a los usuarios del agua desalada y sanción a los que infrinjan la normativa.</p>

ACCION: CON6. Regulación de la extracción de materiales pétreos.

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
<p>Reestablecer el comportamiento hidráulico natural del arroyo.</p> <p>Disminuir la velocidad de flujo del agua en el arroyo.</p> <p>No propiciar el aumento de la evaporación del agua freática después de la extracción de materiales.</p>	<p>Inicia después de aprobarse el Plan de Manejo (2010) y es permanente</p>	<p>CONAGUA y COTAS</p>	<p>UABC</p>	<p>La misma normativa no prevé explícitamente que al término de la explotación el comportamiento hidráulico del arroyo no impacte al acuífero.</p> <p>La CONAGUA esta dispuesta a hacer valer su autoridad para evitar impactos al acuífero.</p> <p>Los COTAS y usuarios del agua darán parte a la CONAGUA de irregularidades en al explotación de los pétreos.</p>

ACCION: CON7. Proyecto de reforestación

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
<p>Aumentar la captación de agua de lluvia en la parte alta de la cuenca de escurrimiento.</p> <p>Contribuir a la estabilización del acuífero, retardando el flujo superficial y permitiendo la infiltración en el cauce del arroyo.</p> <p>Incremento de la recarga, y la disponibilidad de agua en el acuífero</p>	<p>A partir de la aprobación del Plan de Manejo y de forma permanente.</p>	<p>CONAFOR</p> <p>SEFOA</p> <p>COTAS</p>	<p>INIFAP</p> <p>UABC</p> <p>CICESE</p> <p>CONANP</p>	<p>Los propietarios de los predios en la zona alta de la Cuenca están interesados en la reforestación.</p> <p>Los usuarios del agua están dispuestos a contribuir con la mano de obra para el sembrado y mantenimiento de las áreas reforestadas.</p> <p>Existen programas gubernamentales de apoyo a las actividades de reforestación de las cuencas hidrológicas.</p>

ACCION: CONS. Regularización de obras de captación				
Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
Contar con un padrón de pozos con medidores volumétricos, ubicados de forma estratégica en el acuífero y con título de concesión y permisos vigentes.	Inicia en 2010 y es permanente	CONAGUA COTAS	SEFOA	Se cuenta con los recursos financieros. Los usuarios tienen el compromiso de regularizar sus obras Existen programas de apoyo para la adquisición de medidores de flujo Se cuenta con los recursos humanos suficientes y capacitados para realizar la acción.

ACCION: CON9. Determinación del balance de agua extraída y trasvasada

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
Conocer la cantidad de agua que está siendo trasvasada a otros acuíferos para estimar el balance de agua con mayor precisión.	Inicia en el 2010 y es permanente	CONAGUA COTAS	SEFOA	Los usuarios que están trasvasando agua reconocen la importancia de conocer este volumen y participan en su estimación. La CONAGUA realiza este censo y cartografía los acueductos de trasvase

ACCIONES DE APOYO

ACCION: APO1. Fortalecimiento del COTAS				
Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
<p>Contar con personal competente a cargo del diseño, construcción e inspección de las acciones.</p> <p>Contar con personal suficiente y capacitado para realizar las tareas de supervisión y mantenimiento.</p> <p>Asignar responsabilidades sobre el uso del agua a personal con capacidad probada.</p> <p>Contar con una organización que desarrolle información preliminar suficiente.</p>	<p>Permanente</p>	<p>CONAGUA</p>	<p>INIFAP</p>	<p>Aprobación del plan de fortalecimiento del COTAS.</p> <p>Falta de infraestructura y capacitación de COTAS para realizar de mejor forma su trabajo</p> <p>Falta autoridad moral al COTAS sobre los usuarios, para que reconozcan la capacidad técnica y de organización del organismo.</p>
		<p>COTAS</p>	<p>UABC</p>	
		<p>SEFOA</p>	<p>CICESE</p> <p>CESPE</p>	

ACCION: APO2. Creación del Centro de Gestión Financiera

Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable(s) de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
Obtener financiamiento externo y de forma organizada como un colectivo para realizar el Plan de Manejo.	Inicia después de la aprobación del Plan y es permanente	CONAGUA COTAS	CEA SEFOA SECRETARIA DE ECONOMIA DEL ESTADO	El CGF es capaz de obtener recursos para ejecutar las acciones del Plan de Manejo mediante la gestión de financiamientos de organismos internacionales. El gobierno esté dispuesto a fungir como aval de los compromisos adquiridos.

XI.8. Planeación Operativa del Plan de Manejo del Acuífero de San Rafael

ACCIONES DE ESTABILIZACIÓN

EST-1. Proyecto de construcción de desaladora de la CESPE

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Estudio de Factibilidad																						51	CONAGUA, CEA, COTAS y CESPE
Proyecto Ejecutivo																						500	CONAGUA, CEA y CESPE
Construcción de la planta desaladora 50 lps																						45,000	CONAGUA, SEDECO, Ayuntamiento de Ensenada y CESPE
Operación del sistema.																						4,747	CONAGUA, SEDECO, Ayuntamiento de Ensenada y CESPE
TOTAL											50,297												

EST-2. Cesión de derechos de agua a favor del acuífero

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Constitución del Banco																						500	CONAGUA y COTAS
Acciones para definir los procedimientos																						300	CONAGUA y COTAS
Adquisición de derechos (\$3.11por m3)																						88,232	CONAGUA y COTAS
TOTAL											89,032												

EST-3. Establecimiento de una red de medición hidrológica

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Integración del censo de obras hidráulicas																						500	CONAGUA, COTAS, UABC
Adquisición e instalación de tres estaciones climatológicas																						450	CONAGUA, COTAS, UABC
Instalación y/o rehabilitación de dos estaciones hidrométricas																						500	CONAGUA, COTAS, UABC
Instalación de sistemas de medición y registro de los volúmenes de extracción																						1,575	CONAGUA, COTAS, UABC
Instalación de piezómetros y medidores automáticos de nivel																						900	CONAGUA, COTAS, UABC
Actualización y medición permanente (anual)																						18,131	CONAGUA, COTAS, UABC
TOTAL											22,056												

EST-4. Desarrollo del modelo geohidrológico del acuífero de San Rafael

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Modelo Geohidrológico del acuífero de San Rafael																						2,640	CONAGUA, COTAS, UABC, CICESE
TOTAL											2,640												

EST-5. Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola y público urbano.

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Elaboración de padrón de cultivos.																						237	INCA, COTAS, SEFOA, CONAZA y SAGARPA
Planeación y selección de cultivos.																						225	INCA, CONAGUA, SEFOA, CONAZA, SAGARPA, COTAS e INIFAP
Auditorías de eficiencia hidroagrícola.																						1251	CONAGUA, CONAZA, SAGARPA, SEFOA, UABC e INIFAP
Propuesta de acciones de optimización del uso del agua.																						500	INCA, IMTA, CONAZA, SAGARPA, UABC e INIFAP
Asistencia técnica para la implementación de la técnica.																						1,251	IMTA, INCA, CONAZA, SAGARPA, SEFOA, UABC e INIFAP
Capacitación en la tecnificación agrícola.																						45	INCA, CONAZA, SAGARPA, SEFOA, UABC e INIFAP
Transformación de riego rodado a goteo.																						2,252	IMTA, INIFAP, SAGARPA, CONAGUA, SEFOA y UABC
Transformación a malla sombra.																						28,798	NETAFIM, SAGARPA, CONAGUA, SEFOA, UABC e INIFAP
Transformación a Invernadero media tecnología.																						44,040	NETAFIM, SAGARPA, CONAGUA, SEFOA, UABC e INIFAP
Transformación a Invernadero alta tecnología.																						41,289	NETAFIM, SAGARPA, CONAGUA, SEFOA, UABC e INIFAP
Programa de optimización del agua de uso publico urbano																						3,100	CONAGUA, CESPE, UABC
TOTAL											122,988												

EST-6. Explotación de Aguas de Origen Marino

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Proyecto ejecutivo																						230	
Estudio de impacto																						542	
											TOTAL										772		

EST-7. Proyecto de construcción de desaladora del puerto

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental																						1,200	CONAGUA, CESPE
Proyecto ejecutivo																						2,562	CONAGUA, CESPE
Construcción de plantas desaladoras de agua de mar 250L/s																						342,000	CONAGUA, CESPE
TOTAL											345,762												

ACCIONES DE CONSERVACION

CON-1. Proyecto de construcción de presa en la zona de Bramadero

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental																						100	CONAGUA, CEA y COTAS
Proyecto ejecutivo																						500	CONAGUA, CEA y COTAS
Construcción de la presa																						10,000	CONAGUA, CEA y COTAS
TOTAL																				10,600			

CON-2. Construcción de una red de agua potable, saneamiento y reuso

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental																						628	CONAGUA, CEA y CESPE
Proyecto ejecutivo																						3,141	CONAGUA, CEA y CESPE
Construcción del sistema de alcantarillado.																						22,837	CONAGUA, CEA y CESPE
Construcción del sistema de distribución de agua potable																						39,965	CONAGUA, CEA y CESPE
TOTAL											66,571												

CON-3. Tratamiento de agua residual e infraestructura

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Estudio de Factibilidad																						25	CESPE, CEA y CONAGUA
Proyecto Ejecutivo																						256	CESPE, CEA y CONAGUA
Construcción de la planta de tratamiento de agua residual.																						12,845	CESPE, CEA y CONAGUA
TOTAL											13,129												

CON-4 Construcción de bordos de recarga

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Estudio para la identificación de los sitios óptimos.																						73	SEFOA, CONAGUA Y CEA
Estudio de Evaluación de la Factibilidad Técnica, Económica, Social y Ambiental.																						36	SEFOA, CONAGUA Y CEA
Proyecto Ejecutivo.																						538	SEFOA, CONAGUA Y CEA
Construcción de micropresas																						6,375	SEFOA, CONAGUA Y CEA
Construcción de vasos																						4,392	SEFOA, CONAGUA Y CEA
TOTAL											11,414												

CON-5. Regularización la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes		
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030	
Proceso de zonificación, censo y evaluación																						186		
Reglamentación																							54	
Instrumentación																							467	
Operación y mantenimiento																							2,108	
												TOTAL										2,815		

CON-6. Regulación de la extracción de materiales pétreos

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes		
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030	
Estudio de la hidrodinámica del arroyo a explotar																							580	CONAGUA y COTAS
TOTAL																					580			

CON-7. Proyecto de reforestación

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Proyecto de reforestación.																						477	CONAFOR, SEFOA y COTAS
Reforestación (con vivero)																						1,500	CONAFOR, SEFOA y COTAS
Reforestación (con vivero y obra de suelo)																						3,525	CONAFOR, SEFOA y COTAS
Programa de reforestación permanente																						2,150	
											TOTAL										7,652		

CON-8. Regularización de obras de captación

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Censo de obras de captación																						100	CONAGUA y COTAS
Programa de regularización																						1,929	CONAGUA y COTAS
TOTAL											2,029												

CON-9. Determinación del balance de agua extraída y trasvasada

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Evaluación de los volúmenes de agua por censos de campo																						300	CONAGUA y COTAS
TOTAL																					300		

ACCIONES DE APOYO

APO-1. Fortalecimiento del COTAS

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Capacitación																						1,200	CONAGUA, UABC y COTAS
Atención a la red de monitoreo hídrico																						7,000	CONAGUA, UABC y COTAS
Concertar reuniones periódicas de seguimiento y evaluación																						9,000	CONAGUA y COTAS
TOTAL											17,200												

APO-2. Creación del centro de gestión financiera

Subactividades	Años																				Costo (miles de pesos)	Instituciones participantes	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029			2030
Instalación del organismo																						500	CONAGUA, CEA, SEFOA, COTAS
Gasto de mantenimiento de oficinas y de gestión																						13,330	CONAGUA, CEA, SEFOA, COTAS
TOTAL											13,830												



XI.9. Seguimiento y Evaluación

El seguimiento y la evaluación ayudan a mejorar el desempeño y a conseguir resultados. Dicho de manera más precisa, el objetivo general del seguimiento y la evaluación es la medición y análisis del desempeño, a fin de gestionar con más eficacia los efectos y productos que son los resultados en materia de desarrollo.

El desempeño se define como el progreso hacia el logro de resultados. Como parte del énfasis que se pone en los resultados en los planes regionales de desarrollo, la necesidad de demostrar desempeño impone nuevas exigencias de seguimiento y evaluación a las unidades responsables de los programas.

Tradicionalmente, las funciones de seguimiento y evaluación se centraban en el análisis de los insumos y los procesos de implementación. En la actualidad, se pone el acento en analizar las contribuciones de los distintos factores al logro de un determinado efecto de desarrollo, incluyendo entre ellos los productos, alianzas, asesoramiento y diálogo de políticas, promoción y mediación/coordinación. Se pide a los responsables de los programas que apliquen activamente la información obtenida mediante el seguimiento y la evaluación para mejorar las estrategias, programas y otras actividades.

Los principales objetivos del seguimiento y la evaluación, actualmente orientados a resultados son:

- Mejorar el aprendizaje colectivo en materia de desarrollo;
- Asegurar la toma de decisiones con base en la información;
- Apoyar la responsabilidad sustantiva; y
- Fortalecer la capacidad regional en cada una de estas áreas y en las funciones de seguimiento y evaluación en general.

El seguimiento puede definirse como una función continua cuyo principal objetivo es proporcionar a los gerentes y a los principales interesados, en el contexto de una intervención en curso, indicaciones tempranas de progreso, o de la falta de progreso, en el logro de resultados. La intervención en curso puede ser un proyecto, un programa u otro tipo de apoyo para lograr un resultado deseado.

La evaluación es un ejercicio selectivo que intenta evaluar de manera sistemática y objetiva los progresos hacia un resultado deseado y su realización. La evaluación no es un acontecimiento aislado, sino un ejercicio que implica análisis de alcance y profundidad diferentes, que se lleva a cabo en distintos momentos como respuesta a las necesidades cambiantes de conocimiento y aprendizaje durante el proceso de conseguir un determinado efecto. Todas las evaluaciones –incluso las evaluaciones de proyectos que ponderan su relevancia, el desempeño y otros criterios– necesitan vincularse con resultados, en contraposición a vincularse sólo con la implementación o los productos inmediatos.

La presentación de informes constituye una parte integrante del seguimiento y la evaluación. La presentación de informes es la provisión sistemática y oportuna de información esencial a intervalos periódicos.

La retroalimentación es un proceso, en el marco de seguimiento y evaluación, mediante el cual se divulgan información y conocimientos que se utilizan para evaluar el progreso general hacia el logro de resultados o para confirmar el logro de resultados.

La retroalimentación puede consistir en hallazgos, conclusiones, recomendaciones y lecciones extraídas de la experiencia. Puede utilizarse para mejorar el desempeño y como base para la toma de decisiones y para fomentar el aprendizaje en una organización.

El seguimiento es un proceso continuo y sistemático de recolección y análisis de datos para medir el desempeño de las actividades dirigidas al logro de resultados. Aunque el proceso de seguimiento de resultados es un proceso continuo, en el sentido de que no es una actividad restringida a un período de tiempo, el seguimiento debe ser periódico a fin de que los cambios puedan percibirse. En otras palabras, los responsables del seguimiento de las acciones acumularán información con carácter permanente sobre los progresos conseguidos en función del logro de un resultado, compararán periódicamente la situación actual con respecto a la situación inicial de los indicadores de resultados y evaluarán y analizarán la situación.

En este sentido, el sistema de seguimiento y evaluación del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero, necesita reconocer que las estrategias no sólo tienen múltiples objetivos, sino que además sus actividades cambian con el transcurso del tiempo, como también lo hacen las condiciones sociales, económicas y ambientales. Esto presenta un desafío considerable para el monitoreo y la evaluación, el cual debe ser enfrentado, pues la razón de ser de un enfoque estratégico es aprender y adaptarse. Por lo tanto, el requerimiento central del monitoreo y la evaluación es seguir sistemáticamente las variables y procesos claves en un período de tiempo y espacio, y ver cómo cambian por el resultado de las actividades de la estrategia. Hacer esto requiere:

- Medir y analizar continua y permanentemente la sustentabilidad.
- Monitorear la implementación de la estrategia.
- Evaluar los resultados de la estrategia.
- Elaborar informes y disseminar los hallazgos de estas actividades.

Medir y analizar la sustentabilidad es necesario para determinar el estado de la sociedad, la economía y el medio ambiente, las principales fortalezas y debilidades, los aspectos de la estrategia que deben ser adoptados y los factores subyacentes. La manera más productiva de aproximarse a esto es emprender una evaluación de la sustentabilidad basada en indicadores, complementada con un análisis espacial y posiblemente con otras mediciones y análisis útiles.

¿Quién debe realizar el monitoreo y la evaluación? Aquellos directamente interesados — tomadores de decisiones locales y grupos afectados— tienen mucho que ganar con un monitoreo y una evaluación, y deben ser los principales involucrados. Los enfoques participativos son importantes, y las estrategias necesitan realizar un especial esfuerzo para involucrar a las comunidades afectadas.

En este sentido, los principales interesados en llevar a cabo el proceso de seguimiento y evaluación son los directamente afectados o beneficiados con el manejo sustentable del acuífero, esto es, los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS), los que de acuerdo al análisis de los involucrados tienen como función el coadyuvar con las autoridades en el cuidado y preservación de las aguas nacionales mediante el orden, respeto y aplicación de la ley, y cuyos principales intereses son la administración del recurso mediante el manejo sustentable del acuífero y procurar el incremento de la productividad y el desarrollo de la región.

Pero, por otro lado, una opinión imparcial y un análisis realizado por expertos independientes pueden hacer una contribución significativa para entender, por ejemplo, dónde se necesita experiencia específica (evaluación de la calidad del agua, evolución de los niveles estáticos, evolución de la recarga, etc.) y dónde se requiere un juicio imparcial. Una evaluación externa puede dar a los actores nuevos conocimientos y evitar o superar los conflictos de intereses en la auto-evaluación.

¿Cuándo debe llevarse a cabo el monitoreo y la evaluación? La evaluación debe comenzar desde el principio del proceso de la estrategia, para establecer una línea de base. Pero, como el monitoreo y la evaluación forman parte de un método de mejoramiento continuo para la toma de decisiones, estos deben ser actividades regulares e integradas en lugar de ser eventos esporádicos y separados. El beneficio de una evaluación regular es que alienta a los participantes a repensar las prioridades, reorganizar objetivos y reprogramar su curso de acción. Estos mantienen a la estrategia trabajando como un sistema, en lugar de un (cada vez más desactualizado) plan maestro.

Los indicadores elegidos para la evaluación requieren de un monitoreo continuo para identificar las tendencias, detectar y, si es posible, anticipar cambios y hacer un seguimiento del progreso.

XI.9.1. Definición de Indicadores

Los indicadores constituyen un componente decisivo de un marco de evaluación y seguimiento orientados a la obtención de resultados. En términos generales, los indicadores son señales que revelan los cambios ocurridos en determinadas condiciones o los resultados de intervenciones concretas. Aportan pruebas de los progresos de las actividades de un programa o proyecto en cuanto al logro de los objetivos de desarrollo.

Dentro del contexto de los programas y proyectos, los indicadores son señales preestablecidas que las personas encargadas del monitoreo y la evaluación tienen en cuenta para determinar hasta qué punto el programa o proyecto continúa siendo

pertinente, tiene un rendimiento satisfactorio y está logrando sus objetivos. En este contexto, se puede distinguir entre indicadores de evaluación e indicadores de seguimiento.

Tabla 9. Fichas de Indicadores

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Producto Interno Bruto de la Región
Responsable:	CONAGUA, SECRETARIA DE ECONOMIA, SEFOA
Resultado:	Crecimiento sostenido de la región
Meta:	Aumentar el PIB en un 2.5% anual o al menos mantenerlo constante.
Descripción del indicador:	Es una medida agregada que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios finales, en este caso de la región, durante un período de un año.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Pesos
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	$PIB_{pm}=C+I+X-M$ <p>Donde PIB_{pm} es el producto interno bruto valorado a precios de mercado, C es valor total del consumo final regional, I es la formación bruta de capital también llamada inversión. X es el volumen monetario de las exportaciones y M el volumen de importaciones.</p>
Fuente de datos y forma de obtención:	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Secretaría de Desarrollo Económico de Baja California (SEDECO). Secretaría de Fomento Agropecuario de Baja California (SEFOA). Banco de México
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente no se cuenta con una estimación del producto interno bruto regional el cual debe ser estimado al momento de iniciar el plan de manejo.
Desvíos admitidos:	1% de la meta anual.

<p>Comentarios:</p>	<p>El PIB no tiene en cuenta la auto-producción (o auto-consumo), es decir las riquezas producidas y consumidas en el propio interior de los hogares: por ejemplo las verduras de nuestra huerta o las actividades domésticas, que en esta región puede tener un impacto en el bienestar de la población.</p> <p>En el caso de una catástrofe natural (huracán, terremoto, tsunami, sequía, etc.) el PIB solo contabiliza la destrucción de los activos (casas, carreteras...) de forma indirecta, mediante el impacto que tienen en la producción, pero sin tener en cuenta la destrucción neta de activos. Sin embargo, el PIB sí tiene en cuenta las reconstrucciones tras la catástrofe (a menudo financiadas por ayudas).</p> <p>El PIB no es un indicador de calidad de vida o bienestar, tan solo material.</p>
---------------------	--

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Ingreso per cápita de la Población
Responsable:	CONAGUA, SECRETARIA DE ECONOMIA, SEFOA
Resultado:	Crecimiento sostenido de la región
Meta:	Aumentar anualmente en un 5% el ingreso per capita de la población de la región de San Rafael.
Descripción del indicador:	Es la relación que hay entre el PIB (producto interno bruto) , y la cantidad de habitantes de la región.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Pesos
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	$IPC = \frac{PIB}{N}$ Donde: IPC ingreso per cápita; PIB producto interno bruto; N número de habitantes de la región.
Fuente de datos y forma de obtención:	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Secretaría de Desarrollo Económico de Baja California (SEDECO). Secretaría de Fomento Agropecuario de Baja California (SEFOA). Banco de México.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Existe una estimación actual del ingreso per cápita para el Estado de Baja California.
Desvíos admitidos:	En un 10% del esperado
Comentarios:	La renta per cápita está positivamente correlacionada con la calidad de vida de los habitantes de un país cuando su ingreso no supera un cierto umbral, como es el caso de esta región. La desventaja de su aplicación en esta región es que ignora las desigualdades de la renta. Así, al dividir el total del PIB entre su número de habitantes, lo que hace es atribuir el mismo nivel de renta a todos, ignorando las diferencias económicas entre los habitantes. Las grandes diferencias en ingreso entre los dueños de la producción y los trabajadores elevan de forma artificial el ingreso.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Tasa de desempleo
Responsable:	SECRETARIA DE ECONOMIA, SEFOA
Resultado:	Crecimiento sostenido de la región
Meta:	Disminuir en un 5% la tasa de desempleo de la región.
Descripción del indicador:	Hace referencia a la situación del trabajador que carece de empleo y, por tanto, de salario. El trabajador puede ser definido como la parte de la población que esta en edad, condición y disposición de trabajar.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto, Calidad
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	porcentaje
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Trabajadores sin empleo dividido entre el número total de trabajadores multiplicado por cien.
Fuente de datos y forma de obtención:	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Secretaría de Desarrollo Económico de Baja California (SEDECO). Secretaría de Fomento Agropecuario de Baja California (SEFOA). Banco de México.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Se cuenta a partir del censo del 2010 con una tasa de desempleo del municipio.
Desvíos admitidos:	En un 10% del esperado
Comentarios:	Existen diferentes tipos de desempleo, sin embargo, en esta zona con vocación puramente agrícola y agroindustrial, el desempleo estacional en el que varía la oferta de trabajo con las estaciones del año debido a fluctuaciones estacionales en la oferta o demanda de los productos agrícolas, es el de mayor importancia.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Inversión en Actividades Productivas
Responsable:	SECRETARIA DE ECONOMIA, SEFOA
Resultado:	Crecimiento sostenido de la región.
Meta:	Mantener un aumento anual en las inversiones en actividades productivas en al menos un punto porcentual.
Descripción del indicador:	El aumento en la inversión para actividades productivas incide en el desarrollo de la región.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficiencia
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Porcentaje
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Inversión anual tanto pública como privada en actividades productivas dividida entre la inversión histórica reciente multiplicada por cien.
Fuente de datos y forma de obtención:	SAGARPA y SEFOA
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Las dependencias encargadas de evaluar la producción agrícola tanto a nivel federal como estatal; SAGARPA y SEFOA respectivamente publican anualmente las inversiones hechas en el campo agrícola del distrito DDR2 Ensenada.
Desvíos admitidos:	10% de la meta planteada.
Comentarios:	El acceso y aplicación de los programas públicos de desarrollo regional en el campo jugará un papel muy importante en el desarrollo de este indicador.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Valor de las exportaciones
Responsable:	SECRETARIA DE ECONOMIA
Resultado:	Crecimiento sostenido de la región.
Meta:	Aumentar el valor de los productos agrícolas exportados por aumento en la calidad del producto y en el aumento de su valor agregado en un 2.5% anual.
Descripción del indicador:	Este indicador permite visualizar por un lado el volumen de producto (por producto) exportado, la calidad del producto y los beneficios económicos derramados en la agroindustria local.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Pesos por tonelada de producto
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Sumatoria del precio de venta de la tonelada de cada producto multiplicada por la producción anual.
Fuente de datos y forma de obtención:	SEFEOA, SECRETARIA DE ECONOMIA
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	El INEGI cuenta con una base de datos en la que se indica el valor total de las exportaciones por producto agrícola de la región, a escala de municipio de Ensenada.
Desvíos admitidos:	Un punto porcentual del esperado
Comentarios:	Se debe incentivar el aumento en el valor de las exportaciones tanto por la mejora en la cantidad, oportunidad y calidad del producto como por la incorporación de valor agregado, que es el que incide en mayor medida en la calidad de vida de la población local.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Producción Agrícola (\$ y toneladas)
Responsable:	SEFOA
Resultado:	Crecimiento sostenido de la región.
Meta:	Aumentar tanto el precio de la producción agrícola por tonelada como el número de toneladas producidas en un 5% anual.
Descripción del indicador:	La producción agrícola esta directamente relacionada con la oferta de empleo, el producto interno de la región y el bienestar de la población.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto
Frecuencia:	Ciclo agrícola
Unidad de medida:	Toneladas de producto y precio de venta del producto.
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Sumatoria del precio de cada producto multiplicado por las toneladas producidas durante el ciclo agrícola.
Fuente de datos y forma de obtención:	SAGARPA
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	La SagARPA cuenta con la información de la producción agrícola por producto sembrado, cocechado, siniestrado, el total de la producción, el rendimiento (Ton/ha) el precio por tonelada y el valor de la producción. Por ciclo agrícola y para especies perenes para toda la delegación de Ensenada, anualmente.
Desvíos admitidos:	El desvío admitido es del 30% del esperado.
Comentarios:	Hay que desagregar esta información económica y de producción agrícola reportada para el Distrito DDR2 Ensenada a nivel de la región del Acuífero de San Rafael.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Equilibrio Dinámico multianual del Acuífero
Responsable:	COTAS Y CONAGUA
Resultado:	Hacer un Uso Sustentable del Acuífero
Meta:	Establecer el volumen de agua de recarga natural del acuífero a lo largo de un ciclo de precipitación, asociado a eventos como el niño y la niña que permitan definir un volumen de explotación tal que se logre un equilibrio dinámico multianual.
Descripción del indicador:	Volumen de explotación de agua del acuífero tal que se alcancen niveles de agua en equilibrio con los diferentes procesos de recarga del acuífero de forma multianual tales como el niño y la niña .
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficacia y eficiencia
Frecuencia:	Multianual
Unidad de medida:	Millones de metros cúbicos
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Estimación histórica indirecta de la recarga del acuífero a partir de modelos de precipitación-escorrentía-infiltración durante ciclos de mas de 10 años.
Fuente de datos y forma de obtención:	CONAGUA
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	No se cuenta actualmente con un modelo de precipitación-escorrentía-infiltración que permita establecer una línea base de partida para establecer un volumen de explotación que permita un equilibrio multianual en el sistema.
Desvíos admitidos:	No más allá del 20% de la explotación histórica.
Comentarios:	Es preciso llevar a cabo un modelo de precipitación-escorrentía-infiltración y un análisis histórico de la precipitación y la influencia de los procesos como el niño y la niña en la ocurrencia, intensidad y duración de la precipitación.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Evolución de la calidad del agua según su uso
Responsable:	COTAS
Resultado:	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.
Meta:	Disminuir en un porcentaje variable la tasa de incremento de la cantidad de sólidos totales disueltos en el agua por procesos debidos a la sobreexplotación del acuífero según su uso. Agrícola en un 20% Industrial en un 20% Público Urbano en un 100%
Descripción del indicador:	Este indicador permitirá medir el cambio temporal de la calidad del agua del acuífero debido a procesos relacionados con la sobreexplotación del acuífero, tales como la intrusión salina, la extracción de agua profunda mineralizada y minimizar sus efectos nocivos en los diferentes sectores de usuarios
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto y Calidad
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Evolución anual del contenido de sólidos totales disueltos en el agua por pozo.
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	= (sumatoria del contenido de STD en cada pozo un año n-1 entre el número de pozos)-(sumatoria del contenido de STD en cada pozo un año n entre el número de pozos)
Fuente de datos y forma de obtención:	Medición anual de la conductividad eléctrica del agua de los pozos de monitoreo. COTAS y CONAGUA.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente se cuenta con valores del contenido de STD de diversas campañas realizadas por la CONAGUA en diferentes años que servirán como base para establecer el patrón de evolución, aunque no fueron obtenidos de la red de monitoreo son de utilidad en este indicador.
Desvíos admitidos:	Cuando se trate de años muy secos se puede permitir a lo más no aumentar el contenido de STD.

<p>Comentarios:</p>	<p>El porcentaje de desviación admitido depende del volumen de agua que se esté extrayendo del agua de intrusión salina y de los procesos de salinización por lavado de las rocas del acuífero.</p> <p>Se requiere evaluar la salinidad y los volúmenes extraídos de cada pozo para zonificar y disminuir la cantidad de agua extraída de los pozos con mayor contenido de sales.</p>
---------------------	---

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Evolución del nivel estático
Responsable:	CONAGUA y COTAS
Resultado:	Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región
Meta:	Mantener la evolución promedio de elevación del nivel piezométrico positiva.
Descripción del indicador:	La evolución del nivel piezométrico del acuífero mide la variación de la elevación del nivel freático en cada uno de los pozos de la red de monitoreo anualmente y permite inferir la ocurrencia de procesos como intrusión salina, disminución progresiva del nivel freático por la sobreexplotación del sistema o bien la recuperación de los volúmenes de agua almacenada.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto
Frecuencia:	Anualmente
Unidad de medida:	Metros sobre el nivel del mar
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Promedio de la elevación sobre el nivel del agua en cada pozo medido en la campaña de monitoreo.
Fuente de datos y forma de obtención:	Los datos de los niveles piezométricos se obtendrán anualmente de la red de monitoreo después de un paro total del bombeo de al menos 24 horas.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	La altura promedio del nivel piezométrico del año en que se inicie el plan en metros sobre el nivel medio del mar
Desvíos admitidos:	Se considerará alerta amarilla ___ m por debajo del nivel estimado para esa campaña. Se considera alerta roja ___ m por debajo del nivel estimado para esa campaña. Se considera cumplida la meta si no hay diferencias mayores a ___ m con respecto al valor estimado.

<p>Comentarios:</p>	<p>La desviación admitida así como la alerta emitida depende del volumen de agua de reserva en el acuífero al momento de iniciar el plan. En este momento no se puede establecer un valor para cada alerta.</p> <p>Este indicador requiere estimar la recarga promedio anual del acuífero para poderse aplicar.</p> <p>La alerta emitida debe asociarse al plan de contingencias del acuífero.</p>
---------------------	--

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Volumen de agua de otras fuentes (trasvase y marino)
Responsable:	COTAS
Resultado:	Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.
Meta:	Que se cuente con un volumen de agua adicional de otras fuentes tal que únicamente sea necesario extraer del acuífero a lo más el volumen de recarga anual promedio del acuífero.
Descripción del indicador:	Se establecerá el volumen promedio de recarga del acuífero y este será el volumen máximo a extraer el cual. a partir de este volumen se establecerá el volumen adicional anual requerido para satisfacer la demanda del sistema. Se establecerá una demanda base anual a satisfacer con agua de origen marino y una demanda de trasvase de otras cuencas.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Millones de metros cúbicos
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	El volumen obtenido del trasvase de otras cuencas sumado al volumen obtenido de la desalinización de agua de mar.
Fuente de datos y forma de obtención:	CESPE Y CONAGUA
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente no se tienen registros de los volumen de agua desalinizados y no se cuenta con agua trasvasada de otras cuencas.
Desvíos admitidos:	La suma de las extracciones del acuífero más el volumen de agua obtenido de otras fuentes deberá ser a lo más un 10% menor que la recarga promedio anual.

<p>Comentarios:</p>	<p>El porcentaje de desviación admitido depende del volumen de agua de reserva en cada acuífero.</p> <p>Este indicador requiere estimar la recarga promedio anual del acuífero para poderse aplicar.</p> <p>Existe una buena disposición de los usuarios para mantener en equilibrio al acuífero y satisfacer con agua de otras fuentes el crecimiento de las demandas futuras por proyectos a mediano plazo, como es el construcción del Puerto Punta Colonet.</p>
---------------------	---

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Evolución de la recarga total: natural e inducida
Responsable:	COTAS
Resultado:	Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para satisfacer la demanda de agua de la región sin sobreexplotar el acuífero.
Meta:	Aumentar la recarga en un 15% de la recarga natural por la construcción de obras de recarga artificial anual.
Descripción del indicador:	La recarga total del acuífero es el resultado de adicionar a la recarga natural, producto de la infiltración de la precipitación en la cuenca, un volumen adicional mediante recarga inducida. La evolución de la recarga es su comportamiento a través del tiempo.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Efectividad
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Millones de metros cúbicos
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	El volumen de la recarga inducida por año multiplicado por 100 y dividido entre el volumen de la recarga natural de ese año.
Fuente de datos y forma de obtención:	COTAS, mediante la red de monitoreo y el balance hídrico anual.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente no se cuenta con ninguna obra de recarga inducida y no se tienen volúmenes adicionales a la recarga natural.
Desvíos admitidos:	No se aceptan valores porcentuales de cero y se estima que el porcentaje determinado se alcance en al menos 5 años, mediante la construcción progresiva de bordos de recarga
Comentarios:	El porcentaje de desviación admitido depende del volumen de agua de reserva en cada acuífero. Este indicador requiere estimar la recarga promedio anual del acuífero para poderse aplicar. Se requieren fuentes de financiamiento para los estudios de factibilidad y la construcción de los bordos para infiltración.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Porcentaje de variación de la extracción
Responsable:	COTAS
Resultado:	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región hasta alcanzar la explotación del acuífero en equilibrio.
Meta:	Reducir la extracción del agua del acuífero por debajo del máximo del volumen promedio de recarga del acuífero
Descripción del indicador:	Extracción de agua del acuífero por bombeo a través del tiempo con respecto al valor de la extracción actual.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto y efectividad
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Porcentaje
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	$1 - (\text{extracción anual} / \text{extracción actual}) * 100$
Fuente de datos y forma de obtención:	COTAS a través de la recopilación anual de volúmenes extraídos de los medidores de caudal de cada pozo.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente no se cuenta con registros de extracción anual porque no hay medidores volumétricos de agua en todos los pozos.
Desvíos admitidos:	Que al menos el 90% de los pozos cuenten con medidor volumétrico de descarga.
Comentarios:	Se requiere contar con los datos de la extracción actual y anual. Completar el programa de instalación de medidores volumétricos de agua en toda la red de pozos de extracción. Llevar a cabo la recopilación y análisis de la información de cada medición de volumen hecha en los pozos.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Porcentaje de pozos con medidor de caudal
Responsable:	COTAS y CONAGUA
Resultado:	Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.
Meta:	100% de los pozos con medidores volumétricos en 5 años. Incremento anual del 20% de los pozos con medidor.
Descripción del indicador:	Contabilizar los pozos que poseen medidor volumétrico y que este funciona de forma adecuada y que sea tomada su lectura de forma al menos anual.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficiencia y efectividad.
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Porcentaje
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Número de pozos con medidor volumétrico instalado, en operación y lectura entre número total de captaciones por 100
Fuente de datos y forma de obtención:	COTAS, a partir del censo de captaciones y del número de pozos con medidor volumétrico instalado, en operación y con lecturas.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente en número de pozos con medidor volumétrico en correcto funcionamiento no esta actualizado. No se cuenta con un censo de pozos actualizado en el acuífero.
Desvíos admitidos:	Que no se desvíe con más del 15% de la meta anual. (20% de pozos con medidor anualmente).
Comentarios:	Es preciso que la CONAGUA cumpla con los compromisos de apoyar económicamente la adquisición de medidores volumétricos para los pozos.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Volumen de derechos de agua transferidos
Responsable:	CONAGUA y COTAS
Resultado:	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.
Meta:	Que se transfieran los derechos de agua inscritos en el REPDA que están por arriba de la recarga promedio anual a favor del acuífero en un plazo de 10 años. (10% de reducción de volúmenes concesionados anualmente).
Descripción del indicador:	Contabilizar el volumen total que a través de la transferencia de derechos de explotación inscritos en el REPDA son cedidos por los usuarios a favor del acuífero para evitar el riesgo de sobreexplotación.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Millones de metros cúbicos
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Sumatoria de los volúmenes de agua que son transferidos de los derechos de explotación.
Fuente de datos y forma de obtención:	El registro del REPDA actualizado. CONAGUA y COTAS
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	No hay en este momento ningún volumen de agua transferido a favor del acuífero.
Desvíos admitidos:	Un 30% del porcentaje anual de reducción de volúmenes concesionados.
Comentarios:	Se debe establecer con precisión la recarga promedio anual del acuífero. Se deben implementar programas gubernamentales de transferencias de volúmenes concesionados que hagan más atractivo para los usuarios la transferencia. La supervisión de los volúmenes extraídos con respecto a su volumen concesionado evitando la sobreextracción y la regularización de los pozos serán medidas que contribuyan al cumplimiento de este indicador.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Indice de producción agrícola por volumen de agua utilizado
Responsable:	COTAS, SAGARPA
Resultado:	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.
Meta:	Se cambie el 100% de la superficie de los cultivos de bajo índice de producción agrícola por cultivos de mayor producción en un periodo de 10 años. Se migre hacia técnicas de irrigación que requieren menor cantidad de agua o bien que se optimicen las técnicas ya aplicadas para reducir la demanda de agua.
Descripción del indicador:	Este indicador relaciona el valor de la producción agrícola, de cada tipo de cultivo, en toda el área cultivada con la cantidad de agua requerida. Identificando si a través del tiempo se cultivan productos más rentables que requieren menor cantidad de agua.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficiencia
Frecuencia:	Cada ciclo de cultivo (PV y OI)
Unidad de medida:	Pesos/ha/metros cúbicos por ciclo
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Cociente del valor de la producción agrícola de cada cultivo y el volumen de agua total aplicado.
Fuente de datos y forma de obtención:	Se calcula el valor de la producción para cada tipo de cultivo en todo el valle, y se divide entre el volumen de agua total aplicado.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	No se tienen datos precisos de las cédulas de cultivo ni de la superficie real cultivada. No se conoce el tipo de técnica de riego ni su eficiencia. No se conoce el total del agua extraída del acuífero.
Desvíos admitidos:	20% con relación a la meta anual.
Comentarios:	Se debe conocer con precisión la extensión total cultivada y la extensión cultivada por tipo de cultivo, su valor de producción agrícola y la demanda de agua de cada cultivo según su tipo de riego. Se debe hacer un plan de conversión de cultivos que incluya la superficie anual transformada, los requerimientos de inversión y de capacitación, así como los programas de apoyo financiero.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Porcentajes de población con servicios de agua potable
Responsable:	COTAS, CESPE
Resultado:	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.
Meta:	Que en los próximos 10 años el 80% de los habitantes de poblados mayores a 5,000 habitantes tengan los servicios de agua potable.
Descripción del indicador:	Este indicador permitirá medir la calidad de vida de la población y su acceso a servicios de agua potable.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Satisfacción
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Porcentaje
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	$=(\text{Número de habitantes de la población}/\text{número de habitantes con servicios de agua potable}) * 100$
Fuente de datos y forma de obtención:	Registros de abasto de la CESPE y los censos nacionales de población y vivienda.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	La línea base será la información del conteo 2010 de población y vivienda, y los registros de cobertura de CESPE para ese año.
Desvíos admitidos:	Se permiten retrasos en la cobertura en caso de que se esté formulando un programa de abastecimiento que cubra el retraso anual.
Comentarios:	Se requiere que el organismo encargado de la cobertura de ese este servicio se coordine con los COTAS y la CONAGUA para obtener los volúmenes de agua requeridos para el abasto.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Índice de cobertura vegetal.
Responsable:	COTAS
Resultado:	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.
Meta:	Aumentar el área de cobertura vegetal al menos en un 20% en 10 años en la parte alta y media de la cuenca por los programas de reforestación.
Descripción del indicador:	Este indicador mide la pérdida de cobertura boscosa a partir de un área boscosa inicial (línea base). La pérdida de la cobertura boscosa es un buen indicador del avance de la actividad antropogénica, identifica la amenaza de deforestación para actividades productivas. La presencia de vegetación en la parte alta y media de la cuenca permite la captación de mayores volúmenes de lluvia.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficacia
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Hectáreas reforestadas/Hectáreas totales de terreno
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	La superficie reforestada de terreno considerada como parte alta de la cuenca (cota mayor a los 800 m) entre la superficie total.
Fuente de datos y forma de obtención:	Estimaciones de la cobertura vegetal del CONAFOR. La determinación de este porcentaje se calcula con el uso de imágenes de satélite o fotografías aéreas.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Registros estadísticos de CONAFOR del área boscosa de la parte alta y media de la cuenca.
Desvíos admitidos:	50% de la meta anual.
Comentarios:	Se requiere que la CONAFOR actualice anualmente sus registros de cobertura vegetal. Se requiere el acceso a fuentes de financiamiento de programas gubernamentales.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Número de leyes, reglamentos y normas elaboradas de acuerdo al contexto del acuífero y su entorno
Responsable:	CONAGUA
Resultado:	Se cuenta con las leyes reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.
Meta:	Contar con las leyes y reglamentos necesarios que permitan hacer un uso sustentable del recurso hídrico disponible en la región.
Descripción del indicador:	Este indicador permitirá evaluar el grado de normativa que existe con relación a el uso sustentable de este recurso acuífero.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficiencia
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Número de leyes y reglamentos elaborados
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Número de leyes y reglamentos elaborados anualmente
Fuente de datos y forma de obtención:	CONAGUA, SEMARNAT
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Los reglamentos nacionales, estatales y municipales existentes al momento de iniciar la aplicación del plan en el ámbito del acuífero del Arroyo San Rafael.
Desvíos admitidos:	20% de las leyes y reglamentos solicitados o identificados como necesarios implementar en el acuífero.
Comentarios:	Las necesidades de reglamentar el uso sustentable de este acuífero son identificadas por los usuarios pero ellos no tienen la formación requerida para formularlos, se requiere el apoyo de las autoridades competentes.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Porcentaje de pozos regularizados
Responsable:	COTAS, CONAGUA
Resultado:	Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.
Meta:	Regularizar el 100% de los pozos en un período de 5 años.
Descripción del indicador:	Con base en el censo de captaciones y el Registro Público de Derechos de Agua se determinará el número de captaciones irregulares y se establecerá la cantidad a regularizar anualmente.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficacia
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Porcentaje de pozos regularizados
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	=numero de pozos regularizados entre el numero de pozos totales sin regularizar por 100
Fuente de datos y forma de obtención:	CONAGUA del registro REPDA
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Diferencia entre el último censo de obras hidráulicas y la última actualización del REPDA.
Desvíos admitidos:	20 % de la meta anual.
Comentarios:	Se deberá actualizar anualmente el censo de obras hidráulicas. Se debe llevar un registro detallado de las obras hidráulicas canceladas y el proceso administrativo de ellas.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Número de denuncias relacionadas con el uso del agua
Responsable:	CONAGUA
Resultado:	Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.
Meta:	Que el número de denuncias relativas al uso del agua recibidas por la CONAGUA se reduzca anualmente en un 10%.
Descripción del indicador:	A través del número de denuncias se medirá la eficacia de las medidas de control implementadas para reducir la sobreexplotación del acuífero.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficacia.
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Número de denuncias recibidas relativas al uso del agua.
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Contabilización de las denuncias recibidas anualmente.
Fuente de datos y forma de obtención:	CONAGUA
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Número de denuncias recibidas en el año de implementación del plan.
Desvíos admitidos:	20% de la meta anual.
Comentarios:	Se asume que cualquier incumplimiento de la normatividad en materia de uso de agua, genera una denuncia.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Eficacia de gestión del COTAS
Responsable:	Consejo de Cuenca
Resultado:	Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.
Meta:	Que el 100% de los trámites realizados por los COTAS sean exitosos.
Descripción del indicador:	La eficacia de la gestión está directamente relacionada con el número de trámites resueltos favorablemente en tiempo y forma durante un año en relación con el número de trámites totales, dentro de su ámbito de competencia.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficacia
Frecuencia:	Anual.
Unidad de medida:	Porcentaje
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Número de trámites exitosos entre número de trámites totales realizados durante un año.
Fuente de datos y forma de obtención:	Los registros internos del COTAS.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente no se contabiliza.
Desvíos admitidos:	Que sean exitosos al menos el 80% de los trámites realizados.
Comentarios:	Los trámites referidos en este indicador no son únicamente los trámites realizados con los usuarios, sino los relacionados con la regulación de la extracción del acuífero y la evaluación de su evolución hídrica y el uso sustentable del recurso. Se requiere que el COTAS alcance la confianza y reconocimiento de su labor por parte de los usuarios.

XI.9.2. Definición del Esquema de Retroalimentación

Dentro del contexto del monitoreo, el seguimiento y la evaluación, la retroalimentación es al mismo tiempo un producto y un proceso.

En cuanto producto, por retroalimentación se entiende la información generada mediante el monitoreo y la evaluación y transmitida a las partes para quienes puede resultar pertinente y útil. Comprende las comprobaciones, conclusiones, recomendaciones y enseñanzas extraídas de la ejecución de los programas o proyectos.

En cuanto proceso, la retroalimentación implica la organización y presentación de la información pertinente en forma adecuada, la difusión de esta información entre los involucrados y, sobre todo, la utilización de esa información como base para la toma de decisiones y la promoción del aprendizaje en la organización.

La retroalimentación procedente del monitoreo se distingue de la emanada de la evaluación porque ambas tienen objetivos inmediatos distintos. La derivada de las actividades de monitoreo deberá ofrecer a los administradores y a otras partes interesadas una base para tomar decisiones o adoptar medidas relacionadas con los programas o proyectos en curso. En este contexto, la retroalimentación puede revelar un problema que debe abordarse antes de que adquiera mayor gravedad. Puede indicar también algunas áreas en las que se están consiguiendo progresos y que podrían mejorar si recibieran apoyo adicional (una evaluación de mitad de período de un programa o proyecto en curso puede ofrecer también este tipo de información). Por ello, la retroalimentación derivada del monitoreo ayuda a atender las necesidades inmediatas de toma de decisiones, más que a acumular conocimientos a largo plazo.

Por el contrario, la retroalimentación derivada de la evaluación (en particular la evaluación ex post) respalda la función de aprendizaje, más que el proceso inmediato de toma de decisiones. Este tipo de retroalimentación adopta la forma de enseñanzas aprendidas sobre lo que funciona o no funciona en determinadas condiciones.

Como se ha indicado anteriormente, la retroalimentación puede contribuir al aprendizaje institucional, que podría definirse en la forma siguiente:

En una organización, aprendizaje significa la comprobación constante de la experiencia y la transformación de esa experiencia en conocimiento --un conocimiento accesible a toda la organización, y de interés para su objetivo fundamental.

Los elementos clave de este aprendizaje son la experiencia, el conocimiento, el acceso y la pertinencia. La comprobación significa que el aprendizaje es un proceso dinámico, en otras palabras, que los conocimientos deben utilizarse para determinar si las enseñanzas extraídas de la experiencia son válidas.

La retroalimentación derivada del monitoreo y la evaluación es un medio de compartir enseñanzas que se pueden aplicar a actividades actuales y futuras de programación, ejecución, monitoreo y evaluación de programas y proyectos. Al reflejar los problemas y

los probables logros, el monitoreo puede ofrecer enseñanzas iniciales de interés específico para el programa o proyecto. Por el contrario, la evaluación debe ser capaz de extraer enseñanzas de la experiencia de tal manera que se identifiquen las cuestiones genéricas y se busquen soluciones alternativas.

El problema de fondo es cómo extraer de la experiencia enseñanzas que sean transferibles, es decir, que puedan tener una aplicación más amplia, a diferencia de las que sólo tienen interés para un único programa o proyecto. Una de las formas más eficientes de llegar a estas enseñanzas transferibles es la utilización de evaluaciones colectivas --por ejemplo, sectoriales, temáticas o estratégicas-- que puedan facilitar el aprendizaje.

La importancia de las enseñanzas de la experiencia aumenta cuando éstas se comparten con otros a través de mecanismos de apoyo como la capacitación y los seminarios. Por ello, debe adoptar estrategias para garantizar que la experiencia se convierta realmente en un factor de aprendizaje o fuente de conocimientos. En consecuencia, la retroalimentación derivada de la evaluación, en forma de prácticas mejores y peores, debe ser organizada sistemáticamente y difundida entre los usuarios finales por los productores de esa retroalimentación.

La retroalimentación es un proceso de doble dirección, que debe suponer una relación interactiva entre productores y usuarios. Va más allá de la distribución física de los productos obtenidos, ya que supone también un proceso de "retroalimentación sobre la retroalimentación" con el fin de garantizar la alta calidad del conocimiento que se comparte dentro y fuera de la organización.

En cuanto proceso de doble dirección, la retroalimentación debe ser capaz de atender las necesidades de información identificadas por los usuarios (basadas en la demanda) y por los productores (basadas en la oferta). Por la misma razón, el acceso a la retroalimentación (solicitudes de información formuladas por los usuarios) deberán recibir tanta atención como la difusión de esa información (medidas realizadas por iniciativa del productor).

El uso de la retroalimentación depende de la mayor o menor orientación hacia la acción y de la oportunidad de la información, así como de su pertinencia. La retroalimentación debe estar orientada a la acción, es decir, concebirse de tal manera que pueda favorecer la toma de decisiones en el ciclo general de gestión de los programas o proyectos.

Las enseñanzas pertinentes deben incorporarse a los nuevos programas o proyectos. No deberá someterse a la aprobación ningún programa o proyecto antes de que haya constancia de que se ha llevado a cabo una búsqueda detenida de enseñanzas pertinentes y de que éstas se hayan aplicado en el diseño del programa o proyecto.

La retroalimentación debe ofrecerse en forma oportuna. La procedente del monitoreo y de la evaluaciones de mitad de período deben facilitarse inmediatamente, si se van a utilizar como base para tomar decisiones con el fin de mejorar la ejecución. Lo mismo

puede decirse de la retroalimentación procedente de evaluaciones finales de programas o proyectos en los que se está examinando la posibilidad de aprobar una segunda fase. En general, las enseñanzas de la evaluación deben facilitarse cuando se está realizando la identificación, diseño y evaluación previa a la aprobación de los proyectos o programas.

Para concluir con este tema, deberemos señalar que como ya se anticipó anteriormente, los principales interesados en llevar a cabo el proceso de seguimiento y evaluación son los directamente afectados o beneficiados con el manejo sustentable del acuífero, esto es, los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS), y son precisamente ellos a quienes debe de focalizarse el esquema de retroalimentación del Plan de Manejo Integral del Acuífero.

Entre las recomendaciones que se pueden realizar para llevar en forma eficaz y eficiente este proceso de retroalimentación, pudieran enumerarse:

- Desarrollar capacidad técnica, operativa y de gestión en los involucrados locales para implementar y adecuar el sistema de monitoreo y evaluación de manera que el proceso sea sustentable a lo largo del tiempo, particularmente en los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS).
- Sistematizar los procesos y procedimientos para el monitoreo y evaluación del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero.
- Establecimiento de revisiones periódicas trimestrales de seguimiento de avances y evaluación de impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero en el COTAS.
- Reglamentación de las funciones y atribuciones del COTAS respecto al seguimiento de avances y evaluación de impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero.
- Elaboración y difusión de un folleto informativo trimestral sobre los avances e impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero.
- Impartir a los productores de la región un curso de capacitación para la correcta interpretación de los indicadores de avance e impacto del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero.
- Proporcionar la asesoría técnica necesaria a los directivos del COTAS para la toma de decisiones adecuada respecto a la reorientación de estrategias y/o acciones del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero como resultado del proceso de monitoreo de avances y evaluación de impactos.

CAPITULO XII
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

Contenido

CAPITULO XII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	3
XII.1. CONCLUSIONES _____	3
XII.2. RECOMENDACIONES _____	4

CAPITULO XII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

XII.1. Conclusiones

1. El desarrollo y cumplimiento del presente Plan de Ordenamiento del Acuífero de San Rafael (POASR) para alcanzar un uso sustentable del recurso hídrico en el acuífero de San Rafael es responsabilidad de todos los usuarios y debe ser considerado como una herramienta dinámica cuyas acciones y prioridades pueden cambiar de acuerdo a las necesidades de los usuarios y del acuífero.
2. Con base en la información existente respecto a la evolución del nivel freático durante los últimos años, se infiere que el acuífero de San Rafael se encuentra bajo un régimen de sobreexplotación por lo que las acciones planteadas en el POASR deben ser aplicadas de forma urgente.
3. Se logra el uso sustentable del acuífero con la implementación del POASR al rescatar 1,044 millones de metros cúbicos en el período 2009-2030, con un costo total de 780 millones de pesos, lo cual representa un costo promedio de 0.75 \$/m³ de agua liberado. Esto permite mantener y desarrollar las principales actividades productivas de la región. La no aplicación del POASR (escenario inercial) trae como consecuencia reducir la disponibilidad de agua para las actividades productivas de San Rafael.
4. La evaluación actual cultivando poco más de 1,456 ha con un consumo de agua de 6,131 m³/ha/año, arroja relaciones Beneficio-Costo de 4.98 y productividades del agua de 34.15 \$/m³. En el Escenario REPDA Restringido los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 3.79 y el valor de la productividad del agua a 32.45 \$/m³.
5. El costo de referencia más adecuado para evaluar el POASR es el de la sobreexplotación por extraer el agua de la reserva que se ubica en un promedio de 13.72 \$/m³. Los costos económicos ambientales totalizan \$287 millones de pesos (pesos de 2009) de los cuales el 60% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 24% a la pérdida del área de cultivo. Hay que enfatizar que la Desaladora del Puerto Colonet implica un costo de 346 millones de pesos por lo cual estrictamente hablando el plan de manejo tendría un costo real de 434 millones de pesos. Los "Ingresos netos" esperados de este plan totalizan 14,330 millones de pesos al darle un valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva, lo cual representa una relación Beneficio-Costo de 18.32 a valores constantes.
6. La evaluación económica del POASR utilizando el método del valor presente neto acumulado es positiva para el escenario analizado, al obtener a partir del año 2013 valores positivos del ingreso neto acumulado para sustentar económicamente el plan y se tendrían excedentes sobre el costo total del plan, considerando una tasa de retorno mínima atractiva (TREMA) de 10% y con el valor del metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación por la extracción de agua de la reserva.
7. La aplicación del POASR permitirá que en los próximos 20 años se tenga un superávit en el volumen almacenado del acuífero. Para ello la extracción agrícola se ubicaría entre 4 y 19 millones de metros cúbicos anuales con una media de 10 millones de metros cúbicos. En caso contrario, sin la aplicación del plan se espera que la

extracción se reduzca a 1.5 millones de metros cúbicos en el mismo horizonte de planeación.

8. Para establecer políticas sustentables de explotación acordes a la dinámica del acuífero es imprescindible llevar a cabo un programa de mediciones sistemáticas de las variables hidrológicas y de las condiciones de operación, tales como: variaciones en la elevación del nivel freático, precipitación, escurrimiento, evapotranspiración, infiltración, recarga, volúmenes y sitios de extracción. Esta información se requiere para implementar y ejecutar las acciones de control y corrección para el logro de estas políticas, ya que de continuar la explotación del recurso sin conocer con precisión los volúmenes de extracción y de recarga, es altamente probable alcanzar niveles de sobreexplotación difíciles de recuperar. El riesgo se incrementa con la ocurrencia de prolongados períodos de sequía.

9. Para implementar, dar seguimiento, evaluar y retroalimentar las acciones del PIMSA es esencial fortalecer la capacidad técnica del COTAS y su nivel de participación en la toma de decisiones.

10. Con la aplicación de las acciones referidas en el POASR, el sector agrícola de San Rafael podrá mantener la superficie cultivada actualmente y aumentar la rentabilidad de los cultivos en el horizonte de planeación.

11. El programa de optimización y uso eficiente del agua para la agricultura y uso público urbano permite rescatar 1,534,122 metros cúbicos anuales con una inversión de 123 millones de pesos a un costo promedio de 8.02 \$/m³.

12. La construcción de una presa en la Zona del Bramadero, rescatará 2 millones de metros cúbicos anuales a un costo de 0.28 \$/m³ y constituye una inversión de 10.6 millones de pesos.

13. La construcción de una planta desaladora de agua de mar y la infraestructura para el suministro de agua potable permitirán rescatar 690,000 metros cúbicos anuales del acuífero a un costo de 4.04 \$/m³ con una inversión de 50 millones de pesos, en tanto que la infraestructura para el tratamiento de agua residual impedirá la contaminación de 6 millones de metros cúbicos anuales a un costo de 0.11 \$/m³, mejorará el nivel de vida de la población y asegurará la calidad del agua para la agricultura.

15. La construcción de bordos de protección con un costo de 11 millones de pesos no contribuye a un rescate de volúmenes de agua del acuífero de forma directa, pero es un gasto necesario para garantizar la seguridad de la población e impedir pérdidas en infraestructura agrícola y urbana en eventos de avenidas extraordinarias.

16. El control y regulación de la ubicación de desaladoras con una inversión de 3 millones de pesos evitará la contaminación de 13 millones de metros cúbicos anuales en el acuífero.

XII.2. Recomendaciones

1. De acuerdo a los resultados del presente Plan de Ordenamiento, se recomienda la aprobación del mismo. Esta acción, por derecho y reconocimiento público, le corresponde al Consejo de Cuenca de Baja California. Una vez aprobado el Plan de Manejo, el Consejo de Cuenca deberá hacer uso de sus atribuciones y promover la integración de una Comisión de Trabajo para la implementación del PMASASR, en base al numeral IV

del artículo 4 de las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca, así como la integración del Grupo de Seguimiento y Evaluación del POASR, en base al numeral I del mismo ordenamiento jurídico.

2. Los diagnósticos y evaluación de los escenarios seleccionados están basados en la información disponible en la fecha de elaboración, los pronósticos de precipitación corresponden a un patrón similar al reportado en los últimos 30 años. Por lo tanto, los resultados técnico-económicos, los impactos y beneficios obtenidos se aproximarán a la realidad si y solo si se presentan estas condiciones. En base a lo anterior se recomienda integrar, conciliar y actualizar la información clave de los estudios hidrológicos, censos de aprovechamientos, volúmenes extraídos, estudios de calidad del agua, entre otros. Por ello, es imprescindible iniciar de inmediato el POASR con las acciones de: Monitoreo, Cesión de derechos, Regulación de extracciones, Fortalecimiento del COTAS y Creación del centro de gestión financiera. El arranque del POASR tendrá que ser financiado con fondos públicos bajo la autoridad y responsabilidad del Estado, con la aceptación y apoyo de los usuarios.

3. El arranque y la primera etapa del POASR requiere de los recursos financieros suficientes y oportunos hasta que llegue al equilibrio para generar sus propios recursos. Por ello se recomienda darle prioridad a la creación del centro de gestión financiera cuya función es la gestión de éstos recursos.

4. Es de vital importancia el apoyo y participación de todos los actores en la implementación del POASR. Por lo anterior se recomienda la amplia difusión del Plan, su promoción e incluso acciones de capacitación para lograr el consenso en la aplicación de las acciones.

5. Se recomienda priorizar la implementación de las acciones de estabilización del acuífero para evitar el riesgo de abatimientos de los niveles de agua del acuífero por la ocurrencia de un período de sequía prolongado y poder satisfacer el aumento de la demanda de agua de los diferentes sectores.