

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

INFORME TÉCNICO

PLAN DE MEJORAMIENTO

PARA LA RED DE NIVELES DE COPIAPÓ

REALIZADO POR:
División de Estudios y Planificación
SDT N° 342

Santiago, Junio de 2013

Equipo de Trabajo

Michael Finger

Miguel Ángel Caro H.

Adrián Lillo Zenteno

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	3
2	ANÁLISIS DE ANTECEDENTES: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA RED ACTUAL	3
3	ANÁLISIS DE "VALOR DE DATOS"	5
3.1	Introducción	5
3.2	Parámetros.....	5
3.3	Observaciones Potenciales	6
3.4	Resultado para Optimizar	6
3.5	Resultados	6
4.	OTROS FACTORES RELEVANTES A CONSIDERAR	8
4.1	Propiedad de los terrenos	8
4.2	Condiciones Subterráneas	8
5.	CAMPAÑA DE TERRENO.....	8
6.	PLAN DE MEJORAMIENTO	9
7.	CONCLUSIONES	24
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	26
	ANEXO A – PLAN DE MEJORAMIENTO DETALLADO	27
A.1	Sector 1	28
A.2	Sector 2	31
A.3	Sector 3	34
A.4	Sector 4	37
A.5	Sector 5	44
A.6	Sector 6	47

1 INTRODUCCIÓN

La cuenca de Río Copiapó se encuentra en situación de estrés hídrico dado que las extracciones de agua en la cuenca superan de manera importante la oferta hídrica. Se ha observado fuertes y persistentes descensos en el nivel de la napa freática que ha resultado en pozos colgados y disminución de la productividad de los pozos existentes.

Hay iniciativas en curso para mejorar la gestión de la cuenca y perfilar un camino hacia un manejo sustentable. La medición de niveles de aguas subterráneas resulta de suma importancia para el entendimiento del estado actual del acuífero y el control y evaluación de medidas de intervención que se puede implementar.

A partir de lo anterior, se realizó el estudio “Análisis Crítico de la Red de Niveles de Aguas Subterráneas del Acuífero de Copiapó” (DGA/H2Cuenca-2012), que llevó a cabo un diagnóstico del red actual y propuso mejoras a la red. No obstante, este análisis conceptual no planteó medidas concretas como la ubicación y diseño de nuevos piezómetros propuestos.

Por tanto, a partir del mencionado estudio, el presente informe tiene por objetivo realizar un análisis a nivel funcional de la red de niveles de Copiapó y el desarrollo de un plan de mejoramiento para solucionar las brechas existentes en la red actual.

2 ANÁLISIS DE ANTECEDENTES: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA RED ACTUAL

El estudio DGA/H2Cuenca-2012 realizó un análisis crítico de la red actual de niveles en la cuenca de Copiapó. Éste involucró el análisis de antecedentes y el desarrollo de una campaña de terreno para identificar el estado actual de la red.

En el presente informe técnico fue mejorada la información del estudio DGA/H2Cuenca ya que se incorporó información actualizada o diferente que no estuvo disponible en el trabajo anterior.

En la Tabla 2-1 se muestra un resumen de la red actual de medición de aguas subterráneas de la cuenca de Copiapó (junio/2013)

Sector	Observación	Extracción	Seco	Sin Acceso	Sin Inscripción	Total
1	1	6	1	0		8
2		6	1	1		8
3	1	1	6	0		8
4		1	2	3		6
5		1	3	0	1	5
6	8	3	5	1	1	18
Total	10	18	18	5	2	53

Tabla 2-1 Estado actual de la red de niveles de Copiapó

Actualmente la situación de la red es muy deficiente y cuenta con solo 10 pozos de observación. Especialmente críticos son los sectores 4 y 5 que actualmente tienen cada uno 1 sólo un punto de control, que corresponden a pozos de extracción en pleno funcionamiento, y ningún pozo utilizado exclusivamente para observación.

Los pozos de extracción no son la mejor alternativa para controlar el acuífero, ya que durante el bombeo y posterior a éste, no se puede medir el nivel estático del acuífero; no obstante aportan información útil y actualmente conforman la mayor parte de la red actual. Los pozos sin inscripción son pozos que no poseen inscripción legal, y posiblemente sujetos a extracciones ilegales, éstos pozos por criterio interno no deben incluirse en la red mientras ésta situación continúe.

La Agencia Europea del Medioambiente (European Environment Agency, EAA) recomienda que se instale 1 pozo cada 20 o 25 km². Ahora bien, debe tenerse en cuenta además, que la densidad necesaria para la red depende de un conjunto de factores, incluyendo densidad de pozos de extracción, pendiente del terreno y de la napa, además de los objetivos del monitoreo. Por ejemplo cerca de un pozo de agua potable o un humedal significativo se debe contar con una densidad mayor que en una gran llanura con bajo desarrollo del recurso.

Si suponemos que todos los pozos de la red actual estén funcionando, la densidad de la red actual sería una densidad adecuada. Sin embargo, al considerar como red sólo los pozos útiles, es decir, los pozos de observación y de extracción que no se encuentran secos, la densidad de la red es muy deficiente. La Tabla 2-2 muestra que los sectores 3 al 6 tienen una densidad inadecuada (densidad mayor a 25 km² por pozo). Al considerar solo los pozos utilizados exclusivamente para observación la situación resulta aún peor.

Sector	Superficie	Pozos	Densidad (km ² /pozo)
1	33	7	4,7
2	38	6	6,3
3	54	2	26,9
4	105	1	104,7
5	123	1	122,9
6	422	11	38,4
Total	774	28	27,6

Tabla 2-2 Densidad de pozos de la red actual

Posteriormente se realizó un análisis de componentes principales, una técnica estadística para identificar redundancias entre conjuntos de datos. Se planteó que al aplicar este método a los registros de niveles se puede identificar pozos redundantes que entregan la misma información para un sector acuífero dado.

Dada la inexistencia de conjuntos de registros comparables en un periodo adecuado de tiempo, el análisis se basó en estadísticas representativas incluyendo promedio, desviación estándar y tendencia del gradiente promedio del hidrograma. Cabe notar que estas estadísticas no son capaces de representar toda la información que entregan

los pozos; además, varios pozos no disponen de registros adecuados para presentar estadísticas representativas.

Finalmente, y en virtud de los antecedentes disponibles, se propone mantener todos los pozos que están en funcionamiento en la red mientras se acumulen más datos y reevaluar la redundancia de datos dentro de 5 años. Los pozos que actualmente no están en funcionamiento y que se encuentran muy cerca de otros, se descartarán de la red.

3 ANÁLISIS DE "VALOR DE DATOS"

3.1 Introducción

Los sistemas acuíferos son complejos y su entendimiento y monitoreo se dificulta debido a su naturaleza subterránea. No se puede observar el acuífero en toda su extensión, lo que impulsa la generación de modelos conceptuales y numéricos para interpolar entre las observaciones y proveer de un mejor entendimiento del sistema acuífero. Estos modelos se usan para hacer predicciones en ubicaciones no controladas y/o condiciones futuras.

PEST es un software de optimización y análisis de incertidumbre que permite analizar la respuesta de un modelo a cambios en sus parámetros. Además, se puede analizar la reducción de la incertidumbre en respuesta a más información de calibración, proceso que necesita las posibles ubicaciones de nuevos datos, pero no requiere los datos reales a priori. Este software pondera el valor de potenciales datos y así determinar zonas donde resultaría una reducción mayor de la incertidumbre en cuanto comportamiento del acuífero.

SERNAGEOMIN en el año 2013 desarrolló una actualización de la modelación en MODFLOW del acuífero de la cuenca del río Copiapó, para esto conceptualizó el acuífero en dos modelos MODFLOW que representan adecuadamente el funcionamiento del acuífero en su conjunto, uno con extensión desde La Puerta hasta La Junta de tributarios al Copiapó (sector 1 y 2) y otro con extensión desde La Puerta hasta Angostura (sectores 3 a 6). Los modelos tienen una grilla de 200 x 200 m y cuenta con 168 periodos de estrés, cada uno representando un mes. La extensión del periodo completo comprende desde Enero 1993 a Diciembre 2006.

Para permitir la integración del modelo MODFLOW con PEST fue necesario modificar el formato de algunos archivos de entrada para facilitar la corrida del modelo en MODFLOW 2000 sin la Interfaz gráfica (GUI) de Visual MODFLOW.

3.2 Parámetros

Los parámetros considerados fueron la transmisividad de 28 zonas y el coeficiente de almacenamiento de 4 zonas, un factor de recarga, un factor de flujo entrante (flujo subterráneo pasante desde arriba), y un factor de extracción).

3.3 Observaciones Potenciales

Los potenciales sitios para nuevos pozos fueron considerados por una malla regular con puntos cada 400 m.

3.4 Resultado para Optimizar

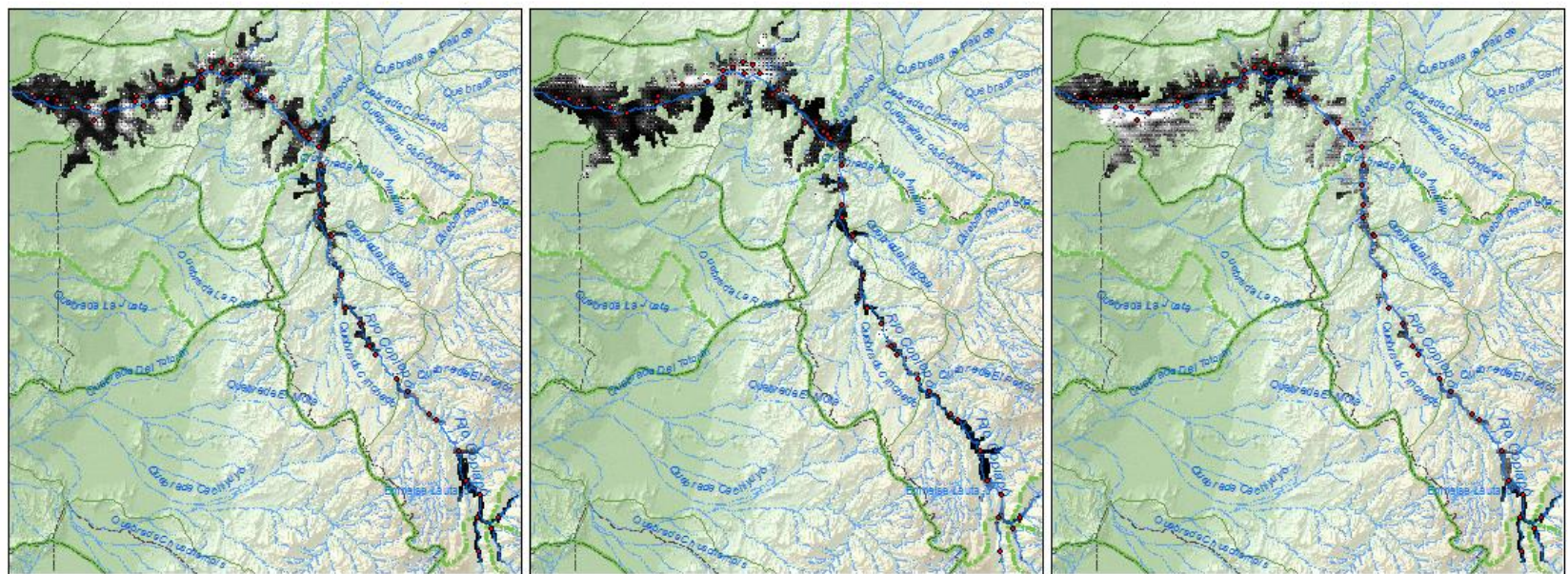
Fue necesario definir los resultados del modelo para los cuales se desea reducir la incertidumbre. Estos son considerados como observaciones en la estructura de PEST. En este estudio, se definieron 3 resultados:

- afloramiento promedio,
- nivel promedio
- volumen promedio.

Cabe recordar que éstos representan el promedio en el tiempo y en el espacio.

3.5 Resultados

Se implementó un modelo compuesto de PEST, MODFLOW y otras rutinas escritas en el lenguaje de programación R para extraer los resultados representativos de los archivos resultantes de MODFLOW. Esto se hizo 3 veces, una para cada resultado a optimizar (afloramiento promedio, nivel promedio, volumen promedio). Se determinó un valor de reducción en la incertidumbre de cada uno de estos tres resultados elegidos para cada potencial punto de observación. Los puntos fueron incorporados dentro de un raster de celdas de 400x400 m representando la reducción en la incertidumbre. El raster fue normalizado así que la reducción máxima tomó el valor de 1. Los resultados se muestran en la Figura 3-1.



Valor de Datos, con respecto a nivel promedio modelado

Valor de Datos, con respecto al caudal promedio modelado

Valor de Datos, con respecto al volumen promedio modelado



Figura 3-1 Valor de datos para el modelo hidrogeológico del acuífero de Copiapó

Cabe señalar que estos resultados aportan una valiosa información con respecto a la mejor distribución espacial de la red de observación, pero están basados implícitamente en los supuestos del modelo MODLOW, en especial, la extensión espacial y temporal del modelo, y los resultados considerados en el análisis efectuado con PEST que fueron de carácter general.

4. OTROS FACTORES RELEVANTES A CONSIDERAR

Además del estado actual de la red y de los resultados de “valor de datos” (antes presentados), es importante considerar un set de factores que influyen en la ubicación definitiva de nuevos pozos.

4.1 Propiedad de los terrenos

Se privilegiarán las propiedades fiscales o terrenos bajo administración pública para facilitar el acceso y la seguridad al sitio en la actualidad y en el futuro. Además, esto reduce la posibilidad de conflictos con los dueños de predios debido a falsas expectativas que éstos pudieran generarse con respecto a la posibilidad de extraer agua desde los piezómetros.

No obstante en algunos sectores adecuados para la instalación de piezómetros, no existen terrenos fiscales adecuados, por lo tanto, será necesario acordar con los dueños de terrenos privados el permiso pertinente para la construcción y para el posterior acceso al piezómetro al momento de la realización de la mantención y del control de niveles y calidad de aguas. Se debe considerar la implementación de algún permiso de servidumbre de investigación (o similar) que garantice el acceso al sitio para recuperar los datos.

4.2 Condiciones Subterráneas

Se consideró la profundidad del basamento y la profundidad de la napa para estimar la profundidad de perforación para el control del acuífero en el largo plazo.

5. CAMPAÑA DE TERRENO

Entre los días 12/6/2013 y 14/6/2013 se realizó una campaña de terreno donde fueron visitados los pozos de la red para complementar el análisis de su estado actual. Además, se investigaron posibles lugares para el emplazamiento de nuevos piezómetros de la red de niveles. Finalmente, fueron chequeados algunos de los sitios elegidos para la construcción de los pozos de reemplazo que son factibles de construir desde el punto de vista técnico, es decir, que es posible su construcción y asimismo, es posible el acceso futuro al pozo.

6. PLAN DE MEJORAMIENTO

En la Tabla 6-1 se detallan las acciones requeridas para cada pozo de la red de niveles.

En el Anexo A se describe el estado actual de cada pozo de la red de niveles justificando y detallando sus mejoras.

Pozo	Sector	Acción	Detalle	Ubicación	Norte	Este	Prioridad
IGLESIA COLORADA	1	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar a Caserones para evaluar uso de servidumbre de tubería de agua potable, alternativamente contactar a dueño y empezar conversaciones para acceso Ubicación definitiva y diseño detallado del pozo.	terreno privado	a definir	a definir	Baja
QUEBRADA SECA	1	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar a Caserones para evaluar uso de servidumbre de tubería de agua potable, alternativamente contactar a dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva y diseño detallado del pozo.	terreno privado	a definir	a definir	Baja
HDA MANFLAS .	1	Telemetría	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño de sistema de telemetría.	terreno privado	6886875	403325	Media
HDA MANFLAS (manflas ante hda).	1	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva. Diseño detallado del pozo, y sistema de telemetría	terreno privado	a definir	a definir	Media
JUNTA MANFLAS	1	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva Diseño detallado del pozo	terreno privado	a definir	a definir	Alta
FUNDO RODEO	1	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva Diseño detallado del pozo	terreno privado	a definir	a definir	Baja
PASTILLO (PROHENS)	1	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar Caserones para evaluar uso de servidumbre de tubería de agua potable, alternativamente contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva y diseño detallado del pozo	terreno privado	a definir	a definir	Baja
ALGARROBO LA VIRGEN	1	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar Caserones para evaluar uso de servidumbre de tubería de agua potable, alternativamente contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva y diseño detallado del pozo	terreno privado	a definir	a definir	Baja

Pozo	Sector	Acción	Detalle	Ubicación	Norte	Este	Prioridad
EMBALSE LAUTARO	2	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Aguas Abajo Embalse	6904976	401396	Alta
QUEBRADA CALQUIS UAC	2	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar Caserones para evaluar uso de servidumbre de tubería de agua potable Alternativamente contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva Diseño detallado del pozo	terreno privado	a definir	a definir	Baja
QUEBRADA CALQUIS (Antiguo)	2	Descartar de la red	na	na	na	na	na
GOYO DIAZ	2	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva Diseño detallado del pozo	terreno privado	a definir	a definir	Baja
PUEBLO SAN ANTONIO	2	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Plaza	6915828	396248	Baja
VEGAS EL GIRO	2	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva Diseño detallado del pozo, y sistema de telemetría	terreno privado	a definir	a definir	Media
ESCUELA 17 LOS LOROS	2	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Escuela Los Loros	6921004	391110	Media
FUNDO LA PUERTA	2	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva Diseño detallado del pozo	terreno privado	a definir	a definir	Baja

Pozo	Sector	Acción	Detalle	Ubicación	Norte	Este	Prioridad
HORNITO (ROJAS)	3	Profundización	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Evaluar factibilidad de profundizar piezómetro, o alternativamente definir ubicación de piezómetro nuevo. Diseño detallado del pozo	terreno privado	6929418	383845	Alta
PLANTA ELISA DE BORDO	3	Profundización	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Evaluar factibilidad de profundizar piezómetro, o alternativamente definir ubicación de piezómetro nuevo. Diseño detallado del pozo	terreno privado	6933492	382092	Alta
AGRÍCOLA VILLA MARÍA	3	Mantener en la red	Sin Acción	terreno privado	6936528	379562	na
VILLA MARIA-HORNITOS	3	Descartar de la red	na	na	na	na	na
PABELLÓN	3	Profundización	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Evaluar factibilidad de profundizar piezómetro, o alternativamente definir ubicación de piezómetro nuevo. Diseño detallado del pozo	terreno privado	6942355	378669	Alta
FUNDO ALIANZA	3	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva y diseño detallado del pozo	terreno privado	a definir	a definir	Baja
QUEBRADA CERRILLOS	3	Descartar de la red	na	terreno privado	na	na	na
QUEBRADA CERRILLOS AMANCAY	3	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Evaluar conversión de pozo de COEMIN que podría estar sin uso. Ubicación definitiva y diseño detallado del pozo	terreno privado	a definir	a definir	Alta
NUEVO POZO NANTOCO	3	Nuevo Piezómetro	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Escuela Nantoco Rotonda Nantoco	6953097 6953269	374517 374527	Media

Pozo	Sector	Acción	Detalle	Ubicación	Norte	Este	Prioridad
QUEBRADA INFERNILLO (MAL PASO)	4	Mantener en la red	Posteriormente a la construcción del nuevo pozo Nantoco y reemplazo de Carola, reevaluar redundancia.	na	6955346	375038	Baja
CAROLA	4	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	na	6956736	375336	Alta
PUCOBRE (8)	4	Mantener en la red	Contactar dueño y empezar conversaciones para reestablecer acceso. Posteriormente a la construcción del reemplazo de Buitrón y reemplazo de Carola reevaluar redundancia.	na	6958607	374672	Alta
BITRON	4	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Rotonda Luis Uribe	6961671	374762	Alta
PUEBLO SAN FERNANDO (Las Cañas)	4	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Vialidad Copayapu	6967126	372985	Alta
NUEVO POZO COPIAPÓ	4	Nuevo Piezómetro	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Se prefiera Parque El Pretel o Escuela F-36 Bruno Zavala F. Las otras son ubicaciones secundarias. Diseño detallado del pozo	GOPE de Carabineros Copayapu	6969475	370200	Alta
				Parque El Pretel	6970232	369456	
				Hogar U de Atacama	6971006	369220	
				Escuela F-36 Bruno Zavala F.	6970705	369131	
				Cancha de Rugby Palomar	6970422	368293	

Pozo	Sector	Acción	Detalle	Ubicación	Norte	Este	Prioridad
HOCHSCHILD	4	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Plaza Esquina Copayapu con Ruta 5 Norte	6971765	368000	Alta
				Plaza Esquina Copayapu con Balcárcel	6972389	367267	
				Edificio MOP	6972835	367484	
ESCUELA ITALIANA	5	Nuevo Piezómetro	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Cruce Ruta 5	6974167	365912	Alta
				ECONSSA	6974056	366007	
VALLE DORADO	5	Profundización	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso.	terreno privado	6975316	362229	Alta
			Evaluar factibilidad de profundizar piezómetro.				
			Alternativamente definir ubicación de piezómetro nuevo.				
NUEVO POZO CRUCE MINA GALLEGUILLOS	5	Nuevo Piezómetro	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso.	Cruce Ruta 5	6977754	361140	Alta
			Diseño detallado del pozo				
VILLA CANDELARIA (DANIEL ALVAREZ)	5	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Aeródromo Chamonate	6979615	360048	Media
GINO AROSTICA	5	Descartar de la red	na	na	na	na	na
HDA TOLEDO	5	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Cruce Ruta 5	6979129	357796	Alta
HDA SAN FRANCISCO	6	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Rotonda Piedra Colgada	6980052	355061	Media

Pozo	Sector	Acción	Detalle	Ubicación	Norte	Este	Prioridad
PIEDRA COLGADA (13)	6	Profundización	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Evaluar factibilidad de profundizar piezómetro. Alternativamente definir ubicación de piezómetro nuevo. Diseño detallado del pozo	terreno privado	6979848	353128	Alta
NORIA SANTELICES	6	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva Diseño detallado del pozo	Comunidad Colla	6978905	353642	Alta
CANTO DEL VIENTO	6	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Cruce Ruta 5 Pasarela Piedra Colgada Iglesia Piedra Colgada	6978726 6978495 6978157	352271 352197 352005	Media
FUNDO SAN JUAN	6	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Retorno Piedra Colgada	6978043	351192	Alta
SAN PEDRO (FLORIDOR)	6	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Diseño detallado del pozo	Escuela San Pedro	6976535	348958	Media
SAN PEDRO (11)	6	Profundización	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Evaluar factibilidad de profundizar piezómetro. Alternativamente definir ubicación de piezómetro nuevo. Diseño detallado del pozo	terreno privado	6977201	345669	Alta
HDA MARGARITA	6	Reemplazo con Pozo de Observación	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Ubicación definitiva Diseño detallado del pozo	terreno privado	a definir	a definir	Media

Pozo	Sector	Acción	Detalle	Ubicación	Norte	Este	Prioridad
HDA MARGARITA (Matamoros)	6	Profundización	Contactar dueño y empezar conversaciones para acceso. Evaluar factibilidad de profundizar piezómetro. Alternativamente definir ubicación de piezómetro nuevo. Diseño detallado del pozo	terreno privado	6974008	341043	Alta
KIOSCO SANTA VALENTINA	6	Mantener en la red	Contactar dueño y empezar conversaciones para reestablecer acceso. Posteriormente a la construcción del reemplazo de Hacienda Margarita y reemplazo de Hacienda Margarita (Matamoros) reevaluar redundancia.	terreno privado	6974148	339385	Alta
VALLE FERTIL	6	Mantener en la red	Sin Acción	terreno privado	6971129	336804	na
SAN CAMILO (8)	6	Mantener en la red	Sin Acción	terreno privado	6971846	335543	na
SAN CAMILO (6)	6	Mantener en la red	Sin Acción	terreno privado	6970812	333555	na
PUNTA PICAZO(5)	6	Mantener en la red	Sin Acción	terreno privado	6972994	332401	na
MONTE AMARGO (2)	6	Mantener en la red	Sin Acción	terreno privado	6973059	329531	na
HDA MARÌA ISABEL (4)	6	Mantener en la red	Sin Acción	terreno privado	6974193	326794	na
HDA MARÌA ISABEL (3)	6	Mantener en la red	Sin Acción	terreno privado	6974630	324828	na
HDA MARÌA ISABEL (1)	6	Mantener en la red	Sin Acción	terreno privado	6974810	322613	na

Tabla 6-1 Acciones para implementar el plan de mejoramiento de la red de niveles

Al llevar a cabo todas las acciones descritas en la Tabla 6-1 da como resultado una nueva red de monitoreo que cumple con estándares internacionales y provee del control adecuado al acuífero del valle de Copiapó. La nueva red propuesta se muestra en las Figuras 6-1 a 6-6.

La Tabla 6-2 muestra las densidades de la nueva red de monitoreo propuesta. Se puede apreciar que las densidades de pozos incluso superan la densidad recomendada. No obstante, debido a la forma estrecha del acuífero y la pendiente de la napa (gradiente hidráulico) se estima necesario controlar en más detalle el acuífero desde la ciudad de Copiapó hacia aguas arriba.

Sector	Superficie (km ²)	Densidad	
		Pozos	(km ² /pozo)
1	33	8	4,1
2	38	7	5,4
3	54	7	7,7
4	105	7	15,0
5	123	5	24,6
6	422	18	23,4
Total	774	52	14,9

Tabla 6-2 Densidad de pozos de la red mejorada

Debido a la importante cantidad de obras necesarias y la inversión requerida, se han priorizado las obras para que la inversión disponible se destine a las mejoras más críticas.

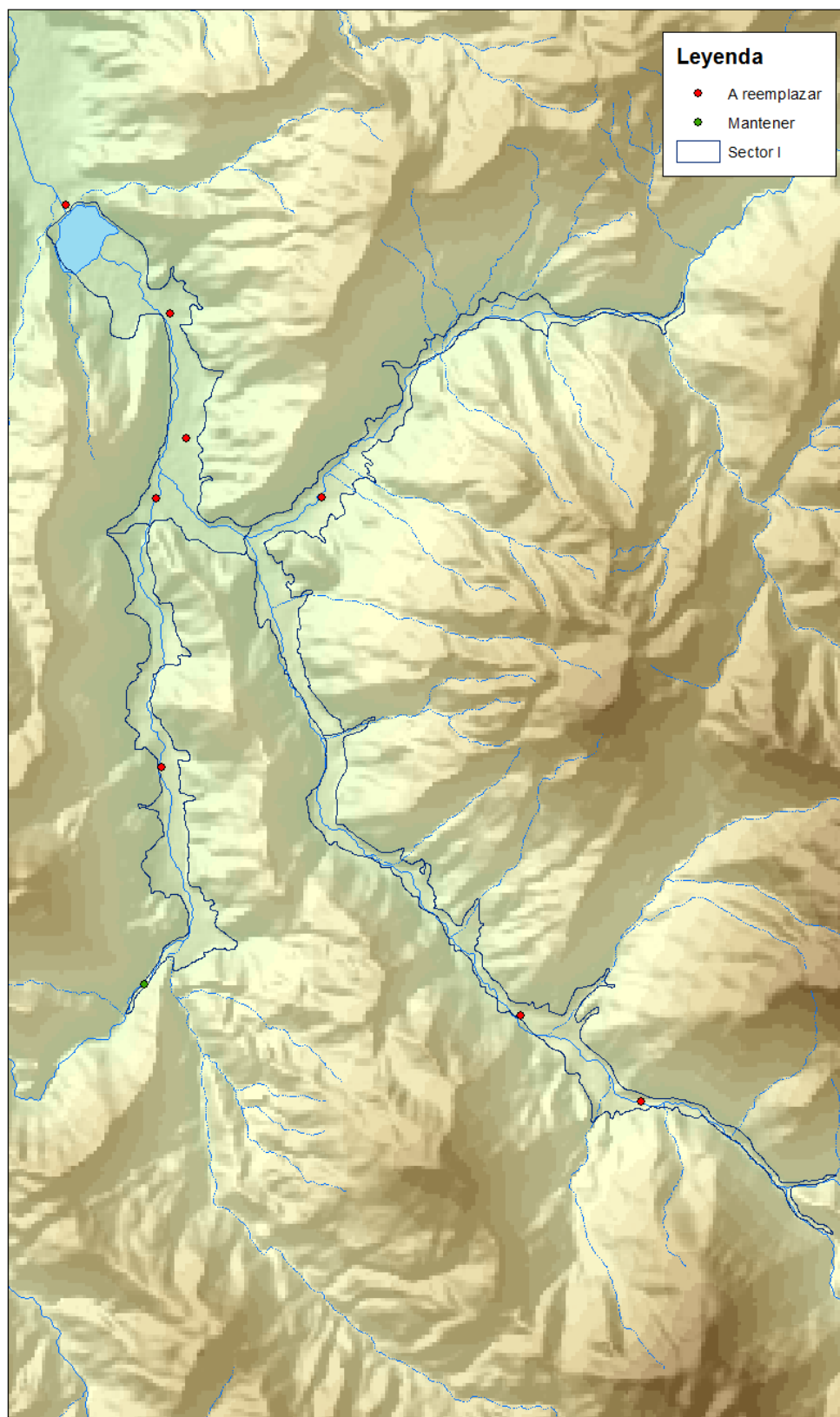


Figura 6-1 Red de niveles propuesta para Sector 1

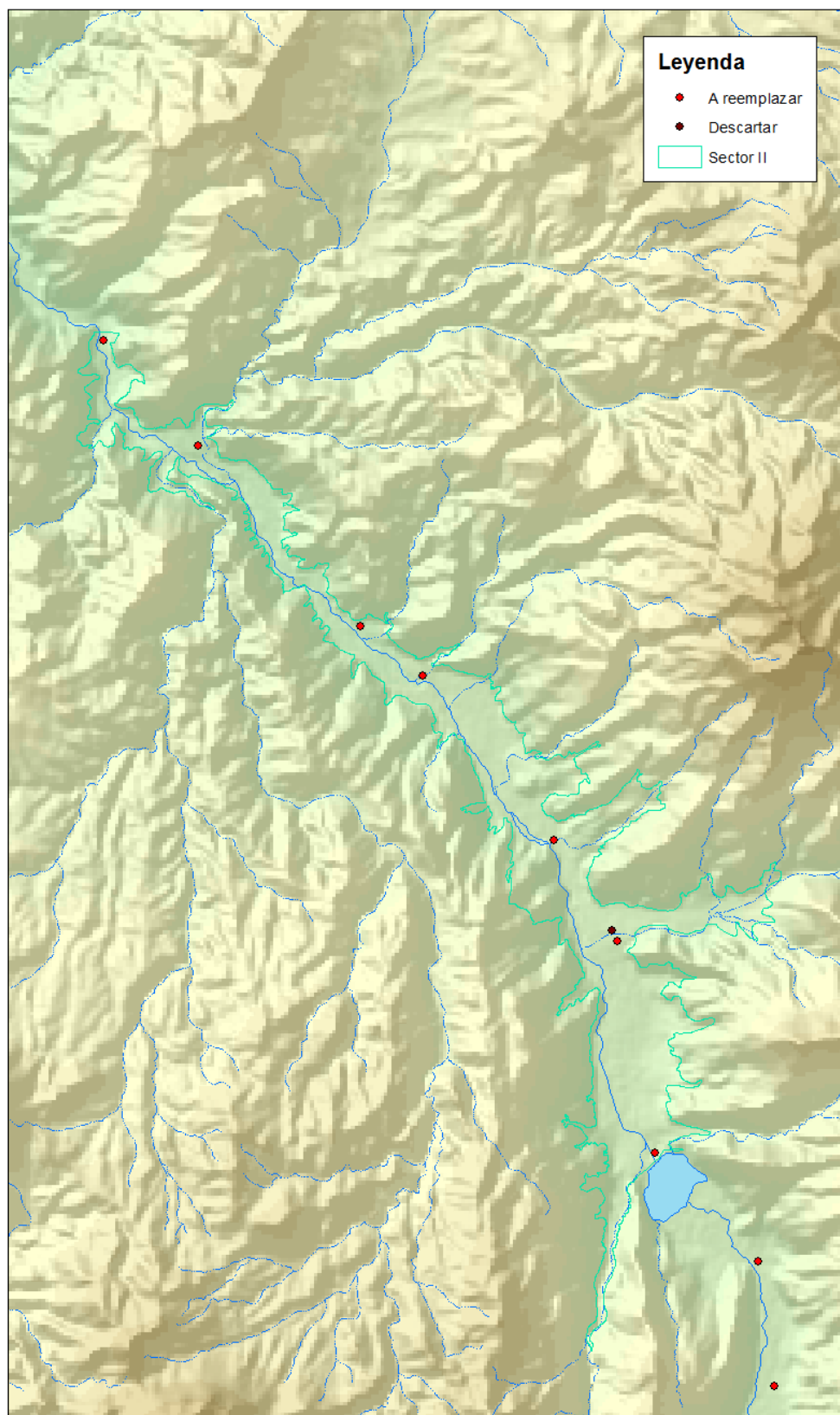


Figura 6-2 Red de niveles propuesta para Sector 2

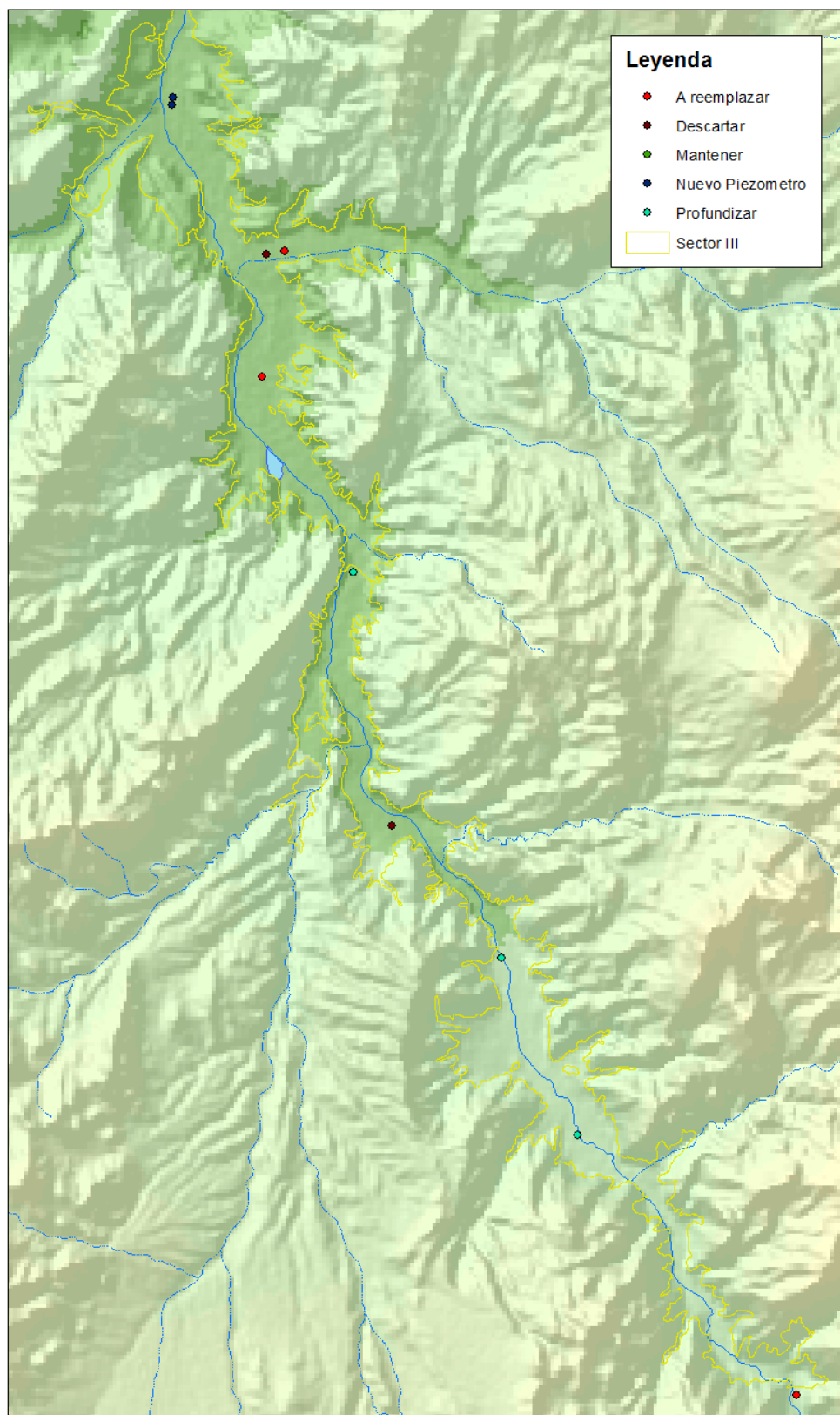


Figura 6-3 Red de niveles propuesta para Sector 3

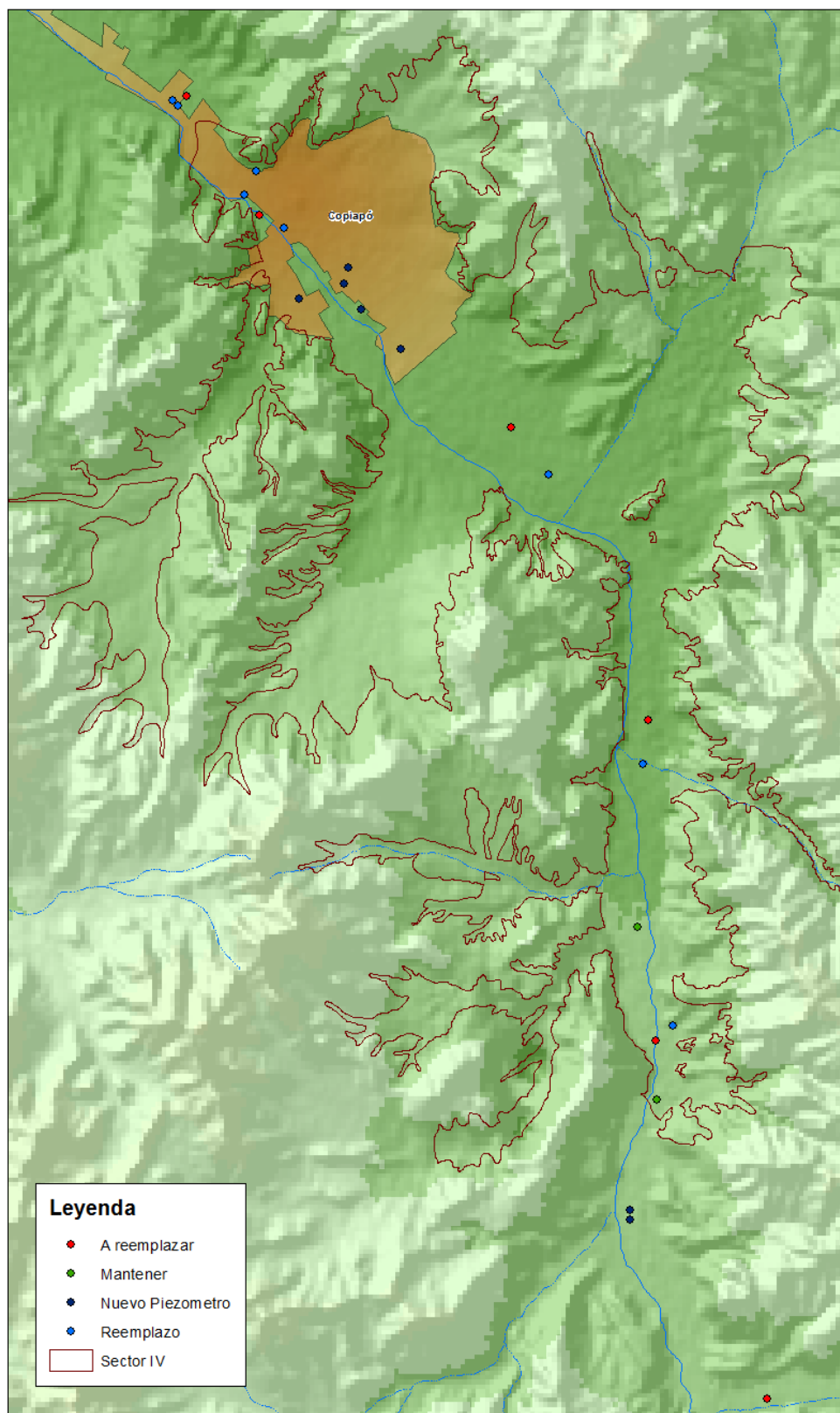


Figura 6-4 Red de niveles propuesta para Sector 4

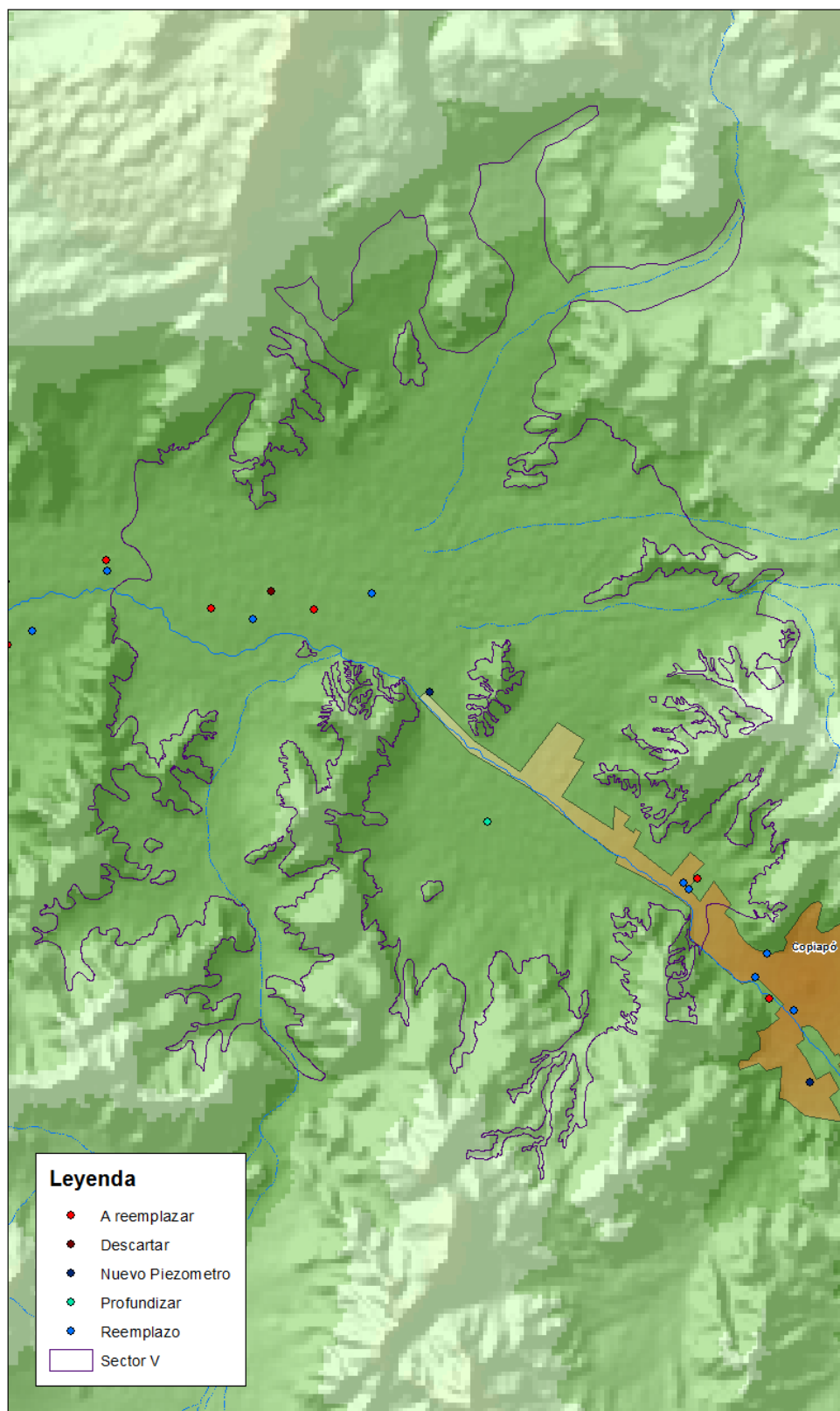


Figura 6-5 Red de niveles propuesta para Sector 5

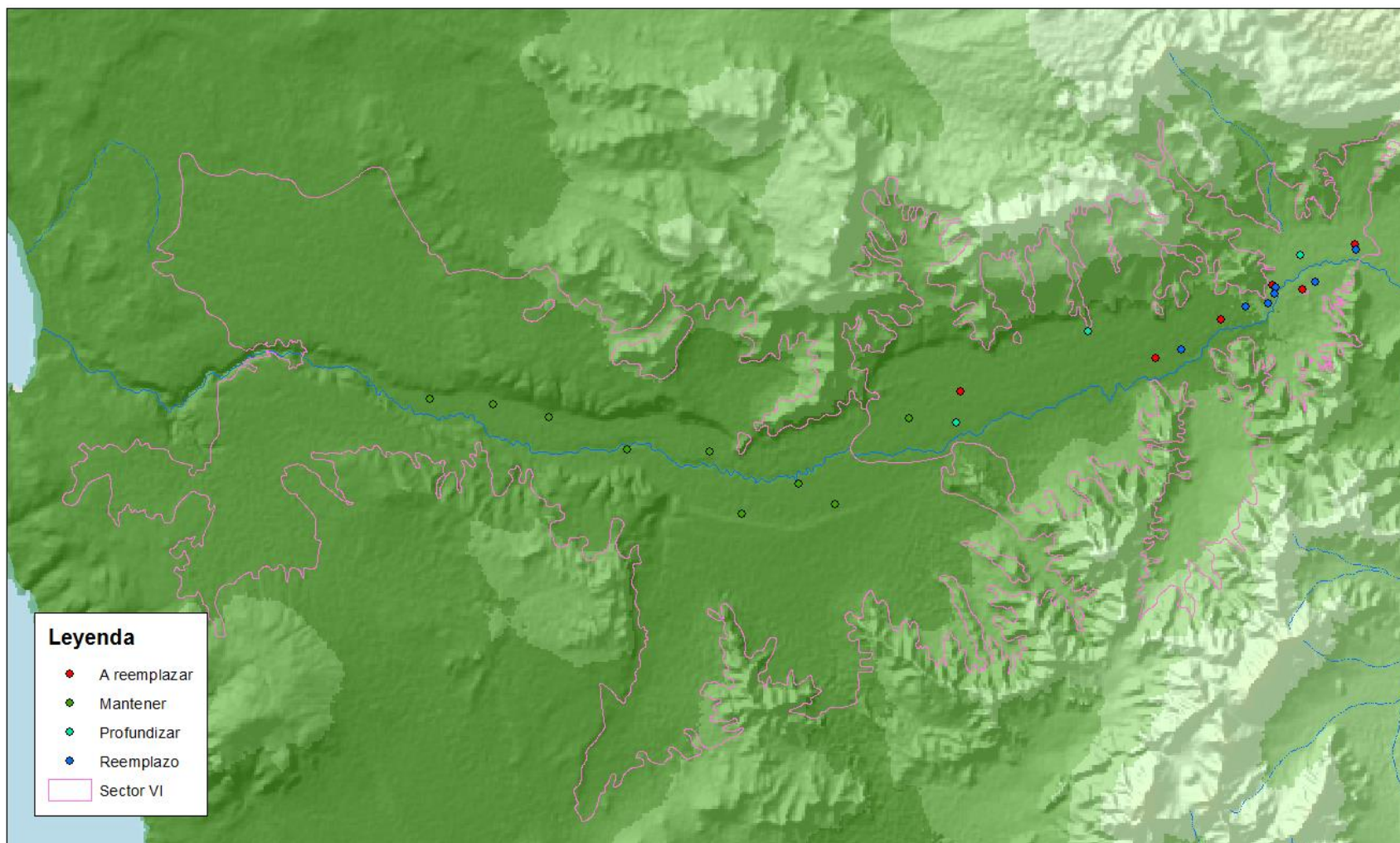


Figura 6-6 Red de niveles propuesta para Sector 6

7. CONCLUSIONES

En el análisis crítico (DGA/H2Cuenca-2012) de la red de niveles de Copiapó se identificaron ciertas deficiencias en la red actual, sobretodo el gran número de pozos de la red que se encuentran secos.

En el presente estudio se realizó un análisis de valor de los datos en base al modelo hidrogeológico del acuífero para identificar zonas que podrían reducir la incertidumbre sobre el funcionamiento del acuífero.

Además se efectuó un análisis práctico para identificar sitios factibles para pozos de reemplazo y nuevos piezómetros considerando la propiedad de los terrenos, acceso, seguridad del sitio para construir y operar el piezómetro, y las condiciones subterráneas.

Las mejoras propuestas para la red se presentan en la Tabla 7-1. Lo anterior requiere la construcción o profundización de 38 pozos.

Sector	Piezómetro de		Profundización
	Reemplazo	Nuevo Piezómetro	
1	7	0	0
2	7	0	0
3	2	1	3
4	4	1	0
5	3	1	1
6	6	0	2
Total	29	3	6

Tabla 7-1 Resumen de las obras a realizar

Las obras más críticas se recalcan en la Tabla 7-2. Estas son las mejoras de alta prioridad para mantener la integridad de la red de niveles.

Sector	Piezómetro	Nuevo	
	de Reemplazo	Piezómetro	Profundización
1	1	0	0
2	1	0	0
3	1	0	3
4	4	1	
5	3	0	1
6	2	0	3
Total	12	1	7

Tabla 7-2 Resumen de las obras priorizadas

Un análisis preliminar de las obras indica que se requieren 2.500 m de perforación para completar todas las mejoras señaladas. Considerando sólo las obras de alta prioridad, indican que se requiere perforar 1.100 m metros lineales de nuevos pozos y 260 metros de profundización de pozos. Estas estimaciones deben ser revisadas posteriormente al diseño detallado de los pozos.

8. BIBLIOGRAFÍA

"Análisis Crítico de la Red de Niveles de Aguas Subterráneas del Acuífero de Copiapó" S.I.T. Nº 298 realizado por H2Cuenca para la División de Estudios y Planificación de la DGA, 2012

"PEST Model Independent Parameter Estimation User Manual 5th Addition" Watermark Numerical Computing, 2005

ANEXO A – PLAN DE MEJORAMIENTO DETALLADO

A.1 Sector 1

Iglesia Colorada

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se generan problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo por un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados. Existen dos alternativas, la primera, que el pozo se emplace en la servidumbre del acueducto de la minera Caserones y la segunda, que se emplace en un predio agrícola.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 30 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 60-80 m.

Quebrada Seca

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se generan problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo por un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados. Existen dos alternativas, la primera, que el pozo se emplace en la servidumbre del acueducto de la minera Caserones y la segunda, que se emplace en un predio agrícola.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 30 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 60-80 m.

Hacienda Manflas

El pozo actual es un pozo de observación que experimenta inconvenientes de acceso.

Debido a la ubicación aislada y dificultades de acceso se recomienda la instalación de instrumentación para evitar la pérdida de valiosa información. Al menos debe considerar un data-logger que almacene la información de forma continua y permita

una frecuencia de acceso reducida (trimestral). Idealmente se debe incluir un transmisor satelital para permitir un mejor control y la oportuna toma de decisiones.

Hacienda Manflas (Manflas Antes Hda.)

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se generan problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro. También se experimentan inconvenientes de acceso.

Se propone reemplazar el pozo por un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados, en este caso Hacienda Manflas.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

Debido a la ubicación aislada y a las dificultades de acceso se recomienda la instalación de instrumentación para evitar la pérdida de valiosa información. Al menos se debe considerar un data-logger que almacene la información de forma continua y permite una frecuencia de acceso reducida (trimestral). Idealmente se debe incluir un transmisor satelital para permitir mejor control y la oportuna toma de decisiones.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 40 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso, el nuevo pozo debe tener una profundidad de 60-80 m.

Junta Manflas

El pozo actual está seco, con una profundidad total de aproximadamente 60 m y un nivel estático local de aproximadamente 70 m, por lo tanto, no funciona efectivamente como elemento de la red de niveles.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados, en este caso Fundo Lautaro-Manflas.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 80-100 m.

Fundo Rodeo

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados, en este caso Fundo Rodeo.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 80 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 100-120 m.

Pastillo

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados. Existen dos alternativas, la primera, que el pozo se emplace en la servidumbre del acueducto de la minera Caserones y la segunda, que se emplace en un predio agrícola.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 75 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 100-120 m.

Algarrobo de la Virgen

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados. Existen dos alternativas, la primera, que el pozo se emplace en la servidumbre del acueducto de la minera Caserones y la segunda, que se emplace en un predio agrícola.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 65 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 100-120 m.

A.2 Sector 2

Embalse Lautaro

El pozo actual está seco. Existen otros 5 pozos secos en el mismo paño aguas debajo del embalse Lautaro, de estos hay una profundidad máxima de 30 m, indicando un nivel de la napa mayor que eso.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación dentro del mismo terreno con coordenadas (E401396, N6904976). Se nota que el terreno es sujeto a un proceso de transferencia desde la DOH a la Junta de Vigilancia.

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 80-100 m.

Este pozo de reemplazo es de alta prioridad dado a su importancia en definir el flujo subterráneo entrante al sector 2 y la larga distancia al próximo pozo Quebrada Calquis.

Quebrada Calquis UAC

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados. Existen dos alternativas, la primera, que el pozo se emplace en la servidumbre del acueducto de la minera Caserones y la segunda, que se emplace en un predio agrícola, de Agrícola UAC.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 40 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 60-80 m.

Quebrada Calquis (Antiguo)

Este pozo ya ha sido reemplazado por el pozo Quebrada Calquis UAC.

Goyo Diaz

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados, en este caso Goyo Diaz.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 30 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 40-60 m.

Pueblo San Antonio

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación dentro de la plaza al lado de la iglesia (E396248, N6915828). Se entiende que este terreno se maneja la municipalidad.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 30 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 40-60 m.

Vegas El Giro

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro. También se experimentan inconvenientes de acceso.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

Debido a las dificultades de acceso se recomienda la instalación de instrumentación para evitar la pérdida de información valorable. Al menos debe considerar un datalogger que almacena la información de forma continua y permite una frecuencia

de acceso reducida (trimestral). Idealmente se debe incluir un transmisor satelital para permitir mejor control y la oportuna toma de decisiones.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 20 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 30-40 m.

Escuela 17 Los Loros

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro. Además el pozo tiene una discontinuidad a las 15 m de profundidad dado que el primer 15 m se excavó a mano en forma de un hoyo rectangular, posteriormente el pozo se perforó a máquina. Esta discontinuidad dificulta la medición del nivel.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación dentro del terreno de la escuela con coordenadas tipo (E391110, N6921004).

La ubicación final es sujeto de análisis de servicios subterráneos.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 25 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 40 m

Fundo La Puerta

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados, en este caso Fundo La Puerta.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 5 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 10-20 m

A.3 Sector 3

Hornito (Rojas)

El pozo actual está seco, el último registro fue de 80 m, indicando que el nivel freático está más profundo.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 120-140 m.

Se debe evaluar la factibilidad de profundizar el pozo actual.

Planta Elisa de Bordos

El pozo actual está seco, la profundidad máxima registrada fue de 60 m, indicando que el nivel freático actual está más profundo.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 120-140 m.

Se debe evaluar la factibilidad de profundizar el pozo actual.

Agrícola Villa María

El pozo actual es un pozo de observación y se encuentra en operación. Por lo tanto no se requiere ninguna acción.

Villa María – Hornitos

El pozo actual está seco, el último registro fue de 70 m, indicando que el nivel freático está más profundo. Este pozo se ubica a 10 metros del pozo Agrícola Villa María, por lo tanto no se requiere ninguna acción.

Pabellón

El pozo actual está seco, el último registro fue de 60 m, indicando que el nivel freático está más profundo.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 100-120 m.

Se debe evaluar la factibilidad de profundizar el pozo actual.

Fundo Alianza

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados, en este caso Goyo Diaz.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 30 m (probable nivel dinámico), considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 40-60 m.

Quebrada Cerrillos

El pozo actual está seco, el último registro fue de 65 m, indicando que el nivel freático está más profundo.

Este pozo ya se reemplazó por el pozo Quebrada Cerrillos Amancay.

Quebrada Cerrillos Amancay

El pozo actual está seco, el último registro fue de 80 m, indicando que el nivel freático está más profundo.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 120-150 m.

Se debe evaluar la posibilidad de profundizar el pozo Quebrada Cerrillos. Otra alternativa es investigar la posibilidad de usar algún pozo de COEMIN.

Pozo Nuevo 1 – Nantoco

Este sector actualmente no cuenta con puntos de control. Se requiere un piezómetro nuevo para entregar información sobre la conexión entre los sectores 3 y 4, y sobre el levantamiento de la napa en este sector.

Existen dos posibles ubicaciones para este pozo. La primera es dentro de la Escuela Básica de Nantoco, coordenadas (N6953097, E374517).



La segunda alternativa se ubica dentro de la franja fiscal de la rotunda Nantoco, coordenadas (N6953269, E374527).

El catastro de pozo de DICTUC (DICTUC, 2010) indica que el pozo ubicado en la parcela N°5 tuvo un nivel estática de 22 m en 2008 y una profundidad total de 80 m. Por lo tanto el nuevo pozo debe tener una profundidad de 40-80 m.

A.4 Sector 4

Quebrada Infernillo (Mal Paso)

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se debe reevaluar la redundancia de este pozo después de la construcción de los nuevos pozos en Nantoco y Cancha Carola. Para una evaluación adecuada se debe esperar para la acumulación de al menos 5 años de mediciones concurrentes.

Carola

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro. También se experimentan inconvenientes de acceso.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Se recomienda ubicar el pozo en el terreno de la cancha de Carola, coordenadas tipo (N6956736, E375336).



El pozo existente tiene un registro máximo de 95 m, por lo tanto el nuevo pozo debe tener una profundidad de 120-150 m. No obstante según la topología del modelo hidrogeológico el basamento se encuentre a una profundidad de 100 m. Se debe revisar la estratigrafía de sector.

Mientras tanto se debe intentar reestablecer acceso y control del pozo actual.

Pucobre

El pozo actual es un pozo de extracción habilitado con una bomba, por lo tanto, no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro. También se experimentan inconvenientes de acceso.

Se propone reestablecer el acceso y control de este pozo y reevaluar su redundancia después de la construcción de los nuevos pozos en Cancha Carola y Buitrón. Para una evaluación adecuada se debe esperar para la acumulación de al menos 5 años de mediciones recurrentes.

Buitrón

El pozo actual está seco, el último registro fue de 96,2 m, indicando que el nivel freático está más profundo.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Se recomienda ubicar el pozo en la franja fiscal dentro de la rotonda Luis Uribe, coordenadas tipo (N6961671, E374762).



El pozo existente tiene un registro máximo de 95 m, por lo tanto el nuevo pozo debe tener una profundidad de 120-150 m. Como la topología del modelo hidrogeológico el basamento se encuentre a una profundidad de 150 m, se debe revisar la estratigrafía de sector.

Pueblo San Fernando (Las Cañas)

El pozo actual está seco, el último registro fue de 60 m en 2008, indicando que el nivel freático está más profundo.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Se recomienda ubicar el pozo en el terreno fiscal de Vialidad en Copayapu, coordenadas tipo (N6967126, E372985).



El nuevo pozo debe tener una profundidad de 120-150 m. Como la topología del modelo hidrogeológico el basamento se encuentre a una profundidad de 135 m, se debe revisar la estratigrafía de sector.

Nuevo Pozo Copiapó.

Esta zona actualmente no cuenta con puntos de control, y es dentro del sector 4 que está muy deficiente con 6 pozos de observación de los cuales solo uno está en funcionamiento.

Existen varias posibilidades para ubicar el pozo,

GOPE de los Carabineros en Copayapu (N6969475, E370200)

Parque El Pretel (N6970232, E369456)



Hogar Universidad de Atacama (N6971006, E369220)



Escuela F-36 Bruno Zavala F. (N6970705, E369131) (a un costado del estacionamiento).

Cancha de Rugby Palomar (N6970422, E368293)



De estos sitios, Parque El Pretel y Escuela Bruno Zavala son más factibles desde el punto de vista técnico, dado el mayor espesor del relleno y por ende tendrían una mejor probabilidad de encontrar el acuífero y controlarlo en el largo plazo.

Hochschild

El pozo actual es un pozo de uso industrial habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro. También se experimentan inconvenientes de acceso.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Existen varias alternativas ubicaciones.

Plazoleta Esquina Copayapu y Ruta 5 Norte (N6971765, E368000)

Plazoleta Esquina Copayapu y Balcárcel (N6972389, E367267)

Edificio MOP (N6972835, E367484)

De estas tres ubicaciones se prefiere Plazoleta Esquina Copayapu y Ruta 5 Norte porque se encuentre en una zona de basamento profundo y por ende tendría una mejor probabilidad de encontrar el acuífero y controlarlo en el largo plazo.

El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 60 m, considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 100-150 m.

A.5 Sector 5

Escuela Italiana

El pozo actual está seco, el último registro fue de 60 m en 2008, indicando que el nivel freático está más profundo.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Se recomienda ubicar el pozo en la franja fiscal de la carretera, coordenadas tipo (N6974167, E365912).

Otra posible alternativa sería en el terreno de ECONSSA enfrente la Escuela Italiana, coordenadas (N6974056, E366007).

El nuevo pozo debe tener una profundidad de 80-100 m. Como la topología del modelo hidrogeológico el basamento se encuentre a una profundidad de 100 m, se debe revisar la estratigrafía de sector.

Valle Dorado

El pozo actual está seco, el último registro fue menor de 60 m en 2009. Mediciones de pozos cercanos indicaron un nivel de aproximadamente 70m en 2012.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 80-100 m.

Se debe evaluar la factibilidad de profundizar el pozo actual.

Nuevo Pozo Cruce Mina Galleguillos

Esta zona actualmente no cuenta con puntos de control, y es dentro del sector 5 que está muy deficiente con 6 pozos de observación de los cuales solo uno está en funcionamiento.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Se recomienda ubicar el pozo en la franja fiscal de la carretera, coordenadas tipo (N6977754, E361140).

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 60-100 m.

Villa Candelaria (Daniel Álvarez)

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. El nuevo pozo se ubicará en el terreno del aeródromo Chamonate, coordenadas (N6979615, E360048).



El pozo existente tiene una profundidad de la napa de hasta 35 m considerando esto y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 60-100 m.

Gino Acróstica

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro. Además el pozo no está inscrito y posiblemente sujeto a extracciones ilegales, y siguen asesoría legal no deben incluirse en la red mientras esta situación sigue.

Se propone descartar el pozo de la red de niveles, el sector será controlado por el pozo de reemplazo del pozo Hacienda Toledo.

Hacienda Toledo

El pozo actual está seco, el último registro fue menor de 20 m. El pozo de la red más cercano es Gino Acróstica que registró un nivel de 38 m en 2012.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Se recomienda ubicar el pozo en la franja fiscal de la carretera, coordenadas tipo (N6979129, E357796).

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 60-100 m.

Se debe evaluar la factibilidad de profundizar el pozo actual, no obstante dado a su ubicación dentro de un galpón este es poco probable.

A.6 Sector 6

Hacienda San Francisco

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Se recomienda ubicar el pozo en la franja fiscal de la carretera, coordenadas tipo (N6980052, E355061).

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 80-100 m.

Piedra Colgada (13)

El pozo actual tiene una profundidad de entre 6 y 8 metros y está seco.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados.

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 40-100 m.

Se debe evaluar la factibilidad de profundizar el pozo actual, no obstante la corta profundidad del pozo actual podría resultar que las complicaciones a profundizar superan la reducción en perforación.

Noria Santelices

La noria tiene una profundidad de aproximadamente 10 metros y está seca.

Se propone reemplazar la noria con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados. En este caso una posible alternativa es la Comunidad Colla.

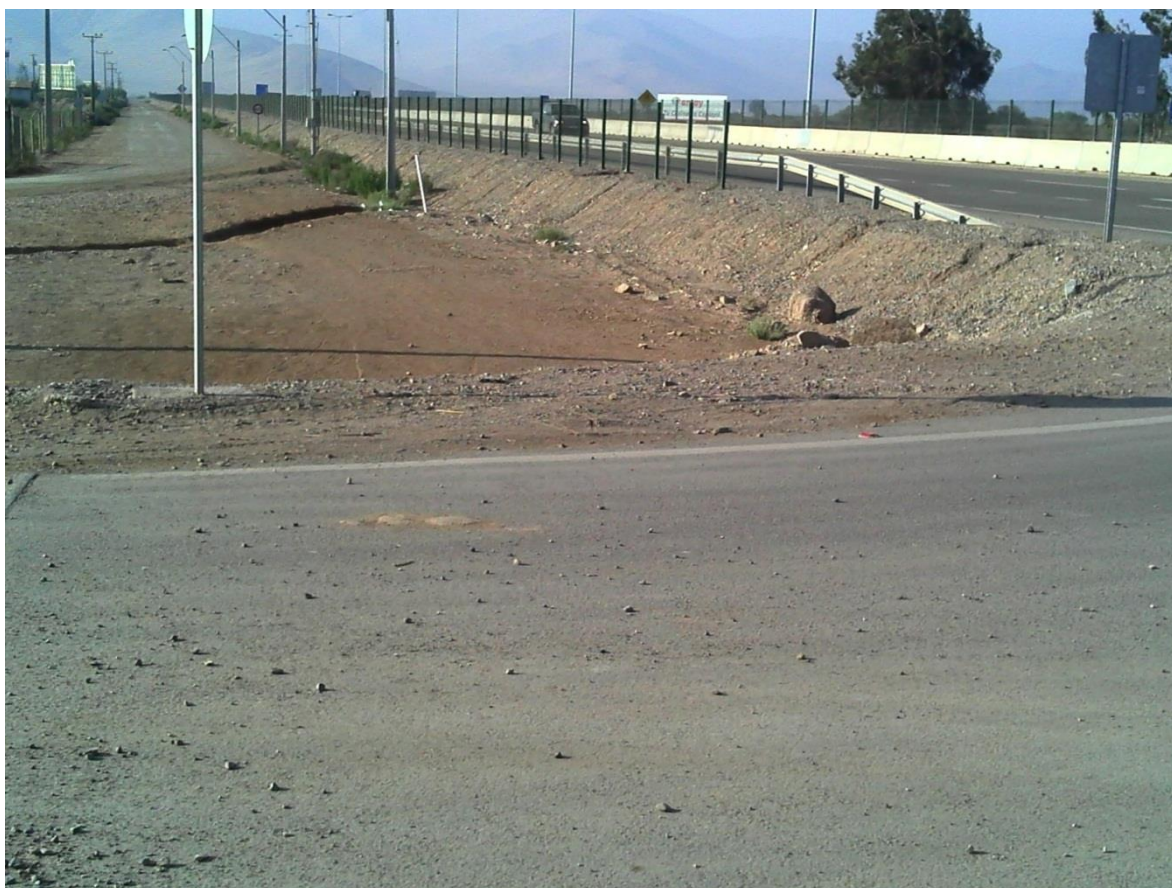
Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 40-100 m.

Canto del Viento

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro. Además el pozo no está inscrito y posiblemente sujeto a extracciones ilegales, y siguen asesoría legal no deben incluirse en la red mientras esta situación sigue.

Se propone reemplazar el con un pozo exclusivo de observación. Existen varios alternativos para ubicar el pozo.

Franja Fiscal coordenadas (N6978726, E352271)



Franja Fiscal coordenadas (N6978495, E352197)



Iglesia Piedra Colgada coordenadas (N6978157, E352005)



Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 40-100 m.

Fundo San Juan

El pozo actual se ha tapado a través de obras viales.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Se recomienda ubicar el pozo en la franja fiscal del retorno Piedra Colgada, coordenadas tipo (N6978043, E351192).

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 40-60 m.

San Pedro (Floridor)

El pozo actual es un pozo de riego habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Se recomienda ubicar el pozo en la escuela básica de San Pedro, coordenadas (N6976535, E347958)



Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 40-60 m.

San Pedro (11)

El pozo actual está seco. Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados.

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 40-100 m.

Se debe evaluar la factibilidad de profundizar el pozo actual, no obstante la corta profundidad del pozo actual podría resultar que las complicaciones a profundizar superan la reducción en perforación.

Hacienda Margarita

La noria actual se ha embancado y se ha convertido en micro basurero.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 30-40 m.

Hacienda Margarita (Matamoros)

El pozo tiene una profundidad de 8 m y actualmente está seco.

Se propone reemplazar el pozo con un pozo exclusivo de observación. Debido a la inexistencia de terrenos fiscales adecuados en el sector será necesario convenir un acuerdo con los dueños de terrenos privados.

La ubicación final debe tener acceso adecuado, y el convenio debe asegurar este acceso en el futuro. El pozo nuevo se debe ubicar cerca a la posición actual, pero también fuera del radio de influencia de los pozos de extracción.

Considerando el nivel de la napa y la tendencia de descenso el nuevo pozo debe tener una profundidad de 30-40 m.

Se debe evaluar la factibilidad de profundizar el pozo actual, no obstante la corta profundidad del pozo actual podría resultar que las complicaciones a profundizar superan la reducción en perforación.

Kiosco Santa Valentina

El pozo actual es un pozo de extracción habilitado con una bomba, por lo tanto no se mide el nivel estático del acuífero y se genera problemas al momento de introducir y retirar el pozómetro. También se experimentan inconvenientes de acceso.

Se propone descartar el pozo de la red de niveles, el sector será controlado por los pozos de reemplazo Hacienda Margarita y Hacienda Margarita (Matamoros).

Valle Fértil

El pozo de observación está en pleno funcionamiento y no requiere ninguna acción correctiva.

San Camilo (8)

El pozo de observación está en pleno funcionamiento y no requiere ninguna acción correctiva.

San Camilo (6)

El pozo de observación está en pleno funcionamiento y no requiere ninguna acción correctiva.

Punta Picazo (5)

El pozo de observación está en pleno funcionamiento y no requiere ninguna acción correctiva.

Monte Amargo (2)

El pozo de observación está en pleno funcionamiento y no requiere ninguna acción correctiva.

Hacienda María Isabel (4)

El pozo de observación está en pleno funcionamiento y no requiere ninguna acción correctiva.

Hacienda María Isabel (3)

El pozo de observación está en pleno funcionamiento y no requiere ninguna acción correctiva.

Hacienda María Isabel (1)

El pozo de observación está en pleno funcionamiento y no requiere ninguna acción correctiva.