

**“INFORME DE ASISTENCIA TÉCNICA  
HIDROGEOLÓGICA”**

RECEPTOR: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS  
SIERRAS

AUTOR: GEÓL. MURPHY KEVIN

MARZO 2025



ÍNDICE

[ I ] INTRODUCCIÓN.....p.3	V_5 PLANTA DE RE-BOMBEO
[ II ] ÁREA DE ESTUDIO.....p.3	V_6 CISTERNA LA LOMA
[ III ] GEOLOGÍA.....p.5	V_7 CISTERNA BAJO TANQUE
III.1 Geología regional..p.5	V_8 TANQUE DE AGUA DE
III_2 Geología local.....p.9	RED
III_2.1 Area urbana	V_9 POZO LOS SAUCES
III_2.2 Camping Quilpo	V_10 TANQUE LOS SAUCES
III_2.3 Los Sauces	[ VI ] HIDROGEOLOGÍA.....p.20
[ IV ] GEOMORFOLOGÍA.....p.11	VI_1 Hidrogeología regional.p22
IV_1 Geomorfología regional.p11	VI_2 Hidrogeología local....p23
IV_2 Geomorfología local.p13	VI_2.1 Área urbana
IV_2.1 Área urbana	VI_2.2 Camping Quilpo
IV_2.2 Camping Quilpo	VI_2.3 Los Sauces
IV_2.3 Los Sauces	[ VII ] CONSIDERACIONES
[ V ] RELEVAMIENTO DE	HIDROGEOLOGICAS Y
INFRAESTRUCTURAS.....p. 16	SUGERENCIAS TÉCNICAS.....p.30
V_1 PERFORACIÓN 1	[ VIII ] BIBLIOGRAFÍA.....p.37
V_2 PERFORACIÓN 2	[ IX ] ANEXOS.....p.38
V_3 PERFORACIÓN 3	
V_4 PERFORACIÓN 4	



INFORME DE  
**ASISTENCIA TÉCNICA**  
HIDROGEOLÓGICA

## I \_ INTRODUCCIÓN.

A los 3 días del mes de marzo de 2025, se entrega el presente documento, solicitado por el municipio el 19 de febrero de 2025, y en virtud de corresponder a la ASISTENCIA TÉCNICA se extiende la presente evacuación por escrito de la consulta realizada por el comitente.

La municipalidad de San Marcos Sierras, dpto. de Cruz del Eje, consulta por una asistencia técnica sobre las líneas de acción que prevé realizar. El objeto de este informe es aportar consideraciones técnico-hidrogeológicas útiles a la hora de toma de decisiones de gestión hídrica.

El municipio manifiesta que la línea de acción será realizar tres perforaciones para sumar caudal a la red de agua local, y poner en funcionamiento un nuevo sitio de acopio de 1000m<sup>3</sup> adicional a los dos ya existentes (Cisternas: Bajo\_Tanque y La Loma), que se ubicará en el camping municipal de San Marcos. Agrega que las áreas a perforar ya están pre-seleccionadas: valle del río San Marcos (área urbana y Los Sauces), cuenca baja del río Quilpo (camping Quilpo); priorizando en la ubicación de las obras la alta probabilidad de caudal útil de agua, cercanía a la cañería de distribución y dominio de propiedad de la provincia.

El comitente consulta por sugerencias técnico-hidrogeológica a considerar, y recomendaciones para la selección de posibles sitios a estudiar con métodos geo-eléctricos, ya que existe la posibilidad de realizar SEV (sondeo eléctrico vertical) en el área de estudio.

## II \_ AREA DE ESTUDIO

El municipio de San Marcos Sierras tiene aproximadamente 7000 habitantes de los cuales menos de la mitad reciben agua de red, el resto de los habitantes se abastecen por camiones cisternas, perforaciones y pozos cavados. El área de estudio comprende los tres sitios en donde se pretende realizar obras de captación de agua subterránea (Área urbana, Quilpo y Los Sauces) ubicados como “sitios 1, 2 y 3 a estudiar” en las imágenes 1, 2 y 3. Los sitios 1 y 3 en el Valle de San Marcos, y el sitio 2 en el área Quilpo.

San Marcos Sierras es un sitio turístico a nivel nacional, en donde el flujo de visitantes puede alcanzar o superar la cantidad de habitantes durante los meses de enero y febrero principalmente. Esta situación agrava la escasez de agua en red junto al crecimiento poblacional significativo de los últimos 5 años (pos-pandemia), la falta de tratamiento de aguas grises y negras, la vulnerabilidad del acuífero freático y el



incremento no regulado de pozos y perforaciones privadas. A esto se suma un desconocimiento de la cantidad de agua utilizada por vivienda, lo que no permite corroborar si existen usuarios que utilicen caudales excesivamente altos. Todas estas características ponen en riesgo el recurso hídrico subterráneo de la zona.

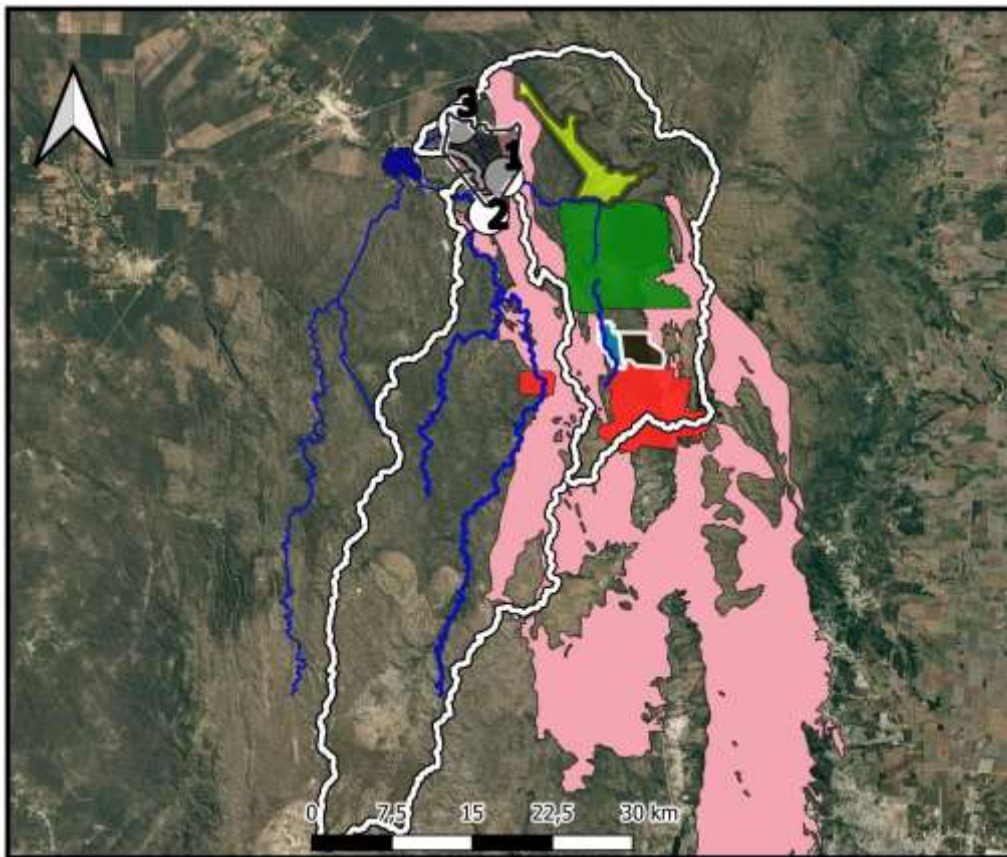
Es necesario implementar herramientas de gestión hídrica si se busca realizar un uso sustentable de este bien subterráneo. En este sentido los planes de monitoreo (calidad y cantidad) de aguas subterráneas son una herramienta muy útil. En el ejido urbano de San Marcos Sierras, existe un monitoreo vecinal participativo, de donde se extrajo información para el presente informe.

Los sitios de estudio *Área Urbana* y *Los Sauces* se ubican en la cuenca del río Dolores-San Marcos, el cual tiene su cabecera en La Cumbre y descarga en el embalse Cruz del Eje. Esta cuenca de aproximadamente 570km<sup>2</sup>, reúne 6 radios urbanos que representan casi el 50% de su extensión. Nombrados de cuenca alta hacia la baja los municipios son: La Cumbre, Los Cocos, San Esteban, Capilla del Monte, Charbonier y San Marcos Sierras. Ambos sitios se ubican en el valle de San Marcos Sierras y presentan un basamento cubierto por sedimento inconsolidado de espesor variable (2 a 30mts).

La cuenca contigua a la de San Marcos hacia el occidente, es la cuenca del río Quilpo, de 800km<sup>2</sup>. Esta contiene al sitio de estudio *Camping Quilpo* en el tramo distal. Es una cuenca con escaso desarrollo urbano (<5%), lo que le confiere calidad de agua buena a muy buena.

Ambas cuencas se enmarcan en las sierras de Córdoba, y tienen un basamento ígneo metamórfico de gran extensión (complejo metamórfico La Falda). Este basamento suele portar estructuras que le confieren características de acuífero fisurado. El relleno sedimentario de los valles inter-montanos de este complejo, también actúa como acuífero poroso, siendo la relación entre estos dos estrecha y compleja.





La extensión de la formación Complejo Metamórfico la Falda o su equivalente Gneis Cruz del Eje (rosa), es superior a la extensión de las cuencas hidrológicas en donde se sitúa el área de estudio.

La sumatoria de las extensiones de los radios urbanos en la Cuenca Dolores-San Marcos, ocupan casi el 50% de esta.



Imagen 1. Cuencas Dolores-San Marcos y Quilpo. Ubicación de las áreas de estudio (sitios #1, #2 y #3). Se representa con rosa (gneis Cruz del Eje) los afloramientos del basamento metamórfico, que representa una gran extensión del territorio serrano.

### III \_ GEOLOGÍA

Con el objeto de ubicar geológicamente el área de estudio, se describen brevemente las características regionales y locales.

#### III\_1 Geología Regional.

El área de estudio se encuentra ubicada en las Sierras de Córdoba, las cuales pertenecen a la provincia geológica de Sierras Pampeanas.

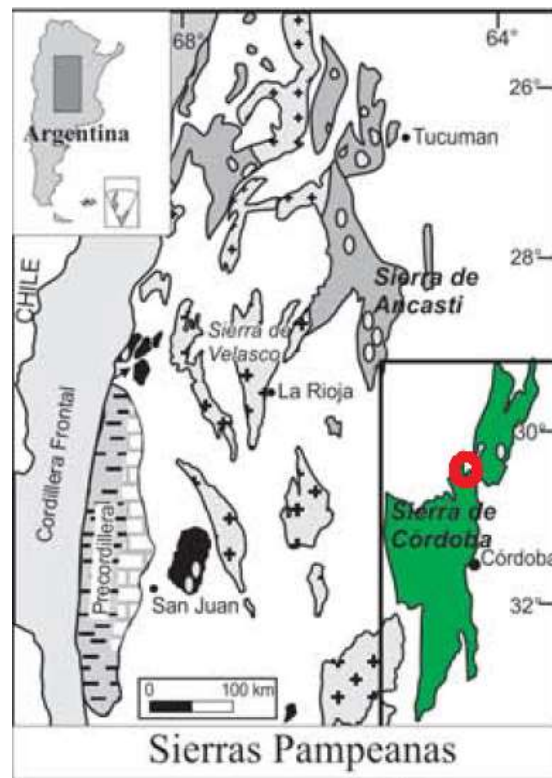


Imagen 2. Provincia geomorfológica de Sierras Pampeanas. En verde la porción más oriental: Sierras de Córdoba. El círculo rojo indica el área de estudio.

Estas son descritas como bloques fallados limitados por fracturas de alto ángulo, compuestas por basamento metamórfico o granítico. Regionalmente, dichos bloques serranos, limitan depresiones longitudinales rellenas con sedimentitas o sedimentos continentales de edad paleozoica superior a cenozoica, producto de diferentes ciclos de agradación fluviales y eólicos. Si bien el origen de las Sierras Pampeanas se vincula a procesos geológicos desarrollados en el neoproterozoico y paleozoico superior, su configuración actual es atribuida a fases orogénicas que tuvieron lugar a partir del Mioceno Inferior (60 Ma) y hasta la actualidad.

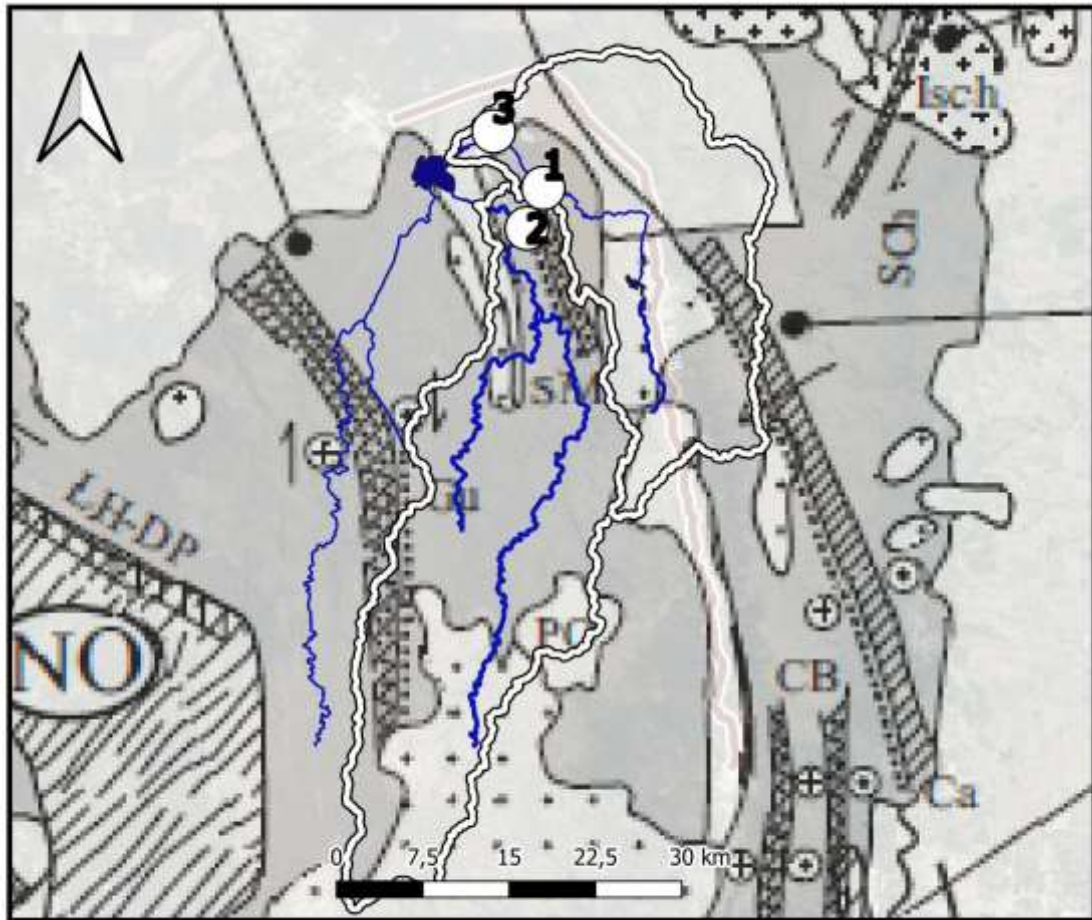


Imagen 3. Mapa geológico tomado de Martino, 2003, que ubica el área de estudio en un contexto geológico. Notar que las metamorfitas precámbricas a paleozoicas son equivalentes al complejo metamórfico La Falda y a gneis Cruz del Eje. Sitio 1: área urbana; sitio 2: camping Quilpo y sitio 3: Los Sauces.

Los sitios 1 y 3 se encuentran ubicados en los rellenos sedimentarios de los valles con basamento metamórfico La Falda cubierto por sedimento cenozoico. El sitio 2 se ubica sobre afloramientos del basamento La Falda.

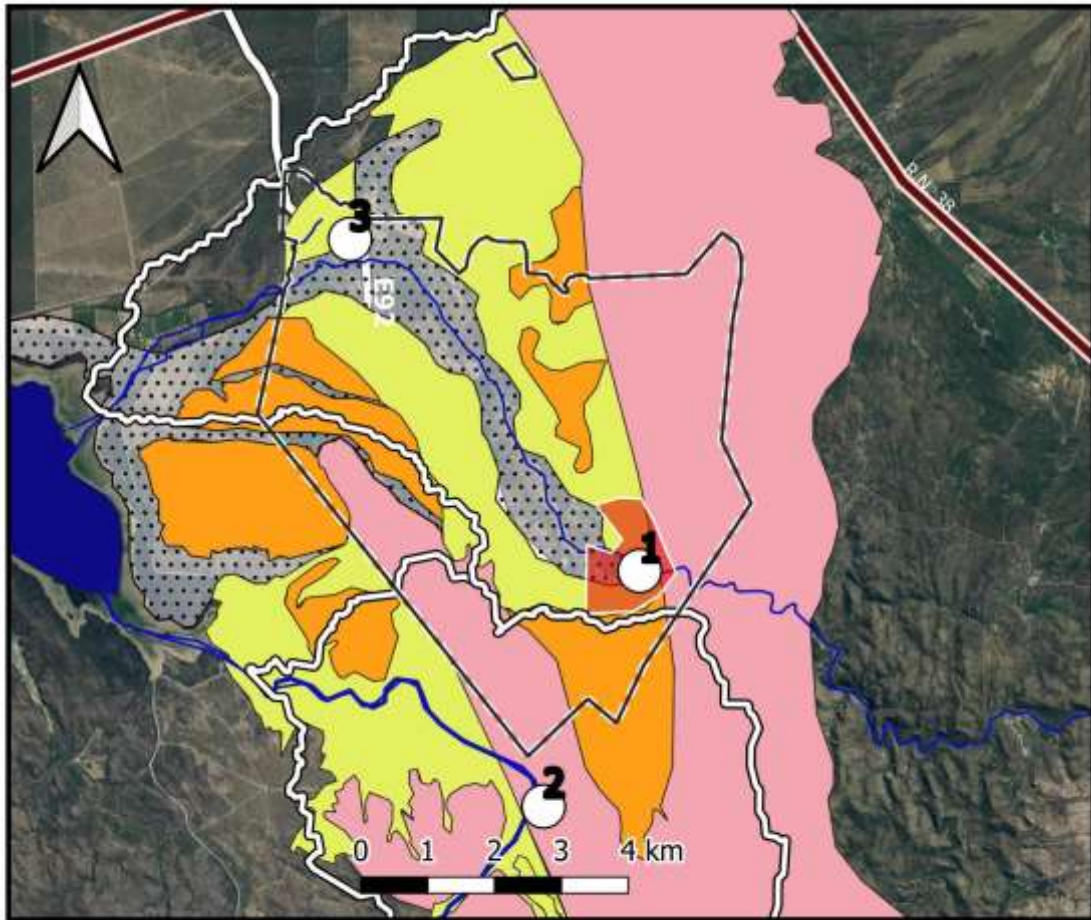


Imagen 4. Ubicación de los sitios a estudiar. Dos de ellos sobre rellenos sedimentarios en valles intermontanos, y otro (camping Quilpo) sobre el complejo metamórfico La Falda (gneis C. del Eje)

El norte de las sierras Grandes de Córdoba tiene un clima serrano semi-árido. El período húmedo está acotado a los meses de octubre a marzo. La precipitación media anual es aproximadamente 560mm/a. Las lluvias pueden ser de hasta 30mm en un día en épocas lluviosas, esto significa lluvias intensas en poca duración. Estas lluvias intensas saturan el suelo rápidamente y generan grandes escurrimientos asociados a lavado de suelo y crecidas repentinas con eventuales daños de infraestructura. Según

el Comité de cuencas de Cruz del Eje que funcionó entre los años 2013 y 2017, se identificaron 3 problemáticas similares en los 6 municipios de la cuenca Dolores-San Marcos a saber: Sequías, crecientes y crecimiento poblacional desordenado. Los incendios del 2024 agravaron esta situación, ya que la falta de vegetación en el suelo no genera la retención suficiente de las escorrentías para que exista infiltración y consecuente recarga del acuífero freático, y han ocasionado crecidas extraordinarias y hasta inundación de las calles las localidades de la cuenca Dolores-San Marcos en enero 2025.

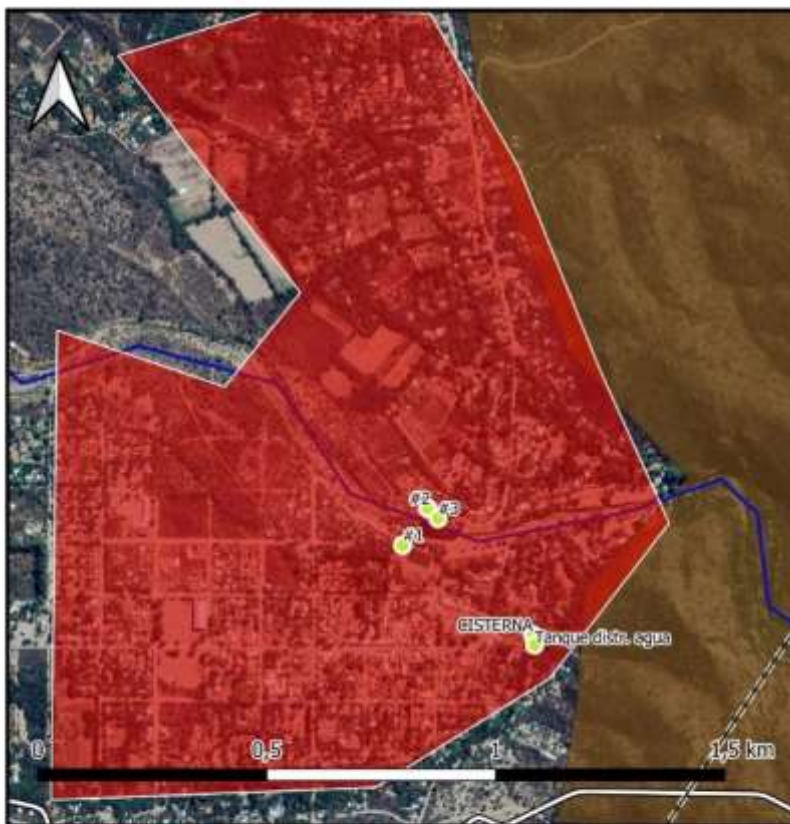
### III\_2 Geología Local

Para describir la geología local, se dividió en sub-títulos por cada sitio de estudio, ya que la geología varía considerablemente en cada zona.

#### III\_2.1 Área urbana (casco urbano)

El casco urbano de San Marcos corresponde a un territorio de aproximadamente 150ha. En este sector se concentra el mayor flujo de circulación antrópica tanto de ciudadanos como de turistas. Se encuentra atravesado por el río San Marcos Sierras, el cual, luego de circular de oeste a este, perpendicularmente a la orientación general de las sierras de Cuniputo, descarga en el valle fluvial característico del paisaje de la

localidad de San Marcos Sierras (paisaje desde pasarela hacia la sierra).



REFERENCIAS		
○	Sitios a estudiar	— Cursos de agua permanente
■	Casco Urbano SMS	■ Sierra Cuniputo

Imagen 5. Sitio de estudio #1 "

Se observa en rojo el área más urbanizada del ejido municipal de San Marcos Sierras (casco). El trazo azul corresponde al río San Marcos que circula de oeste a este y atraviesa la sierras Cuniputo (marrón) para desembocar en un valle fluvial con espesor de sedimento variable. Se observan las perforaciones #1, #2 y #3, de donde se extrae agua que se acopia en la cisterna bajo el tanque de distribución de agua.

### III\_2.2 Camping Quilpo

El sitio *camping Quilpo* se encuentra a aproximadamente 4km al suroeste del tanque de distribución de agua de red. En este sitio predomina el afloramiento de basamento metamórfico e ígneo. Corresponde al complejo metamórfico La Falda o su equivalente Gneis Cruz del Eje. Muy localmente puede existir relleno sedimentario de valles fluviales que transectan las sierras metamórficas.

Se encuentra en el predio de este camping la perforación #4, que abastece a la red de agua de San Marcos Sierras. El agua circula desde la perforación hasta una cámara de re-bombeo que esta distante 1450mts, sobre el camino vial que une el camping con el casco urbano. Desde la cámara de re-bombeo se impulsa el agua hasta una cisterna “*Quilpo*” ubicada en un sitio topográfico alto en el barrio “*La Loma*”. Desde aquí y por gravedad alimenta el tanque de distribución de red.

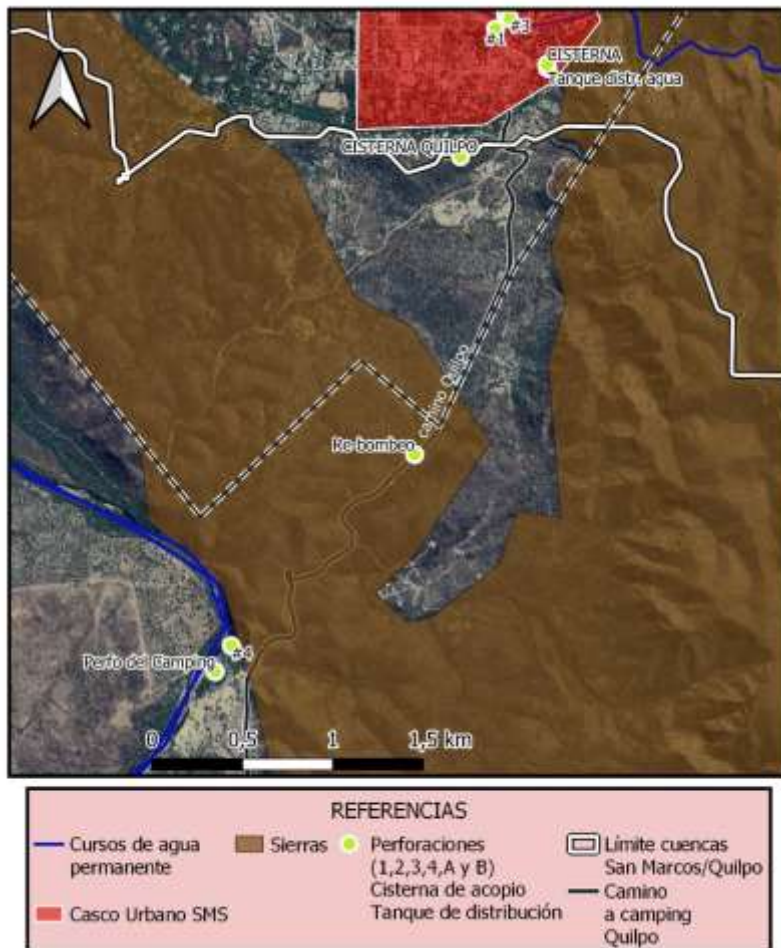


Imagen 6. Sitio de estudio 2. Se observa en color marrón el afloramiento del basamento presentes en las sierras Cuniputo y Bajas de San Marcos. La perforación #4 aporta agua a la red de distribución de San Marcos. Esta obra impulsa agua hasta la estación de re-bombeo, y de esta a la cisterna Quilpo ubicada en el barrio La Loma.

### **III\_2.3 Los Sauces**

Este sitio se encuentra a 6,6km en línea recta de las perforaciones #1, 2 y 3, aguas abajo del río San Marcos. Se ubica sobre el relleno sedimentario del valle San Marcos, entre las formaciones Toro Viejo y Charbonier. Se identificaron escasos sitios, sobre el cauce de los ríos, con afloramiento de roca ígnea pegmatítica

Este barrio tiene un sistema de red de agua independiente al del casco urbano, con acopio y distribución de agua, de muy pequeñas dimensiones en relación a la urbana. La red abastece 6hs al día a aproximadamente 500 habitantes, menos del 50% de la población allí residente. El resto de la población accede mediante camiones cisternas o pozos cavados. Es un sector recientemente adherido al ejido urbano en la última expansión del límite (2021), el cual está en continuo crecimiento poblacional, y se pretende realizar una obra de captación subterránea, junto a ampliación de acopio y red, que alcance a la población hoy asentada.

## **IV GEOMORFOLOGÍA**

La configuración del relieve en un territorio dado, es una expresión de las rocas que lo componen, los procesos geológicos que allí ocurrieron y los procesos de erosión que actuaron o siguen actuando.

Las curvas de nivel o topográficas, son una herramienta que permite representar el relieve de un territorio en un mapa. Se presentan las curvas de nivel tanto para escala regional y local, que han servido de base para el presente estudio, y han sido diseñadas a partir del procesamiento de modelos de elevación digital (satelital) disponibles en la web.

### **IV\_1 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL**

Como se mencionó anteriormente, las sierras de Córdoba se encuentran enmarcadas en la provincia geomorfológica de Sierras Pampeanas, conforman las sierras más orientales de esta clasificación.

Se puede observar que todos los sitios de estudio se encuentran en cuenca baja, tanto del río San Marcos como del río Quilpo. Se puede reconocer la divisoria de aguas de estas cuencas en el mapa topográfico regional. Esta divisoria está conformada por rocas metamórficas del Gneis Cruz del Eje.



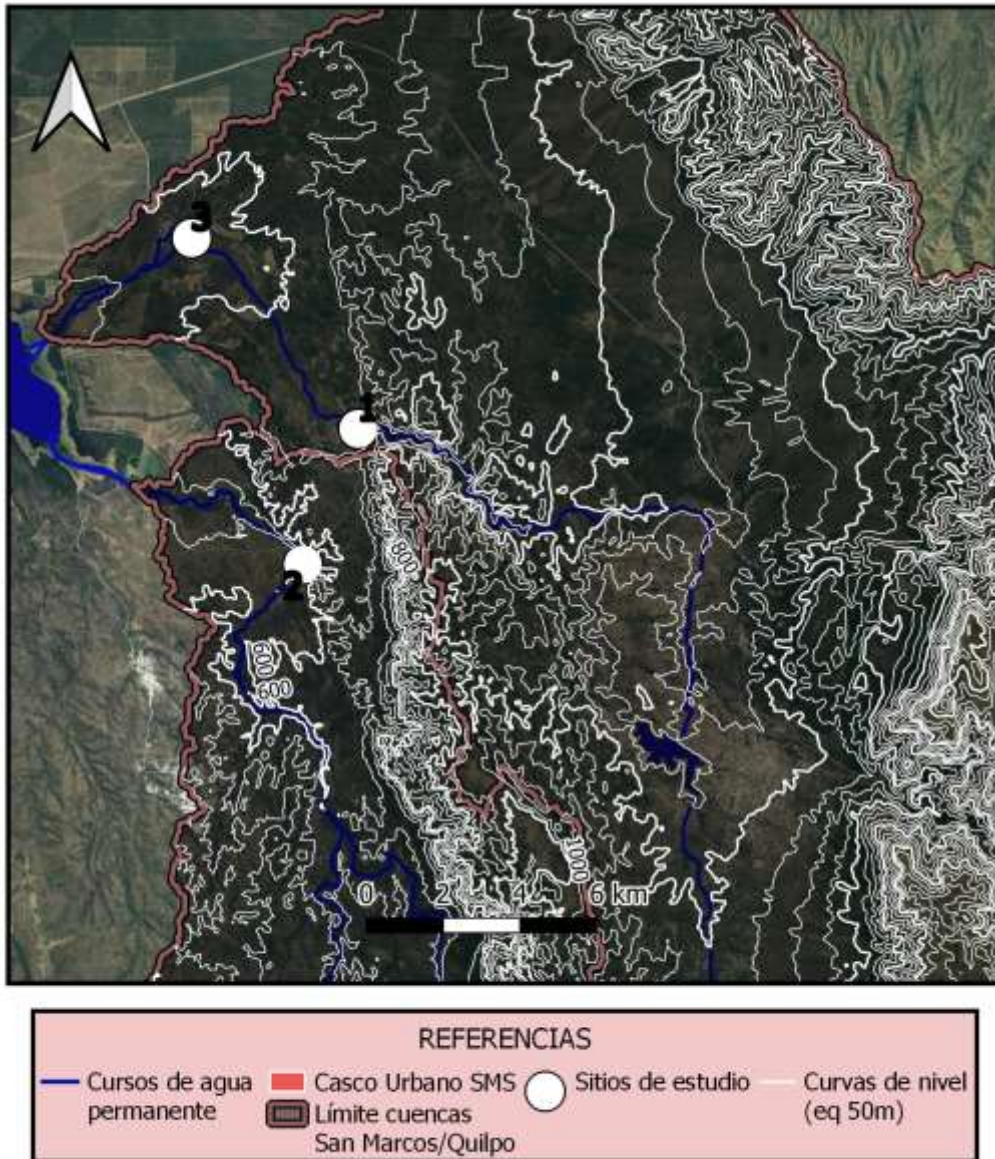


Imagen 7. Topografía regional. Curvas de nivel extraídas de modelos de elevación digital de la cuenca Dolores San-Marcos y de la cuenca Quilpo. Los sitios de estudio se encuentran en la cuenca baja tanto del río San Marcos como del Quilpo. Cotas: Sitio 1 a 640msnm; sitio 2 a 550msnm y sitio 3 a 570msnm

## IV\_2 GEOMORFOLOGÍA LOCAL

Para describir la geomorfología local, se abordarán en tres párrafos distintos dada la heterogeneidad de paisajes

### IV\_2.1. AREA URBANA

El área urbana se encuentra ubicada en el valle fluvial del río San Marcos. Este nace en el dique el Cajón (Capilla del Monte) y tiene un recorrido encajonado entre metamorfitas del basamento hasta desembocar en el casco urbano de San Marcos Sierras. Aquí comienza un recorrido sobre sedimentos cuaternarios inconsolidados. El paisaje geomorfológico esta mayormente modelado por las crecidas frecuentes en época de lluvia. Se observa en la imagen 8 las perforaciones del municipio, una en margen izquierda (#1) y dos en margen derecha (#2 y #3), además la cisterna donde se acopia el agua de estas tres perforaciones y el tanque de distribución de agua desde donde bombea la red de San Marcos Sierras



REFERENCIAS		
Río San Marcos	Limite cuencas San Marcos/Quilpo	Curvas de nivel (eq 50m)
Casco Urbano SMS		

Imagen 8: Topografía del área urbana. El río San Marcos, proveniente del dique El Cajón distante 15 km aguas arriba, desemboca en el casco urbano de San Marcos Sierras, luego de salir de su recorrido encajonado en las rocas metamórficas del complejo La Falda. Se observan las perforaciones realizadas en esta área y las obras públicas de cisterna y tanque de agua de red.

#### IV\_2.2. CAMPING QUILPO

El camping Quilpo se encuentra ubicado en la margen derecha del río homónimo. Existen dos valles inter-montanos al este (quebradas) que desembocan en el sitio de la perforación #4. Estos valles son afluentes del Quilpo y tienen una extensión areal considerable en relación a los demás afluentes de la zona.

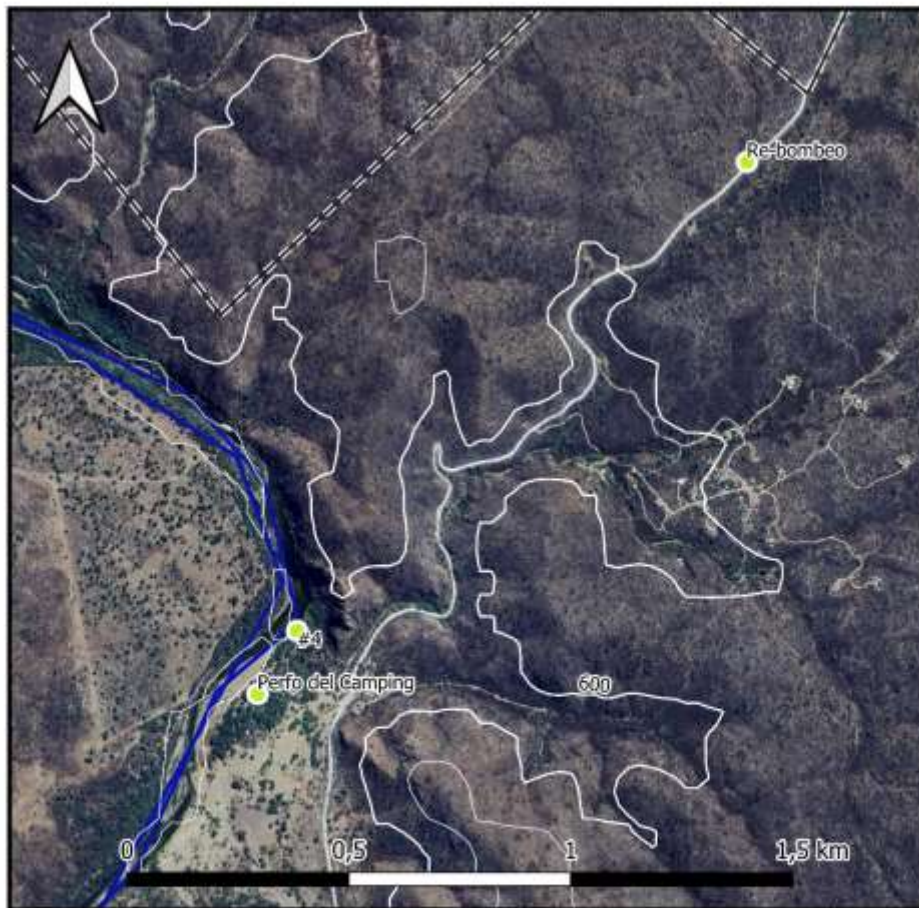


Imagen 9. Geomorfología del Camping Quilpo. El río Quilpo escurre de sur a norte, y luego gira hacia el noroeste. La perforación #4 está realizada en la primera terraza fluvial de este río. Notar la curva de nivel de 600mts que delimita 2 valles afluentes temporarios que desembocan precisamente en la ubicación de la perforación, justo antes de sumarse al cauce del Quilpo.

### IV\_2.3. Los Sauces

Este sitio se encuentra ubicado en la porción más distal del río San Marcos, a escasos kilómetros de la desembocadura en el embalse de Cruz del Eje. Las pendientes porcentuales son muy bajas ( $<0.05\%$ ), aunque aún se puede visualizar el paisaje ondulado. Además del curso de agua permanente del río, existe un arroyo afluente conocido como Arroyo El Carrizal o Los Sauces.

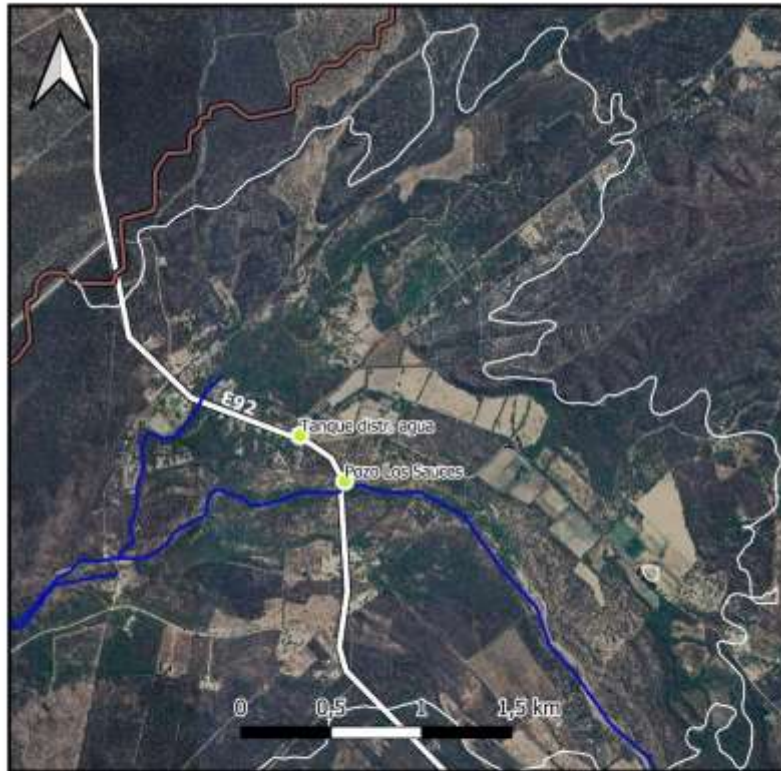


Imagen 10. Topografía del sitio de estudio barrio Los Sauces. En relación a los sitios anteriores, este tiene menor pendiente y mayor cantidad de vertientes. Es además una zona donde el cauce del río San Marcos tiene agua permanente y de importante caudal en relación a los tramos anteriores. Existe un afluente norte conocido como arroyo Carrizal o Los Sauces, el cual trae salinidades elevadas de hasta 1600mg/l, mientras que el río San Marcos tiene salinidades de hasta 600 mg/l.

## V RELEVAMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS

Se realizó una inspección ocular en presencia de personal de Obras Públicas de San Marcos Sierras, el sr. Marcelo Mateos de las 2 áreas de estudio (*Valle San Marcos y Zona Quilpo*) para reconocer la infraestructura de captación, acopio y distribución de la red de agua municipal. Las cuatro obras de perforación existentes entre el área urbana y el camping Quilpo, aportan el 100% de la disponibilidad hídrica de la red de agua de San Marcos Sierras. Según comparte verbalmente el municipio, estas obras no alcanzan a suplir la demanda hídrica pretendida. Cabe mencionar, en temporada turística (DIC/ENE/FEB), las bombas #1, #2, #3 y #4 funcionan, en la medida de lo posible, 24hs durante los 7 días de la semana. En ocasiones, algún sector del sistema (fuente/acopio/distribución) sufre desperfectos.

El sitio 3, Los Sauces, tiene una infraestructura independiente de la urbana y de menor dimensión.

Según manifiesta personal durante la recorrida se elaboran los siguientes párrafos:

### **V\_1 PERFORACIÓN #1 (30°46'53.24"S/64°38'14.60"O):**

Es la más antigua de todas las obras, se cree de finales de la década del 90. Se observa una cañería de acero de 160mm. La profundidad se cree es 18m. La bomba colocada es la original, se desconoce la profundidad en la que se ubica dentro de la obra. No se conoce el diseño de obra. Se procedió a medir nivel dinámico, lo cual fue imposible dado que la sonda no logró bajar más de 8,65 debido a algún obstáculo. Se desconoce las características de la bomba, aunque se cree puede ser de 10HP. Se dice que siempre fue la obra con menor caudal. No se observa medidor de caudal instalado. La salinidad medida en el tramo final de la cañería que descarga en la cisterna bajo el tanque, tiene una conductividad de 649 $\mu$ s/cm. Caudal aproximado de entrega 5m<sup>3</sup>/h



**V\_2 PERFORACIÓN\_#2\_(30°46'50.41"S/64°38'12.73"O)**



Es la segunda obra en realizarse, tiene más de 20 años, y se realizó debido a la demanda hídrica del pueblo en crecimiento. Se realizó distante 84mts en dirección al noreste de la perforación #1, en la margen opuesta del Río San marcos. Se observa una cañería de acero de 160mm. La profundidad alcanzada fue de 57mbbp, y los filtros se colocaron entre 15 y 18 mbbp. El caudal al momento de aforo fue de 13.000l/h. La bomba colocada es la original, marca Grundfos, de 10HP. Se desconoce la profundidad en la que se ubica dentro de la obra. No se pudo medir niveles de napa, debido a que no existe una apertura por donde introducir la sonda. No se observa medidor de caudal instalado. Se realizó medición de calidad de agua en el tramo final de la cañería que descarga en la cisterna bajo el tanque (junto a la boca de salida de la perforación

#1). La conductividad medida fue de 641 $\mu$ s/cm. Caudal aproximado de 9m<sup>3</sup>/h.

### V\_3 PERFORACIÓN\_#3\_(30°46'51.15"S/64°38'11.89"O)



Esta perforación fue realizada en el año 2018 y alcanzó 73m.b.b.p. Se registró un relleno sedimentario de 23mts, y por debajo el basamento cristalino sin aporte de caudal. Es la obra de mayor caudal de extracción en esta área (valle del Río San Marcos), 12m<sup>3</sup>/h. Se realizó 30mts aguas arriba, al sureste, de la #2, sobre la misma margen del río. Se comenta que cuando esta obra se realizó, el caudal de la obra #2 disminuyó de 13m<sup>3</sup>/h a lo que hoy extrae (ver párrafo anterior). Se observa una cañería de acero de 160mm. La bomba colocada es marca Grundfos, 10 HP. Se desconoce la profundidad donde se ubica la bomba. No se pudo medir niveles de napas, debido a que no existe una apertura por donde introducir la sonda. No se observa medidor de caudal instalado. Se realizó medición de calidad de agua en el tramo final de la

cañería que descarga en la cisterna bajo el tanque (imagen a la izquierda). La conductividad medida fue de 643 $\mu$ s/cm. Caudal aproximado de 12m<sup>3</sup>/h.

### V\_4 PERFORACIÓN\_#4(30°48'43.14"S/64°39'9.80"O)

Esta perforación es la más reciente, posterior al 2018. Se encuentra en el área del *camping Quilpo*, a 4km al suroeste del casco urbano, en la margen derecha del río con el mismo nombre. Se observa una cañería de acero de 160mm. Tiene 12m de caño de acero y luego continua, en medio fisurado (rocoso) hasta 25mts de profundidad (filmación realizada por este profesional en mayo 2024) donde se observó el nivel de agua a -9mts. La bomba es de 20HP y se encuentra ubicada debajo de los 12mts. No se pudo medir niveles de napas, debido a que no existe una apertura por donde introducir la sonda. No se observa medidor de caudal instalado. Se realizó medición de calidad de agua en el tramo final de la cañería que descarga en la cisterna bajo de la cámara de re-bombeo. La conductividad medida fue de 962 $\mu$ s/cm. Caudal aproximado de 12m<sup>3</sup>/h

### **V\_5 PLANTA\_DE\_RE\_BOMBEO(30°48'9.52"S/64°38'32.62"O)**



Existe esta obra para acompañar el bombeo de 4km que debe hacerse desde la perforación hasta la cisterna Quilpo, esta última ubicada en el barrio de altura topográfica conocido como La Loma. Desde aquí, el agua acopiada recarga por gravedad el tanque de distribución de agua de red, dado que este último se encuentra en una cota inferior.

### **V\_6 CISTERNA\_LA\_LOMA**

Este sitio de acopio tiene dos compartimientos de 100m<sup>3</sup> cada uno, que alimentan el tanque ubicado en el sector urbano, y desde este a la red de distribución de agua. Fue realizado, junto a la cámara de re-bombeo, en el 2018 junto a una toma de agua superficial en el camping Quilpo, que sería reemplazada posteriormente por el suministro de agua de la perforación #4.



### **V\_7. CISTERNA\_BAJO\_TANQUE**

Este sitio de acopio recibe los caudales aportados por la perforación #1, #2 y #3. Se encuentra bajo el tanque principal y se desconoce la capacidad volumétrica.

### **V\_8 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RED**

Este sitio de acopio en altura, se encuentra en la porción del casco urbano antiguo, y desde aquí se distribuye agua a la red de la localidad. Algunos sectores, los más cercanos al casco, tienen agua de acceso 24hs. Mientras que otros, más alejados del tanque, reciben agua por períodos de franjas horarias de 3 a 6hs, según el barrio. Personal de mantenimiento con experiencia en la temática, manifiesta que al tanque le falta altura (presión) o que habría que considerar otro sitio de acopio en altura en

un sector más alejado para no sobre-exigir esta obra. Las cañerías de impulsión de la red y el tablero se han beneficiado en una refacción del estado en el año 2018.

### **V\_9 POZO LOS SAUCES**

La fuente en Los Sauces es un pozo cavado a mano de 2 a 2,5 mts, y ubicado a escasos metros del río. No fue posible medir el caudal. Personal manifiesta que se tarda 4hs en llenar 5m<sup>3</sup> del tanque de los sauces. Se estima un caudal de 1,25m<sup>3</sup>/h. La calidad del agua arroja exceso en flúor y presencia de bacterias, en cuanto al resto de los elementos es agua de buena calidad. Esta obra se ve fuertemente afectada por las crecidas, dado que no presenta brocal ni una tapa totalmente impermeable, por lo cual ingresa agua con sedimento durante las crecientes. Como gestión de recarga de acuífero, suele realizarse un embalse de agua en este tramo del río para acelerar los procesos hidrogeológicos de infiltración. Si bien se notan algunos incrementos en la eficiencia, este endicamiento artificial agravó la calidad del agua ya que retuvo las cenizas transportadas por el río durante la creciente, y fueron depositadas en el fondo de embalse de recarga. Con el tiempo la obra se vio afectada por el volumen de ceniza ingresado al pozo, y consecuentemente bombeado al tanque de distribución y a la red de distribución.

### **V\_10 TANQUE LOS SAUCES**

El acopio en los sauces se realiza en un tanque en altura de 5000/6000lts ubicado en la Escuela Los Sauces. Este tanque distribuye agua por gravedad, y recibe agua del pozo Los Sauces anteriormente mencionado, que se encuentra ubicado a 400mts de distancia.

## **VI HIDROGEOLOGÍA**

Muchas organizaciones mundiales han concluido que existe una crisis de agua dulce a nivel mundial. Un factor clave en la evolución de esta crisis, es la poca conciencia y comprensión de las aguas subterráneas más allá de la comunidad científica (ej. hidrogeólogos), y la escasez de experiencia humana y capacidades organizativas para analizar y resolver los problemas de agua subterránea. En el Congreso Latinoamericano de Hidrogeología realizado en La Pampa, Argentina, 2024; fue denominador común en los resultados de varios trabajos presentados, la importancia de transmitir los conocimientos de la hidrogeología a la sociedad en general, como única solución a esta crisis mundial. Esto devendría en un manejo integrado del recurso a partir de la suma de decisiones individuales orientadas sobre el manejo sustentable del recurso hídrico subterráneo, que utiliza tanto el sector público como el privado. El agua subterránea es el único recurso que puede pasar de categoría renovable a no renovable según la gestión que se realice sobre esta.



Cuando se trata de aguas subterráneas pueden abordarse dos ejes principales: hidrodinámica (reservas y circulación y balance de agua) e hidroquímica (evolución de elementos presentes en el acuífero, calidad del agua).

En cuanto a la hidrodinámica existen numerosas herramientas y ensayos que aportan a la gestión sostenible del recurso hídrico, esto es, extraer un volumen menor al que ingresa al sistema acuífero. En materia de gestión se busca NO realizar una sobre-explotación en el reservorio subterráneo, ya que puede producir una pérdida de las reservas geológicas. La sobre explotación genera conos de depresión como se observa en las siguientes imágenes.

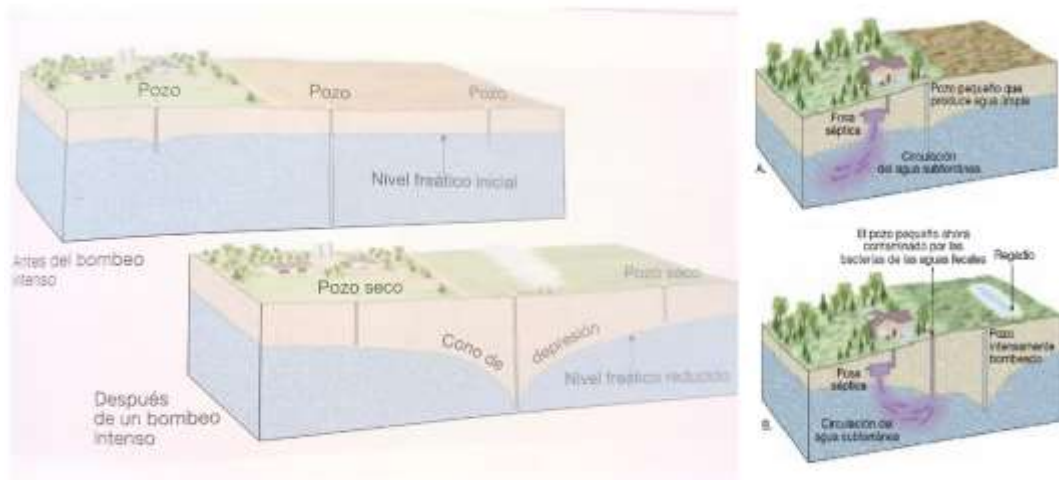


Imagen 11. Conos de depresión producto de **sobre-explotación** de acuíferos. En la izquierda se observa el momento antes del bombeo intenso, a 2 pozos freáticos (podrían ser cavados), que luego, durante un bombeo intenso y mediante la formación de un cono de depresión, estos quedan fuera de la zona acuífera, con lo cual hay que re-escavar para volver a alcanzar la profundidad del agua (nivel freático). A la derecha como una sobre explotación puede invertir la circulación natural del agua, atrayendo incluso focos de contaminación hacia la obra captadora

En cuanto a la hidroquímica existen diferentes parámetros mundiales de salud que establecen valores límites máximos permitidos de los distintos elementos disueltos presentes en el agua (CAA, OMS, etc). En argentina los elementos químicos que acusan valores por encima de los permitidos y que suelen representar en general problemáticas en la calidad del agua son el nitrato, fluoruro y arsénico. De estos elementos, sólo los últimos dos son de origen natural, mientras que el nitrato suele provenir de la oxidación de amoníaco a nitrito y de este a nitrato. La más de las veces este elemento se encuentra asociado a pozos negros que contaminan la napa, o cañerías de cloacas viejas con filtraciones al acuífero.

## ***VI\_1 Hidrogeología regional***

El Sistema hidrogeológico de Córdoba se puede dividir en dos, sistema de sierras y de llanuras, perteneciendo los sitios en estudio al primero de ellos.

Las Sierras Pampeanas están integradas fundamentalmente por un basamento plutónico-metamórfico. Estas rocas ígneo-metamórficas están drenadas por importantes ríos y numerosos arroyos menores que, en general, desarrollan una red de drenaje de alta densidad, condicionada fuertemente por la presencia de fracturas y diaclasas. Estas últimas, características del basamento serrano, le otorga característica de acuíferos con permeabilidad o conductividad hidráulica (K) secundaria que varía según el grado de fracturamiento, aunque en general, es baja. Esta situación da origen a un sistema de acuífero libre, de pobre capacidad para conducir el fluido, pero de importancia en la dinámica hidrológica regional y local, y en sus características químicas. Las perforaciones en estos medios son escasas, aunque han ido aumentando exponencialmente en los últimos años. Poseen profundidades variables con promedio de 50m y los caudales erogados son pequeños, en general menores a 5m<sup>3</sup>/h, los que dependen fundamentalmente del grado de diaclasamiento y fracturación del macizo rocoso.

El agua circulante en la roca aporta al medio clástico alojado en valles, como sucede en el sitio 1 y 3, y da lugar a manantiales, permanentes o temporarios, de escaso caudal y dependiendo la época hidrológica. El medio clástico intermontano está constituido por sedimentos de edad fundamentalmente cuaternaria como relleno de valles, y se alimenta de la infiltración de precipitaciones locales y del aporte de agua de las rocas circundantes.



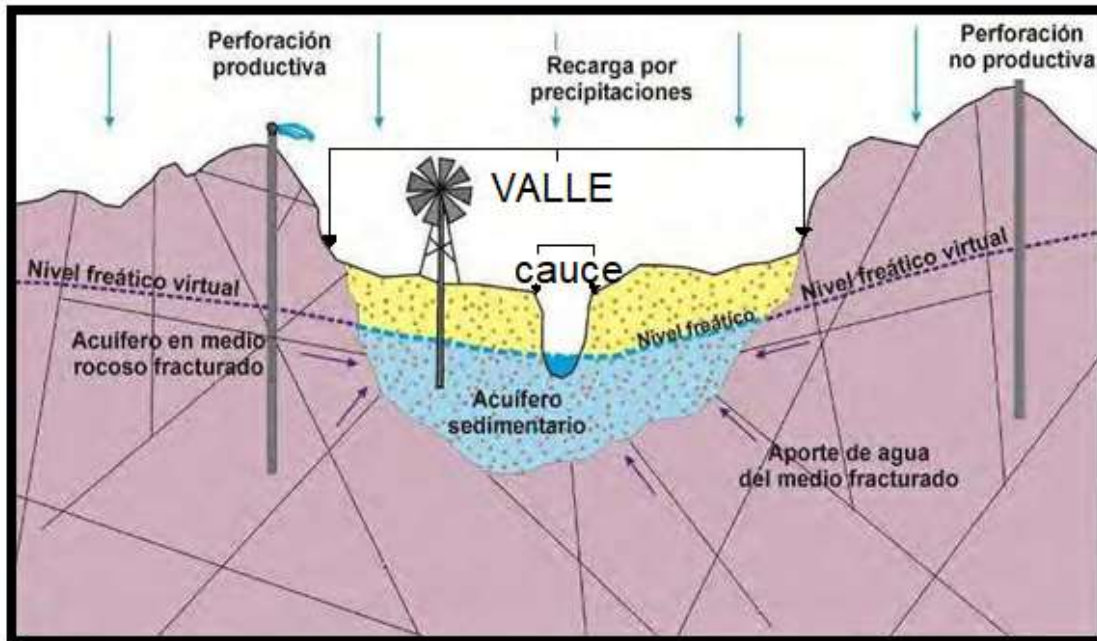


Imagen 12. Modelo hidrogeológico de las sierras de Córdoba. Se observan tanto acuíferos en medio fisurado (basamento) y en medio clástico de rellenos sedimentarios inter-montanos.

## **VI\_2 Hidrogeología local**

Se sintetiza a continuación la información disponible de la hidrogeología local de los 3 sitios de estudio.

### **VI\_2.1 ÁREA URBANA**

La imagen 12 puede ser un modelo aplicable a la región del valle de San Marcos. Notar la diferencia entre cauce y valle de un río. El cauce es por donde circula el agua actualmente, mientras que el valle está delimitado por las terrazas fluviales, que suelen expresarse como cambios abruptos de pendiente a ambos lados del río. El río San Marcos, en su trayecto por el área urbana, tiene características de río inter-montano con relleno de material sedimentario sobre un basamento ígneo metamórfico. Su valle se hace cada vez más ancho a medida que se aleja de las sierras. La napa freática se encuentra en la porción superior de la columna sedimentaria, correspondiente a un relleno arenoso gravoso de ambiente fluvial. En las laderas del valle, donde aflora basamento fracturado, existe la posibilidad de alumbrar agua contenida en las estructuras geológicas de la roca (diaclasas, fallas, fajas de deformación, metamorfismo, etc.)

El número de perforaciones y pozos en el área urbana es alarmante, e incrementa año a año, sin mayores antecedentes que los recolectados en el Plan de Monitoreo de Aguas Subterráneas (PMAS). A continuación, se observa un mapa del ejido urbano, con pozos y perforaciones de vecinos participantes en el monitoreo de aguas subterráneas.

La perforación F en el Barrio El Rincón, dirigida por el profesional que redacta, cesó a los 50mts por falta de presupuesto por parte del cliente. Se atravesó 50mts de arcilla, aunque se sabe por antecedentes en la perforación G que por debajo de esa arcilla se encuentra un acuífero productivo, con características de aguas duras. Este es un acuífero confinado y el nivel piezométrico asciende hasta 14mbbp.



Imagen 13. Ubicación de los pozos y perforaciones del relevamiento del PMAS. Según se observa en ubicación de pozos y perforaciones, el valle de San Marcos tiene un reservorio de agua subterránea. Las perforaciones al oeste están realizadas directamente sobre basamento, mientras que las perforaciones del norte son en un acuífero confinado de más de 50mts de espesor de arcillas hasta alcanzar el nivel de agua.



En la imagen 13 se observan dos perforaciones particulares (A y B) dirigidas y registradas en APRHI por el profesional que redacta. Distan 1,5km hacia el noroeste de las actuales perforaciones de agua de red números 1, 2 y 3. Todas sobre el valle fluvial del río San Marcos Sierras. En estas obras se alumbró la litología de subsuelo que continuación se detalla en forma descendente:

- 0 a 12,5mts arenas y gravas de buena permeabilidad que contiene la napa freática a los 6mts aprox.
- 12,5 a 15mts arcillas acuicludas, rojizas, impermeables.
- 25 a 80mts (sólo en perfo\_A) basamento ígneo metamórfico sin registro de aporte de caudal. En la perforación B no se alumbró basamento.

El PMAS busca recolectar información bimestralmente de niveles estáticos e indicadores de calidad de agua: conductividad, salinidad y SDT. Funciona desde el 2023 y ha ido incrementando paulatinamente el número de pozos/perforaciones monitoreadas.

Las obras donde se monitoreó la napa son principalmente pozos particulares cavados (y algunas perforaciones), que aprovechan la napa freática como única fuente de abastecimiento de agua. En estas familias suele no existir tendido de agua de red local. La tendencia histórica desde el 2022 hasta 2025 indica una caída de 1,5mts del nivel estático, lo cual es un valor bajo considerando la sequía regional. Las zonas con pozos de mayor resiliencia frente a la sequía superficial, no se encontraron en el cauce del actual río, sino en sitios alejados a decenas o centenas de metros (ej perfo A o B). Esto demuestra que el flujo de agua subterráneo no siempre coincide con el de agua superficial, y de aquí que el caudal más apropiado no siempre se encuentra perforando en las márgenes de los cursos de agua.



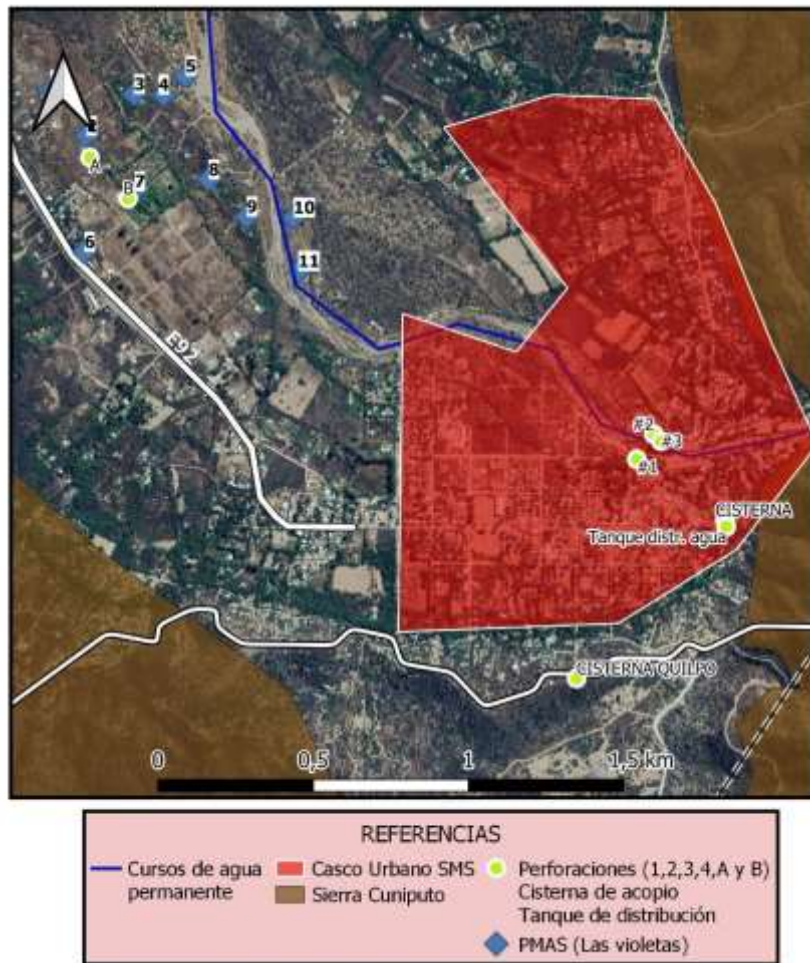


Imagen 14.

Se observa a continuación un bloque diagrama del barrio Las Violetas. El límite entre la zona saturada en agua (celeste) y no saturada en agua (blanco) se conoce como nivel freático (NF). Este modelo podría aplicarse a la zona urbana que se pretende perforar.

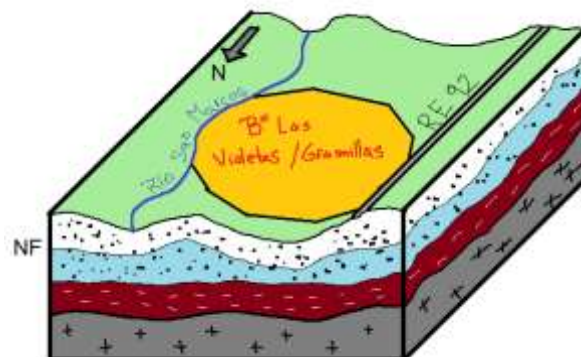


Imagen 15. Block esquemático del barrio Las Violetas y el subsuelo. De abajo hacia arriba. Basamento ígneo metamórfico (gris con cruces), arcilla impermeable 12,5mts (bordo con líneas entrecortadas), arena y grava permeable de 7.5mts con agua correspondiente al acuífero freático; y arena y grava sin agua interporal que

corresponde a la zona no saturada 5mts. Datos obtenidos del muestreo de dos perforaciones. Notar que el acuífero se extiende más allá del cauce del río.

## **VI\_2.2 CAMPING QUILPO**

En esta área cuenta con escasa información hidrogeológica, dado que no es una zona urbanizada, aunque eventualmente puede con el tiempo llegar a serlo.

Se reconocen 3 obras en esta zona que corresponden a: 1 pozo cavado a mano a 7mts, seco; y dos perforaciones: una aportante a la red de gran caudal (Perfo\_#4) y otra para abastecimiento del complejo del camping municipal Quilpo. La primera obra fue filmada y tiene 25mts de profundidad con 12mts de cañería de acero y luego desnudo hasta el final en donde se observó al basamento ígneo metamórfico. La perforación del camping, según manifiesta encargado, tiene 70mts de profundidad final, con una bomba (1HP) colocada a 24mts de profundidad. No fue posible medir niveles por no existir apertura para introducir sonda. Se realizó medición de conductividad del agua del río Quilpo ( $962 \mu\text{s}/\text{cm}$ ), para comparar con el agua extraída por la perforación #4; el resultado en el río fue de  $50 \mu\text{s}/\text{cm}$ . Llama la atención la diferencia en las conductividades, siendo que, si el aporte fuera únicamente del río Quilpo, la conductividad de la perforación debería asemejarse a este valor.

Existe además un barrio con gestión vecinal de agua a través de la fuente de un manantial a 1,2km al noreste de este sitio: Barrio Nueva Castalia (ver imagen polígono azul). Este barrio se encuentra en la cabecera de una sub-cuenca, que podría estar aportando caudal significativo a la perforación.



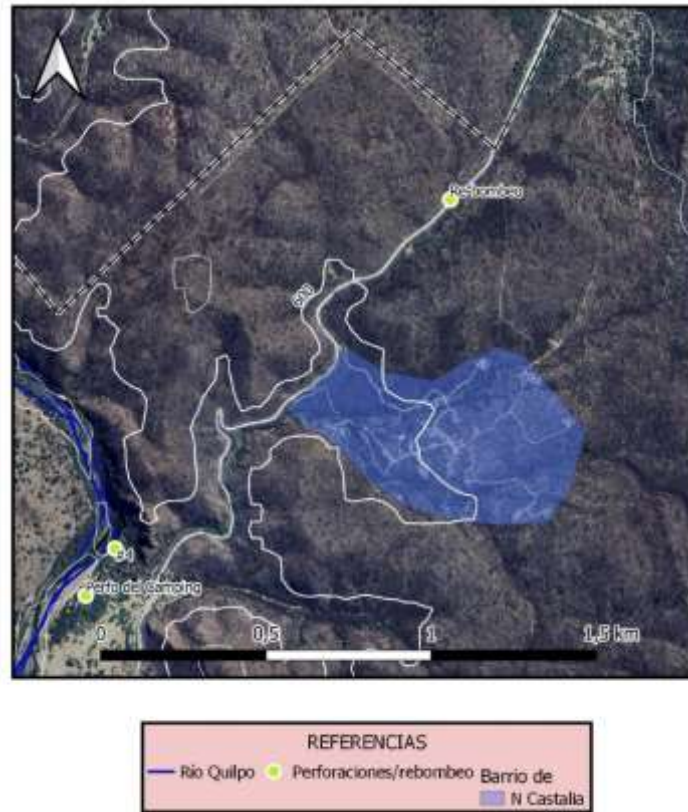


Imagen 16. Sitios de estudio Camping Quilpo. Se observa la perforación #4, y en azul el barrio *N. Castalia* que forma la cabecera de una sub-cuenca que aportaría caudal a la obra Quilpo. El río Quilpo, permanente, tiene una conductividad de  $50\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que la perforación Quilpo tiene  $962\mu\text{S}/\text{cm}$ . Este último valor se asemeja al medido en la vertiente de *N. Castalia* de  $1250\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### VI\_2.3 LOS SAUCES

Este barrio se encuentra en el ingreso por la ruta E92, hacia San Marcos Sierras, cuenta con información hidrogeológica aportada por los vecinos en el monitoreo participativo de agua subterránea.

Se reconocen numerosas obras de pozos cavados, en algunos casos única fuente de agua, y en otros en desuso desde la conexión de agua de red. La zona se encuentra ubicada en un área con relleno sedimentario arenoso-gravoso, y un basamento que se desconoce profundidad, aunque se estima no muy profundo dado que hay sitios en los cauces de los ríos con afloramiento del mismo.

El sitio hasta el 2016, supo tener numerosas vertientes que se han ido secando y hasta el día de hoy no recuperan su nivel histórico.

La obra más antigua es la conocida como “pozo del tren”, de gran magnitud que fue utilizada para abastecer de agua a la estación de tren, en donde se encuentran dos estructuras de hierro a modo de tanques en altura.

El pozo de la escuela de Los Sauces fue un pozo comunitario antiguo, hoy no se utiliza. Existe un resultado de análisis fisicoquímico de agua (septiembre 2022) que da como resultado potable.

Existe una perforación realizada en el Dispensario municipal, la cual no tiene utilidad. Se filmó el final de la obra a 4,7m, con un nivel estático de 4,5.

Se observa al norte del barrio un afluente del río San Marcos conocido como arroyo Carrizal o Los Sauces. Más al norte de este curso secundario, las aguas subterráneas medidas en campo arrojan resultados de salinidades por encima de 2000mg/l, caracterizadas como agua salada. Al sur del río San Marcos se ubica un pozo vecinal con resultado de análisis de agua fisicoquímico y bacteriológico potable (noviembre 2023).



Imagen 17. Hidrogeología local del área Los Sauces. Se observan los pozos, perforaciones y obras públicas realizadas en esta zona.

## VII CONSIDERACIONES HIDROGEOLÓGICAS Y SUGERENCIAS TÉCNICAS.

A continuación, se citan algunas consideraciones en virtud de toda la información anteriormente presentada:

-DEMANDA HIDROLÓGICA. Dado que aproximadamente 3000 personas se encuentran conectadas a agua de red, y considerando cumplir con la demanda mínima de agua por persona que es 100 litros por día, se necesitan 300.000lts (300m<sup>3</sup>) por día en red para satisfacer esta mínima. El aporte actual de las 4 perforaciones es de (5 m<sup>3</sup>/h + 9 m<sup>3</sup>/h + 12 m<sup>3</sup>/h + 12m<sup>3</sup>/h) = 38m<sup>3</sup>/h, las cuales en 8hs de bombeo aportan aproximadamente la demanda mínima (9hs considerando un 10% de pérdida en cañerías de distribución). Un bombeo de 24hs debería suplir la demanda hídrica básica. Se sugiere evaluar los consumos particulares y reconocer si existen caudales utilizados por día que superen ampliamente las necesidades básicas de 100lts por día y por persona. El objeto es lograr que la nueva tasa de caudal de ingreso pretendido en red con las 3 perforaciones a realizar, no supere la nueva tasa de consumo particular que se genere.

#### -FUENTE DE AGUA METEÓRICA.

Dado que la localidad de San Marcos Sierras se encuentra ubicada en una región semiárida, las obras de captación de agua de lluvia podrían sumar un volumen considerable de agua a cada vivienda, e incluso al municipio por lo menos en épocas de lluvia. Se recomienda instruir y acompañar a los habitantes en la gestión de la recolección de agua de lluvia. Se estima que, por cada 1m<sup>2</sup> de techo de captación, y por milímetro de lluvia caída, se recolecta 1 litro. A modo de ejemplo, el estadio municipal, con 2000m<sup>2</sup> de techo, y en una lluvia promedio de 15mm, recolectaría 30.000litros de agua. El agua de lluvia es útil para la gestión de recarga de acuíferos (ver más abajo)

#### -FUENTE DE AGUA SUBTERRÁNEA:

Según se observa en la imagen 13, la presencia de pozos y perforaciones denotan la existencia de dos tipos de acuíferos en el ejido urbano de San Marcos Sierras.

Un **acuífero sedimentario**, freático, ubicado en el valle del río San Marcos, el cual tiene aproximadamente 7mts de espesor (zona saturada) con 5mts de sedimento (zona no saturada) por encima. Debajo del acuífero yace una arcilla de aproximadamente 12mts, y subyacente se encuentra el basamento ígneo metamórfico el cual no ha alumbrado agua en dicho valle.

A ambos lados de este valle, aflora el basamento ígneo-metamórfico en las sierras de Cuniputo-San Marcos (al este) y Sierras bajas de San Marcos (sudoeste). Estas sierras conforman un **acuífero fisurado**, en el cual se ha alumbrado agua subterránea en perforaciones que rinden hasta 5000l/h.



Según se puede comprender en el modelo de la imagen 12, las sierras que limitan el valle de San Marcos, aportarían flujos de agua al sistema de acuífero sedimentario. A su vez, este último, recibe aporte de agua a través de la infiltración del río San Marcos que circula desde el dique el Cajón y hasta el dique Cruz del Eje.

Aguas abajo del área urbana, sobre este valle, se encuentra el barrio Los Sauces, el cual tiene un acuífero freático sedimentario de desconocido espesor. El basamento aflora en partes en los cauces de los ríos.

Tanto en área de Camping Quilpo, como en la parte elevada de las Gramillas y en las sierras al este de la avenida San Martín, el acuífero de medio fisurado (roca) tiene un potencial hidrogeológico a considerar (ver ubicación de perforaciones en imagen 13).

Particularmente en el *camping Quilpo*, el basamento se encuentra cubierto con 12mts de material suelto según se estima a partir de la endoscopía realizada dentro de la cañería de la perforación #4. No se descarta que el aporte de agua subterránea a esta obra pueda ser tanto del río Quilpo como de la sub-cuenca *N. Castalia*.

Los acuíferos freáticos existentes en la zona Quilpo y en el Valle de San Marcos Sierras, mediante un uso sostenible, tienen reservas de agua suficiente para suplir la demanda actual de la población.

Las calidades fisicoquímicas de muestras de aguas aportadas por el PMAS, reflejan calidades de aguas aprovechables. Se caracterizan por ser aguas semi-duras y en ocasiones con contenido elevado de fluoruros. Sin embargo, en relación a las calidades de agua presentes en las sierras de Córdoba, representan agua de muy buena calidad. Notar que no existen muestras del acuífero en la zona urbana, todas las aportadas por el PMAS son en territorios peri-urbanos.

#### -MANTENIMIENTO DE PERFORACIONES #1, #2 y #3

Se sugiere realizar filmaciones que permitan conocer los diseños de las obras #1, #2 y #3 y generar un registro gráfico integral con: profundidad final, cantidad de metros de cañería acero / PVC; y tipo, profundidad y estado de los filtros. Corroborar la factibilidad de aumentar el caudal reubicando la profundidad de las bombas en las tres obras. Tanto en la perforación #1 como en la #2, se escucha que la cañería porta-bomba trabaja con algo de aire (como si cortara y arrancara varias veces). Esto podría ser, incorrecta ubicación de la bomba, sobre dimensión de la potencia de la bomba, o posibles bajas de nivel dinámico producto del cono de depresión.

#### -INTERFERENCIA DE PERFORACIONES #2 y #3.

Como se observa en la imagen 18, las perforaciones #2 y #3 están demasiado cerca (30mts una de otra), mientras que la obra #1 está ubicada en la margen opuesta distante 80mts. Es posible que exista interferencia y se genere un cono de depresión significativo en la napa con las perforaciones #2 y #3. La perforación #1, distante



80mts de las anteriores, posiblemente se vea afectada también por este cono de depresión y/o contribuya al mismo. Es posible que este fenómeno hidrodinámico genere una inversión del flujo subterráneo.



Imagen 18. Interferencia de perforaciones #2 y #3, y posiblemente # 1 por la cercanía de las mismas. Las Flechas azules indican la posible dirección de avance de los flujos subterráneos de agua. La perforación #3 podría estar recibiendo antes que la #2 el flujo subterráneo, disminuyendo el rendimiento de esta última.

#### -UBICACIÓN DE PERFORACIONES

En la imagen 18, la perforación #3 se encuentra aguas arriba del río San Marcos. Es posible que el mayor rendimiento de esta obra sobre la #2, sea dado por el hecho de que es la primera obra en captar el flujo subterráneo. Esto es, la obra #2 se encuentra apantallada por la #3, explicando por qué la obra #2 bajó su caudal luego de realizarse la #3.

#### -SELECCIÓN DE SITIO DE CAPTACIÓN SUBTERRÁNEA EN ÁREA URBANA

Existe alto riesgo de no extraer caudal ni calidad pretendida de agua si se selecciona aguas abajo de la perforación #2 y #3, y a menos de 100mts, el sitio de la pretendida obra de captación. Esto se debe al mismo efecto de apantallamiento que realizarían las obras #2 y #3. Si la obra se encuentra cerca de las existentes, existe la posibilidad de que se incremente el cono de depresión. Este cono podría estar afectando a los niveles estáticos de los pozos particulares. Puede eventualmente estar invirtiendo el flujo natural de agua subterránea deteriorando la calidad del agua. En todo caso, si se

selecciona el área urbana para perforar, se recomienda distanciarse lo máximo posible (100mts o más) de las obras existente, y evitar ubicarla en el cono de depresión.

El sitio más apropiado en cuanto a caudal y calidad de agua, es el de *la zona Quilpo*. En la zona *Valle de San Marcos*, las muestras de agua reflejan una calidad media a buena. Se recomienda no captar agua subterránea del casco urbano, hasta tanto se realice un análisis de laboratorio y se constate la calidad del recurso subterráneo, como el diámetro del cono de depresión.

-AFORO ÁREA URBANA: Se sugiere realizar ensayos de bombeo en las perforaciones #1, #2 y #3, para dar cuenta de la dimensión del cono de depresión y el distanciamiento mínimo que deben tener las perforaciones. Así mismo se recomienda monitorear el área urbana utilizando pozos y perforaciones particulares.

#### -MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Dado que las obras captarían agua del acuífero freático, se recomienda realizar un monitoreo de evolución de la napa, dado que esta fuente es compartida con gran parte de la población que cuenta con obras particulares de pozos cavados o perforaciones a la napa freática. Existen productores de mediana y gran escala en el ejido, que también hacen uso del acuífero freático. Se recomienda incluir en el monitoreo a estos sectores para tener un seguimiento del volumen de extracción del acuífero, y en última instancia, reconocer si existen conos de depresión o inversión de flujo subterráneo.

#### -AFORO EN QUILPO.

En el área de Camping Quilpo, se sugiere aforar las dos perforaciones existentes, y realizar endoscopía en la obra de diseño desconocido. Se menciona una perforación realizada en este camping, no fue productiva. No fue posible dar con evidencias de su ubicación. De reconocerse el sitio, se sugiere marcarlo como antecedente de sitio sin agua.

#### -EVALUAR NUEVAS ZONA DE PERFORACIÓN EN CUENCA QUILPO

Esta zona, según el profesional que redacta, es el sitio más favorable para realizar una nueva obra de captación dado el antecedente de caudal significativo, y la falta de urbanización que le confiere calidad al agua subterránea.

Acorde a las prioridades de la ubicación de una nueva perforación, se proponen tres nuevos sitios para estudiar con SEV en un área cercana al camping (ver imagen 19 sitios A, B y C).

Es notoria la diferencia de conductividad entre el agua del río Quilpo y el agua de la perforación #4. Es posible que el aporte del caudal de esta obra, no sea principalmente del río Quilpo, sino que el valle que tiene hacia el oeste realice un gran aporte. Esta sub-cuenca, contiene al barrio de N. Castalia en donde se han medido conductividades de vertientes de similar magnitud a las de la P#4. Se sugiere prospección geo-eléctrica en los sitios A, B y C marcados en la imagen 19, ya que son posibles sitios con agua, en predios municipales y cercanos a la cañería de red de



agua. Se destaca la importancia de buscar fuentes de agua alejadas del casco urbano, para no incorporar agua de baja calidad a la red. En este sentido, la cuenca Quilpo tiene mejores características hidogeológicas que el área urbana.

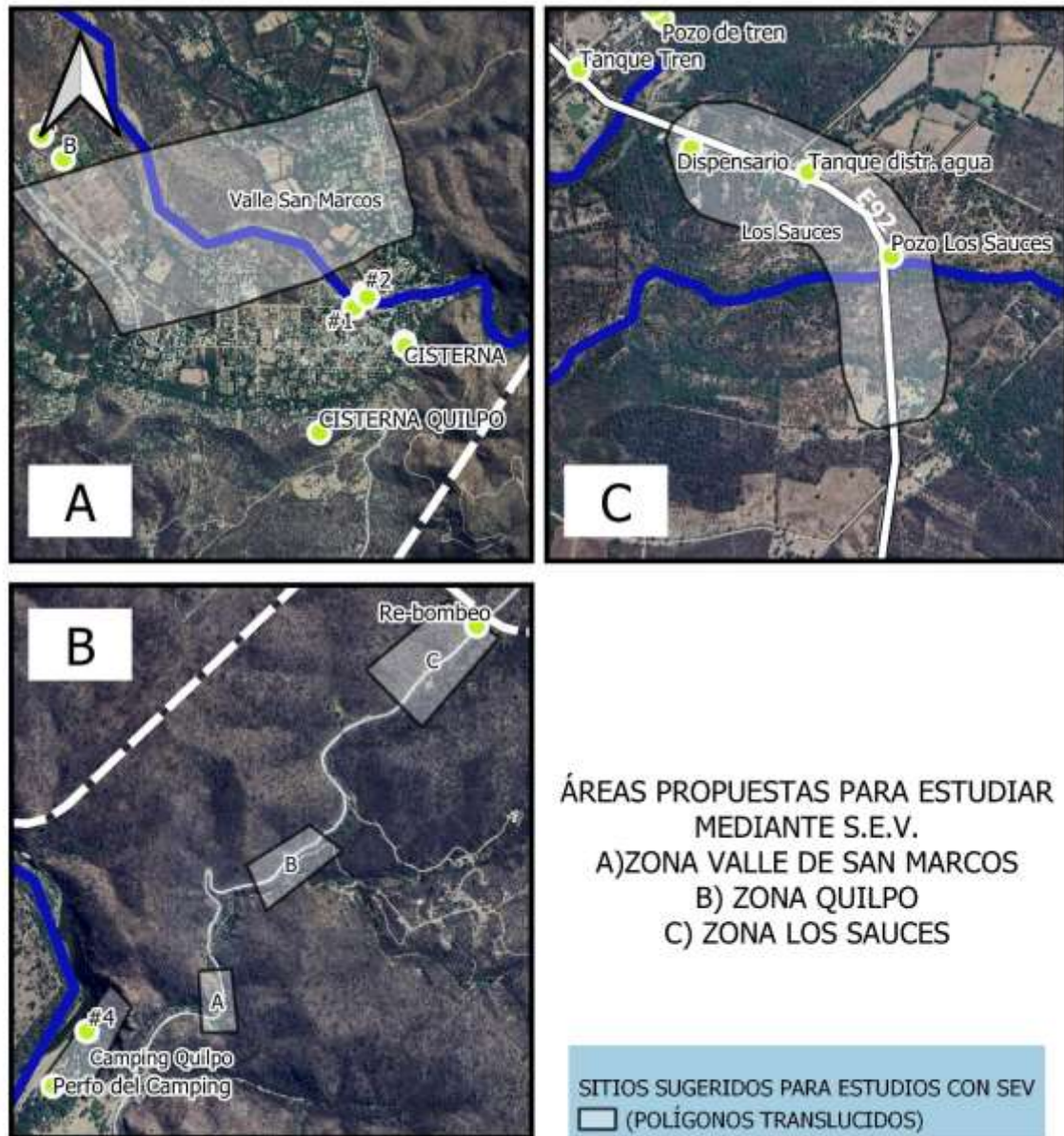


Imagen 19. Sitios sugeridos para realizar SEV en busca de la factibilidad de agua subterránea. Los sitios Quilpo, Valle de San Marcos y Los sauces fueron pre-seleccionados por el municipio en función de factibilidad de agua, cercanía a la red y dominio de propiedad. Los sitios A, B y C son nuevos sugeridos a partir de la información recopilada en esta asistencia.

- SITIOS PARA SEV

En la imagen 19 pueden verse los sitios sugeridos para realizar sondeo eléctrico vertical (S.E.V). Los sitios A, B y C surgen de la información recopilada en este informe, mientras que los sitios Valle de San Marcos, Quilpo y Los Sauces fueron pre-seleccionados por la municipalidad en función de prioridades mencionadas.

#### -APROVECHAR OBRAS EXISTENTES EN LOS SAUCES:

Dado que se busca aumentar el caudal disponible para el barrio de los sauces, y que existen numerosas obras públicas (pozo tren, dispensario, pozo escuela) como privadas (pozos particulares) se recomienda utilizar las obras disponibles en el barrio.

Para el caso del pozo del tren, podría abastecer de agua a tanques en altura que pueden ser colocados en las estructuras de los antiguos tanques de tren. Desde aquí, y por gravedad, puede distribuirse el agua por red.

Se recomienda además aforar y estudiar la perforación del dispensario y calzar con anillos de cemento el pozo de la escuela a modo de nuevas obras que aporten caudal a la red de Los Sauces. Si se eligiera perforar en el barrio, se recomienda realizarlo en zonas aledañas a la escuela, o incluso alejado de la zona urbana, al sur dentro del polígono delimitado en la imagen 19. Se recomienda especial atención en evitar mezclar napas de salinidades distintas. Se supone que la napa dulce es la freática, y existe la posibilidad de presencia de napas más profundas y salinas según acusan algunos vecinos del barrio.

#### -CAUDALÍMETROS

Se recomienda la instalación de caudalímetros de monitoreo en cada perforación para poder tener un control y seguimiento de la extracción subterránea. Así mismo, de ser posible, se recomienda evaluar la instalación de caudalímetros en la red y en las viviendas particulares de gran consumo para poder asegurar un uso no desmedido de este recurso escaso.

#### -ABERTURA PARA TOMA DE NIVELES:

Dado que no existen aberturas para mediciones de niveles estáticos y dinámicos en las obras de perforación, se sugiere realizar un orificio de 1,5" de diámetro, en el acero que tapa la perforación, y entre la camisa de acero y la cañería porta-bomba para futuras mediciones de niveles y ensayos de bombeo.

-MANTENIMIENTO DE ACOPIO: Las cisternas de acopio de agua se encuentran en buen estado. Se constató presencia de clorador. Se recomienda cerrar todo orificio/apertura que ponga el riesgo el ingreso de sedimento o partículas a las cisternas para mantener la calidad.



#### -DESCENTRALIZAR EL ACOPIO DE AGUA.

Se sugiere evaluar la posibilidad de descentralizar el sistema de agua del casco urbano, y buscar otros posibles sitios de fuente y acopio de agua dentro del ejido urbano, que permita disminuir la exigencia que tiene el actual sistema de bombeo. Este último fue inicialmente pensado para un ejido municipal pequeño, que en el 2021 se extendió de aprox. 50ha a casi 400ha. En virtud de la sostenibilidad de la distribución de agua de red a los habitantes de San Marcos Sierras, la descentralización del acopio sería una estrategia a evaluar. Esto sería realizar obras de captación, acopio y distribución por fuera del casco urbano.

#### -TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES Y NEGRAS

Dado que el acuífero sedimentario está recubierto por una zona no saturada de alta permeabilidad, la vulnerabilidad de este es alta y las aguas residuales de las viviendas que no sean correctamente tratadas, podrían estar contaminando la napa aprovechada. Según manifiestan vecinos, existen antiguos pozos de agua en el ejido urbano, que han sido transformados en pozos negros una vez que la red alcanzó la vivienda. Es imperante realizar un relevamiento de estos pozos y cegarlos para mitigar la contaminación. Se recomienda al municipio, acompañar y asesorar a los habitantes de las regiones periurbanas, en la colocación de sistemas de tratamiento de aguas grises y negras eficientes (Biodigestores, fitodepuradores, humedales, sangrías, etc.)

#### -RECARAGA GESTIONADA DE ACUÍFEROS

Dado que la zona no saturada que recubre al acuífero freático del Valle de San Marcos, está compuesto de un material muy permeable, se sugiere evaluar la posibilidad de realizar recargas gestionadas de acuíferos. Esto es similar al método de realizar un pequeño embalse para recargar la napa, aunque no necesariamente el embalse tiene ubicarse en el curso del río. Se sugiere ubicar zonas de recarga natural de acuífero, y dirigir las escorrentías a estos sitios, con el objeto de favorecer los procesos hidrogeológicos de infiltración.

#### -PROMOVER EL PMAS

El plan de monitoreo de aguas subterráneas que llevan adelante vecinos y vecinas de la localidad, es una herramienta hidrogeológica imprescindible para poder tener una gestión sustentable del recurso subterráneo. En última instancia este plan busca conocer la calidad y cantidad de agua subterránea presente en el territorio. Se recomienda apoyar este proceso de acción participativa de los ciudadanos, con difusión y apoyo en pedidos de financiamiento.

  
Kevin Murphy



## VIII BIBLIOGRAFÍA

- Informe del 2016 de Comité de Cuenca del Dique Cruz del Eje
- Blarasin, M., Cabrera, A., & Matteoda, E. (2014). Aguas subterráneas de la provincia de Córdoba. *UniRío. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina.*
- Carignano, C., Kröhling, D., Degiovanni, S., & Cioccale, M. (2014). Geomorfología. In Relatorio del XIX congreso geológico argentino (pp. 747-821). Asociación Geológica Argentina. IX ANEXOS. Resultado de Analisis fisicoquímicos y diseños de perforación.
- Martino, R. D. (2003). Las fajas de deformación dúctil de las Sierras Pampeanas de Córdoba: Una reseña general. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58(4), 549-571.
- Gallará, R. V., Piazza, L. A., Piñas, M. E., & Barteik, M. E. (2011). Fluorosis endémica em zonas rurales del norte y noroeste de la Provincia de Córdoba, Argentina. *Rev. salud pública (Córdoba)*, 40-48.
- Sanchez y Rivarola (2021) Diagnóstico de la Cuenca del Río Dolores – San Marcos

Páginas web:

<https://mapascordoba.gob.ar/>

<https://gw-project.org/>

Herramientas de Software Libres:

Q-GIS 3.18



[ IX ]

ANEXO

RESULTADOS DE  
ANÁLISIS DE  
AGUA EN SAN  
MARCOS  
SIERRAS

## análisis bacteriológico de agua

□ □ □ □ protocolo N°:  
64418

solicitado por:  
QUIROZ INES

dirección:  
LOS SAUCES

muestra recolectada por:  
POR EL INTERESADO

método:  
STANDARD METHODS by APHA - AWWA - WPCF.

provincia:  
CORDOBA

fecha:  
28/11/2023

localidad:

hora:  
10:00

fuelle:  
JORGE VERDE

### RESULTADO DEL ANALISIS

Recuento de bacterias heterótrofas totales a 22°C

5 UFC/ml

(agar APC a 22°C - 48 hs.)

límite permisible (CAA) hasta 500 UFC/ml

Coliformes Totales

ausencia en 100 ml

enterobacter, citrobacter, klebsiella y escherichia.

caldo mac conkey 35°C - 48 hs.

confirmación (caldo brilla 37°C - 48 hs.)

límite permisible (CAA) hasta 3,0/100 ml.

Escherichia coli

menor que 1 por 100 ml

(caldo EC 44,5°C - 24 hs.)

ausencia en 100 ml (CAA)

Pseudomona Aeruginosa

negativo

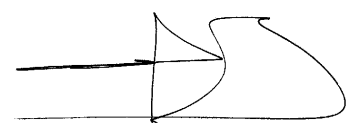
(caldo asparagina a 25°C - 72 hs.)

(agar cetrimida a 37°C - 48 hs.)

no debe contener (CAA)

interpretación del análisis: BACTERIOLOGICAMENTE POTABLE.

observaciones:



Dr. Edmundo A. Balbuena  
m.p.: 1800

# análisis fisicoquímico de agua



protocolo N°:

64418

solicitado por:

QUIROZ INES

dirección:

LOS SAUCES

muestra recolectada por:

POR EL INTERESADO

método:

STANDARD METHODS by APHA - AWWA - WPCF.

provincia:

CORDOBA

localidad:

fecha:

28/11/2023

hora:

10:00

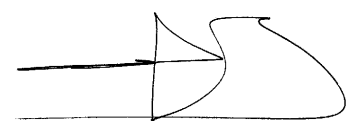
fuelle:

JORGE VERDE

determinaciones	valor hallado	valores permitidos		método
		O.M.S.	C.A.A.	
Color UTN	1	5	5	SM 2120 C.
Olor	SIN OLORES	NO	NO	SM 2150 B.
Turbiedad UTN	1	3	5	SM 2130 B.
p.H.	7.66	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	SM 4500 H+B
Alcalinidad mg/l mg/l	300	400	800	SM 2320 B
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> ) mg/l	222	400	400	SM 2340 C.
Sólidos disueltos totales mg/l	328	1500	1500	SM 2540 C.
Cloruros (Cl-) mg/l	18	350	350	SM 4500-Cl- B.
Fluoruros (F-) mg/l	1.70	1.50	1.70	SM 4500-F- D
Sulfatos (SO <sub>4</sub> =) mg/l	53	400	400	SM 4500-SO <sub>4</sub> E.
Nitrato mg/l	2	45	45	SM 4500-NO <sub>3</sub> E.
Nitritos (NO <sub>2</sub> -) mg/l	0.03	0.10	0.01 - 0.10	SM 4500-NO <sub>2</sub> -B.
Amonio (NH <sub>4</sub> +) mg/l	0.07	0.20	0.05 - 0.20	SM 4500-NH <sub>3</sub> C
Cloro residual (mg/l) mg/l	-	0.20	0.20	SM 4500-Cl G.
Calcio (CaCO <sub>3</sub> ) mg/l	202	100		SM 3500-Ca D
Arsénico mg/l	0.027	0.01	0.01	SM 3500-As C.
Hierro (Fe) mg/l	0.16	0.30	0.30	SM 3111-Fe B
Magnesio (CaCO <sub>3</sub> ) mg/l	20	50		SM 3500-Mg E.
Dureza °F	22.2			
Calificación de la dureza	MED.DURA			

observaciones: POTABLE.

La COMISION NACIONAL DE ALIMENTOS acordó que se prorrogue el plazo de cinco años previsto en los Artículos 982 y 983 del Código Alimentario Argentino para alcanzar el valor de 0.01 ppm de arsénico en los términos previstos en dichos artículos, hasta contar con los resultados del estudio "HIDROARSENICISMO Y SANEAMIENTO BASICO EN LA REPUBLICA ARGENTINA."



Dr. Edmundo A. Balbuena  
m.p.: 1800

## INFORME DE ENSAYOS

Fecha: **12/9/22**  
 Remitente: KEVIN MURPHY  
 Cliente: MUNICIPIO DE SAN MARCOS SIERRA  
 Nro Muestras: 12421

### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA

#### IDENTIFICACIÓN: ESCUELA LOS SAUCES 5/9/22 MUNICIPIO SAN MARCOS SIERRA

Determinaciones	Unidades	Resultado	Valores máximos establecidos por el Código Alimentario Arg.
pH	uPh	7,06	6,5 - 8,5
Conductividad Eléctrica	dS/m	0,55	No específica
Sólidos totales disueltos	mg/l	380,00	1500,00
Alcalinidad total	mg/l	350,00	No específica
Dureza total	mg/l	243,68	400,00
Cloruros	mg/l	198,58	350,00
Sulfato	mg/l	24,34	400,00
Calcio	mg/l	72,62	No específica
Magnesio	mg/l	15,08	No específica
Sodio	mg/l	92,50	No específica
Potasio	mg/l	10,00	No específica
Nitrato	mg/l	1,26	45,00
Carbonatos	mg/l	n/d	No específica
Bicarbonatos	mg/l	213,50	No específica
Arsénico	mg/l	0,03	0,05
Floruro	mg/l	1,60	**

**\*(n/d): NO DETECTADO**

**\*\*:** Para los fluoruros la cantidad máxima se da en función de la temperatura promedio de la zona, teniendo en cuenta el consumo diario del agua de bebida: Temperatura media y máxima del año (°C) 10,0 - 12,0, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,9; límite superior: 1,7; Temperatura media y máxima del año (°C) 12,1 - 14,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,8; límite superior: 1,5; Temperatura media y máxima del año (°C) 14,7 - 17,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,8; límite superior: 1,3; Temperatura media y máxima del año (°C) 17,7 - 21,4, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,7; límite superior: 1,2; Temperatura media y máxima del año (°C) 21,5 - 26,2, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,7; límite superior: 1,0; Temperatura media y máxima del año (°C) 26,3 - 32,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,6; límite superior: 0,8

**La muestra fue tomada por el cliente**



# LABORATORIOS GORNITZ S.A.

Catamarca 1328, Villa María (5900)  
Córdoba, Argentina

Tel./Fax: (0353) 4535959 Rot.  
0800 888 5959 Rot.  
Urgencias: (0353) 155-692179

E-mail: laboratorios@gornitz.com  
Web: www.gornitz.com

**74**  
AÑOS

**BIOQUIMICA DESDE 1948**

Dr. PABLO R. GORNITZ	Med. M.P.: 24934	Dra. REBECA M. BEJO	Bioq. M.P.: 5387 B	Dra. YEPSUMI A. ESCALONA LIENDO	Lic. Bioanálisis
Dra. NIVIA M. SARRA PISTONE	Bioq. M.P.: 3067	Dra. LUCILA ANIBAL	Bioq. M.P.: 5700 B	Dra. SULBEY Y. SANCHEZ BORDOÑEZ	Lic. Bioanálisis
Dra. SANDRA K. PLANETA	Bioq. M.P.: 3944 B	Dra. MARIA V. ZBINDEN	Bioq. M.P.: 5448 B	Dra. GIORGETTI, MICAELA DEL ROSARIO	Bioq. M.P.: 6137 B
Dra. NATALIA I. HEREDIA	Bioq. M.P.: 4828 B	Dra. ANALIA F. PARAFITA	Bioq. M.P.: 5682 B	Dra. JULIANA MAMONDEZ	Bioq. M.P.: 5949 B
Lic. PAOLA M. RADICI	Lic. Cs. Qs.				

SOLICITANTE: **Dr. Llanos, Javier Cristhian**  
PACIENTE: **MUNICIPALIDAD SMS, AGUA LOS SAUCES MUESTR**



**Nº ORDEN: 4531675**  
FECHA: 12/08/22 11:34  
PAGINA: 1 de 2

### Resultado

### Rango de Referencia

## Agua, Físicoquímico

Método: Convencional

Agua, Físicoquímico

### MUESTRA NUMERO 4

Lugar de Toma de Muestra

-

Toma de Muestra

**Sin intervención de personal del Laboratorio**

Color

**INCOLORO**

Turbiedad

**1 NTU**

Olor

**INODORO**

pH (Potenciométrico)

**6,80**

6,50 a 8,50

Sólidos Disueltos Totales

**1.129 mg/L**

Hasta 1.500 mg/L

Dureza Total (en CaCO<sub>3</sub>)

**343 mg/L**

Hasta 400 mg/L

Alcalinidad Total (en CaCO<sub>3</sub>)

**625 mg/L**

Cloruros (en Cl)

**58 mg/L**

Hasta 350 mg/L

Sulfatos (en SO<sub>4</sub>)

**356 mg/L**

Hasta 400 mg/L

Calcio (en Ca)

**1.012 mg/L**

Nitratos (en NO<sub>3</sub>)

**4 mg/L**

Hasta 45 mg/L

Nitritos (en NO<sub>2</sub>)

**<0.05 mg/L**

Hasta 0,10 mg/L

Amonio (en NH<sub>4</sub>)

**<0.1 mg/L**

Hasta 0,20 mg/L

Arsénico (en As)

**<0.05 mg/L**

Hasta el 01/06/2012: Menor a 0,050 mg/L  
A partir del 01/06/2012: Máx. permitido 0,010 mg/L  
CONAL (Comisión Nacional de Alimentos), 2011:  
Prorroga por 5 años plazo para alcanzar valor de 0,010 mg/L

Fluoruros (en F)

**4,0 mg/L**

En función de la temperatura promedio de la zona, teniendo en cuenta el consumo diario del agua de bebida:  
- Temperatura media y máxima del año (°C) 10,0 - 12,0: 0,9 a 1, 7 mg/L  
- Temperatura media y máxima del año (°C) 12,1 - 14,6: 0,8 a 1,5 mg/L  
- Temperatura media y máxima del año (°C) 14,7 - 17,6: 0,8 a 1,3 mg/L  
- Temperatura media y máxima del año (°C) 17,7 - 21,4: 0,7 a 1,2 mg/L  
- Temperatura media y máxima del año (°C) 21,5 - 26,2: 0,7 a 1,0 mg/L  
- Temperatura media y máxima del año (°C) 26,3 - 32,6: 0,6 a 0,8 mg/L

Sodio (en Na)

**206 mg/L**

Magnesio (en Mg)

**21 mg/L**

Hierro (en Fe)

-

Vanadio (en V)

-

Puede verificar la autenticidad del resultado a través del siguiente QR



**Dra. NATALIA I. HEREDIA**  
**BIOQUIMICA**  
**M.P.: 4828 B**



# LABORATORIOS GORNITZ S.A.

Catamarca 1328, Villa María (5900)  
Córdoba, Argentina

Tel./Fax: (0353) 4535959 Rot.  
0800 888 5959 Rot.  
Urgencias: (0353) 155-692179

E-mail: laboratorios@gornitz.com  
Web: www.gornitz.com

74  
AÑOS

BIOQUIMICA DESDE 1948

Dr. PABLO R. GORNITZ	Med. M.P.: 24934	Dra. REBECA M. BEJO	Bioq. M.P.: 5387 B	Dra. YEPSUMI A. ESCALONA LIENDO	Lic. Bioanálisis
Dra. NIVIA M. SARRA PISTONE	Bioq. M.P.: 3067	Dra. LUCILA ANIBAL	Bioq. M.P.: 5700 B	Dra. SULBEY Y. SANCHEZ BORDOÑEZ	Lic. Bioanálisis
Dra. SANDRA K. PLANETA	Bioq. M.P.: 3944 B	Dra. MARIA V. ZBINDEN	Bioq. M.P.: 5448 B	Dra. GIORGETTI, MICAELA DEL ROSARIO	Bioq. M.P.: 6137 B
Dra. NATALIA I. HEREDIA	Bioq. M.P.: 4828 B	Dra. ANALIA F. PARAFITA	Bioq. M.P.: 5682 B	Dra. JULIANA MAMONDEZ	Bioq. M.P.: 5949 B
Lic. PAOLA M. RADICI	Lic. Cs. Qs.				

SOLICITANTE: **Dr. Llanos, Javier Cristhian**

PACIENTE: **MUNICIPALIDAD SMS, AGUA LOS SAUCES MUESTR**



Nº ORDEN: **4531675**

FECHA: 12/08/22 11:34

PAGINA: 2 de 2

	<i>Resultado</i>	<i>Rango de Referencia</i>
Plomo (en Pb)	-	
Manganeso (en Mn)	-	
Cloro Residual Total	-	

Conclusión

**La muestra analizada supera el límite máximo permitido por el Art. 982 del Código Alimentario Argentino para Fluoruros. Muestra extraída y remitida por el solicitante.**

\* Muestra identificada y remitida por el solicitante 13-08-22 07:05

Fin del Informe

Impreso 03/09/2022 09:04 -

Puede verificar la autenticidad del resultado a través del siguiente QR



  
**Dra. NATALIA I. HEREDIA**  
**BIOQUIMICA**  
**M.P.: 4828 B**

## **PROTOCOLO DE ANÁLISIS N°: 22-12551**

**Fecha: 17/10/2022**

**Empresa solicitante:** Municipio San Marcos Sierra.

**Muestra:** Bajada tanque Los Sauces.

**Muestra N°:** 12551

**Condición de recepción de muestra:** R

**Estado del envase:** 1

**Fecha y hora de recepción de muestra:**

29/09/2022 - 08:00AM

**Cantidad recibida:** 500ml

**Fecha de inicio de ensayos:** 29/09/2022

**Conservación hasta el inicio:** R

### Análisis Microbiológico.

Determinación	Resultados	Límites Art 982 C.A.A
Aerobios mesófilos viable	< 38	500 ufc/ml
Coliformes totales	<3 <sup>(1)</sup>	< 3 NMP/100 ml
E. coli generic	Ausencia <sup>(2)</sup>	Ausencia en 100 ml
Pseudomona aeruginosa	Ausencia <sup>(2)</sup>	Ausencia en 100 ml

N.M.P.: Número Más Probable. U.F.C.: Unidad Formadora de Colonias.

Ref<sup>1</sup>.: El valor obtenido es menor al límite de cuantificación del método de análisis.

Ref<sup>2</sup>.: El valor obtenido es menor al límite de cuantificación del método de análisis, 1,0 NMP/100 ml.

## PROCOLO DE ANÁLISIS N°: 22-12551

**Fecha: 17/10/2022**

**Empresa solicitante:** Municipio San Marcos Sierra.

**Muestra:** Bajada tanque Los Sauces.

**Muestra N°:** 12551

**Condición de recepción de muestra:** R

**Estado del envase:** 1

**Fecha y hora de recepción de muestra:**  
29/09/2022 - 08:00AM

**Cantidad recibida:** 1l

**Fecha de inicio de ensayos:** 29/09/2022

**Conservación hasta el inicio:** R

### Análisis Fisicoquímico

Determinación	Resultados	Unidades	Valores máximos*
Turbiedad	1	NTU	3
Color	1	Pt-Co	5
Olor	Sin olores extraños	.....	Sin olores extraños
Ph	7,45	Uph	6,5 – 8,5
Sólidos totales disueltos	372	mg/l	1500
Alcalinidad total	475	mg/l	No especifica
Dureza total	217,23	mg/l	400
Cloruros	70,92	mg/l	350
Cloro residual	0,3	mg/l	Min 0,2**
Sulfato	31,60	mg/l	400
Amonio	n/d*	mg/l	0,2
Calcio	40,80	mg/l	No especifica
Magnesio	27,92	mg/l	No especifica
Sodio	72,50	mg/l	No especifica
Potasio	10,00	mg/l	No especifica
Floruro	0,92	mg/l	Variable***
Nitrito	n/d	mg/l	0,10
Nitrato	3,01	mg/l	45
Arsénico	0,03	mg/l	0,05

## PROTOCOLO DE ANÁLISIS N°: 22-12551

**Fecha: 17/10/2022**

### Conclusión:

Los resultados obtenidos no superan los valores máximos, establecidos por el Código Alimentario Argentino, Artículo 982 (Res Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007). **Apta para consumo humano.**<sup>2</sup>



Ing. Alimentos Elisa Ratto

Matric. CPIA 127-81-93

---

(\*) Según el Código Alimentario Argentino, Artículo 982 (Res Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007).

(\*\*) En la evaluación de la potabilidad del agua ubicada en reservorios de almacenamiento domiciliario deberá incluirse entre los parámetros microbiológicos a controlar el recuento de bacterias mesofilas en agar (APC -24 Hs a 37 ° C): en el caso de que el recuento supere las 500 UFC/ml y se cumplan el resto de los parámetro indicados, solo se deberá exigir la higienización del reservorio y un nuevo recuento. En las aguas ubicadas en los reservorios domiciliarios no es obligatoria la presencia de cloro.

En el caso que el agua sea extraída de un pozo de manera directa, la legislación aplicada por el Código Alimentario Argentino para el Cloro (Min. 0,2 mg/l), no tiene validez. Ya que, rige únicamente para aguas ubicadas en reservorios domiciliarios e industriales, y agua de red; y no para Aguas de Pozo.

(\*\*\*) Para los fluoruros la cantidad máxima, se da en función de la temperatura promedio de la zona, teniendo en cuenta el consumo diario del agua de bebida:

- Temperatura media y máxima del año (°C) 10,0 – 12,0 contenido limite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,9: límite superior 1,7.
- Temperatura media y máxima del año (°C) 12,1 – 14,6 contenido limite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,8: límite superior 1,5.
- Temperatura media y máxima del año (°C) 14,7 – 17,6 contenido limite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,8: límite superior 1,3.
- Temperatura media y máxima del año (°C) 17,7 – 21,4 contenido limite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,7: límite superior 1,2.
- Temperatura media y máxima del año (°C) 21,5 – 26,2 contenido limite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,7: límite superior 1,0.
- Temperatura media y máxima del año (°C) 26,3 – 32,6 contenido limite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,6: límite superior 0,8.

(\*\*\*\*) *n/d: No detectado*

**DATOS DEL SOLICITANTE**

Solicitante / Cliente: GALASSE, CECILIA  
 Teléfono:  
 Domicilio: EL SALTO s/nº . SAN MARCOS SIERRAS  
 Email: cecigalasse@yahoo.com

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº de Solicitud de Servicio: 13416 Código de Muestra: 34993  
 Identificación dada por el solicitante: Muestras nº 2 según DDJJ: Agua para consumo humano  
 Lote: No aplicable Fecha Elaboración: No aplicable Fecha Vencimiento: No aplicable  
 Responsable del Muestreo: Ceprocór Fecha Muestreo: 11/06/2015 Fecha Recepción: 11/06/2015  
 Lugar Muestreo: Casa de Delia (Villa Luján). El Salto. San Marcos Sierras  
 Observaciones: Horario de muestreo: 11.25 h

**RESULTADOS DE LA MUESTRA**

Ensayos-Unidades	Resultado	Unidades
Alcalinidad de bicarbonatos (en CO <sub>3</sub> Ca)	273	mg/L CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidad de carbonatos (en CO <sub>3</sub> Ca)	n/d	mg/L CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidad Total	273	mg/L CaCO <sub>3</sub>
Amoníaco	<0,2	mg/L N-NH <sub>3</sub>
Cloruros	165	mg/L Cl <sup>-</sup>
Color	<5	UC
Fluoruros	1,6	mg/L F <sup>-</sup>
Determinación de pH	6,7	
Nitrito	<0,08	mg/L NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
Turbiedad	<0,12	UNT
Conductividad	3600	uS/cm
Dureza Total (en CO <sub>3</sub> Ca)	625	mg/L CaCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Sólidos Disueltos Totales	2494	mg/L
Sulfatos	420	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
Nitratos	15	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>

Fecha de inicio de ejecución de ensayos: 12/06/2015

**Referencias**

U.C.= Unidades de Color UNT= Unidades Nefelométricas de Turbiedad n/a= no aplicable  
 n/d= no detectable \*=Mineralización Interf= Interferencia

Los sólidos disueltos totales informados con asterisco (\*) se obtienen por estimación, a partir de la conductividad de la muestra de acuerdo a lo indicado en el apartado 2 a, del método 2510 Conductividad, del Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater. Ed 21ª, APHA, AWWA, WEF

**Información Adicional**

En base a los parámetros analizados la muestra SUPERA los límites máximos admitidos por el Código Alimentario Argentino, Capítulo XII Art. 982 para AGUA POTABLE: [Dureza total (max. 400 mg/l), Sulfatos (max. 400 mg/l), Sólidos Disueltos Totales (max. 1500 mg/L)] y SUPERA los límites tolerables de la Resolución DIPAS 608/93, para AGUA DE BEBIDA: [Dureza total (500 mg/L), Sulfatos (400 mg/l), Sólidos Disueltos Totales (max. 2000 mg/L)].

Tabla 1: Límites Tolerables de Fluoruros Código Alimentario Argentino art. 982 para AGUA POTABLE y Resolución DIPAS 608/93, para AGUA DE BEBIDA:

Temperatura °C Rangos Recomendados (mg/L F<sup>-</sup>)  
 (media máxima del año) min. máx.

10,0 a 12,0.....	0,9 - 1,7
12,1 a 14,6.....	0,8 - 1,5
14,7 a 17,6.....	0,8 - 1,3
17,7 a 21,4.....	0,7 - 1,2
21,5 a 26,2.....	0,7 - 1,0
26,3 a 32,6.....	0,6 - 0,8

**Opiniones e Interpretaciones**

Se recomienda realizar tratamiento de ablandamiento antes de consumir el agua.

Bioq. Andrea Cecilia Fernández

*Firma Responsable Técnico*

Fecha de Emisión: 19/06/2015

*Mario Ravera*  
Ingter. Mario Ravera  
Gerente de Coordinación

Certificación Institucional CEPROCOR

**ESTE INFORME NO CONSTITUYE UNA AUTORIZACION O UN CERTIFICADO COMERCIAL**  
Los Resultados contenidos en el Informe sólo se refieren a las muestras ensayadas. Queda prohibida toda reproducción parcial del presente informe de ensayo sin contar con la autorización expresa por parte del Ceproc  
**EL SECTOR ASEGURA LA CONSERVACIÓN DE LA MUESTRA HASTA LA FECHA DE ANÁLISIS**

## análisis bacteriológico de agua

□ □ □ □ protocolo N°:  
64803

solicitado por:  
QUIROZ INES

dirección:  
DEAN FUNES 280

muestra recolectada por:  
POR EL INTERESADO

método:  
STANDARD METHODS by APHA - AWWA - WPCF.

provincia:  
BUENOS AIRES

fecha:  
22/12/2023

localidad:  
PERGAMINO

hora:  
08:00

fuelle:  
ESPACIO CIRCULAR

### RESULTADO DEL ANALISIS

Recuento de bacterias heterótrofas totales a 22°C

5 UFC/ml

(agar APC a 22°C - 48 hs.)

límite permisible (CAA) hasta 500 UFC/ml

Coliformes Totales

ausencia en 100 ml

enterobacter, citrobacter, klebsiella y escherichia.

caldo mac conkey 35°C - 48 hs.

confirmación (caldo brilla 37°C - 48 hs.)

límite permisible (CAA) hasta 3,0/100 ml.

Escherichia coli

menor que 1 por 100 ml

(caldo EC 44,5°C - 24 hs.)

ausencia en 100 ml (CAA)

Pseudomona Aeruginosa

positivo

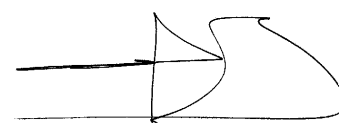
(caldo asparagina a 25°C - 72 hs.)

(agar cetrimida a 37°C - 48 hs.)

no debe contener (CAA)

interpretación del análisis: BACTERIOLOGICAMENTE NO POTABLE.

observaciones:



# análisis fisicoquímico de agua



protocolo N°:

64803

solicitado por:

QUIROZ INES

dirección:

DEAN FUNES 280

muestra recolectada por:

POR EL INTERESADO

método:

STANDARD METHODS by APHA - AWWA - WPCF.

provincia:

BUENOS AIRES

fecha:

22/12/2023

localidad:

PERGAMINO

hora:

08:00

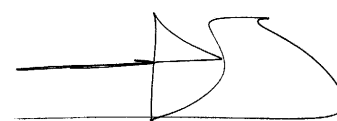
fuelle:

ESPACIO CIRCULAR

determinaciones	valor hallado	valores permitidos		método
		O.M.S.	C.A.A.	
Color UTN	1	5	5	SM 2120 C.
Olor	SIN OLORES	NO	NO	SM 2150 B.
Turbiedad UTN	1	3	5	SM 2130 B.
p.H.	7.37	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	SM 4500 H+B
Alcalinidad mg/l mg/l	210	400	800	SM 2320 B
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> ) mg/l	208	400	400	SM 2340 C.
Sólidos disueltos totales mg/l	328	1500	1500	SM 2540 C.
Cloruros (Cl-) mg/l	30	350	350	SM 4500-Cl- B.
Fluoruros (F-) mg/l	1.66	1.50	1.70	SM 4500-F- D
Sulfatos (SO <sub>4</sub> =) mg/l	48	400	400	SM 4500-SO <sub>4</sub> E.
Nitrato mg/l	10	45	45	SM 4500-NO <sub>3</sub> E.
Nitritos (NO <sub>2</sub> -) mg/l	0.01	0.10	0.01 - 0.10	SM 4500-NO <sub>2</sub> -B.
Amonio (NH <sub>4</sub> +) mg/l	0.07	0.20	0.05 - 0.20	SM 4500-NH <sub>3</sub> C
Cloro residual (mg/l) mg/l	-	0.20	0.20	SM 4500-Cl G.
Calcio (CaCO <sub>3</sub> ) mg/l	169	100		SM 3500-Ca D
Arsénico mg/l	0.030	0.01	0.01	SM 3500-As C.
Hierro (Fe) mg/l	0.17	0.30	0.30	SM 3111-Fe B
Magnesio (CaCO <sub>3</sub> ) mg/l	39	50		SM 3500-Mg E.
Dureza °F	20.8			
Calificación de la dureza	MED.DULCE			

observaciones: POTABLE.

La COMISION NACIONAL DE ALIMENTOS acordó que se prorrogue el plazo de cinco años previsto en los Artículos 982 y 983 del Código Alimentario Argentino para alcanzar el valor de 0.01 ppm de arsénico en los términos previstos en dichos artículos, hasta contar con los resultados del estudio "HIDROARSENICISMO Y SANEAMIENTO BASICO EN LA REPUBLICA ARGENTINA."



Dr. Edmundo A. Balbuena  
m.p.: 1800