

Estudio de factibilidad de recuperación de galerías filtrantes del río Quinto, para provisión de agua potable (Villa Mercedes, San Luis)

Feasibility study for the recovery of filter galleries on the Río Quinto, for drinking water provision in Villa Mercedes (San Luis)

María Magdalena Hellmers¹, Salvador M.F. Costanzo¹⁻², Marisa Mariela Garbero¹ y Alberto Andrés Borcosqui¹

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de San Luis. Ruta Provincial N° 55 S/N extremo Norte, Villa Mercedes, San Luis.

²Obras Sanitarias Mercedes. Villa Mercedes, San Luis.

mmhellmers@email.unsl.edu.ar, mmgarbero@email.unsl.edu.ar, borcosqui@email.unsl.edu.ar

CientiFICA Nº1

Año: 2024

pp. 16 – 22

Historial del Artículo

Recibido:

17/04/2024

Enviado revisión:

19/04/2024

Aceptado:

03/05/2024

Área temática:

Medio Ambiente

Resumen: Las galerías filtrantes son sistemas de captación de aguas subálveas o subsuperficiales ubicadas en los lechos de los ríos o sus márgenes por medio de drenes o bóvedas, a partir de las cuales se conduce el agua subterránea hasta un punto determinado, bien sea para su distribución o para consumo. A 20 km de la ciudad de Villa Mercedes (San Luis), existen galerías filtrantes construidas en el año 1946, que han permanecido en estado de abandono durante largo tiempo. La importancia de estas instalaciones radica en el hecho de que captan una importante alícuota de la necesidad de abastecimiento de la ciudad, con la ventaja de ser de captación y transporte gravitacional. El objetivo del presente trabajo fue la realización de un estudio de factibilidad de recuperación de las mencionadas galerías, para lo cual se realizó en primera instancia, un análisis de la permeabilidad del manto natural que las recubre, a fin de conocer la potencialidad de captación de las mismas, debido a la absoluta carencia de datos al respecto. Luego se propone la forma de encauzar el río, que se halla a unos 100 metros promedio de distancia de las instalaciones a fin de que estas puedan ser utilizadas. Como paso siguiente se espera en base a los datos obtenidos realizar un análisis de la inversión requerida para su efectiva utilización.

Palabras Claves:

Galerías filtrantes, agua potable, río Quinto.

Keywords:

Filtering galleries, drinking water, river Quinto.

Abstract: Filtering galleries are subsurface water collection systems located in river beds through drains or vaults, from which groundwater is conducted, either for distribution or consumption. At a distance of 20 km from the city of Villa Mercedes (San Luis), there are filter galleries built in 1946, which remain in a state of abandonment for a long time. The importance of these facilities lies in the fact that they capture an important proportion of the city's supply needs, with the advantage of being gravity collection and transport. The objective of this work was to carry out a feasibility study for the recovery of the aforementioned galleries, for which, in the first instance, an analysis of the permeability of the natural mantle that covers them was carried out, in order to know their capacity, due to the absolute lack of data in this regard. Then, a way to canalize the river, which is an average of 100 meters away from the facilities, is proposed so that they can be used. As a next step and in relation with the obtained data, an analysis of the investment required for its effective use is expected to be carried out.

INTRODUCCIÓN

Saber aprovechar las fuentes de agua que se posee naturalmente en el territorio es de vital importancia, ya que se podría garantizar el abastecimiento de agua para las poblaciones por medio de obras de ingeniería, entre las cuales podemos mencionar a las galerías filtrantes. Las galerías filtrantes son sistemas de captación de aguas subálveas o subsuperficiales ubicadas en los lechos de los ríos o sus márgenes por medio de drenes o bóvedas, a través de las cuales se conduce el agua subterránea hasta un punto determinado, bien sea para su distribución o para consumo [1]. En los últimos años este tipo de obra ha recibido una renovada atención ya que permite la captación y conducción de agua por gravedad y además, por la calidad de agua que pueden ofrecer. En relación a esto se han llevado a cabo estudios de recuperación de galerías filtrantes [2], como así también de diseño de nuevas obras de captación [3] [4] [5].

La ciudad de Villa Mercedes, segunda en población de la provincia de San Luis está ubicada en el sector centro-este de la misma, y pertenece al clima semiárido. Tanto las características climáticas, como el marcado aumento poblacional (de 55.000 a más de 130.000 habitantes en el período 1976-2022 [6]) se ven reflejados en el fuerte incremento de consumo de agua potable. La empresa proveedora es de carácter público y presenta bajos índices de cobrabilidad, lo que ha limitado en varias oportunidades la construcción de nuevas obras de captación.

Por el extremo sur de la ciudad pasa el río Quinto cuyas aguas son aprovechadas para provisión de agua potable, riego y abrevado. El módulo es de $4,06 \text{ m}^3/\text{s}$ [7] y se cuenta con registros de crecidas siendo la más alta de $1300 \text{ m}^3/\text{s}$, ocurrida en 2002.

Actualmente la ciudad se provee de agua a partir de dos Plantas Potabilizadoras, una que toma el agua desde un embalse nivelador sobre el río (Dique Vulpiani) y otra (denominada La Ribera) que toma agua por bombeo desde una red de galerías filtrantes realizadas en el río a tal fin. Además, se suministra agua a partir de un elevado número de perforaciones ubicadas en diversos puntos de la zona urbana.

En el río Quinto existen además de las galerías filtrantes antes mencionadas, otras galerías construidas en 1943, conocidas como Toma Nueva, que se mantuvieron y explotaron hasta 1982 (Fig. 1). Luego se siguieron utilizando sin tareas de mantenimiento hasta su total abandono en 1997.

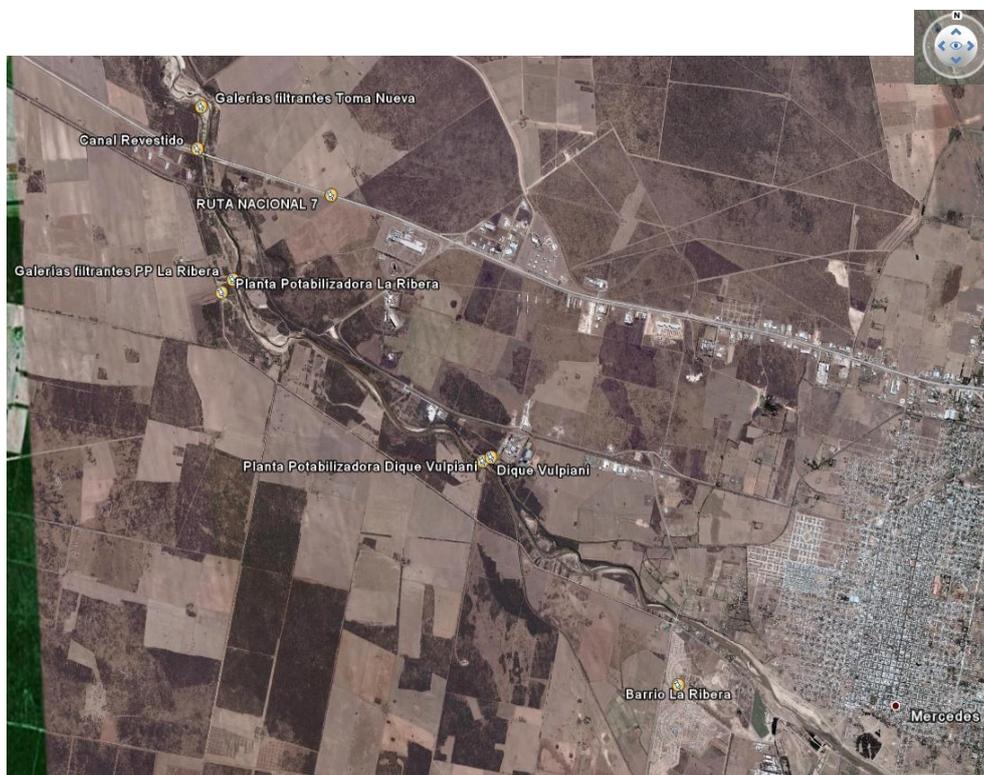


Figura 1. Instalaciones de Captación $33^{\circ}36'18.6''$ Lat. S, $65^{\circ}34'44.0''$ Long. O [8]

La creciente del año 2002, además de provocar daños en las galerías, desvió el río de la zona de captación, por lo que quedaron fuera de uso. Cabe aclarar que después de la construcción de esta toma, en el año 1982 se realizó desde el embalse más próximo aguas arriba (Paso de las Carretas), un canal revestido que conduce la mayor parte del caudal regular del río (2 a 3 m³/s) y lo devuelve aguas abajo de la misma, por lo que el caudal que conduce el lecho natural, a la altura de las instalaciones, se ha reducido notablemente.

La demanda creciente, así también como la escasez de fondos de la empresa proveedora, requieren de nuevas obras de captación por lo que resulta evidente la conveniencia de estudiar las posibilidades de recuperación que presenta la Toma Nueva.

La denominada Toma Nueva está ubicada a aproximadamente 20 Km de la ciudad, 400 metros aguas arriba del Puente Carretero de Ruta 7. Consiste en una serie de pozos excavados hasta la tosca, y debido a que ésta oscila alrededor de los 2,5 metros de profundidad de forma ininterrumpida, cuenta con caños perforados en forma horizontal en dirección a una cámara de albañilería de 2 metros de diámetro. A título experimental se construyeron de distintos tipos: dos con caños perforados de hierro de 0,20 m de diámetro, dos con conductos de hormigón armado perforado de sección cuadrada de 0,25 m de lado interior y por último, el rayo central con losas y ladrillos de máquina formando una pequeña galería de 0,40 por 0,30 m, que resultó el de mayor rendimiento por lo que se prolongó seis metros sobre el diseño original.

Sobre la misma cañería colectora en que se construyó este radial, que es el número I, se hizo el número II emplazado próximo al anterior. Sobre la cañería del medio se construyó un solo radial: III, y sobre la tercera cañería se construyeron los radiales IV y V (Fig. 2). Todas las cámaras circulares son de dos metros de diámetro a excepción de la V que es de tres metros por tener más rayos. El piso de las cámaras colectoras está a 0,5 metros por debajo del vertido de los rayos, de manera que en supuesto caso que penetre arena, esta queda en la cámara (Fig. 3).

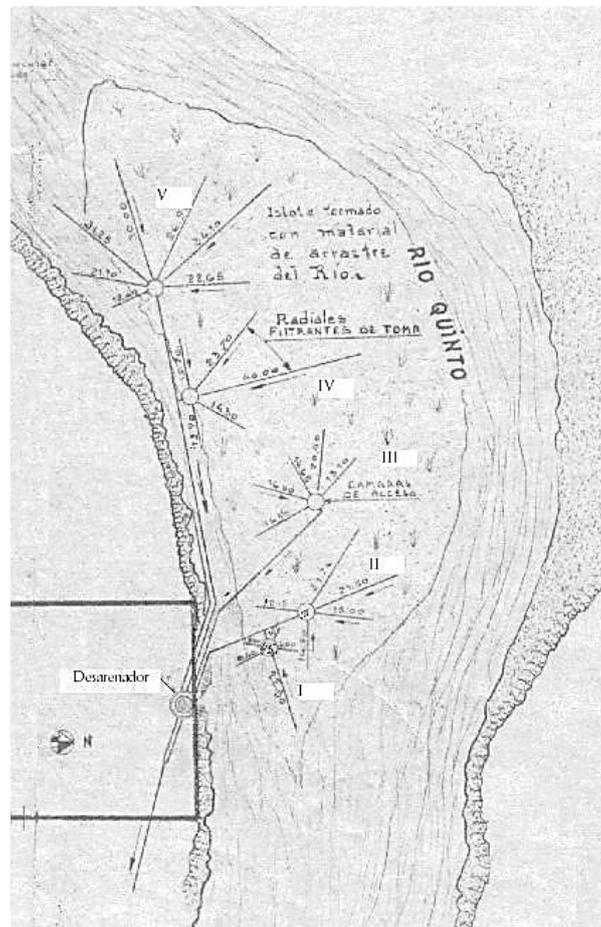


Figura 2. Esquema de cámara de radiales original [9]

La distribución más o menos caprichosa de los radiales se debe a que la tosca nos está siempre al mismo nivel, descendiendo a veces para aparecer al mismo nivel o a uno más alto aún. Esta capa impermeable actúa, debido a sus características de continuidad, como dique nivelador subterráneo que obliga a pasar el agua por sobre los radiales construidos.

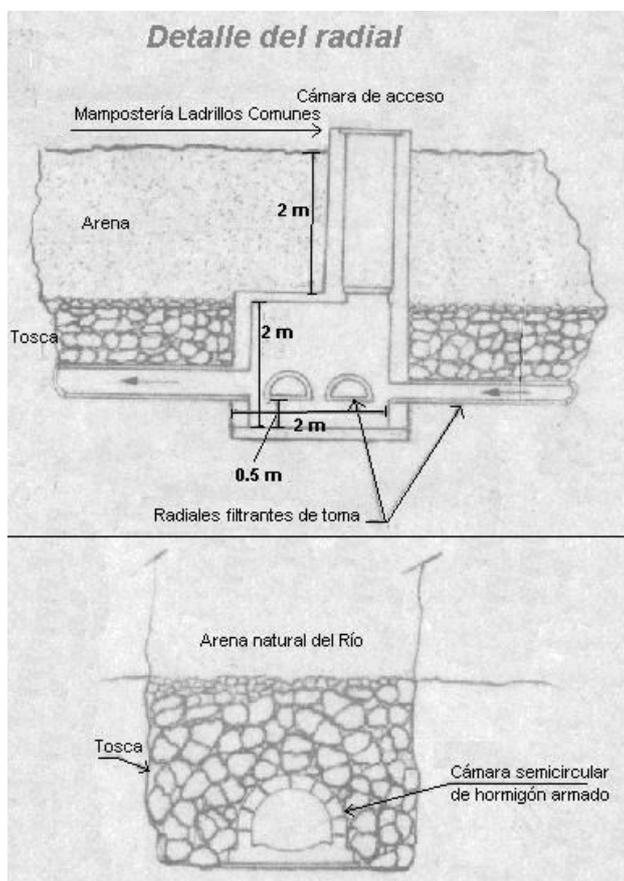


Figura 3. Detalle de cámara [9]

Una vez finalizada la obra original se midieron los caudales y rendimientos, obteniéndose los siguientes resultados:

RADIALES I y II: 42 l/seg

RADIAL III: 25 l/seg

RADIAL IV: 47 l/seg

RADIAL V: 48 l/seg

Dando un total de 106 l/s [9].

El objetivo de este estudio fue determinar el estado actual y la posibilidad de recuperación de las instalaciones de galerías filtrantes "Toma Nueva", para estimar la factibilidad de que sean incorporadas a la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Villa Mercedes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó la localización y se determinó el estado de la cámara y de los rayos aportantes para conocer si están operativos.

Para la realización del ensayo de permeabilidad se utilizó una batería de seis cilindros distribuidos en los 90 metros de longitud de la zona de captación. Se utilizaron cilindros de tipo Hazen, de 500 mm de diámetro y 1,30 metros de largo. Se clavaron hasta un metro, evitando disturbar la estructura en la arena natural de la zona por donde se encauzaría el río. Se los mantuvo con un nivel de carga constante a 0,2 m sobre la arena contenida en el cilindro, mediante un orificio de rebose realizado a 10 cm del borde superior.

La permeabilidad del subálveo se estimó mediante la fórmula Dupuit [10] basada en los resultados del ensayo realizado y tomando en un principio un radio de acción de 1,8 m, para tener una aproximación a priori de la capacidad de captación de las galerías en la actualidad.

$$Q = \frac{K}{2r} (H^2 - h^2) \quad (1)$$

Donde

Q: Caudal en m³/día.m

K: coeficiente de permeabilidad en m³/m² día

H: Altura del agua sobre la base del acuífero en metros.

h: Altura del agua sobre la obra de captación o trinchera de drenaje, en metros.

R260: Radio de influencia de la obra que por experiencias en la zona corresponden buenos resultados con 1,5 m ≤ r ≤ 1,8 m [11].

Resultados

En la inspección de la zona donde se encuentran las galerías filtrantes se determinó que el río Quinto se encontraba desviado a la margen derecha entre 90 y 100 metros de su cauce original.

Se realizó la localización y limpieza de las tapas de cámara de radiales (0,8 x 1 m) a fin de dejarlas descubiertas debido a que habían quedado enterradas. Luego se ingresó a las cámaras para inspeccionar su estado y el de cada radial, o rayo aportante.

En general la obra se encuentra en estado aceptable, la cámara de Radiales I, no se pudo localizar por lo que se asumió como destruida e inutilizable pues de existir aún, los rayos aportantes no contribuirían a la captación. En el resto de la instalación se encuentran derrumbados, el rayo 1 de Cámara de Radiales III, rayo 3 de Cámara de Radiales IV y rayo 4 de Cámara de Radiales V. La longitud de las galerías destruidas o sin posibilidad de aporte, representan el 20 % de la longitud total original. En el resto de las instalaciones de captación se observó algún grado de deterioro por el paso del tiempo y llenas de arena, pero en condiciones de ser limpiadas y puestas en funcionamiento.

Las cámaras de radiales descargan el agua captada en un desarenador que se encuentra en las inmediaciones pero fuera del cauce del río. Estas cámaras tienen la posibilidad de restringir el caudal captado mediante tres válvulas exclusas que se encuentran operativas y permitió observar variaciones de nivel sobre el río, dato auspicioso para la continuación de los trabajos.

Una vez concluido este diagnóstico, se procedió a la elección de un punto donde se iniciaría el encauzamiento para poder evaluar costos. A este fin y en miras de captar al menos parte del caudal, se optó por tomar la cota de la última cámara de radiales y buscar aguas arriba un lugar más accesible respetando una pendiente de 2,7 ‰, que corresponde a la media de la zona para evitar faltantes (arrastre) ó acumulación de arena.

Para el ensayo de permeabilidad, el tiempo de estabilización de caudales estuvo comprendido entre los 30 y 40 minutos. El caudal permeado se obtuvo por diferencia entre el caudal erogado por la bomba y el caudal obtenido en el rebosadero. Los valores observados (Tabla 1), permiten estimar una Permeabilidad promedio de 0,148 m³/h = 17,8 m³/m² día = 0,0206 cm/s.

Tabla 1: Estudio de Permeabilidad.

Permeámetro	Caudal (m ³ /h)
1	0,14
2	0,13
3	0,17
4	0,15
5	0,14
6	0,16

Además, se verificó en el punto N° 3 (el de mayor permeabilidad) la capacidad de colmatación en 48 horas. En el período mencionado no se observó variación apreciable del caudal permeado.

La evaluación de la velocidad de captación para los 400 m de longitud, representa:

$$Q = 6329m^3/día \cdot m = 264m^3/h \quad (2)$$

En función del cálculo realizado se considera que será necesario el uso de maquinaria especializada para dar inicio a tareas de encauzamiento del río Quinto. Se establece que se necesitarán 60 horas de pala cargadora frontal para la construcción de un azud derivador que se construirá con arena, árboles caídos en las proximidades, vegetación autóctona de ribera (cortaderas), además se trabajará 180 horas aproximadamente con retroexcavadora chica para la construcción un canal de 430 metros de longitud para la circulación inicial del río, proyectando que se agrandará luego con la circulación natural de las aguas. Como paso siguiente se espera en base a los datos obtenidos realizar un análisis de la inversión requerida para su efectiva utilización.

CONCLUSIONES

En base a los estudios realizados se concluye que es factible poner en funcionamiento las galerías filtrantes, logrando que vuelvan a prestar utilidad y proveyendo un caudal que resulta ser una importante alícuota del que fluye en el sector de captación.

Cabe agregar el beneficio ambiental que supone la puesta en marcha de instalaciones en estado de abandono, cuyos principios de explotación, natural y gravitacional, llevan cientos de años en uso. Además de los ya mencionados bajos costos de mantenimiento, comprendemos que se alcanza un beneficio superior al inmediato y directo, la provisión de agua, como lo es la sustentabilidad de la explotación.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, División de Salud y Ambiente Organización Panamericana de la Salud Oficina Sanitaria Panamericana – Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud (2002). Manual de diseño de galerías filtrantes. (<https://iris.paho.org/handle/10665.2/55441>).
- [2] López Fernández, J.A. (2020) La situación de las galerías drenantes en la Región de Murcia: un indicador de la calidad ambiental del territorio. Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada, ISSN-e 2340-0129, ISSN 0210-5462, Vol. 59, Nº 3: 304-324.
- [3] Monge, M., Moreira Moreira, D. D., Álvarez Sánchez, A. R., & Ramos Remache, R. A. (2021). Aprovechamiento de las galerías filtrantes de la Presa la Esperanza para el abastecimiento de la Parroquia Quiroga. Ingeniería E Innovación, 9(1). <https://doi.org/10.21897/23460466.2290>
- [4] Camacho Cordel, T. (2014). Captación de Agua para Propósitos Consuntivos Mediante una Galería Filtrante en la Comunidad de Mosoj Llajta, Municipio de Yotala. Journal Boliviano De Ciencias, 10(30), 9–13. <https://doi.org/10.52428/20758944.v10i30.740>
- [5] Jara Díaz, W. (2018). "Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable utilizando captaciones subsuperficiales – galerías filtrantes del distrito de Pomahuaca – Jaén – Cajamarca, 2015". Tesis pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

- [6] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) (2022). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. República Argentina.
- [7] Departamento de Riego. Zona Villa Mercedes. Registros propios hasta 2005. Inédito.
- [8] <http://earth.google.com/> Images © DigitalGlobe © 2023 Google Inc.
- [9] Rodríguez Ghio, C. OSN (1943) "Provisión de agua a la ciudad de Mercedes (San Luis). Construcción de nuevas obras de captación". Boletín de Obras Sanitarias de la Nación Nº 67. pag 521-529
- [10] Castany, G. (1971) Tratado práctico de las aguas subterráneas. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.
- [11] Loffi, L.E (1982) Consejo Federal de Inversiones. "Ampliación de obras de captación y conducción de agua potable en Villa Mercedes, provincia de San Luis". Buenos Aires; CFI; 190 p.