

**PRIMER CONGRESO IBEROAMERICANO DE PROTECCIÓN, GESTIÓN,
EFICIENCIA, RECICLADO Y REÚSO DEL AGUA**

**PRIMER SEMINARIO DE UNIVERSALIZACIÓN DEL ACCESO AL AGUA APTA
PARA EL CONSUMO HUMANO**

**EFICIENTIZACIÓN EN OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN APLICADA
EN LOCALIDADES PEQUEÑAS DE CÓRDOBA**

Reyna, Santiago; Reyna, Teresa; Lábaque, María; Fulginiti, Fabián; Reyna Estela

CEAS S.A., Gómez Clara 1191. Barrio Rogelio Martínez. Argentina , santiagoreyna@gmail.com

RESUMEN:

El diseño de sistemas de captación y conducción (y su mantenimiento) para localidades pequeñas debe ser acorde a las necesidades y capacidades de los municipios. Los sistemas de captación y conducción local con tecnologías acordes a los lugares donde se implementan tienen la ventaja de poder ser operados en forma eficiente y que su mantenimiento pueda ser afrontado por los gobiernos locales. En este trabajo se describe el proyecto para la eficientización de los elementos del sistema de captación y conducción de agua potable para la Localidad de La Granja en la Provincia de Córdoba (Argentina). Como parte de este trabajo se relevaron los distintos elementos que integran el sistema y se generaron modelos de simulación (hidrológicos-hidráulicos) que permiten valorar su funcionamiento en el estado de conservación presente y bajo las condiciones actuales de operación. De esta forma se pudieron determinar los puntos críticos tanto estructurales (capacidad) como no estructurales (operación y mantenimiento). Para optimizar el desempeño del sistema, se elaboró un proyecto de reestructuración mediante obras de pequeña envergadura (conducciones, galerías filtrantes, reservas y bombeos principalmente) que no solo disminuyen la vulnerabilidad del sistema sino que maximizan sus potencialidades (empleo de capacidad ociosa). Se prestó atención en el aprovechamiento de infraestructura existente la valoración del estado real de obsolescencia de cada elemento. Se realizó un relevamiento y análisis del sistema de recaudación y reinversión relacionándolo con la realidad observada. Esta metodología fue descripta y ordenada en su aplicación para posibilitar su implementación en distintas localidades que sufren este tipo de problemática.

ABSTRACT:

The design and maintenance of capture and conveyance systems for small towns should be tailored to the needs and capacities of municipalities. Systems with appropriate technologies according to the places where they are implemented, are more efficient and its maintenance can be addressed by local governments. This paper describes the project for the eficientización of the drinking water capture and conveyance system for the City of La Granja, Córdoba (Argentina). Therefore, various (hydrological-hydraulic) simulation models were generated in order to evaluate its performance in the present condition and under actual operating conditions. In this way it was possible to determine both structural (capacity) and nonstructural (operation and maintenance) critical points. In order to optimize the system performance, the original was restructured by the construction of minor works (pipes, infiltration galleries, and pumping reserves mostly) not only to decrease its vulnerability but also to maximize their potential. Besides, the collection and reinvestment systems were analyzed and the methodology implemented was described in order to allow its implementation in different villages that suffer this kind of problem.

Key words: operating systems, drinking water, small villages.

INTRODUCCIÓN

La Granja es una localidad situada en el Departamento Colón, provincia de Córdoba, Argentina. Está situada a 53 km al norte de la capital cordobesa en la vertiente oriental de la Sierra Chica, surcada por el río La Granja.

Está conectada con la capital provincial mediante la ruta E53, y tiene una población de 4800 habitantes permanentes que en temporada turística esta cantidad puede duplicarse.

La tupida vegetación junto al paisaje que se enmarca en las estribaciones orientales de las Sierras Chicas, representa el mayor atractivo de esta localidad, pero también denota la presencia y continuidad del componente hídrico como fuente de sustento para la biota del lugar.

Hace poco menos de una década, La Granja contaba con agua en cantidad y sus vecinos y visitantes disfrutaban de su paisaje con piletas, acequias y un arroyo. En la actualidad son cada vez más frecuente las situaciones de emergencia hídrica de la zona y los vecinos reciben agua con camiones. En esos momentos, la red llega muy escasa y sin presión, y en la zona comienza a vislumbrarse un clima de conflicto por el recurso.

El problema se replica en casi todas las localidades de las Sierras Chicas. La situación se agrava en verano con la llegada de dueños de casas de veraneo y la ocupación de hoteles y cabañas.

Durante el año 2012, se realizaron estudios con el fin de elaborar un proyecto integral para la eficientización, rehabilitación y readecuación de los elementos de captación y conducción del sistema de agua potable en la Localidad de La Granja en búsqueda de una solución a la problemática planteada.

El siguiente estudio describe los pasos seguidos en la elaboración de un proyecto integral para la eficientización, rehabilitación y readecuación de los elementos de captación y conducción del sistema de agua potable en la Localidad de La Granja en la Provincia de Córdoba (Argentina).

En la búsqueda de soluciones inmediatas, económicas, efectivas y sustentables en el tiempo se respetaron de forma particular las siguientes premisas:

- Reutilizar, rehabilitar y refuncionalizar la **infraestructura existente** valorando la capacidad de abastecimiento de cada fuente.
- Minimizar los **costos** de la nueva infraestructura propuesta tanto para la etapa de ejecución como de explotación.
- Limitar la **vulnerabilidad** de las fuentes de abastecimiento mediante su interconexión, mantenimiento y planificación.
- Utilizar tecnologías acordes al **nivel técnico-económico** de las localidades involucradas.
- Brindar soluciones consistentes con la **escala de explotación** presente sin limitar las posibilidades de ampliación futuras, pero bajo la premisa de dar soluciones inmediatas a los problemas.
- Garantizar las operaciones de **mantenimiento** y control sobre las fuentes.

Como muchas localidades de la región de las Sierras Chicas, la falta de previsión, planificación y mantenimiento de la infraestructura existente condujo a situaciones de crisis hídricas extremas en que el suministro se vio interrumpido largos periodos de tiempo. La Granja, Villa Ani Mi y Las Vertientes de la Granja se encuentran en este grupo de localidades afectadas.

Como parte de este trabajo se relevaron los distintos elementos que integran el sistema y se generaron modelos de simulación (hidrológicos-hidráulicos) que permiten valorar su funcionamiento en el estado de conservación presente y bajo las condiciones actuales de operación. De esta forma se pudieron determinar los puntos críticos tanto estructurales (capacidad) como no estructurales (operación y mantenimiento) y proponer soluciones de rápida implementación.

La metodología seguida incluye entre otros los siguientes ítems: Análisis de las actuales y potenciales fuentes de aprovisionamiento, Valoración de los caudales de aporte, Análisis de la infraestructura existente, Simulación hidrológica de la cuenca de aporte, Valoración de las condiciones hidrogeológicas, Propuestas de solución, Simulación hidráulica del sistema.

Dada la ubicación de esta localidad sobre el faldeo de las sierras, no existe aguas arriba de la propia cuenca superficial, un sistema de regulación que abastezca de forma regional a las localidades de las Sierras Chicas. Cada localidad, paraje, urbanización o vivienda aislada se nutre de los cauces, muchos de ellos estacionales, y del recurso almacenado de forma natural en el subsuelo.

La cuantificación de las fuentes disponibles requiere la identificación y valoración de los elementos del ciclo hidrológico así como su interrelación en la zona de análisis. A partir de un estudio preliminar de la zona se deduce la existencia de una importante cuenca superficial externa (en términos de las necesidades actuales) cuyos excedentes son conducidos principalmente por los ríos La Granja y Agua de Oro. Las actuales perforaciones en la zona permiten inferir la existencia de una unidad acuífera activa cuyos límites y rendimiento fueron definidos a partir de la información existente.

Para la caracterización general de la zona de estudio se realizó una recopilación y revisión de información a partir de diversas fuentes. Esta revisión abarca principalmente:

- Información Climática (registros de temperatura, precipitaciones y velocidad del viento).
- Información de Suelos ("Soil Taxonomy" -SSS- USDA, 1975)
- Cobertura del Suelo (SIG - www.ign.gob.ar)
- Consideraciones Hidrográficas (características hidrográficas de los cauces, caudales, niveles freáticos, niveles en los cuerpos de agua)
- Balance Hidrológico
- Consideraciones Geológicas

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

La Granja se sitúa en el Departamento Colón, provincia de Córdoba, Argentina, en la vertiente oriental de las Sierras Chicas. La posición en coordenadas geográficas es: Longitud 64°16'O, Latitud 31°01'S.

La misma se encuentra surcada por el río La Granja el que alimenta el balneario "La Toma". Estos son explotados como atracción turística.

La localidad se encuentra en la zona centro norte de la Provincia de Córdoba. Esta zona presenta un clima templado. La temperatura del mes más caliente es superior a 22°C (veranos muy calurosos). Frío en invierno, con temperatura media menor a 18°C.

Desde el punto de vista dinámico, el clima de Córdoba es típico de la zona templada, con caracteres específicos de una provincia mediterránea.

Es de una gran uniformidad térmica, con un período de lluvias que se extiende de octubre a marzo y otro seco, entre abril y septiembre. El verano se presenta cálido y con aumento en la humedad relativa, mientras que el invierno es seco y no muy riguroso, aunque un poco más acentuado en las Sierras y el extremo Sur de la Provincia. En otoño y primavera, en general, se presenta buen tiempo, con marcada amplitud térmica, lo que produce una sensación agradable durante el día, pero con frío en las noches y primeras horas de la mañana.

VALORACIÓN DE LAS FUENTES DE APROVISIONAMIENTO A LA LOCALIDAD

Con el objeto de cuantificar de forma adecuada la disponibilidad hídrica con que cuenta la localidad se realizó un relevamiento expeditivo de la infraestructura existente, el cual fue complementado con información técnica suministrada por el personal encargado del servicio en la localidad. Para cada elemento que compone el sistema se determinó si el mismo se encuentra optimizado para cumplir con su función específica, sea esta la de: Captación, Conducción o Almacenamiento.

Se identificaron en la zona tres subsistemas (**Figura 1**) interrelacionados que, en primera instancia, son analizados de forma separada para luego ser integrarlos en un modelo general.

Avanzadas las tareas de relevamiento y proyecto se identificó en la zona Norte una fuente adicional (sub-explotada) que será denominada Subsistema Norte y que también podrá vincularse a los

subsistemas restantes. Todas las actividades de relevamiento y proyecto se realizaron con la finalidad de obtener un sistema eficiente.

SUBSISTEMA I

El primer subsistema analizado se compone de una toma desde el subálveo del río La Granja (Figura 2) desde donde se bombea hasta alcanzar una antigua cisterna en Villa Ani Mi. Un antiguo tanque denominado “tanque negro” que integra este subsistema se encuentra en desuso y subvalorado por los operadores de la red. La alimentación del mismo se realiza desde el pozo denominado “El Playón”. Sus dimensiones aproximadas son: diámetro 10m y altura total 7 m. Su capacidad según personal municipal alcanza los 500000.

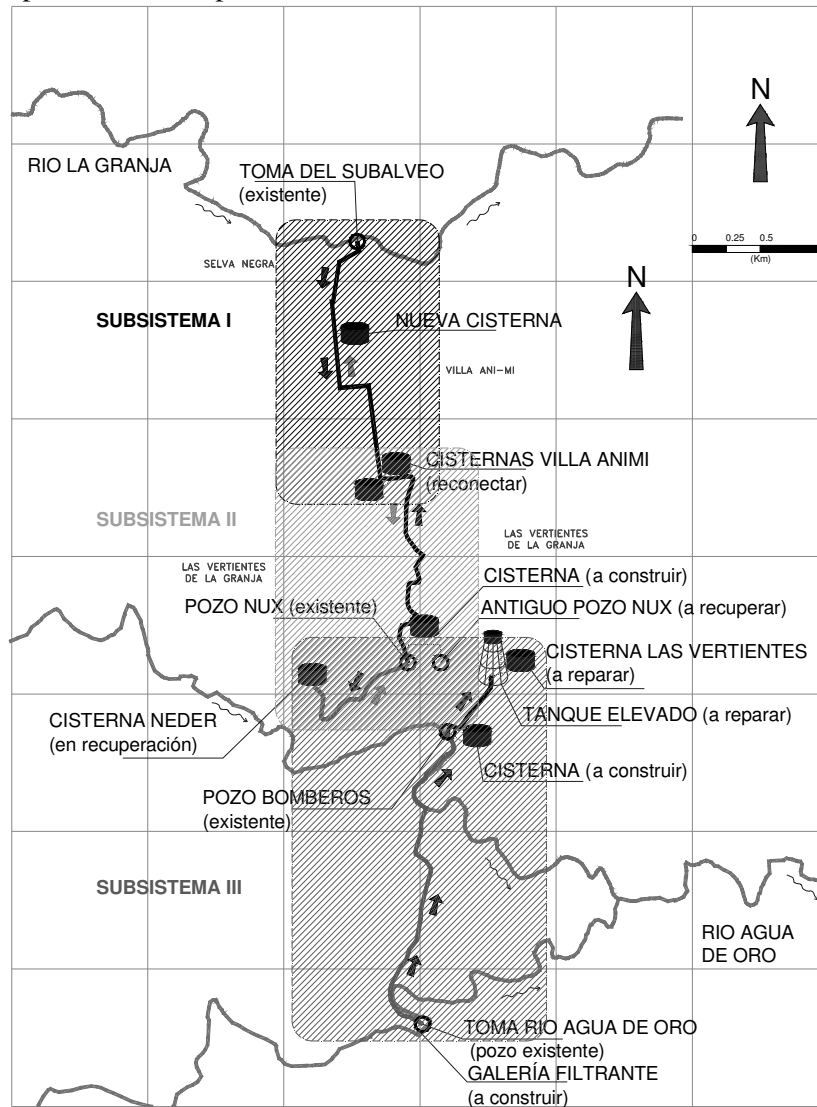


Figura 1.- Fuentes de abastecimiento – Subsistemas analizados



Figura 2. Sector en la zona de toma

Seguidamente se determinó la capacidad hidráulica de los elementos existentes generando un modelo de simulación que permitirá la valoración de distintos escenarios.

El Tramo de impulsión que conecta la obra de toma con cada cisterna se desarrolla principalmente siguiendo la traza vial. Se generó un modelo hidráulico que permitió cuantificar los requerimientos del sistema para la correcta selección del tipo de bomba a ubicarse en el punto de toma.

Se generó un MDE de apoyo (modelo digital de elevación) para la determinación de la altimetría necesaria en la confección del modelo hidráulico en EPANET (EPA, 2008). Este modelo permitió evaluar el funcionamiento del sistema bajo la condición de operación de mayor demanda.

Tareas y Obras a ejecutar sobre el Subsistema I

Entre las nuevas obras que fortalecen este sistema se encuentran dos **cisternas** que podrán ser utilizadas en los períodos de escasez para regular la disponibilidad del recurso. Una se encuentra en la porción intermedia de la conducción. La misma deberá vincularse al sistema de distribución lo que posibilitará su utilización en el momento que sea necesario.

La segunda cisterna se localiza junto a la antigua cisterna de Villa Ani Mi. La misma se encuentra a mayor cota que la precedente por lo que el caudal bombeado desde la toma deberá ingresar en primer lugar a ésta. Luego, por medio de un conducto de desborde controlado mediante una válvula flotante en la cisterna a menor cota se asegurará la óptima utilización de ambos reservorios.

Por medio de dos bajadas independientes se conducirá el caudal al sistema de distribución.

La rehabilitación del “Tanque Negro” según las especificaciones ya mencionadas permitirá dotar este tramo del sistema de mayor autonomía.

SUBSISTEMA II

El sector comprendido entre los tanques de Villa Ani Mi y el barrio denominado Vertientes de La Granja se abastece en la actualidad desde una perforación. Desde esta perforación denominada pozo “Nux” se bombea hasta los tanques de Villa Ani Mi (al norte) y hasta una antigua cisterna en reparación sobre la ladera sur de la sierra que separa Vertientes de La Granja del río Agua de Oro.

Dado el buen desempeño del subsistema I previamente planteado (toma desde el río La Granja), se propuso que el sentido de conducción desde las cisternas en Villa Ani Mi pueda revertirse para alimentar el actual pozo “Nux”, donde deberá construirse una cisterna de almacenamiento y bombeo.

En primera instancia se verificó si el desnivel entre las cisternas (Villa Ani Mi) y el pozo Nux permite conducir a gravedad el caudal necesario con la conducción existente. Seguidamente se modeló la conducción hasta la cisterna en recuperación para la correcta selección del equipo de bombeo. Para el análisis de la red se empleó como en el caso anterior, el modelo EPANET.

Seguidamente se realizó una modelación hidrológica para valorar la potencialidad del actual sitio de toma (“Nux”). A continuación se exponen las principales consideraciones adoptadas en cada uno de los ítems que componen el presente análisis.

Modelación Hidráulica

Este modelo contempló dos tramos Tanques Villa Ani Mi – Pozo Nux y Tramo Pozo Nux – Cisterna en recuperación (Neder):

1. Tramo Tanques Villa Ani Mi – Pozo Nux – Conducción a gravedad

Para las características de esta conducción (existente) se determinó el máximo caudal que se logra con el desnivel existente, considerando las pérdidas friccionales y localizadas en el tramo.

Se determinó la capacidad de la cisterna que deberá construirse en este punto para permitir almacenar y rebombar hacia la cisterna en recuperación en Vertientes de La Granja (Tanque Neder) optimizando el funcionamiento del sistema de bombeo, minimizando las paradas y arranques del equipo, sin que se exceda la razonabilidad de la obra.

2. Tramo Pozo Nux – Cisterna en recuperación (Neder) – Conducción por bombeo

Para este tramo (existente) se determinó el máximo caudal que se podría bombear mediante el mismo, considerando el limitante en la carga que impone la clase del conducto existente.

El valor de los parámetros determinados para la selección del equipo de bombeo son: Q : 11 m^3/h - H : 115 mca., equivalente a un equipo de bombeo de 6.5 HP.

La figura 3 muestra los resultados de la modelación en EPANET.

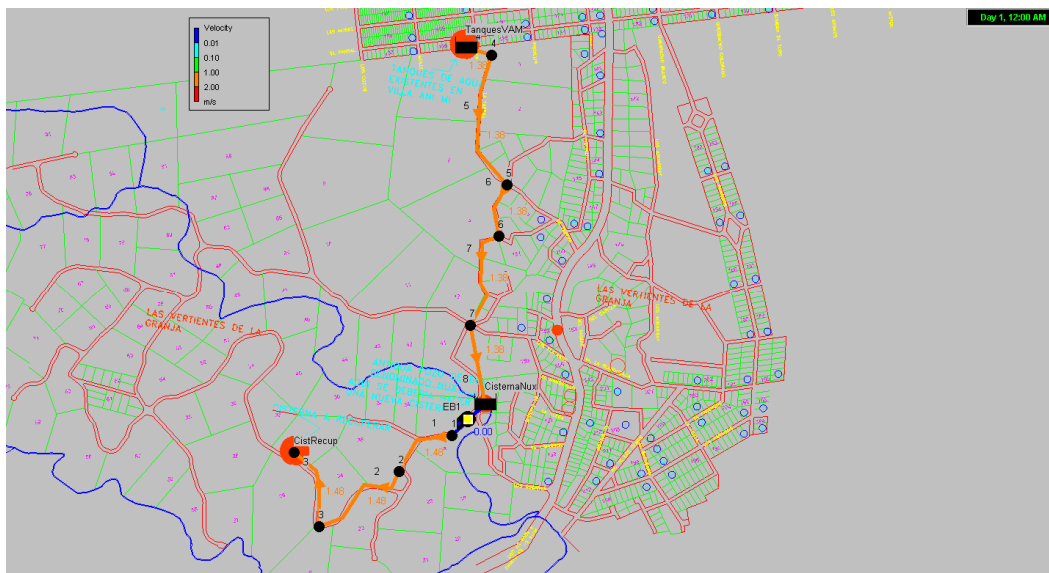


Figura 3. Velocidades simuladas bajo régimen permanente. Tramos 1 y 2.

Modelación Hidrológica - Semicontinua

Con el objeto de valorar y optimizar la disponibilidad del recurso al punto de toma, se generó un balance de los ingresos y egresos al punto de toma, considerando las condiciones hidrometeorológicas en un período lo suficientemente extenso para permitir extraer conclusiones extrapolables a distintos escenarios.

Con este fin se realizó una modelación semicontinua que permitió identificar los períodos de déficit hídrico y así determinar la disponibilidad real del recurso.

Para la realización del modelo semicontinuo de transformación lluvia-caudal se empleó el software HEC-HMS (2010) del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, de amplia difusión y

reconocida aceptación. La utilización del módulo de pérdidas SMA (Soil Moisture Accounting) permite representar la respuesta de la cuenca en sus distintos estratos ante la ocurrencia de eventos alternados en el tiempo. Este modelo simplificado permite simular la evolución de la humedad en el suelo a lo largo de extensos períodos en la cuenca.

El modelo conceptual del sistema (**Figura 4**) fue simulado ante la ocurrencia de una serie de eventos registrados en una estación meteorológica próxima a la zona (precipitaciones medias diarias en Estación El Manzano).

La evapotranspiración fue evaluada mediante el método de Thornthwaite (1948) a partir de los datos de temperatura media mensual obtenidos del SMN (Servicio Meteorológico Nacional).

Mediante simulaciones previas los parámetros del modelo de pérdidas (SMA) se ajustan hasta lograr una respuesta hidrológica consistente con el régimen del río. Para verificar estos resultados se realizó un análisis de semejanza con series de caudales registrados en cuencas homólogas obteniéndose caudales específicos consistentes.

La **Figura 5** presenta el Hidrograma resultante al punto de toma y sus valores característicos.

El régimen que presenta el cauce modelado es típico de los ríos serranos, con importantes avenidas de crecientes cuyo caudal supera ampliamente el módulo y en periodos de estiaje puede incluso secarse. Sin embargo la regulación del mismo ocurre de forma natural por medio del almacenamiento de los excedentes en el subsuelo.

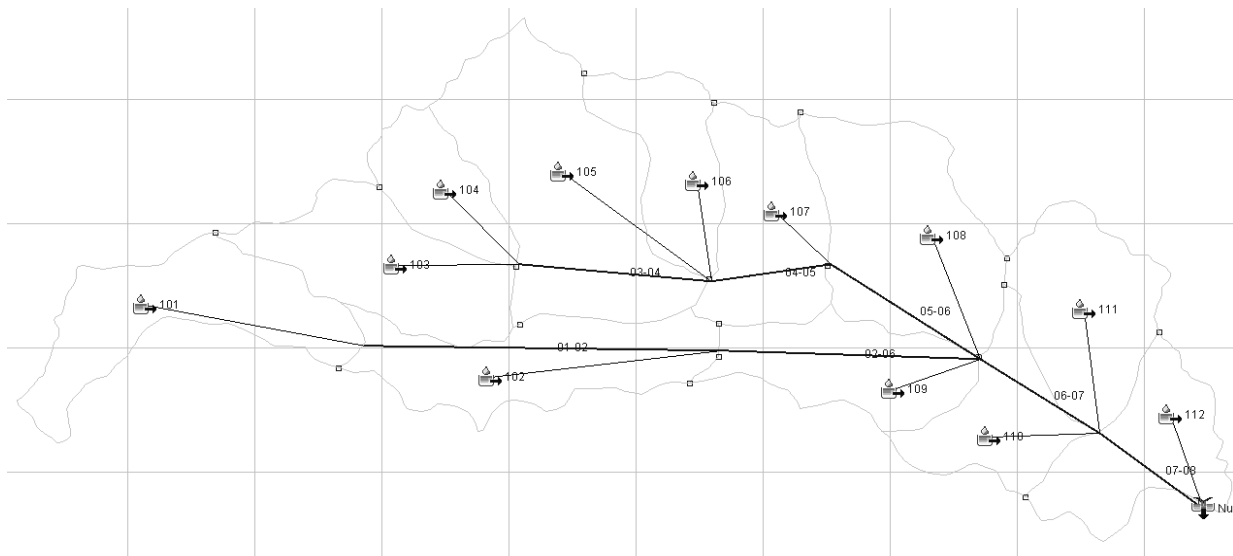


Figura 4.- Modelo Conceptual Cuencas externas al punto de toma (Fuente: Elaboración propia)

Entre las obras que permitirán reforzar el Subsistema II (desde los tanques en Villa Ani Mi a la cisterna en Neder pasando por Nux) se encuentran la Ejecución de una **cisterna** en Nux que sirva para almacenar y rebompear el caudal que actualmente es conducido por gravedad desde las cisternas en Villa Ani Mi. Su capacidad será de 15000 l lo que garantiza un funcionamiento adecuado de la bomba centrífuga a instalarse. Adicionalmente se recomienda readecuar la sala técnica existente del actual pozo en Nux.

Con respecto al **antiguo pozo** en Nux el mismo será recuperado para lo cual deberán limpiarse sus paredes del moho y la vegetación que se observa en su tramo superior este pozo poseerá una bomba sumergible de 1 HP conectada a la nueva cisterna. Además se incrementará el caudal captado por este último pozo mediante una nueva **galería filtrante** emplazada en dirección perpendicular al cauce. Además se realizaron otras recomendaciones para el sistema de interconexión y conducciones.

Modelación Semicontinua - Hidrograma al punto de toma - Pozo Nux

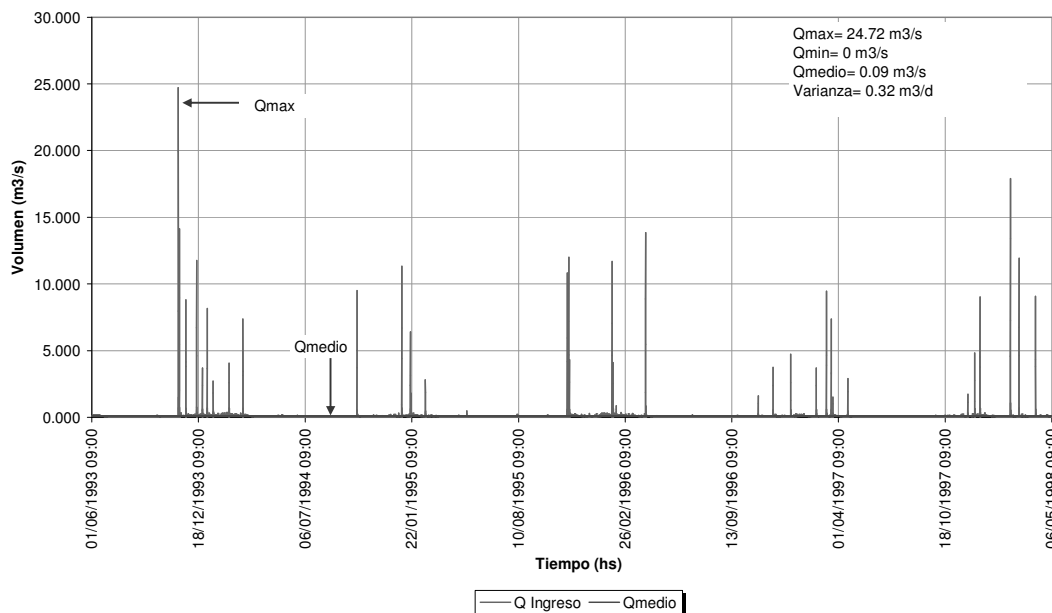


Figura 5.- Hidrograma al punto de toma y valores característicos (Fuente: Elaboración propia)
Tareas y Obras a ejecutar que se recomendaron sobre el Subsistema II

SUBSISTEMA III

El tercer subsistema se compone de un pozo a la vera del río Agua de Oro cuyo régimen representa una importante fuente de abastecimiento aún en periodos de sequía.

Desde este pozo se bombea hasta un pozo en el predio perteneciente a la dotación de los Bomberos Voluntarios de la localidad. Desde este último punto se bombea a un tanque elevado y a una cisterna desde los que se distribuye el caudal al sector sureste de la localidad.

Como parte del análisis, se simuló el funcionamiento hidráulico de la conducción desde el pozo en agua de Oro hasta el de Bomberos y desde este último hasta el tanque elevado. Para el análisis se empleó como se hizo anteriormente, el modelo EPANET.

Modelación Hidráulica

Para este tramo (existente) se determinó el máximo caudal que se podría bombear mediante el mismo, considerando el limitante en la carga que impone la clase del conducto existente.

La velocidad en la cañería bajo régimen permanente y bajo los supuestos considerados es de 1.52m/s, lo que equivale a un caudal de 3.00 l/s (10.8m³/h)

El valor de los parámetros determinados para la selección del equipo de bombeo en el pozo de toma junto al río Agua de Oro son: Q: 11 m³/h - H: 140 mca., equivalente a un equipo de bombeo de 8 HP.

Se propone utilizar las bombas existentes, colocando la de mayor potencia en la cisterna y la de menor potencia conservarla en el pozo para su bombeo hacia la cisterna y eventualmente a sectores próximos al predio. Deberá constatar que la potencia de los equipos existentes sea como mínimo la que fue determinada para garantizar dicho caudal de abastecimiento.

Tareas y Obras a ejecutar sobre el Subsistema III

Entre las obras necesarias en el Subsistema III (desde el pozo de toma en el río Agua de Oro hasta la cisterna y el tanque elevado en Vertientes de La Granja pasando por el pozo en bomberos)

se propusieron Incrementar el caudal captado por el pozo próximo al río Agua de Oro mediante una **galería filtrante**. Con respecto al pozo (en el río Agua de Oro) deberá ser cercado en todo su perímetro a la vez que se ejecutará una losa superior en la boca del pozo su respectiva tapa y ventilaciones para evitar el ingreso de animales y residuos preservando la calidad del agua en el mismo. Se debería **enterrar el conducto** de PEAD de 50mm de diámetro que une el pozo de captación con el que se encuentra en el predio de bomberos. Asimismo se recomendó ejecutar una **cisterna** en Bomberos que sirva para almacenar y rebombear el caudal proveniente desde el pozo en las márgenes del río Agua de Oro. Se incrementará el caudal captado por el pozo mediante una nueva **galería filtrante** emplazada en dirección perpendicular al cauce frente al pozo. El pozo y la cisterna se encontrarán **interconectados** de tal forma que el sistema posea la máxima versatilidad posible y permita su adecuación a la necesidad o contingencia que se suscite. En todos los tramos a ejecutarse se realizará la respectiva prueba hidráulica que garantice la estanqueidad de los mismos. Finalmente se deben realizar tareas de mantenimiento general y acondicionamiento para evitar la contaminación del agua en los puntos de almacenamiento.

SUBSISTEMA NORTE

Al Norte de la localidad la fuente de provisión la constituye un azud de piedra emplazado sobre el río Ascochinga. El azud posee dos tipos de toma: una galería filtrante y una obra de toma superficial en el paramento del azud.

Desde la toma superficial el caudal es conducido a través de un desarenador para luego vincularse con el conducto de toma de la galería filtrante. Desde este punto se desarrolla un conducto hasta una Cámara de Nivelación y desde esta hasta la Planta de Tratamiento. A partir de la misma se desarrolla una red de distribución que además abastece un tanque en el Cerro La Cruz.

Se generó un modelo hidrológico semicontinuo para determinar la disponibilidad y regularidad del recurso en el punto de emplazamiento del azud.

De la modelación realizada se evidencia períodos de estrés hídrico a la vez que se determina que el río posee capacidad suficiente para abastecer los requerimientos de la población servida en tanto las obras de regulación (azud) y captación operen de forma apropiada.

En función de las conclusiones que surgen del relevamiento, de los resultados de los modelos matemáticos y de lo expresado por personal encargado de la operación del sistema, se identifican los siguientes ítems para la formulación de distintas acciones a seguir:

- La actual galería filtrante manifiesta un muy bajo desempeño hidráulico.
- Es necesario priorizar el abastecimiento subterráneo por sobre el superficial por razones de calidad (el filtrado natural) y cantidad (mayor regularidad). En consecuencia se sugirió la ejecución de una nueva galería filtrante emplazada en dirección perpendicular al cauce.
- Ambos tipos de toma se encontrarán interconectados, como en la actualidad, de tal forma que el sistema posea la máxima versatilidad posible y permita su adecuación a la necesidad o contingencia que se suscite.
- Se recomienda implementar en la cuenca medidas de conservación que permitirán sostener el suministro actual tanto en calidad como en cantidad en el tiempo.

Tramos de Conducción Las Ranitas – Cámara de Nivelación – Planta de Tratamiento

En dichos tramos se identifican las siguientes acciones a seguir:

- **Reparación** de roturas en la conducción.
- Obras de mantenimiento en la cámara y medidas para evitar el ingreso de animales y residuos para preservar la calidad del agua en el mismo.
- Ejecutar un **conducto adicional** que permita conducir el excedente de caudal que hoy se derrama.
- Se valorará el **cierre de la cámara** de nivelación para incrementar el caudal en la conducción al hacerlo bajo presión.

Planta de Tratamiento

En el relevamiento de las instalaciones de la planta se observó un desborde desde las unidades de filtrado y desde la propia cisterna. Es prioritario dar soluciones a los problemas puntuales de falta de capacidad en las conducciones y en consecuencia las acciones de ampliación de la planta de tratamiento deberían ser consideradas como medidas a ser diferidas en el tiempo.

CONCLUSIONES

En las localidades pequeñas de la provincia de Córdoba que tienen problemas de fuente, distribución y uso eficiente del agua se deben realizar planteos generales de las condiciones tanto de las posibles fuentes de agua como de los distintos usos y redes. Los estudios generales que incluyen modelos de balances que consideren las variaciones de los aportes y las demandas permiten cuantificar en forma más clara las dificultades que se plantean tanto para el período actual como considerando los crecimientos de la población y el aumento de las demandas.

Con respecto a las conducciones es necesario verificar y reemplazar aquellas que se encuentren al final de su vida útil para reducir las posibilidades de pérdidas por roturas y hacer más eficiente la conducción, estas obras se deben plantear considerando plazos de ejecución que se adecuen a las necesidades y a los presupuestos.

En relación a los usos eficientes se deben continuar las medidas que permitan hacer un uso más eficiente del agua, para ello se deben intensificar las medidas que tiendan a evitar los usos desmedidos.

Como conclusión general se desprende que si bien esta localidad se encuentra en una zona sujeta a marcadas variaciones climáticas estacionales y períodos de sequía ocasionales, se podría considerar de mantenerse estas circunstancias que el recurso existente, tanto el superficial como el subterráneo (entendiéndose el correspondiente al acuífero libre y sectores vinculados al subálveo de los cauces) es suficiente para cubrir la demanda actual y futura mediata, si se realizan las necesarias tareas de mantenimiento y se subsanan las deficiencias estructurales relevadas sin necesidad de recurrir a intervenciones estructurales de gran magnitud. Nuestra realidad exige soluciones integrales que preserven el recurso hídrico y el medio ambiente.

Por último, es importante destacar que la visión parcial del recurso, sólo superficial o subterráneo lleva a la toma de decisiones que no son sustentables en el tiempo, al deterioro de las cuencas y al conflicto entre los diferentes usos, en especial en este tipo de regiones donde el déficit hídrico en algunos períodos y el exceso en otros trae aparejado decisiones de usos del recurso no compatibles con el uso sustentable del mismo.

Esto implica que deben generarse medidas de uso y protección para evitar los desbordes que pongan en riesgo el recurso hídrico y en general el medio ambiente para las futuras generaciones, esta manera de encarar las soluciones plantea una visión que trascienda nuestra realidad actual.

REFERENCIAS

SSS- USDA (1975). Soil Taxonomy.

U.S. Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center (2010). "HEC-HMS. Hydrologic Modeling System". *User's Manual. Version 2.2.1*. U.S.A.

Thornthwaite, C. W. (1948). "An approach toward a rational classification of climate". *Geographical Review* 38 (1): 55-94. doi:10.2307/210739

www.ign.gob.ar

EPA (2008). EPANET. Software that Models the Hydraulic and Water Quality Behavior of Water Distribution Piping Systems. U.S.A.