



Sistema de Abastecimiento de agua¹

Guerrero Jorge Ruben²; Richter Darío Abel²; Tech Hugo²; Berent Héctor³; Cabral Roberto José³

¹Trabajo Integrador de la cátedra Proyecto Electromecánico 2

² Integrantes de proyecto, Guerrero Jorge Rubén guerrerojorge937@gmail.com; Richter Darío Abel darioabelrichter@gmail.com; Tech Hugo techhugo7@gmail.com

³ Tutores docentes de proyecto, hectorberent@yahoo.com.ar; cabral@fio.unam.edu.ar Robert_rjc@hotmail.com

Resumen

Estudio técnico-económico para el abastecimiento de agua al municipio de Alba Posse, 25 de Mayo, provincia de Misiones, Argentina. El agua se extrae del río Uruguay desde el Paraje Tres Bocas, que se encuentra dentro de los límites del municipio. Este proyecto abarca todos los sistemas comprendidos desde la toma de agua hasta su descarga en la planta potabilizadora. En la actualidad el único pueblo del municipio que cuenta con una red de agua potable es la localidad de Santa Rita, las demás localidades, colonias y parajes utilizan agua extraída de pozos, donde la mayoría de los mismos son privados. El objetivo es el abastecimiento de agua cruda con una proyección de crecimiento de 20 años de la población. Los puntos de estudio considerados son: 1) caudal de agua necesario proyectado a 20 años, 2) determinación del punto de toma y trayecto óptimo para el traslado de agua, 3) selección de bombas y tuberías, 4) selección de accesorios hidráulicos y protección física, 5) determinación de la potencia eléctrica de instalación, 6) sistemas de alimentación de energía, control y protección eléctrica. El resultado final es brindar un servicio de abastecimiento de agua funcional y eficiente a la planta potabilizadora del municipio.

Palabras Clave: Abastecimiento de agua – Alba Posse – río Uruguay – selección de bombas y tuberías - planta potabilizadora.

1. Introducción

La mayoría de las localidades situadas en el municipio de Alba Posse (Santa Rita, Colonia Acaraguá, San Francisco de Asís, Barra Machado, Colonia 9 de Julio, Paraje Tres Bocas y Alba Posse), poseen serios problemas de abastecimiento de agua. Siendo Santa Rita la única localidad con una planta potabilizadora y una sistema de distribución, aunque insuficiente.

Utilizando catálogos técnicos de productos, bibliografía relacionada con mecánica de fluidos, sistemas de control y proyectos similares existentes se busca alcanzar el objetivo principal de trasladar agua cruda desde el río Uruguay hasta la planta potabilizadora ubicada en la localidad de Santa Rita.

2. Metodología

A continuación se enumeran los pasos que se siguieron para realizar el proyecto:

2.1 Determinación de la cantidad de habitantes para el año 2040.

Como primer paso se estimó la población a futuro basándose en datos estadísticos de la base de datos del INDEC [1] desde el año 2001, y así poder proyectar un crecimiento hasta 20 años en el futuro.

2.2 Determinación del caudal necesario

Para determinar el caudal necesario de agua se toma como consumo promedio los valores de demanda obtenidos en la Cooperativa Alto Uruguay Limitada (CAUL) de Santa Rita. Además se deben tener en cuenta el tiempo de bombeo, que queda a criterio del proyectista, y de la población

actual de dicha localidad se puede obtener un valor aproximado del consumo diario de agua en la región en estudio.

2.3 Determinación de la Toma de agua

Para seleccionar la ubicación y tipo de toma se tuvieron en cuenta varios factores. Desde las características del río Uruguay, posibles obras civiles que afecten a su caudal y altura, así como la elevación, recorrido y características del terreno hasta la planta potabilizadora. De todos los recorridos planteados se seleccionó el más adecuado respecto a los ítems antes mencionados.

2.4 Ubicación de la planta potabilizadora

Para la ubicación de la misma se tiene en cuenta la existencia de instalaciones de ese tipo dentro del municipio además de la ubicación geográfica propicia para una instalación de esta índole. La localidad de Santa Rita cuenta con un terreno donde existe hoy en día una planta potabilizadora, a su vez la localidad se encuentra en una posición geográfica ideal (centro geográfico) dentro del municipio así como la misma planta existente.

2.5 Determinación del sistema de bombeo

2.5.1 Tuberías de aspiración

Para este tipo de proyecto el tipo de toma (flotante) y bomba seleccionada no se requiere de una tubería de aspiración propiamente dicha, con lo cual se evita la necesidad de instalación de la misma junto con todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento.

2.5.2 Tuberías de impulsión

El material y medidas de la tubería se seleccionaron a partir de un análisis económico de costos de adquisición y funcionamiento de la instalación, así como de características del mismo material. El diámetro de la tubería se calculó a partir del caudal demandado y la velocidad de impulsión recomendada en las teorías de mecánica de fluidos. En el cálculo también se tuvieron en cuenta las pérdidas de carga en el traslado así como las sobre presiones que podría sufrir el material.

2.5.3 Bombas

El tipo de bomba se seleccionó mediante catálogo de fabricante considerando el caudal necesario a suministrar así como las características de elevación del terreno, pérdidas de carga y costo de adquisición.

2.5.4 Protecciones hidráulicas mecánicas (golpe de ariete)

Para la selección de dichas protecciones se calculó el diferencial de presión que podría estar sometido las tuberías mediante las fórmulas que proveen las teorías de mecánica de fluidos y los catálogos de fabricantes que se consultaron, así luego seleccionar las protecciones adecuadas.

2.6 Determinación de la potencia instalada

Al seleccionar el grupo de bombas que poseerá la instalación y teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de las mismas, considerando también los equipos de protección e iluminación así como de control, se puede tener una idea adecuada de cuanto será la potencia eléctrica mínima a suministrar.

2.7 Determinación del trazado de abastecimiento de energía eléctrica

Para la selección de dicho trazado se tuvo en consideración la ubicación estimada de la caseta de control de bombas, la cual se encuentra en un lugar separado de la toma, como también la ubicación de la toma y las líneas de media tensión existentes.

2.8 Determinación del sistema de control

El tipo de sistema de control que se va a utilizar para el control de bombas, tanto en parada como en marcha, es mediante un software que provee el fabricante de las bombas.

3. Resultados y Discusión

3.1 Determinación de la cantidad de habitantes para el año 2040

En la Fig. 1 se observa el crecimiento poblacional por año proyectado para el municipio de Alba Posse. Para el año 2040 se deberá abastecer agua para un total de 7000 personas aproximadamente.



Fig. 1. Crecimiento Poblacional del Municipio de Alba Posse.

3.2 Determinación del caudal necesario

Con la aproximación de la cantidad de habitantes del punto anterior se determinó el caudal necesario para cubrir con la demanda:

$$Q = \text{Cantidad de Personas} \times \text{Consumo de agua por habitante} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right] \quad (1)$$

En la ecuación (1) se obtiene para un tiempo de bombeo de 10 hs por día, una demanda de $164,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ para el año 2040.

3.3 Determinación de la Toma de agua

El agua será extraída del río Uruguay en el Paraje Tres Bocas. Se seleccionó esta ubicación debido a su menor distancia hasta la planta potabilizadora y porque el perfil de elevación del terreno era el

más apto. En la Tabla 1 se puede observar la distancia y altura desde el río hasta la planta potabilizadora. A su vez en la Fig. 2 se observa la traza mencionada.

Tabla 1. Distancia y altura de bombeo.

Distancia de Bombeo	7 km
Altura de Bombeo	203 m

Fuente: propia de los autores 2018.

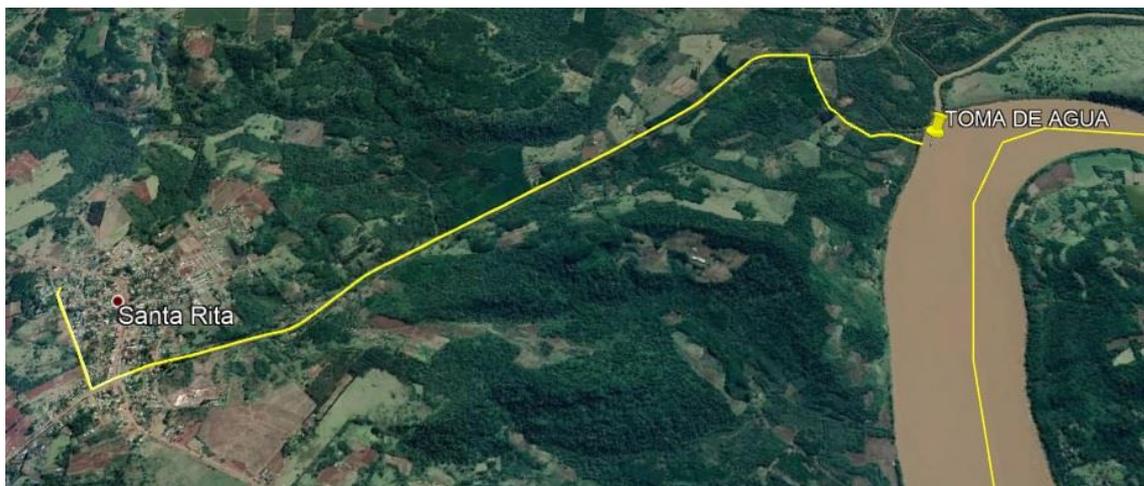


Fig. 2. Traza Paraje 3 Bocas – Santa Rita.

En la Fig. 3 se puede observar una comparación de los perfiles de elevación de las trazas analizadas. Como se observa la traza seleccionada presenta una inclinación más progresiva sin tantos picos y valles lo cual la hace la más conveniente.



Fig. 3. Perfiles de elevación de los trayectos analizados para la ubicación de la toma de agua.

El tipo de toma se seleccionó a partir de las características del río y las necesidades de afrontar las crecidas y futuras obras civiles que afecten la cota actual. En la Fig. 4 se observa el tipo de estación de bombeo seleccionada, la que corresponde a una toma de agua del tipo flotante.

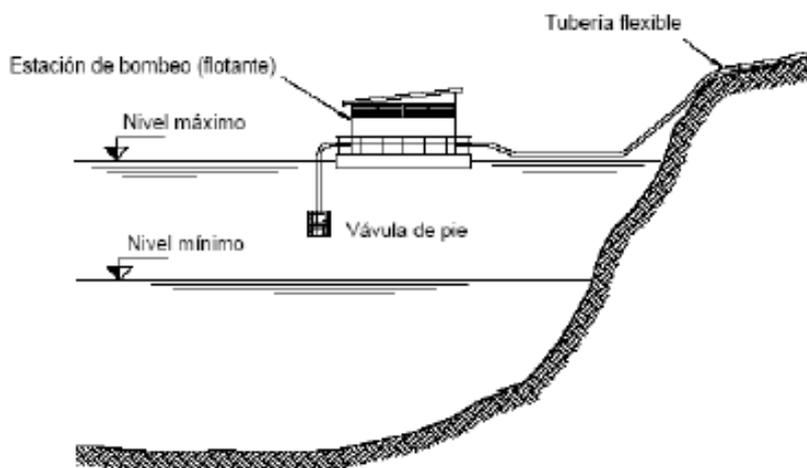


Fig. 4. Toma de agua tipo flotante.

En la

Tabla 2 se aprecia la variación de la cota del río si se tuviera que considerar en un futuro cercano el proyecto Garabí-Panambí.

Tabla 2. Cotas del río Uruguay sin y con el proyecto hidroeléctrico Garabí-Panambí en funcionamiento.

Cota actual del río Uruguay	103 msnm
Cota considerando Proyecto Garabí-Panambi	130 msnm

Fuente: propia de los autores 2018.

3.4 Ubicación de la planta potabilizadora

En las Fig. 5 y Fig. 6 se puede observar el lugar de emplazamiento de la planta potabilizadora. Dicho terreno está ubicado en la zona más alta de la localidad de Santa Rita, la cual a su vez se encuentra ubicada en un centro geográfico respecto a las demás localidades que componen el municipio.



Fig. 5. Ubicación Localidad de Santa Rita.



Fig. 6. Ubicación Planta Potabilizadora.

3.5 Determinación del sistema de bombeo

3.5.1 Sistema de aspiración

Como se mencionó el proyecto debido al tipo de toma y bomba seleccionada no llevará tubería de succión. La toma de agua se hace directamente desde la bomba sumergible que se especificará en la sección 3.5.3, la cual irá protegida por una tubería rígida de acero acoplada a la estructura de la barcaza que mantendrá a flote todo el sistema de toma (ver Fig. 4).

3.5.2 Tuberías de impulsión

En el mercado se utilizan dos materiales en la mayoría de los casos el PRFV (plástico reforzado con fibra de vidrio) y el PEAD (polietileno expandido de alta densidad). Este último presenta ventajas considerables frente al PRFV como ser mayor flexibilidad, su unión se hace mediante termofusión, menor costo, entre otros. Para el proyecto se seleccionó un PEAD PN 16 DN 280mm [2], el cual se seleccionó tras haber realizado una evaluación del costo de la instalación (bombas y tuberías) y el costo de operación (consumo de energía, pérdidas de carga) entre diferentes diámetros y verificando el diámetro seleccionado por golpe de ariete.

En la

Tabla 3 se observa las pérdidas de cargas para la tubería seleccionada.

Tabla 3. Pérdidas de carga total para la tubería PEAD seleccionada.

D [m]	CAUDAL [m ³ /h]	ALTURA GEODÉSICA [m]	PÉRDIDAS DISTRIBUIDAS [m]	PÉRDIDAS LOCALIZADAS [m]	PÉRDIDAS TOTALES [m]
0,28	164,7	203	11,32	23,18	237,5

FUENTE: elaboración propia de los autores, 2018.

3.5.3 Bombas

La bomba fue seleccionada del catálogo GRUNDFOS, 2018 [3], es del tipo sumergible y su montaje es de forma horizontal, paralela a la base de la barcaza. Es protegida por un tubo exterior de acero el cual impide que los cuerpos que sean arrastrados por el río golpeen en la bomba evitando de este modo algún daño u obstruyendo el ingreso de agua. El modelo de bomba seleccionado es SP 270-7A G de 220 kW de potencia. En la Fig. 7 se observa el modelo de la bomba seleccionada.

**Fig. 7. Bomba sumergible modelo SP 270-7A G.**

FUENTE: Catálogo Grundfos, 2018.

3.5.4 Protecciones hidráulicas y mecánicas

Para la protección hidráulica del sistema, es decir, contra golpes de ariete se seleccionaron tanques amortiguadores con aire comprimido, además de válvulas de alivio y válvulas anti retorno distribuidas a lo largo del trayecto de impulsión.

Para el cálculo de golpe de ariete en las tuberías PEAD se utilizó la teoría de mecánica de los fluidos [4] y se corroboró con el catálogo TIGRE [2] (2018).

En la Tabla 4 se observa los valores de sobrepresiones o depresiones obtenidos para diferentes diámetros de la tubería PEAD. Para la tubería seleccionada cuyo diámetro es de 0,28 m, se tiene un valor de sobrepresión de 33,19 mca (metros de columna de agua).

Tabla 4- Sobrepresiones o depresiones ocasionadas por el golpe de ariete.

D [m]	ΔH [m]			
	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20
0,2	45,81	54,13	65,23	80,03

0,225	36,22	42,91	51,60	63,23
0,25	29,21	34,68	41,66	51,03
0,28	23,31	27,64	33,19	40,75
0,315	18,43	21,86	26,24	32,18
0,355	14,53	17,19	20,64	25,36
0,4	11,42	13,53	16,27	19,96

Fuente: propia de los autores, 2018.

3.6 Determinación de la potencia instalada

La potencia instalada será de 470 kW aproximadamente de acuerdo a la bomba seleccionada más la de respaldo, que son idénticas (220kW) y teniendo en cuenta un porcentaje (30kW) deducido de la práctica que incluye iluminación, elementos de control y compresores de aire para las protecciones hidráulicas.

3.7 Determinación del trazado de abastecimiento de energía eléctrica.

En la Fig. 8 se puede observar el trazado que recorrerá la alimentación de energía eléctrica desde la estación transformadora de la localidad de Santa Rita, pasando por la caseta de control hasta la toma de agua. La caseta de control se ubica a cota 140 msnm debido a que se tuvo en consideración la elevación de la cota debido al proyecto Garabí-Panambí. El trayecto es por rutas municipales o provinciales, recorriendo una distancia aproximada de 6,52 km.

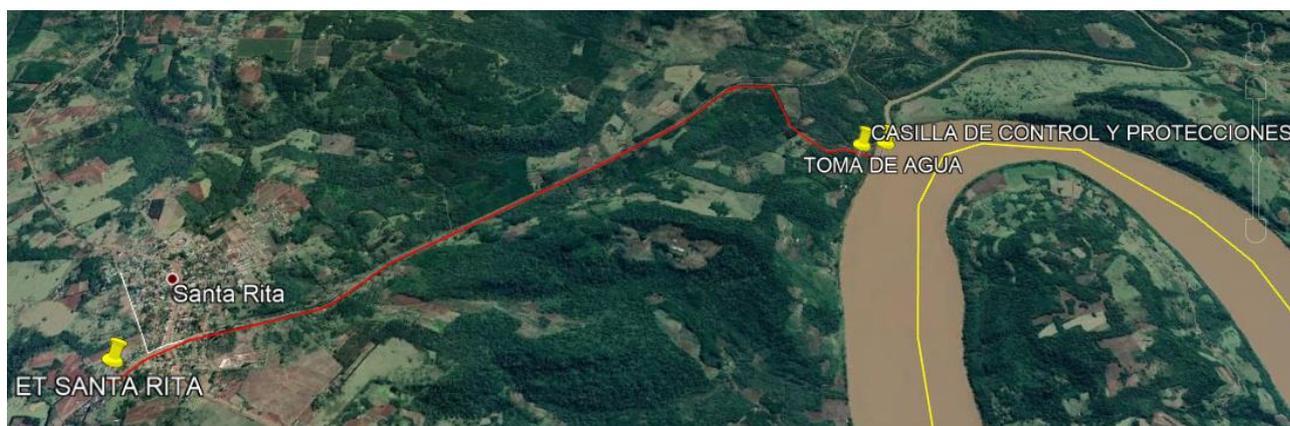


Fig. 8. Traza línea de 13,2 kV desde ET Santa Rita hasta Toma de agua cruda.

3.8 Determinación sistema de control

El sistema de control de las bombas se podrá realizar desde la planta potabilizadora o desde la caseta de control, utilizando un software que provee el fabricante de bombas GRUNDFOS (2018), este se realizará por medio de fibra óptica el cual es tendido por postes siguiendo el camino de la traza eléctrica de la Fig. 8.

4. Conclusiones

Mediante el sistema de abastecimiento de agua cruda planteado en el presente informe se logra solucionar la problemática de abastecimiento del municipio de Alba Posse. La bomba, tubería, sistema de protección hidráulica y mecánica le brindan al sistema de fiabilidad y calidad suficiente durante la operación, así como facilidad de mantenimiento. Con el sistema de control se podrá realizar

el seguimiento en tiempo real de la instalación, permitiendo el monitoreo de la misma ante cualquier contingencia que pueda ocurrir. El tipo de toma permite afrontar las características de variabilidad de cota que presenta el río Uruguay y así cualquier inconveniente que pueda devenir por esto. A partir de este proyecto puede continuarse con la proyección de la planta potabilizadora y distribución de agua potable en el municipio como trabajo posterior.

5. Referencias

- [1] «INDEC,» [En línea]. Available: <https://www.indec.gob.ar/>.
- [2] TIGRE, *Catálogo TIGRE*, 2018.
- [3] GRUNDFOS, *Catálogo GRUNDFOS*, 2018.
- [4] C. Mataix, *Mecánica de los Fluidos y Máquinas Hidráulicas*, Madrid: Ediciones del Castillo S. A., 1986.