



# Aguadas en la Depresión Central de los Bajos Submeridionales

Ing. en Rec Hid. (M.Sc.) Mario Basán Nickisch - EEA Reconquista;  
Tec. Leonardo Monzón - EEA Reconquista

*Con objeto de implementar un demostrador de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) en el manejo eficiente y sustentable de los recursos hídricos en un sector de la Depresión Central de los Bajos Submeridionales se evaluó la situación actual las aguadas del Establecimiento “El Bosch 1” y se propuso mejoras en base a una planificación que intenta implementar una mayor carga en un año hidrológico seco.*

El Establecimiento se encuentra ubicado en el Dpto. Vera, a 8 km de Cañada Ombú, Consta de aproximadamente 2.160 ha (Figura 1).

Dicho Establecimiento tiene 3 aguadas (la del Monte, la del Lote 6 y Sosa), con aprovechamiento del acuífero libre las cuales se suelen complementar con agua de lluvia de represas y canales. Cuenta con 8 tanques bebederos con cañerías de distribución de 2”.

En 2015 el Geólogo Carlos Manavella elaboró un informe con recomendaciones en función de los estudios de prospección realizados en el establecimiento. Entre los

puntos sugirió los sistemas “patas de araña” adaptados a cada lugar, debido a la baja permeabilidad del acuífero.



Figura 1: Imagen satelital de la ubicación del establecimiento respecto a Cañada Ombú.

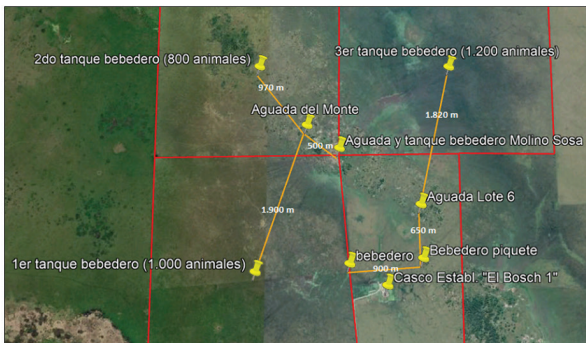


Figura 2 : Imagen satelital de la distribución del establecimiento.

## Aguada del Monte:

Esta aguada abastece a los tanques bebedero principales 1 y 2 (para 1800 animales) y también en ocasiones al tanque bebedero de la Aguada Sosa.

Esto significa que debe dar respuesta, como máximo a 1.800 animales, lo cual equivale a 90.000 litros diarios, extrayendo 3.750 l/h durante las 24 hs, o 9.000 l/h durante 10 hs si se planifica hacerlo con mecanismos de bombeo que utilicen energías renovables.

Se midió la conductividad eléctrica del agua  $CE = 7,52 \text{ dS/cm}$ . y se extrajo una muestra de agua para ser analizada en el laboratorio.

**Tabla1:** Sondeo eléctrico vertical en aguada del monte

Resistividad	Espesor	Profundidad
5,7	1	1
9,5	7,7	8,7
11,4	5,4	14,1
1,7		
Recomendación : Perforar hasta 12,5 m		
Caudal máximo a extraer: 2000l/h		

Fuente: Informe del Geól. Carlos Manavella(2015)

De la Tabla 1 se desprende que entre el metro y los 14,1 m de profundidad los valores de resistividad aparente indican la posibilidad de aprovechar el agua subterránea allí almacenada. La recomendación es no superar los 12,0 m de profundidad y no extraer más de 2.000 l/h.

Actualmente el sistema de acceso al agua subterránea está compuesto por 3 perforaciones encamisadas con cañería de PVC de 110 mm de diámetro que componen el sistema “patas de araña” de esta aguada. Abastecen

a un molino con una torre de 12 m de altura con una cañería de 3” en el caño de subida (Figura 3), que permite tener suficiente carga hidráulica para enviar agua a los 3 bebederos.

Esta aguada, necesariamente, en función de la demanda máxima calculada, tiene un mecanismo complementario con bomba de diafragma Tipo A para bombear agua cuando no hay viento. Más una motobomba para bombear desde una represa contigua.

Para un caudal de 2.000 l/h promedio de un molino y un  $H = 8 \text{ m}$ , proporcionado por la columna de agua de la cañería del molino, se corrobora que para el lugar más alejado (tanque bebedero 1 = 1.900 m) el diámetro de la cañería de 50 mm de 2” es el adecuado. Si se considera que el molino funciona 10 h promedio/día, implica que cubre 20.000 l de los 90.000 l diarios requeridos con la carga máxima, los 70.000 l restantes no alcanzan a cubrirse con la bomba a diafragma y la motobomba existente.

La represa es muy importante para recargar el bolsón de agua y para complementar con agua al sistema de bombeo del molino o bomba a diafragma

El nivel dinámico de las perforaciones durante la recorrida  $ND = 3,20 \text{ m}$ .



Figura 3: Molino de la Aguada del Monte

## Mejoras propuestas

- Realizar 2 nuevos sistemas “patas de araña” con 4 ó más perforaciones en el sector identificado por

el Geólogo Manavella, duplicando la distancia entre las mismas al existente en el actual sistema (12 m). Se recomienda que al realizar cada perforación, se proceda a desarrollarla con una bomba de diafragma con un caudal no mayor a 3.000 l/h, medir la CE con un conductímetro y aforar con un tacho de 20 l, midiendo los segundos que tarda en llenarse. Repetir esto para las perforaciones restantes, hasta completar el caudal requerido, que se propone sea como máximo de 1.500 l/h.

El mecanismo de bombeo para estos nuevos sistemas se propone que se realice con una bomba a diafragma con un motor eléctrico alimentado con energía solar.

Teniendo en cuenta caudales para máxima carga, es necesario instalar una cañería de 2 ½" complementaria a la actual instalada en el bebedero 1 para poder trasladar el caudal máximo necesario (3000 l/h). Esto es porque está previsto, en algún momento, bombear agua con la motobomba de la represa, para lograr menor concentración de sales en los tanques bebedero.

Se recomienda ampliar la represa actual y construir una similar al otro lado de donde se realicen los 2 nuevos sistemas "patas de araña". Se busca tener una reserva de agua sin sales para poder mezclarla con una concentración óptima para la producción ganadera y tener mayor superficie de recarga del bolsón de agua dulce.

Sistematizar caminos para "cosechar" agua de lluvia de manera eficiente y conducirla a las 2 represas.

### Aguada Sosa

Esta aguada consta de 2 perforaciones y un pozo calzado que conforman el sistema "patas de araña", más una represa (Figura 4).

Se midió la conductividad eléctrica de la perforación situada más hacia el este CE = 12,4 dS/cm. *A priori*, se considera que habría que desafectar esta perforación,

debido al valor alto de CE, y pensar en implementar otra u otras con menor concentración de sales.

La cañería de succión del pozo calzado estaba anulada durante la recorrida. Se acordó reactivar esta fuente de agua para alimentar al sistema "patas de araña" con un chupador flotante.

Este pozo calzado está contiguo a la represa, situación ideal que realizar la recarga a través del piso y taludes de la represa y mejorar el bolsón de ese lugar.

La represa es importante, ya sea como reserva de agua superficial o para recargar el bolsón de agua dulce aprovechando en este caso las pérdidas por infiltración.



Figura 4: Sistema patas de araña con molino y tanque bebedero.

**Tabla 2:** Sondeo eléctrico vertical aguada Sosa

Resistividad	Espesor	Profundidad
4,6	1,6	1,6
7,5	4,9	6,5
9,1	5,3	11,8
1,8		
Recomendación : Perforar hasta 10,5 m		

Fuente: Informe del Geól. Carlos Manavella(2015)

En la Tabla 2 se puede observar que la resistividad aparente en este caso es menor que en el anterior, o sea que hay mayor salinidad, pero todavía se considera posible de ser utilizada para ganadería bovina de cría. Es fundamental respetar la profundidad máxima recomendada de 10 m.

El tanque bebedero en ese sector tiene 11,60 m de diámetro y 0,50 m de altura de agua máxima. Eso implica un volumen de almacenamiento máximo de 53.000 l para una carga de hasta 500 animales con 25.000 l de consumo diario.

Al utilizar energías renovables se recomienda un volumen de almacenamiento de 75.000 l.

**Mejoras propuestas**

- 💧 Realizar una limpieza general del sector: represa, pozo calzado, zona de perforaciones.
- 💧 Limpiar bien el pozo calzado por dentro y luego mecharlo/barrenarlo hacia el sector de la represa.
- 💧 Aprovechar el agua de la represa y bajar la concentración del agua subterránea, usando cañería complementaria succionando con el molino directamente de la represa, con manguera heliflex y un chupador flotante.
- 💧 Anular la perforación que tiene peor calidad de agua y poner a funcionar el sistema “patas de araña” con la perforación restante, el pozo calzado y la represa y evaluar la necesidad de incrementar una o dos perforaciones más con menor CE.
- 💧 Tapar el pozo calzado, mínimamente con un plástico negro de 200 micrones para preservar la calidad del agua almacenada. Hacer exactamente lo mismo con las perforaciones.
- 💧 El molino instalado es ideal para velocidades mínimas de viento porque funciona con una biela y un resorte compensador, pero la torre del mismo en ese lugar se considera baja.
- 💧 Incrementar la capacidad de almacenamiento actual con otro tanque de 22.000 l.
- 💧 Implementar un sistema con flotante automático en el tanque bebedero con cañería de retorno hacia el pozo calzado.

**Aguada del Lote 6**

Está conformada por 3 sistemas “patas de araña” de los cuales succionan un molino marca Surgente, un molino marca Cassina y una bomba a diafragma Tipo A (Figura 5).

El molino Surgente tiene un sistema con perforaciones que se considera no están lo suficientemente distanciadas y con cañerías de succión de diámetro demasiado grande.

Se midió el nivel dinámico ND = 4,4 m y se extrajo una muestra de agua para analizar en Laboratorio.

El molino Cassina tiene un sistema “patas de araña” similar al anterior. Su ND = 3,3 m. Se extrajo una muestra de agua para analizar en Laboratorio.



Figura 5: Imagen satelital de la Aguada del Lote 6.

**Tabla 3:** Sondeo eléctrico vertical en la zona de los 2 molinos.

Resistividad	Espesor	Profundidad
20,1	1,1	1,1
5,5	6,8	7,9
11,1	4,6	12,5
2,2		
Recomendación : Perforar hasta 12 m		

Fuente: Informe del Geól. Carlos Manavella(2015)

Según los datos de la Tabla 3 las mejores posibilidades de calidad de agua están entre los 8-12 m para este sector. Se recomienda perforar a lo sumo hasta los 11,50 m y colocar el filtro de cada perforación de los 8 a 11,50 m.

El tercer sistema de bombeo, también con un sistema “patas de araña”, se realiza con una bomba a diafragma Tipo A.

**Tabla 4:** Sondeo eléctrico vertical en zona de bomba a diafragma

Resistividad	Espesor	Profundidad
8,9	2,4	2,4
6,6	6,7	9,1
16,1	6,2	15,3
1	-	-
Recomendación : Perforar hasta 13,5 m		

Fuente: Informe del Geól. Carlos Manavella(2015)

Según los datos de la Tabla 4 se puede concluir que es el lugar con mejor calidad química de agua para ganadería bovina, en base a la mayor resistividad aparente = 16,1 ohm-metro, entre 9 y 15 m, zona donde debieran ir los filtros de las perforaciones.

Además, este sistema “patas de araña” está ubicado rodeado de bajos naturales, los cuales facilitan la recarga del bolsón.

Se midió el nivel estático NE = 2,90 m, con una CE = 5,6 dS/cm. Se extrajo una muestra de agua para analizar en Laboratorio.

Esta Aguada debe abastecer al 3er. tanque bebedero, al del piquete y a un bebedero cercano al Puesto, siendo el primero el caso más crítico, que debe dar respuesta a 1.200 animales, ubicado a 1.820 m, lo cual significa 60.000 l diarios, o sea un caudal 2.500 l/h, si se bombea durante las 24 hs con una bomba de diafragma alimentada por energía solar y baterías.

#### Mejoras propuestas

- 💧 Incrementar el número de perforaciones de cada sistema “patas de araña” hasta lograr el caudal pretendido y cambiar las cañerías de succión por otras de menor diámetro.
- 💧 Aforar cada perforación del sistema “patas de araña” que alimenta la bomba a diafragma monitoreando CE y el caudal, hasta llegar a obtener entre 1.500 l/h. Si no se consigue esto se debe incrementar el número de perforaciones del sistema hasta lograrlo.
- 💧 En el sector de la actual bomba de diafragma

(mejor calidad) implementar un motor eléctrico y paneles solares junto con baterías que le permitan bombear 1.500 l/h durante las 24 hs.

- 💧 Analizar la implementación de un segundo sistema de perforaciones conformando un nuevo sistema “patas de araña” con la misma lógica del primero, hasta lograr 1.500 l/h con la sumatoria de las mismas e implementar una 2da. bomba a diafragma Tipo A alimentada con energía solar durante las 24 hs.
- 💧 Con estas 2 bombas a diafragma se va a dar respuesta a la demanda del 3er. tanque bebedero. Teniendo en cuenta que también debe abastecer al bebedero del piquete y al tanque bebedero cercano al Puesto, lo cual se puede hacer con los 2 molinos implementados en el lugar.

#### Recomendaciones generales

- 🔵 Monitorear periódicamente la calidad del agua de los sistemas de bombeo con un conductímetro.
- 🔵 Poner en buenas condiciones el flotante automático de llenado del tanque bebedero actual y protegerlo de los animales, complementándolo con un mecanismo de retorno hacia la fuente que se esté extrayendo.
- 🔵 Colocar respiraderos o válvulas de purga en las cañerías, elementos necesarios para lograr un traslado eficiente de agua, especialmente en las partes más altas de la distribución (los domos) pues allí se acumula el aire y dificulta o impide el traslado del agua.

#### Clasificación química del agua para ganado vacuno de cría y recria

Las principales variables a tener en cuenta en la clasificación química de agua para ganado son: las sales totales o residuos secos a 105 °C, el cloruro de Sodio, el sulfato y el magnesio. Estas dos últimas (sales amargas) son las mayores limitantes ya que provocan un efecto purgante en los animales (Tabla 5), para ello se realizaron los análisis físico-químicos en laboratorio de las aguadas del establecimiento (Figura 6)

Identificación original		Perforación en sistema "patas de araña"	Perforación en sistema "patas de araña"	Perforación en sistema "patas de araña"	
identificación lugar		Molino del Monte	Molino Sosa	Molino Surgente Lote 6	
Latitud		28°13'23.14"S	28°13'32.06"S	28°13'55.53"S	
Longitud		60°35'42"O	60°33'58"O	60°34'58"O	
Análisis N°		826	827	828	
Uso-Destino		Consumo Animal	Consumo Animal	Consumo Animal	
DETERMINACIÓN	METODOLOGÍA	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS	
Conduc. elec. mS/cm	Potenciómetro	6,18	10,80	9,70	
pH	Potenciómetro	7,13	7,53	7,50	
Residuo Seco [g/l]	Estufa a 105 °C	4,660	7,220	6,560	
Solutos calculados [g/l]		3,900	7,063	6,343	
Coef. SC/CE		0,75	0,67	0,68	
CATIONES		meq/l	mg/l	meq/l	mg/l
Calcio	Titulación con E.D.T.A	14,30	333	2,90	59
Magnesio	Titulación con E.D.T.A	12,50	152	11,10	135
Sodio	Fotometría de llama	35,00	805	98,40	2263
Potasio	Fotometría de llama	0,50	20	0,54	25
Suma de cationes		64,30	1309	113,04	2482
ANIONES		meq/l	mg/l	meq/l	mg/l
Cloruros	Titulación	37,00	1314	59,00	2095
Sulfatos	Turbidimetría	18,10	869	38,70	1858
Carbonatos	Titulación	0,00	0	0,00	0
Bicarbonatos	Titulación	6,70	409	10,30	628
Suma de aniones		61,80	2591	108,00	4580
Dureza [mg/l CaCO <sub>3</sub> ]		1440	700	635	

Figura 6: Análisis físico-químicos de las aguas del establecimiento.

Tabla 5: Clasificación de agua para bebida de bovinos

CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS PARA BEBIDA DE BOVINOS (g/l)					
Para	Para	Sales Totales	Cloruro de Sodio	Sulfato	Magnesio
Cría	Inverne - Tambo				
Deficiente	Deficiente	Menos de	1	---	---
Muy buena	Muy buena	Más de	1	0,6	0,5
Muy buena	buena	Hasta aproximadamente	2	1,2	1
Buena	Aceptable	Hasta aproximadamente	4	2,4	1,5
Aceptable	Mala	Hasta aproximadamente	7	4,2	2,5
Mala		Hasta aproximadamente	11	6,6	4
Condicionada		Hasta	13	10	7

Fuente: "Manual de Aguas y Aguadas para el Ganado" 4ta Edición 2011 Guillermo Bavera

**Aguada del Monte:**

- ▶ Para bovinos de cría, en base al contenido de Sales Totales se clasifica como BUENA, mientras que para recría se clasifica como ACEPTABLE.
- ▶ No presenta condicionantes respecto al Cloruro de Sodio, Sulfato y Magnesio.

**Aguada Sosa:**

- ▶ En base al contenido de Sales Totales el agua se clasifica como ACEPTABLE para cría y MALA para recría.
- ▶ No presenta condicionantes respecto al Sulfato y al Magnesio.

**Aguada del molino Surgente del Lote 6:**

- ▶ En base al contenido de Sales Totales el agua se clasifica como ACEPTABLE para cría y MALA tanto para recría.
- ▶ No presenta condicionantes respecto al Sulfato y al Magnesio.

Identificación original		Perforación en sistema "patas de araña"	Perforación en sistema "patas de araña"
identificación		Molino Cassina Lote 6	Bomba a diafragma Lote 6
Latitud		28°13'55.53"S	28°13'56.19"S
Longitud		60°33'77"O	60°33'36"O
Análisis N°		829	830
Uso-Destino		Consumo Animal	Consumo Animal
DETERMINACIÓN	METODOLOGÍA	RESULTADOS	RESULTADOS
Conduc. elec. mS/cm	Potenciómetro	9,60	5,27
pH	Potenciómetro	7,50	8,01
Residuo Seco [g/l]	Estufa a 105 °C	6,440	3,650
Solutos calculados [g/l]		6,260	3,310
Coef. SC/CE		0,67	0,69
CATIONES		meq/l	mg/l
Calcio	Titulación con E.D.T.A	4,50	92
Magnesio	Titulación con E.D.T.A	8,30	101
Sodio	Fotometría de llama	88,00	2024
Potasio	Fotometría de llama	0,30	12
Suma de cationes		101,10	2228
ANIONES		meq/l	mg/l
Cloruros	Titulación	55,00	1953
Sulfatos	Turbidimetría	31,48	1511
Carbonatos	Titulación	0,90	27
Bicarbonatos	Titulación	8,87	541
Suma de aniones		96,25	4032
Dureza [mg/l CaCO <sub>3</sub> ]		640	175

**BUENA:** Su contenido de sales supera las necesidades del animal, pero sin acarrearle problemas, pues elimina eficientemente el sobrante. En algunos casos puede ser engordadoras.

**ACEPTABLE:** Puede causar diarreas en animales no acostumbrados a la misma y disminución en la producción. En animales acostumbrados no siempre se correlaciona la condición corporal de los animales con las pasturas que consumen.

**MALA:** Podrá emplearse en animales acostumbrados con suma precaución y en ciertas épocas y con determinadas pasturas. Disminuye la producción y puede producir mortandades. Hay un bajo aprovechamiento de los forrajes y el estado de la hacienda generalmente es malo.

**Aguada del molino Cassina del Lote 6:**

- ▶ En base al contenido de Sales Totales el agua se clasifica como ACEPTABLE para cría y MALA tanto para recría.
- ▶ No presenta condicionantes respecto al Sulfato y al Magnesio.

**Aguada de la bomba a diafragma del Lote 6:**

- ▶ En base al contenido de Sales Totales el agua es BUENA para ganado bovino de cría Y ACEPTABLE para el ganado bovino de recría.
- ▶ Tanto el Sulfato como el Magnesio no presentan condicionantes.

Este último caso corrobora la mejor calidad del agua analizada en el Establecimiento, con concentración adecuada de Cloruro de Sodio y baja concentración de Sulfato y Magnesio. Es lo que se denomina un "agua engordadora".