



# Aguada para ganadería en los Bajos Submeridionales

*Ing. Rec. Hid. (M.Sc.) Basán Nickisch, Ing. Rec. Hid. Sánchez, Luciano;  
Ing. Agr. Mieres, Luciano - INTA EEA Reconquista;  
Tosolini, Rubén - INTA EEA Rafaela; PTC. Cammisi, Norberto*

## Introducción

Este trabajo forma parte de la planificación que lleva a cargo el INTA a través del Proyecto Ganadero Provincial conjuntamente con el Ministerio de la Producción del Gobierno de la Provincia de Santa Fe.

El Productor seleccionado, ubicado en la Ruta Provincial N° 13 de la Provincia de Santa Fe y el río Salado, explicó que el desafío es mejorar los índices reproductivos de su Establecimiento, donde especificó que el principal condicionante es contar con agua de calidad durante todo el año con una distribución acorde para utilizar eficientemente el forraje en los diferentes potreros.

Una de las técnicas propuestas para dar respuesta a la demanda hídrica fue implementar un demostrador de utilización eficiente y sustentable del agua de lluvia, que mezclada de manera controlada con el agua subterránea, se logra la concentración de sales que permita maximizar la producción.

El diseño del sistema tuvo en cuenta las condiciones ambientales del lugar, siendo sus principales características; suelos salinos sódicos, de baja permeabilidad, inundables, con napa freática alta y muy salina, baja pendiente de escurrimiento y vegetación con predominio de espartillares y chañares.

Esto indica que las técnicas de recarga de acuíferos y de represas convencionales no se recomiendan para este tipo de ambientes.

## Metodología

La obra se construyó con equipos de tractores con palas de arrastre con una empresa privada que tiene más de 50 años de experiencia en este tipo de obras para estos ambientes.

Básicamente consiste en:

- Un reservorio sobreelevado del terreno natural con forma

de cono truncado cuyo único material es la tierra del lugar, la cual se extrae de un lugar contiguo, para no elevar los costos en base al traslado del material con la maquinaria.

■ El reservorio tiene una base de tierra con alto porcentaje de arcilla y humedad adecuada que con el mismo paso de la maquinaria se va compactando, la cual arranca con un diámetro de 40 m. El alto del terraplén que actúa como base se pacta con la empresa y se parte de una altura mínima de 1 m y puede llegar hasta 1,5 m en la práctica. Más alto significa más costo y mayor presión hidrostática para la distribución de agua.a.

### Inicio de obra

■ La pared del tanque es en un 100% de tierra y se comienza con un ancho de 10 m, terminando con 2 a 3 m en el coronamiento y la altura de esa pared en este caso fue de 1,8 m.

■ Las salidas del tanque por lo general se eligen (cantidad y tamaño) en base a la distribución de agua planificada para el sector. Nunca hay que optar por diámetros pequeños de cañerías pues después no se puede modificar. En la práctica lo ideal es implementar caños de 4 pulgadas de diámetro de material polipropileno (PP) o caños PVC K10.



Inicio de obra.

■ La represa construida es en realidad un préstamo para hacer el terraplén y las paredes del tanque, cuya profundidad se elige en función del nivel de la napa freática y del porcentaje de arcilla del perfil del suelo.

■ Se utiliza la tierra con mayor porcentaje de arcilla para la parte superior de la base del tanque y para la parte interna de la pared del mismo, para lograr así la impermeabilidad necesaria del reservorio.

■ El tanque debe tener cañería de rebalse con capacidad de

evacuación igual o mayor al caudal que ingresa al mismo con el mecanismo de bombeo.



Represa recién terminada cuya tierra se ocupó para hacer el tanque de tierra

■ Para garantizar el llenado del tanque y de la represa se debe sistematizar un área de captación, cuyo dimensión está función del tamaño del almacenamiento del tanque más la represa, de la lluvia anual elegida para el diseño, del tipo de suelo y pendiente del terreno.

■ Para el bombeo desde la represa al tanque se pueden utilizar molinos de viento diseñados para funcionar con un régimen mínimo de viento. Otra opción son bombas alimentadas con energía solar, o con energía convencional cuando se dispone de tendidos eléctricos.

### Recomendaciones para el tanque de tierra y la represa:

■ Con una pala barreno se estudia previamente el perfil del suelo y se analiza si se dispone de suficiente cantidad de arcilla para hacer este tipo de obra. Lo recomendable es que tenga un 40% o más de arcilla para lograr la impermeabilidad necesaria.

■ Antes de comenzar la construcción del tanque se demarca la zona del tanque, cuyo diámetro en la base en este caso fue de 40 m.

■ Como primera medida se debe sacar toda la vegetación de la superficie donde se planifica implementar el tanque y la represa. La obra se debe hacer solo con suelo de una determinada calidad y con la suficiente humedad para lograr la compactación deseada con el paso de la maquinaria.

■ La altura del terraplén soporte se consensua con la empresa, lo ideal es que la misma vaya en concordancia con la



Vista del tanque construyéndose en su fase terminal.

planificación de la distribución de agua y el diámetro de las cañerías a utilizar. El constructor recomendó terminar la última parte de este terraplén con tierra “colorada” (gran porcentaje de arcilla), mientras que en el otro sector se puede ocupar también la tierra “negra” (menor cantidad de arcilla con presencia de salitre negro en este caso) que sirve para la construcción de esa base, siempre con la premisa que no contenga ningún tipo de vegetación y la humedad adecuada para una compactación óptima con el paso de las máquinas.

- La pendiente externa del terraplén soporte e interna de la pared es de aproximadamente 1:1 (45°).

- Con la misma pendiente exterior sigue la construcción de las paredes del tanque, comenzando con un ancho de 10 m, para terminar en el coronamiento en este caso con un ancho promedio de 2 m y con una altura total aproximada desde el terreno natural de 3 m. Es decir que la profundidad final teórica del tanque para almacenar agua es de aproximadamente 1,8 m, en la práctica la profundidad fue sustancialmente mayor (2,53 m).

- La cañería de rebalse se debe ubicar en dirección a la represa, a 0,5 m del coronamiento. Puede utilizarse material de PVC de 110 mm de diámetro, y colocar codos a 45° en la parte externa para que la misma esté enterrada en el terraplén y en el piso hasta la represa, ya que el sol deteriora su estructura a corto plazo. Así el agua bombeada en exceso retorna a la represa.

- Siempre se recomienda empastar el talud externo del tanque, así como también su coronamiento y la parte interna hasta la cañería de rebalse. Se puede usar por ejemplo pasto estrella (*Cynodon plectostachius*) o gramilla común o césped (*Cynodon dactylon*). Esto es para que las lluvias no erosionen/socaven las paredes del tanque y así se proteja los taludes.

- El constructor del tanque, en base a su experiencia, recomienda que no se demore la carga de agua al tanque, aunque no sea de lluvia, para mantener la humedad de la base y paredes. Para ello es necesario implementar previamente los codos a 90° de las cañerías en su parte interna y colocar los filtros y llaves de manejo externas para poder almacenar el agua.

- En este caso se implementaron 2 cañerías de PP de 4 pulgadas para distribuir el agua a diferentes potreros. Este diámetro de salida es ideal para enviar el agua a una distancia considerable, como en este caso, sin necesidad de bombeo, solamente en base a la presión hidrostática. Esto debe tenerse en cuenta al definir el diámetro de la cañería, ya que siempre es conveniente invertir en un diámetro suficiente para que el mismo no sea un condicionante a futuro, prescindiendo de presurizar con bombas adicionales.

- La cañería en la parte interna del vaso de almacenamiento debe ir con un codo a 90° de PP y un filtro ubicado de manera vertical con orificios de 1 cm de diámetro con 1 a 1,40 m de longitud, al cual se lo puede rodear con tela mosquitero de plástico y abrazaderas para que no entre basura a la cañería, difícil de extraer en las cañerías de distribución..

- La represa se ubica cercana al tanque y tiene las dimensiones necesarias para obtener el material que haga falta para construir el mismo. La profundidad máxima en este caso fue de 1,1 m debido al nivel máximo que presentaba la napa en ese momento: 1,30 m, lo cual condicionó seguir excavando

- Está planificado instalar en este caso dos molinos de viento para efectuar el bombeo desde la represa al tanque de tierra sobreelevado. Esto depende de la cantidad de animales a abastecer. Por ejemplo, para 400 animales es deseable implementar 2 molinos de 8 pie y torres de 9,80 m de altura con accesorios hidráulicos de 1 ½”. Los mismos deben tener chupadores flotantes con mangueras flexibles para succionar agua de la mejor calidad química y con la menor turbiedad posible. Se aclara que bombas alimentadas con energía solar son una buena opción o bombas alimentadas con energía convencional cuando se dispone de tendidos eléctricos, con sensores automáticos de nivel para la operación automática de las mismas.

**Ventaja de los molinos para estos ambientes:** utilizan energía renovable, son difíciles de robar, los pueden arreglar

los propios encargados de los campos. En el norte y centro de Santa Fe se dispone de molineros y de fábricas de molinos diseñados para funcionar con bajo régimen de viento, sus repuestos son de bajo costo. Su vida útil es muy alta si se compara con las demás alternativas.

■ El área de captación se debe implementar una vez concluida la obra del tanque y de la represa. Lo deseable es que se concrete antes del período de precipitaciones, donde se van a sistematizar los caminos con sus cunetas cercanos para que drenen a la represa en base a las lluvias del lugar y al coeficiente de escurrimiento para tierras con alto contenido de arcillas, pendiente despreciable y escasa a nula vegetación

■ Un elemento esencial para este tipo de obras es “el cerco perimetral físico” (no alambrado eléctrico) para proteger el tanque de tierra, la represa, el o los mecanismos de bombeo, las cámaras de llaves de manejo de distribución del agua y, en la medida de lo posible, también el área sistematizada para la “cosecha” del agua de lluvia, ya que de ninguna manera deben ingresar los animales a esa zona poniendo en riesgo las obras.

### Cálculo del área de cosecha de agua de lluvia para el llenado de la represa:

Se toma un ejemplo que sobre la base de 400 animales, con un consumo diario promedio de 50 L/día por ganado bovino de cría:

$$\begin{aligned} \text{Consumo diario promedio} &= 400 \text{ animales} * 50 \text{ L/día} \\ &= 20.000 \text{ litros diarios} \end{aligned}$$

En base al registro de precipitaciones de la zona se tiene una lluvia promedio anual de 859 mm.

Y analizando la distribución de las precipitaciones mensuales promedio implica que los meses más críticos son desde mayo a septiembre, lo cual significa 150 días.

Según el Centro Internacional de Demostración y Capacitación en el Aprovechamiento del Agua de Lluvia del Colegio de Posgraduados de Colpos (CIDECALLI-CP), México, recomiendan tomar 2 meses más como coeficiente de seguridad. En este caso, entonces son 7 meses = 210 días, que se consideran sin lluvias que provoquen escorrentía. Este dato es importante para calcular el volumen necesario para la represa,

contemplando también los datos de pérdidas por evaporación y por infiltración.

Para determinar el área de cosecha del agua de lluvia se debe tener en cuenta el consumo de esos 400 animales durante los 365 días:

$$\begin{aligned} \text{Demanda de agua anual} &= 20.000 \text{ litros diarios} * 365 \text{ días} \\ &= 7.300.000 \text{ litros anuales} \\ &= 7.300 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Y utilizando la fórmula de  $\text{Volumen} = \text{Superficie} \times \text{altura}$ :

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= (\text{Sup. de cosecha de agua}) \\ &\quad \times \\ &\quad (\text{PP media anual} \times 0,8 \times \text{cfte. de escurrimiento}) \end{aligned}$$

$$7.300 \text{ m}^3 = \text{superficie de cosecha de agua} * 0,859 \text{ m} * 0,8 * 0,5$$

Dónde:

■ 0,8 es el coeficiente que permite utilizar la PP media anual, transformándola en la lluvia de diseño = una lluvia anual que tenga un período de retorno acorde con la finalidad que se busca: la garantía que todos los años llueva ese monto o más.

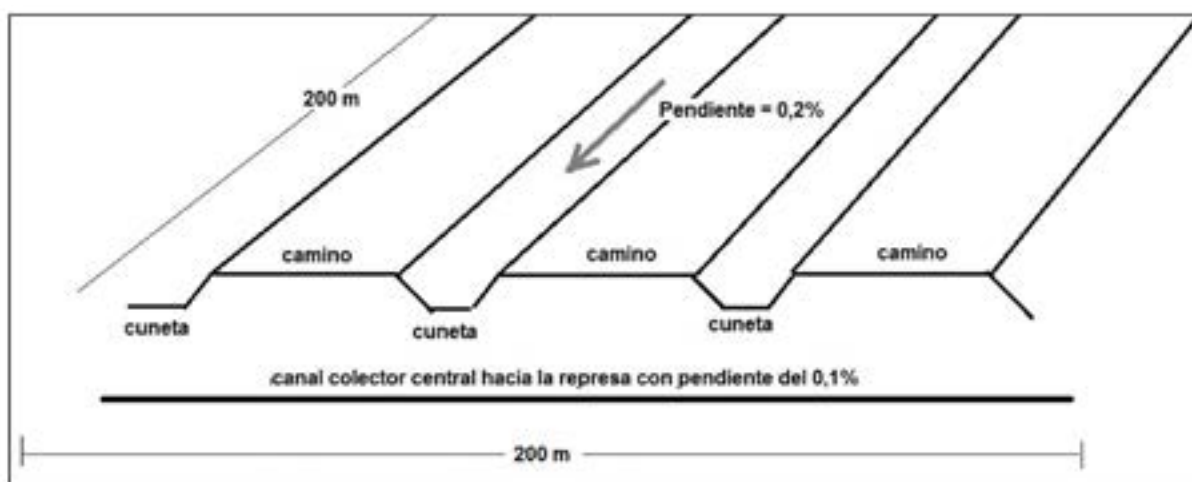
■ 0,5 es el coeficiente de escurrimiento que se utiliza para suelos con escasa a nula vegetación, suelos pesados y escasa a nula pendiente del terreno natural. Quiere decir que del total de una lluvia el 50% escurre superficialmente hacia la represa.

Implica que la superficie para la cosecha del agua de lluvia debe ser de:

$$21.245 \text{ m}^2 \cong 150 \text{ m} \times 150 \text{ m} \text{ ó } 100 \text{ m} \times 250 \text{ m}$$

Es deseable que el área de captación sea mayor a los cálculos teóricos, ya que no se ha tenido en cuenta la evaporación ni la infiltración que se produce tanto en la represa como en el tanque de tierra sobreelevado.

Se propone entonces un área de 200 m x 200 m con camellones similares a caminos doble propósito: caminos de 200 m de longitud con cunetas en paralelo hasta lograr el ancho de los 200 m o más, que permitan el control de las malezas, ya que las áreas de cosecha de agua de lluvia deben permanecer con la menor cantidad de vegetación posible para maximizar el escurrimiento hacia la represa, especialmente antes de las lluvias.



Croquis de sistematización del área de captación propuesto para la represa.

El área de “cosecha” de agua se propone de 200 m de largo, con caminos y cunetas de 10 y 3 m de ancho respectivamente, paralelos, hasta lograr un ancho de 200 m o más. El tamaño de los mismos responde a la facilidad de tránsito de la maquinaria que se utilice para realizar el mantenimiento por medios mecánicos y la no utilización de agroquímicos.

La pendiente sugerida para los caminos y cunetas es de 0,2% (40 cm en 200 m), mientras que para el canal central colector sea de 0,1% (10 cm cada 100 m).

Se debe controlar que la vegetación esté corta (prácticamente despreciable) antes de las lluvias, en base a los pronósticos meteorológicos. Esto es esencial para maximizar el escurrimiento y lograr “cosechar” agua de lluvia, aun en años hidrológicos secos. La vegetación controlada permite contrarrestar potenciales cárcavamientos, especialmente ante precipitaciones de alta intensidad. De producirse los mismos deben remediarse en el menor tiempo posible.

### Distribución del agua para facilitar el eficiente aprovechamiento de los forrajes

El agua almacenada en el tanque de tierra debe ser distribuida correctamente en los lugares planificados. Para ello se deben implementar cañerías de distribución, que pueden ser mangueras negras o cañerías de PVC Clase 4 si no se presuriza con bombas, y cuyo diámetro va a depender de:

- La altura hidrostática de salida, es decir, el mínimo nivel del tanque que tiene oportunidad de poder distribuirse. Que

debiera ser aproximadamente la altura del terraplén soporte del tanque de tierra más los centímetros que se deja como volumen muerto del reservorio.

- La cantidad de animales que simultáneamente se van a abastecer en cada punto de distribución.
- La pendiente del terreno desde el tanque hasta el punto de abrevado de los animales, teniendo en cuenta el nivel del terreno en los puntos intermedios.
- La longitud desde el tanque hasta los puntos de abrevado.
- El tipo de bebedero: bebederos media caña o tanques bebedero. Si son los primeros, la cañería debe ser de mayor diámetro para dar respuesta a la demanda puntual. Si son los segundos la demanda diaria se planifica reponer en 24 hs, para lo cual es clave que el tamaño del tanque bebedero pueda dar respuesta a la demanda puntual.

### Bibliografía

Basán Nickisch, M.; Tosolini, R.; Cammisi, N.; Sánchez, L.; Mieres, L. (2018) “Demostrador de Aguada para Ganadería en la Depresión Central de los Bajos Submeridionales”

<https://inta.gob.ar/documentos/demostrador-de-aguada-para-ganaderia-en-la-depresion-central-de-los-bajos-submeridionales>