



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Plan Ganadero Santafesino

**Protocolo N° 4 - Demostrador de Aguada para Ganadería
en la Zona de la Depresión Central de los Bajos Submeridionales**

Informe Técnico

Índice

I Objetivo	1
II Introducción.....	1
III Localización, descripción de la unidad productiva y del ambiente.....	3
IV Secuencia cronológica de la construcción de la obra	4
V Proyecto de la obra: estructura y equipamiento.....	10
VII Características físico-químicas y mecánicas del suelo en el área de emplazamiento de la obra.....	19
VIII Proyecto del sistema de distribución de agua hacia los bebederos.....	20
IX Análisis químicos de fuentes de agua de interés y clasificación de aptitud para consumo ganadero	23
Anexo.....	35
1- Suelo representativo del sector: características generales.....	36
2- Características físico-químicas de muestras de suelo tomadas en el área de emplazamiento de la obra.....	37

Agosto, 2018

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

I Objetivo

Supervisión de la construcción de un tanque de tierra, comúnmente denominado Tanque Chaco, represa anexa y planificación de obras complementarias: sistematización del área de "cosecha" del agua de lluvia y distribución de agua a diferentes potreros para la utilización eficiente de forrajes.

II 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, identificado como Protocolo N° 4, donde se ha planificado con el Productor del Establecimiento Ezequiel Sack la construcción de las obras, cuyo financiamiento lo realiza el 50% el Ministerio de la Producción y el 50% restante el Productor.

Se implementa dicho Sistema de Captación y Aprovechamiento de agua de Lluvia (SCALL) como Demostrador de Aguadas para Ganadería en el ambiente denominado Depresión Central de los Bajos Submercionales (ambiente de la Ruta Provincial N° 13).



Ubicación del Establecimiento "La Querencia" en la provincia de Santa Fe.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

III Localización, descripción de la unidad productiva y del ambiente

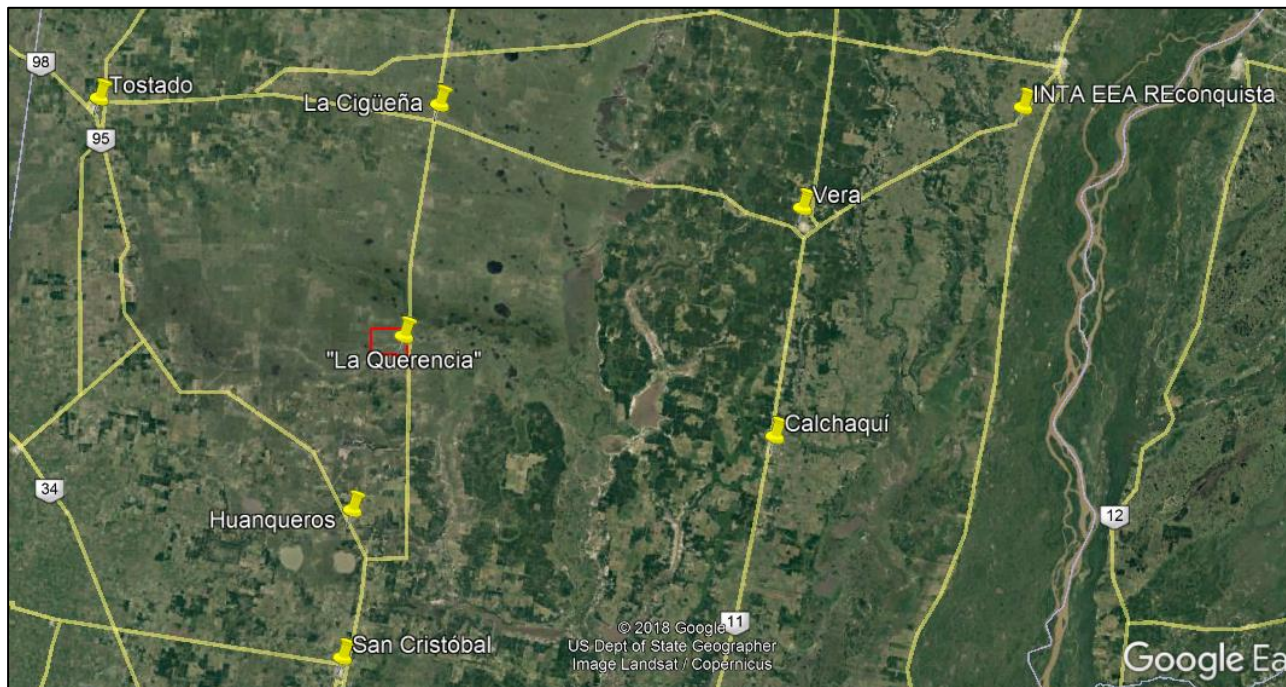


Imagen satelital general de la ubicación del Establecimiento "La Querencia" respecto a localidades, rutas y lugares de referencia.

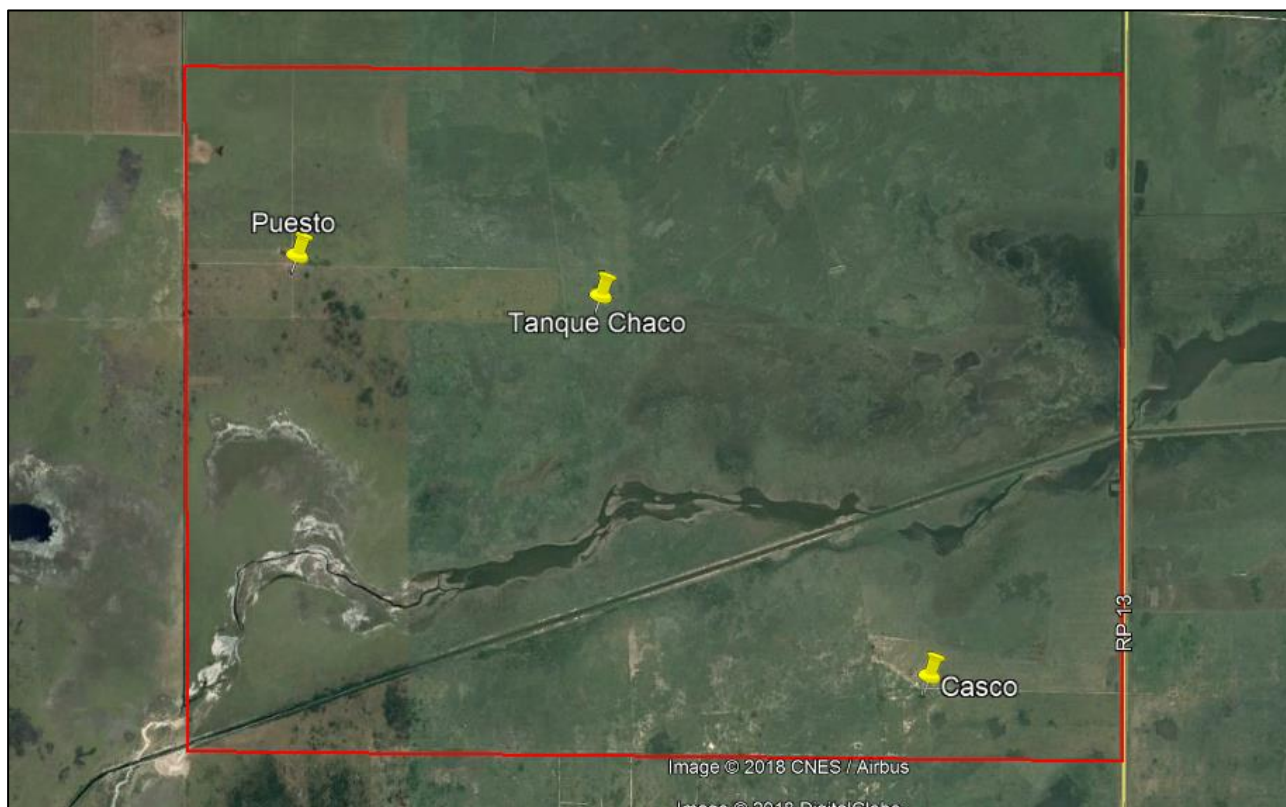


Imagen satelital de los límites del Establecimiento respecto a la Ruta Provincial Nº 13.



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Coordenadas del Casco:

Latitud: 29°42'4.03"S

Longitud: 61° 5'56.30"O

El Establecimiento consta de 4.000 Has.

El ambiente responde a la Depresión Central de los Bajos Submeridionales y tiene las siguientes características:

- Suelo salino: Natracuulf típico (ver Anexo en Pág. Nº 35), de baja permeabilidad, inundable.
- Baja pendiente de escurrimiento.
- Napa freática alta, salina.
- Vegetación con predominio de espartillares y chañares.

La zona sur presenta mejores condiciones de los recursos naturales: agua, suelo y vegetación.

Se practica ganadería vacuna de cría, cuya raza es la Greyman, resultado de la combinación de las características genéticas de la raza Murray Grey y la raza Brahman.

Actualmente hay 1.230 animales, lo cual quiere decir que tiene una carga animal de 3 Has por animal.

La alimentación es pastizal natural en un 100%: comúnmente denominado espartillo. Se planifica hacer en un futuro cercano manejo del mismo, por ejemplo cortes, para maximizar la producción.

Se practica la técnica de destete hiperprecoz y precoz y el objetivo es llegar a una carga animal de 1.500 para todo el Establecimiento, previendo la implantación de Melilotus en un sector destinado a recría.

El Méd. Vet. Sebastian Daoud, Asesor del Establecimiento, explicó que el desafío es mejorar los índices reproductivos, donde especifica 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 mezclada con el agua subterránea para así lograr la concentración de sales que permita maximizar la producción en el sector norte del Establecimiento.

Para tal fin se tomaron los puntos de GPS correspondientes al lugar de la implementación del Demostrador:

- Tanque de tierra: Latitud: 29°40'25,9"; Longitud: 61°07'35,4"
- Represa: Latitud: 29°40'25,7"; Longitud: 61°07'34,0"

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

IV Secuencia cronológica de la construcción de la obra

Fecha de inicio de la obra: 25/07/2018.

Fecha de finalización de la obra: 16/08/2018.

Duración de la construcción: 23 días (no hubo lluvias ni desperfectos mecánicos).

Secuencia fotográfica del inicio del trabajo (25/07/2018):



Inicio de la obra con equipos de tractores con palas de arrastre.



Empresa con más de 50 años de experiencia en este tipo de trabajos para estos ambientes.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



Equipo de tractor de mayor potencia (150 HP), con pala hidráulica de arrastre de 5 m³ de capacidad, y ruedas ubicadas detrás de la pala.



Equipo de tractor de 90 HP con pala mecánica con ubicación lateral de las ruedas, de 3 m³ de capacidad, ideal para construir la pared del tanque.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Secuencia fotográfica a la semana de iniciado el trabajo (01/08/2018):



Base terminada. Comienzo de la construcción de la pared del tanque. Se observan las cañerías de polipropileno (PP) de 4 pulgadas de diámetro de salidas hacia el norte y el sur.



Panorámica de base terminada. Construcción de la pared del tanque de tierra. Se visualiza la cañería de salida hacia el norte.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



Vista desde adentro del tanque. La salida de la cañería hacia el sur en primer plano.

Secuencia fotográfica a 17 días de iniciado el trabajo (10/08/2018):



Panorámica de la obra: represa en primer plano y equipo construyendo la pared del tanque.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



Vista interior del tanque de tierra construyendo la pared con el equipo preparado para poder compactar adecuadamente tanto la pared interior como exterior.



Detalle del talud interior de la pared con la adecuada compactación que provoca el paso de la rueda exterior con la pala de arrastre cargada.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



Represa colindante hacia el oeste del Tanque Chaco en su fase final.

Secuencia fotográfica a 1 día de finalizado el trabajo (17/08/2018):



Panorámica de la obra recién terminada: represa en primer plano y tanque de tierra al fondo.



Tanque de tierra terminado comparado con la pick-up Ford Ranger en altura y diámetro.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



Panorámica del interior del tanque terminado comparado con el Ing. Luciano Sánchez.



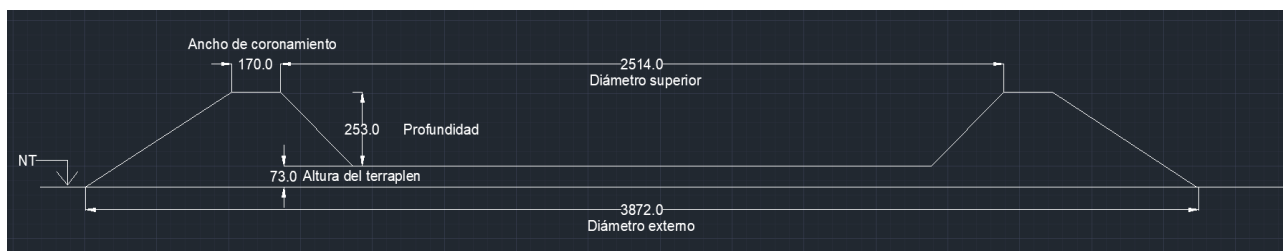
Panorámica de la represa colindante terminada.

V Proyecto de la obra: estructura y equipamiento

Una vez culminada la obra se tomaron las medidas necesarias para saber las dimensiones del Tanque Chaco y de la represa.

El instrumental utilizado fue una Estación Total Laser marca Nikon Nivo 5.c de alta precisión para estos trabajos.

Dimensiones finales del Tanque Chaco:



Perfil transversal del tanque chaco con sus dimensiones finales. Medidas en [cm].

- Diámetro externo de inicio del terraplén coincidente con el terreno natural: 38,72 m
- Altura del terraplén base para comenzar la pared del almacenamiento: 0,73 m
- Diámetro interno de la base de almacenamiento del tanque: 17,00 m
- Diámetro interno de almacenamiento superior del tanque: 25,14 m
- Profundidad máxima promedio del tanque: 2,53 m
- Ancho promedio del coronamiento de la pared del tanque: 1,70 m
- Altura total desde el nivel del terreno al coronamiento: 3,26 m

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



Mediciones planialtimétricas de alta precisión tomadas por el Ing. Luciano Sánchez.

Cálculo del volumen máximo de almacenamiento:

$$\text{Volumen máximo} = \left(\left\{ \left[\frac{(17 \text{ m} + 25,14 \text{ m})}{2} \right]^2 * 3,1416 \right\} / 4 \right) * 2,53 \text{ m} \cong 882 \text{ m}^3 = 882.000 \text{ L.}$$

Este es el almacenamiento máximo teórico, pero hay que prever el rebalse superior y tener en cuenta que en la parte inferior queda un volumen muerto producto de la toma de la cañería que se considera a 0,3 m del fondo, ya que el caño se encuentra en el fondo pero va implementado un codo a 90° y un filtro en vertical.

Si se decide ubicar la cañería de rebalse a 0,30 m del coronamiento, implica que la altura real de agua útil máxima del tanque va a ser:

$$\text{Altura máxima de volumen útil de almacenamiento} = 2,53 \text{ m} - 0,30 \text{ m} - 0,30 \text{ m} = 1,93 \text{ m}$$

Entonces el volumen máximo de embalse de agua útil para el ganado es de:

$$\text{Volumen útil máx.} = \left(\left\{ \left[\frac{(17 \text{ m} + 25,14 \text{ m})}{2} \right]^2 * 3,1416 \right\} / 4 \right) * 1,93 \text{ m} \cong 673 \text{ m}^3 = 673.000 \text{ L.}$$

Volumen máximo utilizable para el ganado = 673.000 litros

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Cubicación de la represa:



Panorámica de la represa con su dimensión final.

Aclaración: La excavación realizada para construir el tanque tuvo la prioridad de lograr el préstamo de tierra con una determinada característica para la concreción de la base primero y luego de la pared de dicho almacenamiento.

La Empresa, de manera empírica y en base a su importante experiencia en la región, elige que tierra utilizar para cada una de las partes del tanque, donde la prioridad es utilizar la tierra con mayor porcentaje de arcilla en la base y paredes del reservorio, para lograr así una mayor impermeabilidad del agua almacenada.

Mientras que la tierra con menor porcentaje de arcilla se usa en la parte exterior y el coronamiento. Esto último es para que el pasto o gramilla tenga mayor probabilidad de poder implementarse de manera inmediata y sin condicionamientos.

Se debe remarcar que en toda la construcción desde el inicio nunca se debe dejar vegetación de cualquier tipo: pastos, ramas, troncos, raíces, ya que eso va a conspirar en el futuro con la solidez de la estructura, cosa que la Empresa lo sabe perfectamente.

En síntesis, la prioridad es la construcción del tanque de tierra con material que se va eligiendo, y el préstamo = represa, se acondiciona de la mejor manera al final para poder almacenar el agua de las lluvias.

La represa finalmente quedó con las siguientes dimensiones:

- Largo: 87 m
- Ancho: 44 m
- Profundidad promedio: 0,46 m
- Profundidad máxima puntual: 1,10 m

La profundidad promedio se obtuvo haciendo 3 transectas paralelas coincidentes con el largo de la represa, tomando medidas con la Estación Total Laser cada 8 m, con una grilla importante de puntos.

El sector más profundo (1,10 m) coincide con la zona más cercana al Tanque Chaco, por lo que es fácil determinar la ubicación del o los molinos a implementar: entre el tanque y la represa. Donde se recomienda, a su vez, que los mecanismos de bombeo tengan chupadores flotantes.



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Volumen de la represa = $87 \text{ m} \times 44 \text{ m} \times 0,46 \text{ m} = 1.760 \text{ m}^3 = 1.760.000 \text{ litros}$

Volumen actual de la represa = 1.760.000 litros

Lo cual quiere decir que tiene una capacidad máxima teórica de 2,6 veces el almacenamiento útil del Tanque Chaco.

Dato importante: la napa en ese momento se encontraba a 1,30 m, por lo que se decidió no profundizar más de 1,10 m. Dato a tener en cuenta si se desea seguir mejorando la represa con la utilización de tractor-pala.

Se recomienda terminar de excavar la represa en el sector del oeste con tractor pala, no con retroexcavadora, y darle así la profundidad máxima del sector este = 1,10 m, no más. Si se hace ese trabajo se tendrá mayor volumen útil almacenado en la misma para poder mantener el Tanque Chaco con agua de lluvia durante el año.

Estrategia de mezcla de fuentes de agua:

Manejando el agua de lluvia se tiene la posibilidad luego de maximizar el volumen disponible mezclando ésta con agua subterránea o con el agua de la represa cercana, que dispone de agua de lluvia ya mezclada con la de la napa (Muestra N° 1 de Pág. N° 27).

De esa manera, con los análisis químicos ya realizados y en base a la utilización de un conductímetro, se puede saber la relación de mezcla adecuada y así lograr una combinación con una concentración de sales de alta competitividad para maximizar la producción de carne.

Es necesario testear con el conductímetro periódicamente la concentración de sales totales de las fuentes de agua, ya que las mismas pueden variar en función de la época del año y del consumo, tanto del recurso hídrico subterráneo como de algunos almacenamientos superficiales del Establecimiento.

Recomendaciones para el Tanque Chaco y la represa:

- Antes de comenzar la construcción del tanque se demarca la zona del tanque, cuyo diámetro en la base es de aproximadamente 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 esa altura vaya en concordancia con la planificación de la distribución de agua y el diámetro de las cañerías a utilizar. Almada comentó que la última parte de este terraplén hay que terminarlo 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) y que sirve para la construcción



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

de esa base, siempre con la premisa que no tenga ningún tipo de vegetación, y que debe tener la humedad adecuada para la compactación 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 1,70 m y con una altura total aproximada desde el terreno natural de 3 m. Quiere decir que la profundidad final teórica del tanque para almacenar agua es de aproximadamente 1,8 m, donde en la práctica la profundidad fue sustancialmente mayor (2,53 m). Aquí también es esencial que la parte interna de la pared del tanque se construya con tierra "colorada" (mayor concentración de arcilla), para no permitir la infiltración y tubificación del agua almacenada.
- La cañería de rebalse se debe ubicar en la dirección a la represa (sector oeste de la pared en este caso), a 0,5 m del coronamiento, ya que en ese sector el terraplén es más alto que en el lado opuesto. Puede utilizarse material de PVC de 110 mm de diámetro, no menor, y colocar codos a 45° en la parte externa para que la cañería 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 poder hacer eso primero hay que implementar los codos a 90° de las cañerías en su parte interna y colocar los filtros y llaves de manejo externas.
- 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 lejos, como es este caso. Esto debe tenerse en cuenta cuando se opta por el diámetro de la cañería. Hay que remarcar que siempre es conveniente invertir en un diámetro suficiente para que no sea un condicionante a futuro de la distribución de agua a lugares alejados, sin necesidad de presurizar con bombas. Las cañerías del lado de afuera del tanque tampoco deben quedar expuestas al sol ni al pisoteo de animales, por lo que se recomienda implementar 1 codo a 45° con cañería enterrada hasta llegar al terreno natural y luego otro codo a 45° para seguir el terreno natural y allí implementar una Tee o una bifurcación en Y con un ángulo a 45°, de PP de 4 pulgadas por cada salida, y después de las Tee o bifurcaciones en Y, implementando 2 ramales para cada Tee con buje reducción de 4 a 3 pulgadas y luego uniones doble de PP de 3 pulgadas con sus respectivas llaves esclusa de 3 pulgadas.
- Por cada llave esclusa se recomienda colocar 2 uniones doble de PP, para que en un futuro, cuando haya que cambiar esas llaves, sea fácil poder extraerlas y volverlas a colocar sin romper nada. Cada Tee con sus respectivas llaves esclusa deben estar protegidas por una cámara de mampostería y tapa de cemento. Esto



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

es para protegerlas del pisoteo de animales, del sol y del fuego que accidentalmente pueda ocurrir.

- 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.
- A los 0,3 m del coronamiento o más (en este caso a 0,50 m), se debe ubicar cañería de diámetro mayor al del bombeo, ideal cañería de PVC de 110 mm de diámetro, para verter el agua en exceso que se cargue al tanque = cañería de rebalse, ya que de ninguna manera el agua debe sobrepasar el nivel máximo de embalse drenando a través de la pared de tierra, ya que puede provocar el colapso de la estructura por carcavamientos. Se recomienda ubicar cañería de 4 pulgadas o de 110 mm de diámetro a tal efecto y que siga la pared del tanque hasta que drene en el terreno natural con dirección a la represa. Esto se logra colocando codos a 45°, de igual manera que con las salidas de distribución.
- La represa se ubica cercana al tanque, en este caso al oeste del mismo y tiene las dimensiones que hagan falta para obtener el material necesario para construir dicho tanque. La profundidad máxima en este caso es de 1,1 m debido al nivel máximo de la napa (1,30 m) que no permite el adecuado trabajo de la maquinaria utilizada.
- Está planificado instalar uno o 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 vientos, 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 y 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.
- Algo que es esencial para este tipo de obras: *deben tener cercado 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.



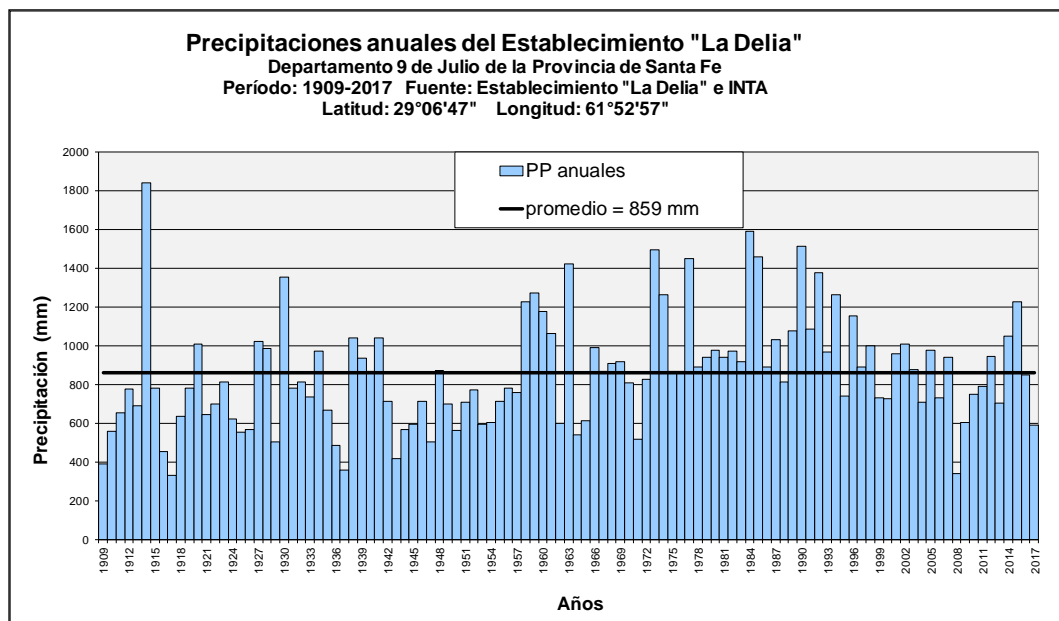
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

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

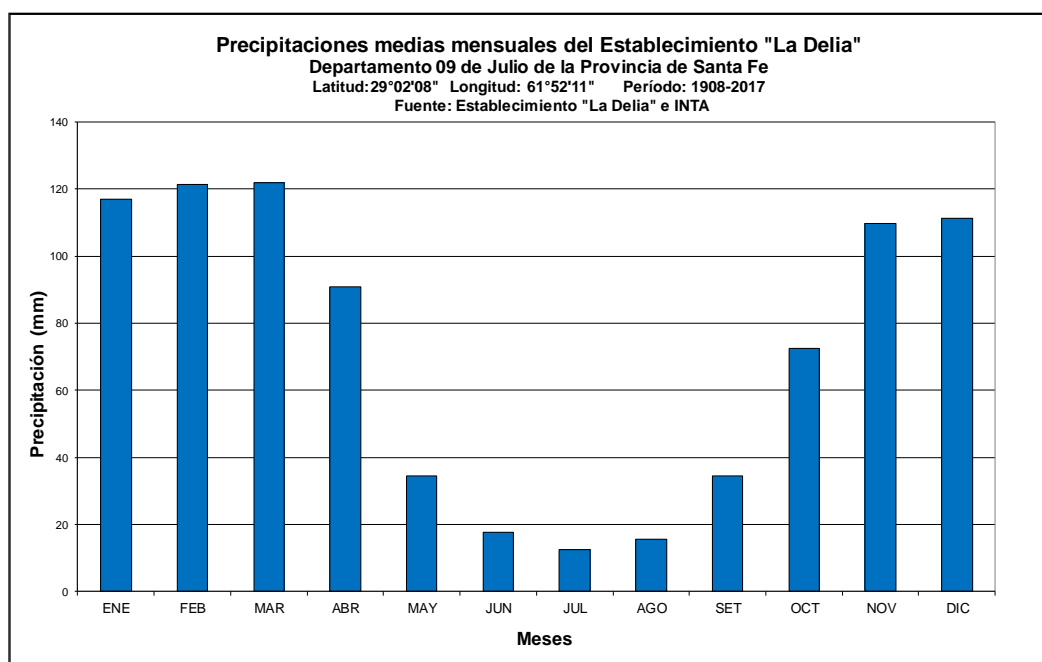
Sobre la base de 400 animales (dato aportado por el Méd. Veterinario Sebastián Daoud), con un consumo diario de 50 L/día por animal:

Consumo diario promedio = 400 animales * 50 L/día = 20.000 litros diarios

En base al registro de precipitaciones de la zona:



Registro de precipitaciones anuales desde 1909 a 2017.



Precipitaciones medias mensuales



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Implica que los meses más críticos son desde mayo a septiembre = 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:

Demanda de agua anual = 20.000 litros diarios * 365 días = 7.300.000 litros anuales = 7.300 m³.

Y utilizando la fórmula de Volumen = Superficie x altura:

Volumen = (Sup. de cosecha de agua) x (PP media anual x 0,8 x cfte. de escurrimiento)

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

Donde:

- 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.

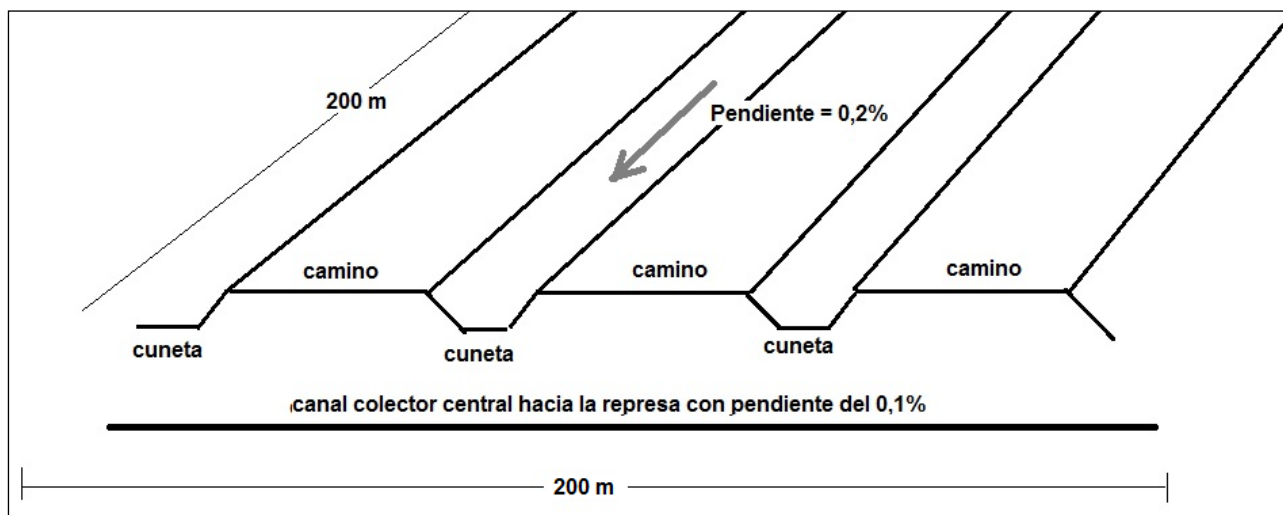
Implica que la superficie para la cosecha del agua de lluvia debe ser de:

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

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.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



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).

El control del estado de la vegetación bien corta (prácticamente despreciable) antes de las lluvias, en base a los pronósticos meteorológicos, es esencial para maximizar el escurrimiento y lograr tener siempre agua de calidad, aun en años hidrológicos secos. El hecho de que sí haya vegetación permite contrarrestar cárcavamientos potenciales que se puedan producir. De producirse hay que manejarlos/controlarlos, especialmente ante eventos de precipitación de alta intensidad.

Recomendaciones para el área de captación y la represa recién construida:

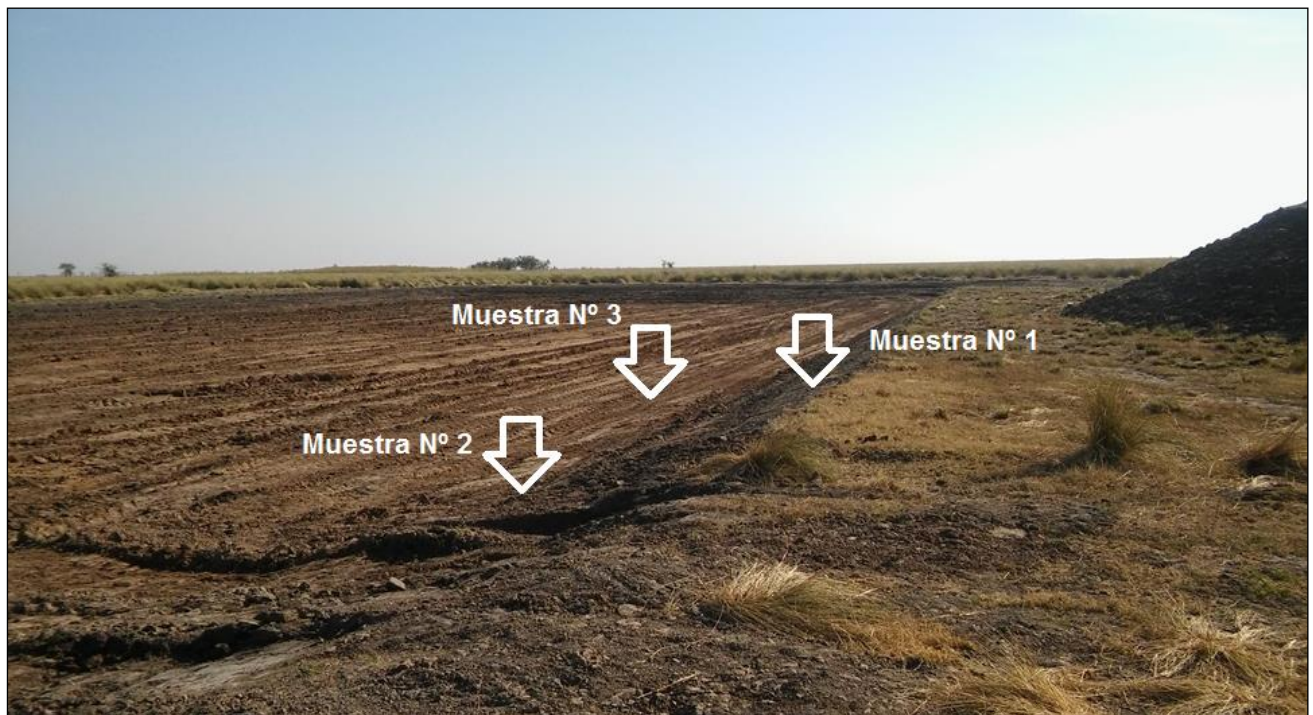
- Sistematizar una superficie de caminos paralelos de un largo de 200 metros hasta completar los 200 metros de ancho como mínimo en el sector norte de la represa.
- Profundizar la represa hasta llegar al 1,10 m de profundidad como máximo con tractor pala. Con ello se va a lograr un almacenamiento cercano a los $4.000 \text{ m}^3 = 4.000.000$ litros, ideal como reserva para el Tanque Chaco.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

VII Características físico-químicas y mecánicas del suelo en el área de emplazamiento de la obra

Se tomaron 3 muestras de suelo para analizar las características del perfil del suelo empleado en la construcción del Tanque Chaco:

- Muestra N° 1 tomada entre el nivel de terreno y 0,20 m de profundidad.
- Muestra N° 2 tomada entre 0,20 m y 0,60 m de profundidad
- Muestra N° 3 tomada entre 0,60 m y 1,10 m de profundidad.



Lugares de extracción de suelo para ser analizados en Laboratorio.

El objetivo es determinar el porcentaje de arcilla, limo y arena. Y también la concentración de sodio. Y de manera indirecta la capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Los Resultados del Laboratorio de la EEA Reconquista de las muestras de suelo se pueden apreciar en el Anexo en Pág. N° 36, cuyos datos fueron procesados por el Ing. Agr. Luciano Mieres Venturini, Especialista en Suelos de la EEA Reconquista.

Se puede observar que el suelo utilizado para el tanque de tierra es ideal para este tipo de construcciones, ya que en las 3 muestras el predominio es de arcilla con limo, donde el salitre negro de la primera capa hay que tenerlo en cuenta.

El porcentaje de humedad en la construcción ha permitido una situación muy favorable para la compactación del suelo, tanto en el terraplén de la base como de la pared.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

VIII Proyecto del sistema de distribución de agua hacia los bebederos

Se solicitó la planificación de distribución de agua pensada para el Tanque Chaco que se acaba de construir.

El Méd. Vet. Sebastián Daoud nos explicó, en base a la imagen satelital siguiente, que se ha planificado abastecer a 400 animales de manera particular en cada sector, no simultáneamente, en 3 puntos detallar a continuación:

- Tanque bebedero a implementarse en el sector E. Ya existe una cañería de manguera negra de 2" de diámetro, implementada en dirección E, de 2000 m de longitud. Ese tanque, a su vez, sería abastecido por la aguada ubicada a 400 m en dirección N, de manera simultánea.
- Tanque bebedero a implementarse en el sector SSO, el cual será abastecido por una cañería de 700 m.
- Y un tercer tanque bebedero a implementarse en dirección NNE, el cual será alimentado por cañería con una longitud de 1.200 m.

Los Tanques bebedero deben tener una capacidad mínima de 20.000 litros para así cubrir el abastecimiento diario para los 400 animales. Se aclara que cuanto más capacidad tengan estos reservorios, permite prever roturas de los mecanismos de bombeo, roturas de cañerías o días sin viento, cuando se utilizan molinos. Es por ello que se propone la implementación de tanques bebedero de 40.000 litros de capacidad para los 3 lugares.

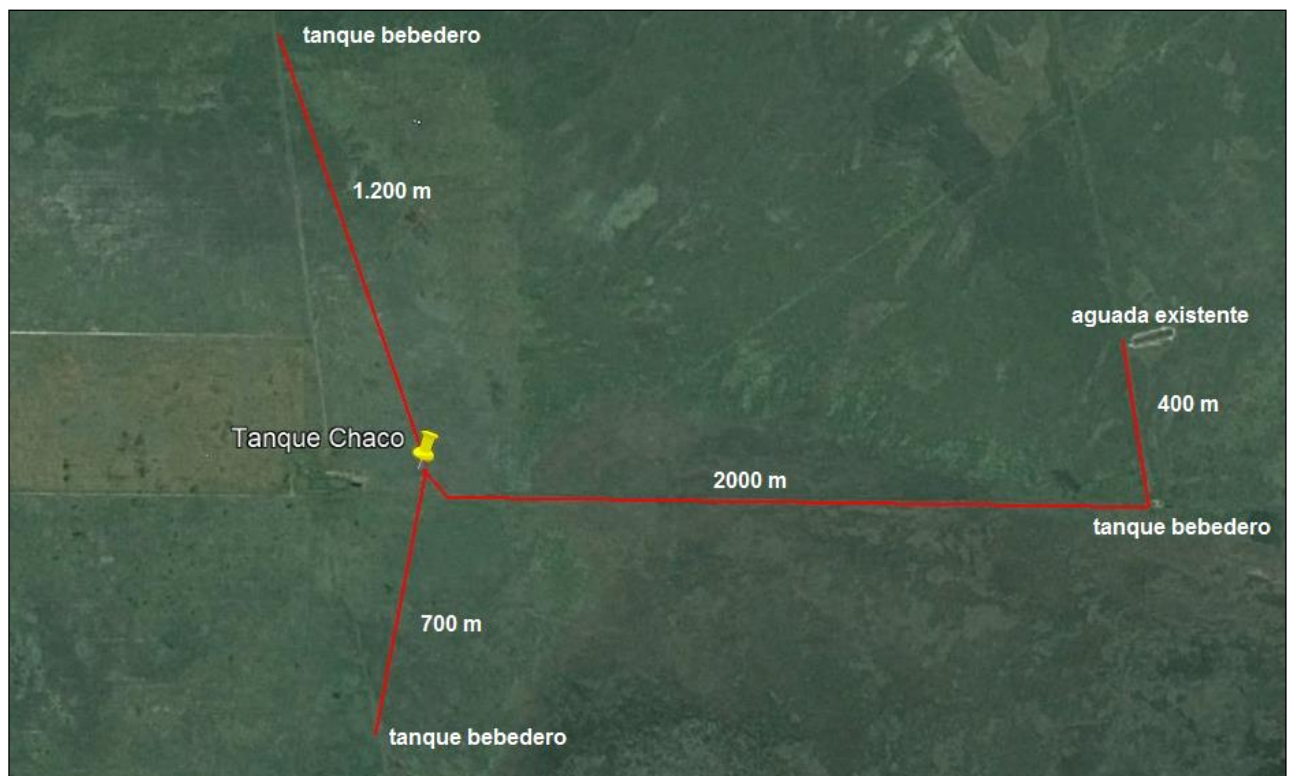


Imagen satelital con el diseño de distribución para una utilización eficiente del forraje en el sector.



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Análisis del tramo desde el Tanque Chaco hasta la aguada existente:

Para el análisis hidráulico se utiliza la fórmula de Prandtl-Colebrook:

Datos utilizados:

- Cañería ya instalada de manguera negra de 2" de diámetro. Se asume un diámetro interno de 46,6 mm (Clase 6).
- Longitud: 2.000 m.
- Desnivel topográfico: se asume 0 m (lo ideal sería corroborar el desnivel con la Estación Total Laser).
- El caudal se asume aquel que necesitan 400 animales durante un día = 20.000 litros diarios. Si se tiene un tanque bebedero con esa capacidad y se asume que durante 24 horas se está llenando, implica que el caudal por hora es de $(20.000 \text{ L/día}) / 24 \text{ horas} = 834 \text{ L/hora}$. Pero como el tanque se va a abastecer la mitad con el agua almacenada en el tanque de tierra y la otra mitad con la aguada cercana, implica que el caudal de la manguera de 2" debe ser de 417 L/h.

Por lo tanto, la pérdida de carga unitaria calculada fue de 0,217 m/Km, implica que la pérdida carga total en el tramo es de 0,43 m.

Si la carga hidrostática del tanque es de 1 m como mínimo (0,73 m altura del terraplén + 0,30 m del codo y el inicio del filtro \cong 1 m), quiere decir que con la cañería existente de 2" va a abastecer al tanque bebedero que se ubique a 2000 m en dirección E con 10.000 litros por día, aún si el tanque de tierra está prácticamente vacío.

Análisis del tramo desde el Tanque Chaco hacia el SSO hasta el futuro tanque bebedero:

Datos utilizados:

- Inicialmente se probó con una cañería de 2" Clase 6, implica un diámetro interno de 46,6 mm.
- Longitud: 700 m.
- Desnivel topográfico: se asume 0 m (se reitera que lo mejor es corroborar esto con la Estación Total Laser).
- El caudal se asume aquel que necesitan 400 animales durante un día = 20.000 litros diarios. Si se tiene un tanque bebedero con esa capacidad y se asume que durante 24 horas está llenando, implica que el caudal por hora es de $(20.000 \text{ L/día}) / 24 \text{ horas} = 834 \text{ L/hora}$.

La pérdida de carga unitaria fue de 0,721 m/Km, implica una pérdida de carga total para este tramo de 0,5 m, con lo cual se puede asegurar que el agua va a llegar sin problemas desde el tanque de tierra hasta el tanque bebedero que se ubique a 700 m utilizando cañería de 2" Clase 6.



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Análisis del tramo desde el Tanque Chaco hacia el NNO hasta el futuro tanque bebedero:

Datos utilizados:

- Inicialmente se probó con una cañería de 2" Clase 6, implica un diámetro interno de 46,6 mm.
- Longitud: 1.200 m.
- Desnivel topográfico: se asume 0 m (se reitera que lo mejor es corroborar esto con la Estación Total Laser).
- El caudal se asume aquel que necesitan 400 animales durante un día = 20.000 litros diarios. Si se tiene un tanque bebedero con esa capacidad y se asume que durante 24 horas está llenando, implica que el caudal por hora es de $(20.000 \text{ L/día}) / 24 \text{ horas} = 834 \text{ L/hora}$.

La pérdida de carga unitaria calculada fue de 0,721 m/Km, implica una pérdida de carga total para este tramo de 0,86 m, con lo cual se puede asegurar que el agua va a llegar sin problemas desde el tanque de tierra hasta el tanque bebedero que se ubique a 1.200 m utilizando cañería de 2" Clase 6.

Recomendaciones para la colocación de cañerías:

- Si se utilizan mangueras, deben instalarse en lo posible con carga de agua, para que de ninguna manera haya lugares en que pierda la forma (se aplaste) tanto en la colocación como en el tapado, sino los cálculos hidráulicos anteriores no tienen valor. Esto también vale para la cañería ya implementada: si está aplastada en algún sector, el agua planificada no va a llegar como indica el cálculo hidráulico.
- En lo posible, las cañerías deben ir instaladas al lado de los alambrados, con una profundidad no inferior a 0,3-0,4 m. Esto es para que tengan mayor protección de la maquinaria que se utiliza para la producción y vial. Si hay que sortear caminos/cunetas hay que instalarlas más profundo: 0,4 m en las cunetas, para que no se aplasten o la maquinaria vial las rompa.
- Las cañerías no deben instalarse donde se formen domos (lomos de burro) ya que allí será un lugar donde el agua tendrá dificultad de paso por las burbujas de aire, incluso podrá no pasar. Para ello habrá que implementar allí válvulas de purga. Un caso especial es el paso de caminos con cunetas, para ello se recomienda seguir la profundidad de excavación de las cunetas donde se pasa el camino, ya que allí no se pueden colocar válvulas de escape de aire.
- Las válvulas de purga son necesarias para expulsar el aire de las cañerías y dinamizar el traslado del agua. En situaciones normales en la práctica se recomienda colocarlas cada 500 m.
- Hay que colocar el mínimo posible de accesorios hidráulicos (codos, curvas, Tee, llaves, derivaciones, etc.) para minimizar las pérdidas de carga.
- Las mangueras y caños de PVC nunca deben quedar expuestos a la intemperie debido a que el sol, el fuego y los animales van a provocar deterioros importantes. Esto vale también para las cañerías y accesorios de PP, aunque este material dure más tiempo: el sol con los rayos ultravioleta acorta la vida útil de los mismos.



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

¿Y por qué tanques bebedero en vez de bebederos media caña convencionales?

Aclarando que las 2 opciones son válidas.

La ventaja de los bebederos media caña es la siguiente:

- El precio inicial.
- Rapidez de instalación y de reubicación.
- Fácil limpieza periódica.

La ventaja de un tanque bebedero:

- Mayor superficie de abrevado de los animales.
- Puede servir para 4 potreros simultáneamente.
- Permite dar respuesta a la demanda puntual para mayor número de animales, no exigiendo un diámetro mayor de la cañería de abastecimiento.
- Su mayor volumen de almacenamiento de agua permite su reposición durante las 24 hs y, por lo tanto, la cañería de abastecimiento es considerablemente menor que en bebederos media caña.

Para cada caso hay que analizar los costos de las alternativas de bebederos y de las cañerías que los alimentan, para tomar la decisión final.

IX Análisis químicos de fuentes de agua de interés y clasificación de su aptitud para consumo ganadero

El 06/08/2018 se tomó 2 muestras de agua y posteriormente el 17/08/2018 se tomó 3 muestras de lugares de interés donde están abrevando ahora los animales (ver imagen satelital siguiente):

- Muestra N° 1: del tanque bebedero ubicado a la entrada del Establecimiento cuyo molino bombea agua proveniente del canal paralelo a la Ruta Provincial N° 13.
- Muestra N° 2: de la represa contigua al Tanque Chaco recién construido.
- Muestra N° 3: de la represa situada al norte, cercana al Puesto.
- Muestra N° 4: de la represa que se encuentra al sur del Puesto.
- Muestra N° 5: de la represa que se encuentra al norte del Puesto, cercana al límite norte del Establecimiento.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

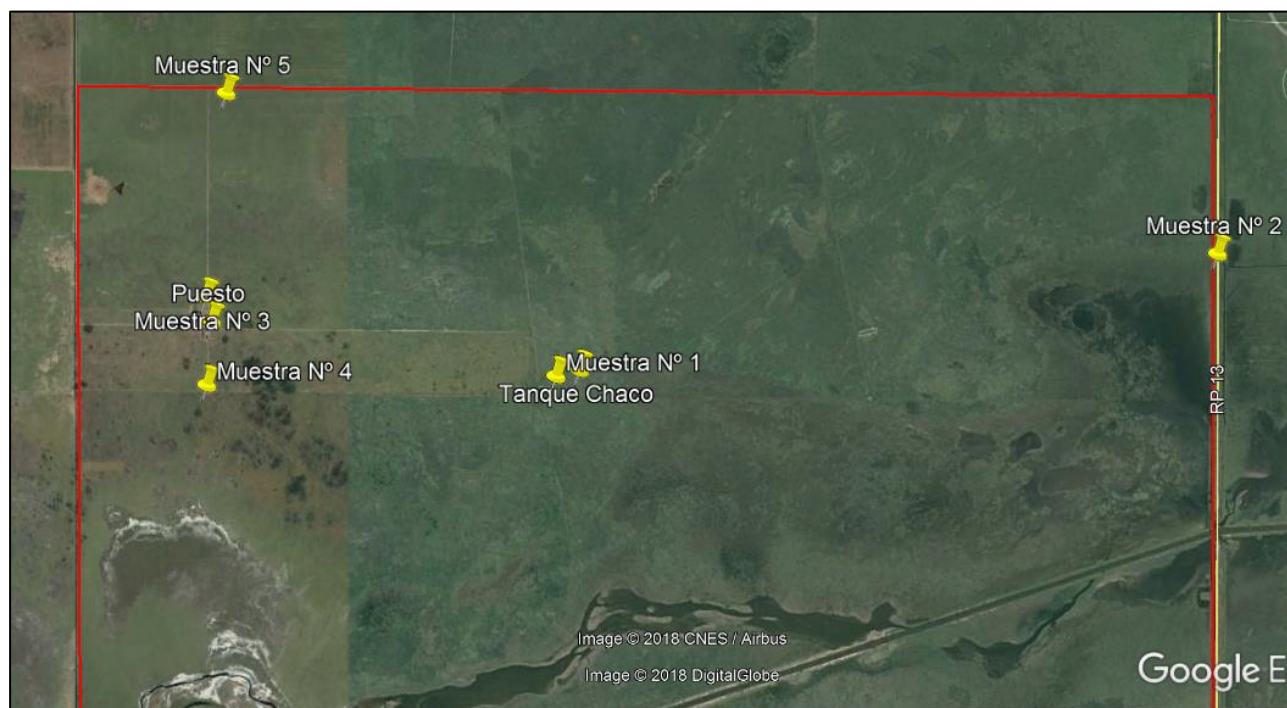


Imagen satelital con la ubicación de los muestreos de agua respecto al Tanque Chaco (zona norte).



El Méd. Vet. Sebastián Daoud extrayendo una muestra de agua proveniente de la represa del Puesto.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



El Ing. Luciano Sánchez extrayendo una muestra de agua proveniente de la represa del Potrero Nº 6.



Represa del Potrero Nº 6.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



Panorámica de la Aguada del Potrero N° 10. El Méd. Vet. Daoud extrayendo una muestra de agua de la represa para analizar en Laboratorio.



Performance de los animales del Potrero N° 10.

**Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria****LABORATORIO INTA -EEA RECONQUISTA****Análisis químicos de agua****Dirección:** Ruta Nac. N° 11. Km 773 CP: 3560 - Reconquista - Santa Fe**TE:** 03482-420784/487592/420117 interno 204**E-mail:** basannickisch.mario@inta.gov.ar; sanchez.luciano@inta.gov.ar; monzon.leonardo@inta.gov.ar**Celular:** 011-1534382177**Propietario:** Ezequiel Sack**TE:** 02223-15676576**E-mail:** ezequielsack@hotmail.com**Muestra extraída por:** M. Basán Nickisch y L. Sánchez**Procesó:** Leonardo Monzón**Ubicación:** Establ. "La Querencia"**Supervisó:** Mario Basán Nickisch /Luciano Sánchez**Dpto.:** San Cristóbal**Fecha de muestreo:** 02/08/2018**Provincia:** Santa fe**Fecha de ingreso:** 03/08/2018**Fecha de análisis:** 06/08/2018

Identificación original	Canal // a RP N° 13 (Muestra N° 2)		Represa (Muestra N° 1)							
Análisis N°	647		648							
Uso- Destino	Consumo Animal		Consumo Animal							
Conduc. eléc. mS/cm	15,20		9,24							
pH	8,21		8,88							
Residuo Seco a 105°C g/l	12,140		6,960							
Solutos calculados g/l	9,823		5,918							
Coef. SC/CE	0,65		0,64							
CATIONES	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l
Calcio	15,00	301	7,10	142						
Magnesio	13,30	162	8,80	107						
Sodio	130,00	2990	84,00	1932						
Potasio	1,30	51	0,60	23						
Suma de cationes	159,6	3503	100,5	2205						
ANIONES										
Cloruros	82,00	2911	61,00	2166						
Sulfatos	65,50	3144	26,40	1267						
Carbonatos	0,30	9	0,80	24						
Bicarbonatos	4,20	256	4,20	256						
Suma de aniones	152,0	6320	92,4	3713						
Dureza (mg/l CaCO3)	1415		795							
Observaciones:	M1 Latitud 29° 40' 27,04'' S Longitud 61° 7' 39,80'' O M2 Latitud 29° 39' 24,51'' S Longitud 61° 4' 57,47'' O									

**Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria****LABORATORIO INTA -EEA RECONQUISTA****Análisis químicos de agua****Dirección:** Ruta Nac. N° 11. Km 773 CP: 3560 - Reconquista - Santa Fe**TE:** 03482-420784/487592/420117 interno 204**E-mail:** basannickisch.mario@inta.gob.ar; sanchez.luciano@inta.gob.ar; monzon.leonardo@inta.gob.ar**Celular:** 011-1534382177**Propietario:** Ezequiel Sack**TE:** 02223-15676576**E-mail:** ezequielsack@hotmail.com**Muestras extraídas por:** S. Daoud y L. Sánchez**Procesó:** Leonardo Monzón**Ubicación:** Establ. "La Querencia"**Supervisó:** Mario Basán Nickisch /Luciano Sánchez**Dpto.:** San Cristóbal**Fecha de muestreo:** 17/08/2018**Provincia:** Santa fe**Fecha de ingreso:** 21/08/2018**Fecha de análisis:** 24/08/2018

Identificación original	Represa del Puesto (Muestra N° 3)	Represa del Potrero N° 6 (Muestra N° 4)	Represa del Potrero N° 10 (Muestra N° 5)							
Análisis N°	649	650	651							
Uso- Destino	Consumo Animal	Consumo Animal	Consumo Animal							
Conduc. eléc. mS/cm	8,24	8,30	2,08							
pH	7,25	8,18	8,33							
Residuo Seco a 105°C g/l	6,010	5,960	1,370							
Solutos calculados g/l	5,577	5,491	1,394							
Coef. SC/CE	0,68	0,66	0,67							
CATIONES	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l
Calcio	10,60	212	7,70	154	0,90	18				
Magnesio	7,65	93	7,75	94	2,08	25				
Sodio	70,00	1610	72,00	1656	17,00	391				
Potasio	0,62	24	0,64	25	0,31	12				
Suma de cationes	88,9	1940	88,1	1929	20,29	446				
ANIONES										
Cloruros	39,00	1385	39,06	1387	9,81	348				
Sulfatos	38,80	1862	39,12	1878	6,60	317				
Carbonatos	0,50	15	1,27	38	0,50	15				
Bicarbonatos	6,15	375	4,25	259	4,39	268				
Suma de aniones	84,5	3637	83,7	3562	21,30	948				
Dureza (mg/l CaCO3)	913		773		149					
Observaciones: M3: Latitud 29°40'10.42"S Longitud 61° 9'5.97"O M4: Latitud 29°40'28.74"S Longitud 61° 9'5.00"O M5: Latitud 29°39'29.64"S Longitud 61° 9'0.02"O										



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Muestra N° 1: Agua de la represa cercana al Tanque Chaco.

Se extrajo de superficie, previendo la succión del mecanismo de bombeo flotante, para extraer el agua de mejor calidad, ya que el agua de lluvia se encuentra mezclada con la de la napa.

El parámetro más comprometido es:

- Residuo Seco o Sales Totales = 6,96 g/L. Se clasifica como ACEPTABLE para ganadería de cría (Bavera, 2011).

Muestra N° 2: Agua del Canal paralelo a la Ruta Provincial N° 13:

Se extrajo del tanque bebedero donde abreva el ganado.

Ese canal es abastecido normalmente por el río Salado, pero en el momento del muestreo el agua que se bombeaba era de la napa debido al bajo caudal y nivel del recurso hídrico superficial.

Los parámetros más comprometidos son:

- Residuo Seco o Sales Totales = 12,14 g/L. Se clasifica como MALA para ganadería de cría (Bavera, 2011).
- El Sulfato = 3,144 g/L. Se clasifica como MALA para ganadería de cría (Bavera, 2011).
- El Cloruro de Sodio, si bien es necesario y beneficioso en su justa medida, acá se encuentra en exceso.

El Méd. Vet. Daoud comentó que los animales ya no querían tomar de esta fuente de agua. Por ese motivo trasladaron la hacienda hacia el oeste (Muestras N° 3, N° 4 y N° 5).

Muestra N° 3: Agua de la represa del Puesto

Consiste en una represa construida con retroexcavadora, la cual tiene agua de lluvia mezclada con la de la napa.

- Residuo Seco o Sales Totales = 6,0 g/L. Se clasifica entre BUENA y ACEPTABLE para ganadería de cría (Bavera, 2011).
- El Sulfato = 1,86 g/L. Se clasifica entre BUENA y ACEPTABLE para ganadería de cría (Bavera, 2011).

En este caso el Cloruro de Sodio es beneficioso para los animales.



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Muestra N° 4: Agua de la represa del Potrero N° 6

Consiste en una represa construida con retroexcavadora, la cual tiene agua de lluvia mezclada con la de la napa.

Presenta iguales características que la Muestra N° 3: clasificada entre BUENA y ACEPTABLE.

Muestra N° 5: Agua de la represa del Potrero N° 10

Esta represa, a diferencia de las anteriores, tiene muy poca mezcla con la de la napa, lo que la clasifica como MUY BUENA desde el punto de vista químico.

En esta represa se recomienda que se implemente un mecanismo de bombeo y bebederos para que los animales no tengan que entrar a abrevar, debido a que se deterioran los taludes, se contamina el agua almacenada y corren riesgos los animales de quedar empantanados.

Se puede observar que en las muestras analizadas el coeficiente que transforma la conductividad eléctrica para pasarlo a sales totales en estos casos ha oscilado entre 0,65 y 0,68, por lo que se sugiere cargar el conductímetro con un coeficiente de 0,67, para saber las sales totales que se testeen para el sector norte.

Muestras complementarias del Establecimiento

El Méd. Vet. Daoud extrajo muestras del sector sur del Establecimiento (ver imágenes satelitales siguientes), con pozos calzados construidos recientemente.

Le solicitamos a Daoud que verifique si hay estratificación de sales en el perfil vertical del agua de los pozos, ya que los mismos tienen 6 m de profundidad, con un espesor del acuífero libre de 3 m, implica el nivel estático igual a 3 m, donde se confirma un ambiente diferente al del sector norte (zona del Tanque Chaco), cuyos recursos naturales así se manifiestan: mejor calidad y cantidad del agua subterránea, relieve más alto, suelo y forrajes de mejor calidad, presencia de árboles.

Con el conductímetro, Daoud pudo comprobar que no existe estratificación vertical en la mayor parte de los pozos, excepto en el caso del pozo del Potrero N° 5.

Fecha: 23/08/2018

Lugar	Conductividad Eléctrica (dS/cm)		Coordenadas	
	Superficie	Fondo	Latitud	Longitud
Pozo Potrero N° 5	3,90	6,70	29°42'12,9"	61°08'14,04"
Pozo Potrero N° 3 Norte	7,06	7,14	29°42'07,68"	61°07'0,78"
Pozo Potrero N° 3 Sur	6,68	7,18	29°42'11,46"	61°07'01,26"
Pozo Corrales	7,29	7,39	29°41'52,74"	61°06'11,70"

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



Imagen satelital con los puntos muestreados para analizar la calidad del agua subterránea (zona sur)

En el caso específico del Pozo del Potrero N° 5 se recomienda implementar un chupador flotante conectado con una manguera flexible para el bombeo, de manera de poder seguir la superficie del agua del acuífero y así extraer agua de mejor calidad.

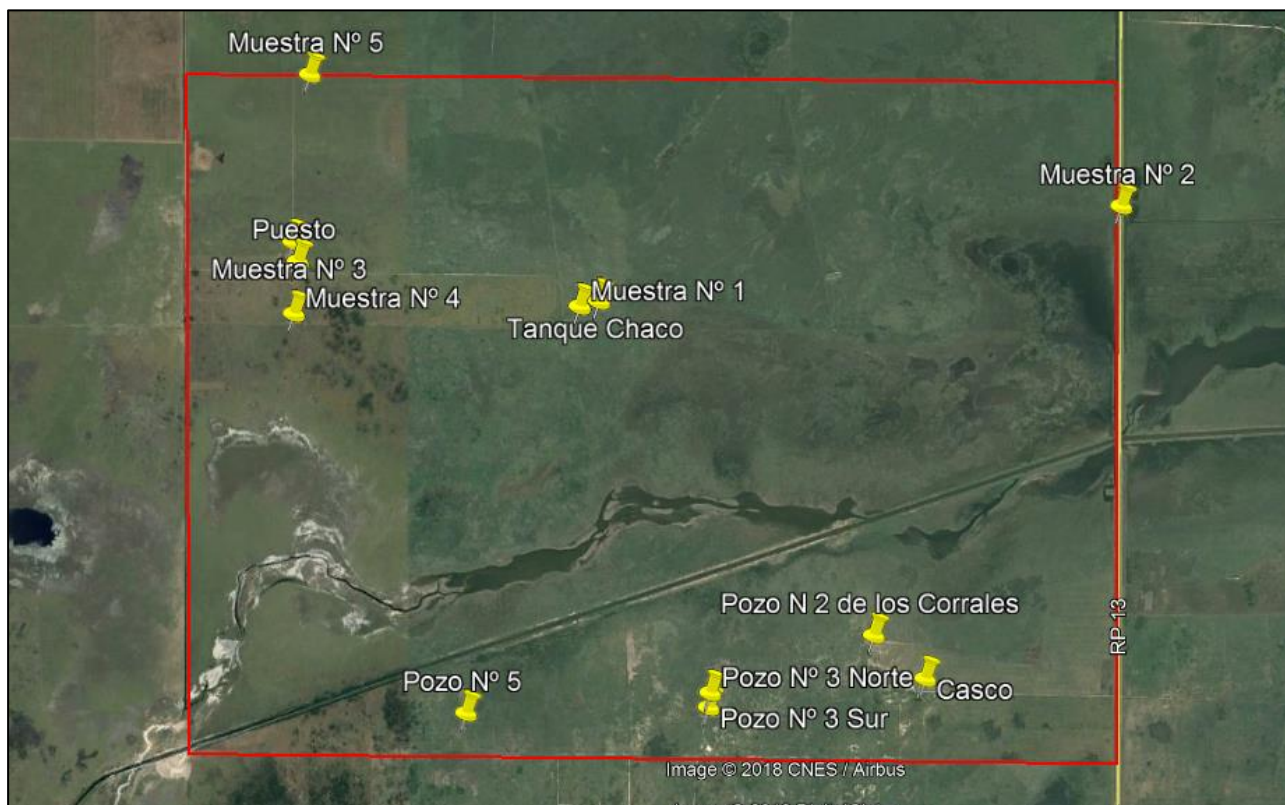


Imagen satelital con la ubicación de todas las muestras de agua obtenidas de las represas, de los pozos calzados y del canal paralelo a la Ruta Provincial N° 13.



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Las muestras de los pozos calzados, una vez analizadas en Laboratorio, serán incorporadas a este Informe Técnico, para así tener un panorama general del agua disponible en cantidad y calidad y así planificar su manejo, junto con el de los forrajes, permitiendo de esta manera poder potenciar la producción ganadera del Establecimiento.

Luego, periódicamente, en base al uso del conductímetro, se podrá chequear cómo evoluciona la calidad del agua de cada lugar, ajustando así las relaciones de mezcla adecuadas para cada sitio, evaluando si el agua disponible es suficiente para satisfacer la demanda planificada que, obviamente, será directamente proporcional a la carga animal y al régimen pluviométrico anual: cantidad y distribución de lluvias en los meses del año.

A su vez, se recomienda tomar muestras de cada uno de los lugares muestreados una vez producida la recarga anual de las precipitaciones del verano: en marzo/abril de 2019, para analizar si hay variaciones de los cationes y aniones, ya que esto podría modificar/ajustar las relaciones de mezcla que se proponen actualmente.

Reconquista, 30/08/2018

INTA EEA Reconquista e INTA EEA Rafaela

Autores: Basán Nickisch, Mario; Tosolini, Rubén; Norberto Cammisi; Sánchez, Luciano; Mieres Venturini, Luciano.

E-mails de contacto: basannickisch.mario@inta.gob.ar ; tosolini.ruben@inta.gob.ar ; ncammisi@gmail.com ; sanchez.luciano@inta.gob.ar ; mieres.luciano@inta.gob.ar



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Anexo



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

1- Suelo representativo del sector: características generales

Serie Río Salado (RSA)

Clasificación taxonómica: Natracualf típico

Familia: arcillosa fina, térmica (mineralogía no determinada).

Drenaje: pobre.

Textura del horizonte superficial: franco-limosa.

Son suelos pobremente drenados desarrollados en las áreas planas y cóncavas en los sectores de cañadas vecinas al río Salado y a sus tributarios, también se encuentra irregularmente distribuido en los sectores más deprimidos del micro-relieve en los paisajes algo más elevados pero con influencia del río.

Tienen un horizonte superior E lavado de colores muy claros por el intenso lixiviado y por la dificultosa acumulación de materia orgánica que es dispersada por el sodio y acumulada en forma de películas que recubren el horizonte Bt subyacente. Este último generalmente no presenta condiciones físicas más desfavorables porque su contenido de sales lo flocula y lo hace más fácil de romper y penetrar por las raíces de las plantas; por estas características la observación poco cuidadosa hace presumir que se trata de un buen suelo dado su color y estructura favorable. Este horizonte Bt está muy cerca de la superficie, entre 10 y 14 cm, por lo que generalmente al ser arados se los mezcla con parte del Bt subyacente.

Esta situación de heterogeneidad, especialmente cuando se lo encuentra con otros suelos de mayor potencial, dificulta la elección de los cultivos y las pasturas a implantar por la diferente capacidad productiva. La utilización de este suelo es siempre sobreestimada, ocasionando un mayor deterioro de sus propiedades físicas y químicas, como así también un incremento en sus contenidos de sales, que resultan muy difíciles de revertir al ser roturados y manejados con tecnología desarrollada para suelos de mejor potencial y de otras características.



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

2- Características físico-químicas de muestras de suelo tomadas en el área de emplazamiento de la obra

DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS	pH actual rel. 1:2,5	C.E. dSm rel. 1:2,5	CIC meq 100 gr ⁻¹	Ca ²⁺ meq 100 gr ⁻¹	Mg ²⁺ meq 100 gr ⁻¹	K ⁺ meq 100 gr ⁻¹	Na ⁺ meq 100 gr ⁻¹	PSI %	Arena %	Limo %	Acilla %	Textura
M.1 Ezequiel Sack (20 cm prof) salitre negro	8,0	2,2	30,2	11,4	4,4	1,7	12,6	42	20	36	43	Arcillo-limoso
M.2 Ezequiel Sack (60 cm prof) transición entre salitre y material arcilloso	7,7	1,3	26,0	9,6	5,0	1,3	9,9	38	15	41	43	Arcillo-limoso
M.3 Ezequiel Sack (prof. 110 cm) material arcilloso	8,5	1,3	29,0	12,6	4,8	1,7	9,7	33	10	41	48	Arcillo-limoso

Metodología Empleada

- pH actual (Relación suelo / agua 1:2,5)
- pH potencial (Relación suelo / KCl 1:2,5)
- C.E (mS/cm)=conductividad eléctrica relación suelo / agua 1:2,5
- N Kjeldahl (%)=Nitrógeno Total Método Kjeldahl
- P (mg.kg⁻¹)= Fósforo extractable por Bray Kurtz N° 1 modificado
- P total (mg.kg⁻¹)= Fósforo total por digestión ácida Nitrico - Peclórico
- COX(%)= Carbono Orgánico total Método Walkley y Black
- NO3 (mg.kg⁻¹) = Nitratos método Bremner (microdestilación con arrastre de vapor)
- NH4 (mg.kg⁻¹) = Amonio método Bremner (microdestilación con arrastre de vapor)
- CIC (cmol⁺.Kg⁻¹)= Capacidad de Intercambio Catiónico
- Na (cmol⁺.Kg⁻¹)= Sodio (Fotometría de llama)
- K (cmol⁺.Kg⁻¹)= Potasio (fotometría de llama)
- Ca (cmol⁺.Kg⁻¹)= Calcio (titulación con E.D.T.A)
- Mg (cmol⁺.Kg⁻¹)= Magnesio (titulación con E.D.T.A)
- S-SO4 (mg.Kg⁻¹)= Sulfato por turbidimetría