



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina

Boletín Informativo Económico

Estación Experimental Agropecuaria
"Dr. Augusto G. Schulz"

ISSN N° 2362 – 3403
Año 2 - N° 4

Noviembre de 2023

En este boletín encontrará:

- *Cómo construir y cuánto cuesta el alambrado*

Manual del alambrador

*Autores: Laura Pellerano, Omar Belazque, Rubén Acevedo, Carlos Sanchez, José Alcina,
Martín Roa, José Valussi; Pedro Phipps; Cristian Roman*

Alambrados

Los alambrados son barreras físicas que brindan opciones de manejo, protección y delimitación de propiedades, representando una inversión a largo plazo. En el diseño del alambrado es fundamental considerar el tipo de actividad productiva, como ganadería bovina, porcina o agricultura. Según su función, los alambrados pueden ser perimetrales (que delimitan propiedades) o internos (que subdividen áreas dentro de una propiedad).

De acuerdo con la construcción, existen tres tipos de alambrados: convencionales o fijos, eléctricos y suspendidos u oscilantes.

A- ALAMBRADOS CONVENCIONALES O FIJOS

Los alambrados convencionales son los tradicionales y se construyen colocando postes firmes en los esquineros, desde donde se tensorán los hilos de alambre que permanecen separados entre sí por varillas de madera, plástico o metálicas. La construcción puede variar de acuerdo con los materiales de los postes y varillas (maderas duras, semi duras y blandas), la cantidad de postes ubicados dentro de la línea y por la cantidad de hilos que se utilicen. Por ejemplo, en lotes en donde hay toros se suele reforzar la estructura colocando más hilos de alambre, aumentando la cantidad de postes y ubicándolos a menor distancia (entre 1,50 m a 2 m y 1 varilla intermedia). Con las categorías vacas y terneros o en el caso de cerdos, se coloca mayor cantidad de hilos en la zona inferior y con poca separación entre los postes. Para los corrales, en cambio se toman medidas que aseguren la permanencia de los animales, incrementando la altura (mínimo 1,80 m) con tablas de 15 cm x 1'' en la parte superior de la cabeza de los postes, dejando menor separación entre los postes y mayor cantidad de hilos (entre 9 y 11 hilos), entre otras.

Materiales para la construcción de los alambrados convencionales. Los materiales utilizados en la construcción de los alambrados son:

- **Postes:** dan sostén al alambrado, su durabilidad depende de la calidad de madera a utilizar.
 - Madera dura: son de gran durabilidad, pueden superar los 50 años, como Quebracho colorado que es la más utilizada en nuestra zona, además de Urunday, Itín, etc.
 - Madera semidura: son de menor duración, pero pueden alcanzar los 10 a 12 años, como Algarrobo, Palma, etc.
 - Madera blanda o blanca: duran de 3 a 5 años, como el Eucaliptus, Pino, Paraíso, Casuarina, Guayaibí, Ibirá pitá, etc. En nuestra zona con estos materiales el alambre es sujetado con grampas.

Existen métodos de conservación o cura (alquitranado o creosotado) que permiten prolongar la vida útil de los postes de madera de menor calidad protegiéndolos de la humedad y agentes del suelo que destruyen sus tejidos.

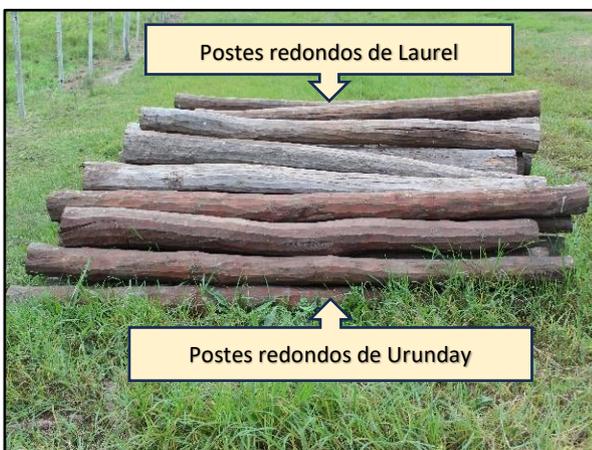


Foto N° 1: postes redondos



Foto N° 2: postes cuadrados de madera semidura (Laurel).



Foto N° 3: Postes 20x20 cm

De acuerdo con sus dimensiones, los postes pueden ser:

- Esquineros, tienen una medida de 20x20 cm y 3 m de largo (90 kg), se utilizan para colgar las tranqueras (Foto N° 3).
- Principales, miden 2,60 a 2,80 m. de largo (70 kg), se utilizan como esquineros.

- Enteros: miden 2,40 m de largo (45 kg), se utilizan como postes torniqueteros o atadores.
 - Medios postes: miden 2,20 m de largo, se utilizan como postes de línea (30 kg).
 - Puntales: miden 2,20 m de largo, son postes medios finos (25 kg).
- **Varillas:** se usan para mantener la separación entre los hilos de alambres y le dan visibilidad. Las más utilizadas en nuestra zona son las de madera de Urunday, son las de mayor durabilidad por las características de esta especie; también pueden ser de Lapacho, Mora, etc. Tienen una altura de 1,20 m, deben perforarse para permitir el paso de los hilos de alambre y la separación de los agujeros varían según la cantidad de hilos que tenga el alambrado. Existen varillas de otros materiales como hierro en doble T o V, de cemento y de plástico. Las de hierro son de fabricación industrial y tienen la ventaja de no quemarse lo que otorga mayor durabilidad.
- **Varillones:** son de madera de 1,40 m y se pueden usar en una línea de alambrado para economizar postes. No van clavados al suelo, sino apoyados en él.
- **Hilo de alambre:** es lo que realmente contiene a los animales. Son hilos lisos (oval o redondo) de acero galvanizado de alta resistencia y calibre 17/15 (3 x 2,4 mm). Actualmente se observa que en muchos casos los alambres de púas se han eliminado por demandar mayor tiempo de mantenimiento y costo, utilizando para la construcción de un alambrado solo hilos lisos, en general 5 (cinco).
- **Torniquetes:** son terminales metálicos que se utilizan para tensar los hilos de alambre. Funcionan con un sistema de eje y crique permitiendo aflojar o estirar los hilos con una llave especial que se llama *California*. La instalación de los torniquetes dentro de la línea facilita la reparación de un hilo cortado y mantener la tensión del alambre. Estos torniquetes se utilizan solamente en alambrados internos.

Los tipos de torniquetes son:

- **Simples**, que estiran el alambre en un solo sentido y pueden ser:
 - Aéreos o golondrinas que se atan al alambre (Foto N° 4).
 - Tipo cajón, son fijos y van abulonados a un poste.
- **Dobles**, estiran un hilo de alambre simultáneamente en las dos direcciones y van abulonados al poste torniquetero (Foto N° 5).



Foto N° 4: torniquete simple golondrina



Foto N° 5: torniquete doble

Pasos para construir una línea de alambrado

1. Observar el terreno: antes de comenzar la construcción, es necesario inspeccionar el terreno que se va a alambrear. Si está enmalezado o despajeado, se debe realizar una labor previa para acondicionarlo.
2. Medir y definir: se toma la medida de los metros a alambrear y se define la ubicación de los esquineros, así como la distancia entre los postes, que suele ser de 8 o 10 metros (Foto N° 6).
3. Colocar guías: para marcar la línea donde se instalarán los postes se colocan señales guía, como banderas en los futuros esquineros. Se traza una línea imaginaria entre ellas para alinear los postes a lo largo de esta línea.
4. Marcar la posición de los postes: utilizando una cinta métrica y una pala, se mide y marca la ubicación de los postes de línea, atadores y torniqueteros a lo largo de la línea imaginaria trazada. Se cavan los pozos y se colocan los postes en su lugar.
5. Colocar los esquineros: una vez finalizada la colocación de los postes, se instalan los esquineros, alineándolos en relación con la línea de postes ya colocados.
6. Realizar agujeros: se agujerean los postes y esquineros utilizando una mecha y un taladro, preparándolos para la colocación de las varillas.
7. Distribuir las varillas: se distribuyen las varillas a lo largo de la línea, enhebrándolas en los orificios de los esquineros, postes y varillas en una primera etapa. Otra forma de colocarlas es con grampas.
8. Tensar los hilos: se procede a tensar los hilos de acero enhebrados en los orificios superiores de los esquineros, postes y varillas, se tensa el alambre y luego se repite el procedimiento en el orificio inferior.
9. Continuar enhebrando y tensando: se enhebran con el hilo acerado los demás orificios de los postes y varillas, y se tensan los hilos correspondientes.
10. Verificar la calidad de terminación: se verifica la calidad y los detalles estéticos del trabajo realizado, asegurándose de que el alambrado esté correctamente instalado.
11. Recoger los materiales sobrantes: se levantan y retiran del campo los materiales sobrantes, evitando que queden desparramados.

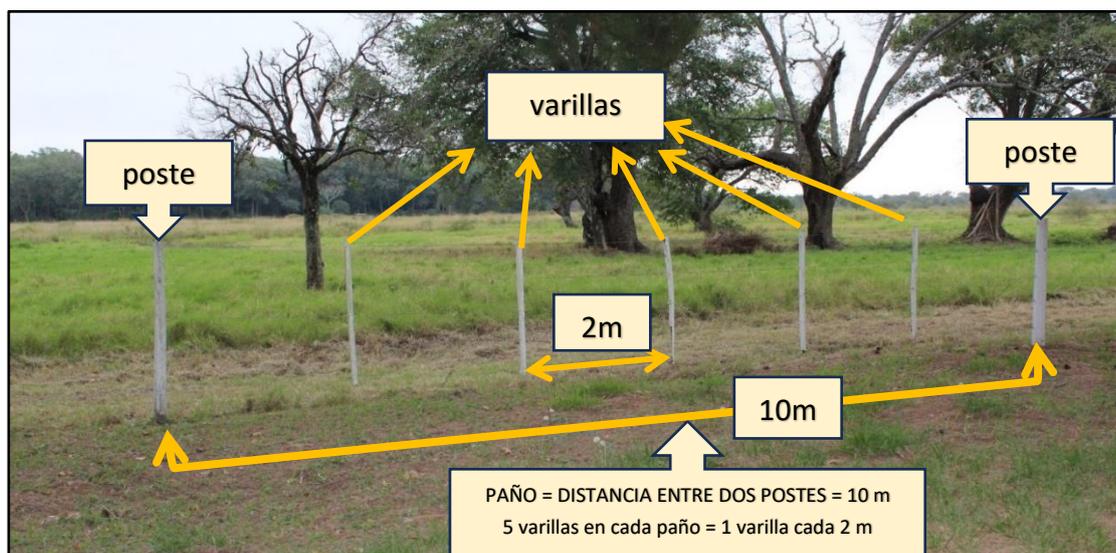


Foto N° 6: alambrado interno, fijo. Las flechas indican la distancia entre postes y entre varillas.

Siguiendo estos pasos, se logrará construir una línea de alambrado de manera efectiva y con una buena terminación.

Colocación de los postes de la línea de alambrado. Para lograr una correcta colocación de los postes de la línea, es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Determinar la altura y profundidad: los postes deben sobresalir aproximadamente 1,50 m sobre la superficie. Por lo tanto, los pozos deben tener una profundidad de alrededor de 0,80 m. Para el caso de los esquineros, ver el apartado correspondiente "Colocación de los esquineros en el alambrado".
2. Diámetro del pozo: el diámetro del pozo a cavar debe permitir un correcto apisonamiento y dependerá del diámetro de los postes que se van a colocar. En general, se recomienda un diámetro de aproximadamente 0,35 m. En la actualidad, se utilizan herramientas específicas llamadas "hoyadoras" que agilizan el proceso de excavación, reemplazando a la pala.
3. Preparación del pozo: después de cavar el pozo, se recomienda dividir la tierra extraída en dos partes: la tierra negra superficial y la tierra subsuperficial. Esto ayuda a mejorar el apisonamiento y a mantener una mejor calidad del suelo.
4. Colocación del poste: una vez que se ha terminado el pozo, se introduce el poste y se procede a realizar el apisonado. Antes de comenzar, es fundamental asegurarse de que el poste esté correctamente alineado tanto en la línea del trazado como en la altura y verticalidad. Para verificar la alineación en la línea del trazado, se puede mirar a lo largo del lateral de dos postes ya colocados, alineándolos con la bandera y creando una línea imaginaria que coincida con el costado del poste a colocar. Para alinear el poste en altura, se mira por encima de dos postes anteriores ya colocados y se ajusta para que coincida con una línea imaginaria en la parte superior del poste a colocar. Para asegurar la alineación vertical, se puede utilizar una plomada o un nivel.
5. Apisonado: una vez que el poste está correctamente alineado, se procede con el apisonado del pozo. Es importante utilizar tierra seca y agregarla en pequeñas cantidades entre cada apisonada hasta que el pozo esté completamente cubierto. Por lo general, se comienza con la tierra negra superficial, que es de mejor calidad y permite un mejor apisonado en la parte más profunda del pozo. Es por esta razón que se separa durante la excavación.
6. Verificación y firmeza: es importante utilizar un buen pisón para realizar un apisonado eficiente. Si el poste se ha apisonado correctamente, no debería sobrar tierra que se haya sacado al cavar el pozo. Además, se notará la firmeza de la colocación, lo que asegurará la estabilidad del poste.

Siguiendo estos pasos, se logrará una correcta colocación de los postes de la línea de alambrado, garantizando la solidez y durabilidad del sistema de alambrado.

Colocación de los esquineros en el alambrado convencional. Los esquineros son estructuras ubicadas en los ángulos donde se encuentran las líneas de alambrado que parten en distintas direcciones. La correcta colocación de los esquineros es fundamental para asegurar un alambrado

bien instalado. Su construcción debe ser sólida y resistente, ya que deben soportar las tensiones que recibe el alambrado.

Existen diferentes modelos de esquineros que varían según la disponibilidad de materiales con los que se pueda contar para su construcción. A continuación, exponemos dos estructuras de esquineros comúnmente utilizadas:

- **Modelo simple**, también conocido como *pata de gallo* (ver Figura N° 1), consiste en colocar un poste especial (principal) o uno entero que va enterrado 1,70 m aproximadamente quedando en la superficie 1,30 m. A este poste principal se lo refuerza con 2 puntales uno a cada lado para evitar que pierda su verticalidad y perjudique la resistencia del alambrado. Este modelo tiene la ventaja de ser económico ya que no lleva demasiado material, pero también es menos sólido que otros modelos.
- **Modelo oriental o “hache”**, (ver Figura N° 2) esta construcción es la más difundida y de muy buena solidez si su diseño está bien realizado. Consiste en la colocación de un poste especial en el punto de inicio de la línea, a una distancia de 0,90 m ó 1,10 m se coloca otro poste de las mismas características llamado contra-poste. Estos dos postes también van enterrados 1,70 m y queda sobre la superficie del suelo 1,30 m aproximadamente. Entre ambos, se coloca un bastidor travesaño o contramarco que puede ser de madera dura o de caño, a una altura de 1 m a 1,10 m del suelo para evitar que los postes se cierren. Al poste principal, que está en el comienzo de la línea, se le coloca un poste de 0,50 a 0,70 m de largo en su base, bajo tierra, ubicado en forma transversal que recibe el nombre de *muerto*, para mejorar la solidez de la estructura. Además, se usan riendas de alambre, colocadas en forma diagonal que pueden ser simples o dobles y su finalidad es evitar que el esquinero se abra. También se suelen colocar estas riendas de alambre por encima del bastidor para darle mayor seguridad.

La calidad de los postes seleccionados es fundamental para obtener un buen esquinero. Los postes deben estar libres de imperfecciones, grietas, deformaciones u otros defectos que puedan comprometer su resistencia y durabilidad.

Al seguir las especificaciones y técnicas adecuadas para la colocación de los esquineros, se logrará un alambrado resistente y duradero, capaz de soportar las tensiones y mantenerse en óptimas condiciones a lo largo del tiempo.

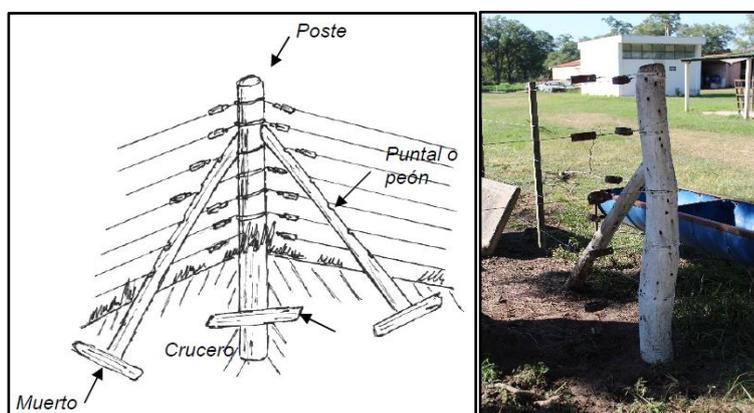


Figura N° 1: Esquinero o arranque, modelos simple o *pata de gallo*.

Colocación de remates o “hache”. Son necesarios para la terminación de una tirada de alambrado. Al igual que los esquineros, pueden ser simples o dobles u oriental.

- Los **simples** (ver Figura N° 3) están formados por un poste entero que puede tener en su parte inferior un crucero para darle mayor estabilidad; de este poste parten los hilos de alambrado hasta un poste torniquetero, desde donde se estiran y tensan. Para evitar su desplazamiento en dirección a la línea, se le coloca un puntal o *peón* en forma diagonal, se calza mediante una muesca y se sujeta con una amarra de alambre o un bulón. El puntal termina enterrado y apoyando su extremo sobre una estaca o *muerto* para darle mayor resistencia.

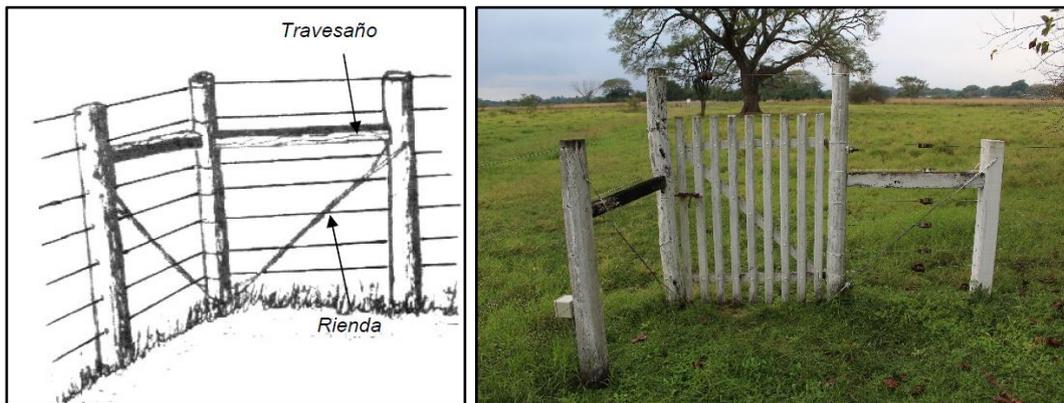


Figura N° 2: Esquinero o arranque, modelo oriental o “hache”.

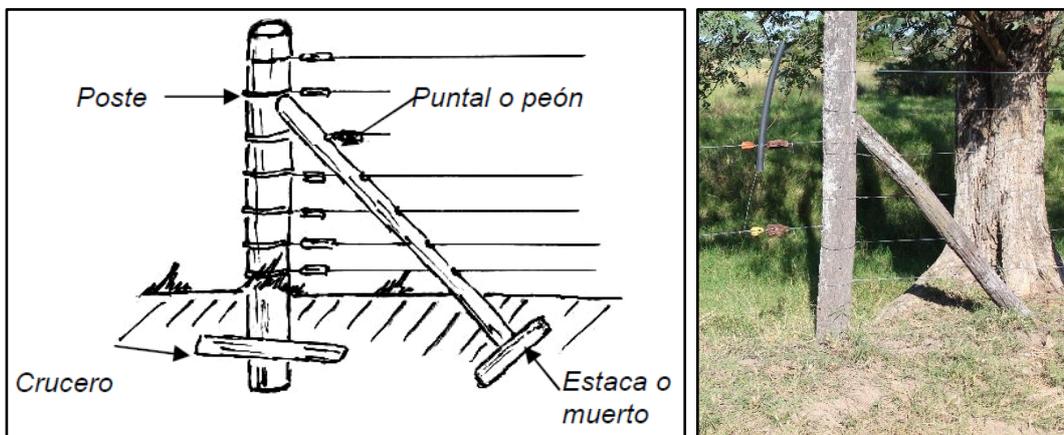


Figura N° 3: Remate simple.

- El remate **“hache”, doble u oriental** (ver Figura N° 4) está formado por dos postes enteros (macho y hembra) distanciados entre sí por 1 metro aproximadamente mediante un travesaño de madera dura o un caño galvanizado. Los hilos se atan al primer poste (macho) y desde la parte superior del segundo poste (hembra) se tira una rianda que abraza al macho y termina en un muerto.



Figura N° 4: Remate "hache", doble u oriental

Colocación del poste principal en el alambrado. El poste principal es un componente clave en la estructura del alambrado y se deben tener en cuenta los siguientes aspectos durante su colocación:

1. Dimensiones del poste: el poste principal debe tener dimensiones que superen los 2,60 metros de largo y los 70 kg de peso. Esto asegurará su resistencia y estabilidad en el alambrado.
2. Encastre y amarre del muerto: en la base del poste principal, se realiza un encastre donde se amarra un palo transversal conocido como "muerto", el cual tiene una longitud de 1,2 metros. Para lograr un buen acople, se trabajan las caras de los palos utilizando herramientas como motosierras, formones y escofinas. Posteriormente, se realiza un orificio a través del encastre del poste principal y el muerto, y se los fija utilizando tornillos con tuercas y arandelas o amarras de alambre. El muerto se coloca de manera transversal a la dirección de la línea, en la cara posterior del poste principal, a 30 cm desde la base inferior. Si es necesario reforzar la estructura, se puede añadir otro palo transversal en la parte frontal y superior del poste principal, conocido como "pecho".
3. Preparación del pozo: para instalar el poste principal, se debe realizar un pozo amplio que permita trabajar cómodamente. Las dimensiones del pozo pueden variar en función del diámetro y la longitud del poste a colocar.
4. Apisonado: después de introducir el poste principal en el pozo, junto con el muerto amarrado y/o atornillado, se procede a realizar un apisonado adecuado. Es importante asegurarse de que el muerto esté apoyado contra la pared del pozo para lograr una mayor firmeza. El apisonado debe ser realizado minuciosamente, ya que toda la tensión del alambrado se transmite a esta estructura.
5. Colocación del puntal: una vez colocado el poste principal, se procede a colocar el puntal. En un poste principal pueden colocarse más de un puntal, dependiendo de la cantidad de líneas de alambrado que se instalen desde él.
6. En caso de que el esquinero reciba la tensión de dos alambres en distintas direcciones, se debe modificar la posición y el tamaño del muerto para asegurar la resistencia y estabilidad adecuadas.

Colocación del puntal en el alambrado. El puntal es un poste que se coloca a un ángulo de 45 grados (45°) para reforzar y complementar la fijación del poste principal (ver Foto N° 7). Durante su instalación, se deben considerar los siguientes aspectos:

1. Ubicación y enterrado: el puntal se coloca a un ángulo de 45° en relación con el poste principal. En su parte superior, se encastra en el poste principal, mientras que su parte inferior se entierra aproximadamente 0,50 metros en el suelo. Para asegurar su estabilidad, se agrega transversalmente un "muerto" en la base del puntal, que no se amarra. Para mantener la tensión del puntal en el encastre superior, se utiliza una cuña que se golpea para afirmar y asegurar su posición.
2. Encastre del puntal: existen dos variantes para el encastre del puntal. En la primera, se utiliza un muerto a 45° con un poste de apoyo y un tope mediante un tornillo pasante, reemplazando el muerto transversal y la cuña. En la segunda, se utiliza un "macho" y una "hembra" para ensamblar el puntal y el poste principal. El macho se talla con motosierra, formones y escofinas, dibujando la forma deseada y afinándola para que encaje en la hembra. La hembra es una cavidad que se crea en el poste principal, marcándola con un resaltador y removiéndola con taladro y formones. La precisión del encastre es crucial, ya que determina el correcto funcionamiento. Si el encastre no se realiza correctamente, el puntal puede aflojarse y perder su funcionalidad.
3. Presión y ajuste: para que el puntal cumpla su función, es importante asegurarse de que esté haciendo presión en la parte inferior sobre el muerto y en la parte superior sobre el poste principal. Esto garantiza su estabilidad y contribuye a mantener la tensión adecuada en la estructura.

Al seguir estos pasos, se logrará una correcta colocación del puntal, reforzando la estructura del alambrado y asegurando su estabilidad.

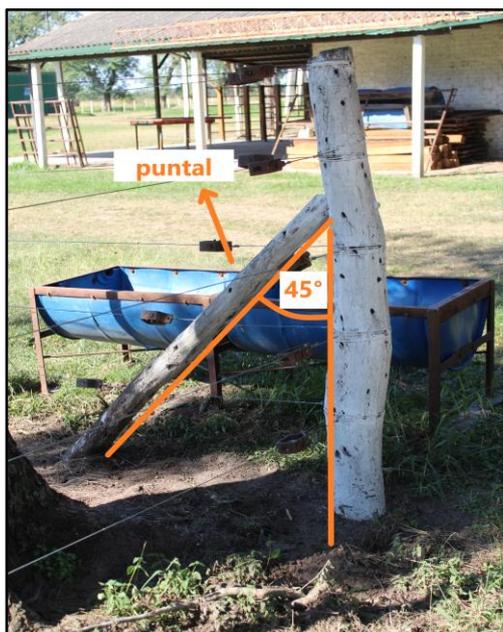


Foto N° 7: puntal de un esquinero.

Agujereado de postes, varillas y puntales en el alambrado. Durante el proceso de agujereado de postes, varillas y puntales en el alambrado, es importante seguir algunas pautas para garantizar una instalación precisa y uniforme. A continuación, se detallan los puntos clave:

1. Herramientas de agujereado: se pueden utilizar taladros de mano, taladros de motor a explosión o taladros eléctricos para realizar los agujeros necesarios en los componentes del alambrado.
2. Diseño de agujeros: todos los postes, varillas y palos deben ser agujereados con el mismo diseño de agujeros, manteniendo la misma distancia entre ellos. Se recomienda utilizar una plantilla molde o "regla" como guía para respetar el orden y las distancias de las perforaciones. Es importante identificar claramente la posición superior de la plantilla o regla para evitar errores.
3. Mantener la horizontalidad: al perforar los postes, es importante mantener la mecha horizontal. Si nos desviamos, el alambre quedará desplazado y esto puede afectar la integridad del alambrado.
4. Separación de la base del poste: la primera perforación en la base del poste debe tener una separación del suelo de aproximadamente 0,17 m (aproximadamente la medida de dos puños). Esto permitirá que el alambrado quede suspendido y que las varillas no toquen el suelo, preservando su buen estado con el tiempo.
5. Cabeza de poste: se recomienda dejar entre 5 y 10 cm de la parte superior del poste sin agujerear (cabeza de poste) para evitar la rajadura del orificio.
6. Perforaciones en varillas: en las varillas, generalmente se utilizan siete perforaciones distribuidas a lo largo de 1,10 m, con una separación de 15 cm entre orificios. La primera perforación en la parte inferior de la varilla se sitúa a 7 centímetros, mientras que en la parte superior se coloca a 3 cm. Las varillas comerciales suelen venir con las perforaciones ya realizadas, pero si es necesario agregar más hilos de alambre o adaptar la distancia entre perforaciones, se pueden realizar nuevas perforaciones con una menor separación.
7. Perforación de puntales: los puntales deben ser agujereados una vez instalados, ya que la perforación se realiza a un ángulo de 45°. Se recomienda utilizar un nivel y una regla para marcar la horizontalidad antes de realizar la perforación.

Siguiendo estos lineamientos durante el agujereado, se obtendrá una instalación adecuada y uniforme de los componentes del alambrado.

Colocación de los torniqueteros y enhebrado del alambre en el alambrado

1. Colocación de los torniqueteros: los torniqueteros se colocan en los postes torniqueteros o esquineros para permitir la tensión y el estiramiento de los hilos de alambre (Fotos N° 8, 9 y 10). Es importante verificar que los "gatillos" de las torniquetas queden orientados hacia arriba. Esto facilitará las reparaciones en caso de que un hilo se corte. En alambrados perimetrales, se recomienda ubicar torniquetas "perdidas" en diferentes palos para dificultar su apertura por personas no autorizadas.

2. Enhebrado y tensado del alambre: una vez finalizada la colocación y el agujereado de los postes, se procede a enhebrar con hilo acerado los esquineros, puntales, varillas y postes. Para facilitar la distribución del alambre y evitar enredos, se recomienda utilizar un carretel desparramador para sostener el rollo de alambre.
3. Etapa inicial de enhebrado: en una primera etapa, se enhebran los agujeros 2º, 4º y 6º, contando desde arriba. Luego, se amarra un extremo del alambre al esquinero o atador, y en el otro extremo se inserta en el orificio del perno de la torniqueta. Estos hilos se tensan inicialmente.
4. Uso de herramienta tensadora: en lugar de la torniqueta, se puede utilizar una herramienta tensadora de alambre para lograr una mayor precisión y facilidad en el tensado.
5. Precaución durante el tensado: es importante asegurarse de que los atadores y torniqueteros no se desplacen de su verticalidad durante el proceso de tensado. En caso de no poder tensar simultáneamente en ambas direcciones opuestas, lo cual ayudaría a mantener la posición de estos postes, se recomienda agregar riendas de hilos de alambre tensados con torniquetas en sentido opuesto a los hilos de alambre que se están tensando. Estas riendas irán desde la parte superior del palo atador o torniquetero hacia el interior del palo del claro siguiente, contrarrestando la fuerza del tensado en una sola dirección.
6. Distribución y fijación de las varillas: Una vez instalados y tensados los primeros tres alambres, se procede a distribuir equidistantemente las varillas dentro del claro. Luego, se cortan y doblan tramos de alambre dulce de aproximadamente 0,40 metros de largo. Estos tramos de alambre dulce se utilizan para realizar el maneado de las varillas. El maneado implica envolver la varilla con el alambre dulce y sujetarlo con un amarre llamado "california" a los hilos que ya están tensados. Solo se manearán los hilos 2º, 4º y 6º en cada varilla.
7. Enhebrado y tensado de los hilos restantes: Una vez finalizado el maneado, se enhebran y tensan los hilos restantes, pasándolos por sus respectivos agujeros. Los hilos 1º, 3º, 5º y 7º no se maneán. En cuanto al alambre de púas, en caso de utilizarse, no se enhebra en los palos y varillas, sino que se coloca por fuera de los orificios y se sujeta en todas las varillas mediante maneado. En el extremo donde se realiza el tensado con la torniqueta, se agrega un tramo de alambre liso acerado, conocido como "chicote", para facilitar la operación.

Siguiendo estos pasos, se logrará un correcto enhebrado y tensado del alambre en el alambrado, asegurando su estabilidad y funcionalidad.



Fotos N° 8, 9 y 10: tipos de postes torniqueteros

Amarres y realización de californias y nudos en el alambrado

1. Amarres a los postes: los amarres son fundamentales para asegurar que el hilo de alambre quede firmemente sujeto al poste y no se deslice durante el tensado. Los amarres se diferencian según la forma en que los alambres pasan alrededor del poste y las vueltas que se dan antes de fijarse con una técnica llamada "california". Es importante elegir un tipo de amarre consistente en toda la línea de alambrado para mantener una estética uniforme.
2. Realización de californias y nudos: La california es una técnica que se utiliza para fijar el alambre, consiste en enroscar un hilo sobre otro. Una california bien hecha garantiza que el alambre permanezca seguro y evita que se deslice o se desate. La calidad estética del trabajo del alambrador también se ve reflejada en la realización de las californias. En general, una california bien hecha debe tener entre seis y ocho vueltas.
3. Nudos para reparaciones: los nudos son útiles cuando se necesita reparar un alambre cortado. También se utilizan para unir alambres de púas con alambres lisos o para agregar chicotes en el alambrado. Los nudos más comunes son el nudo en forma de "8" y los aritos de alambre.

Es importante dominar las técnicas de amarre, realización de californias y nudos para garantizar la durabilidad, seguridad y estética del alambrado.



Fotos N° 11, 12 y 13: tipos de amarres



Fotos N° 14 y 15: tipos de amarres

B- ALAMBRADO ELÉCTRICO

El alambre eléctrico, también conocido como boyero, es una herramienta de control que se utiliza para mejorar el pastoreo de los bovinos. Actúa como una barrera psicológica para los animales, ya que el shock eléctrico que reciben queda grabado en su memoria y aprenden a respetar los límites establecidos. Su instalación requiere la colocación adecuada de postes y la elección correcta de la cantidad de hilos y potencia del electrificador. El alambre eléctrico tiene una amplia gama de aplicaciones, como cercar quintas, sembrados, subdividir potreros, reforzar cercas convencionales dañadas o aprovechar de manera óptima los pastizales naturales o artificiales. Entre las ventajas del alambre eléctrico se encuentran su bajo costo, facilidad de instalación, portabilidad y bajo mantenimiento. Sin embargo, es fundamental tener conocimiento de los principios de su funcionamiento para obtener resultados óptimos.



Foto N° 16: un modelo de alambrado eléctrico.



Fotos N° 17, 18 y 19: tipos de alambrados eléctricos.



Foto N° 20: tipo de alambrado eléctrico.

Construcción del alambrado eléctrico

- Se construye colocando los postes a distancias que pueden variar según el uso. Su función principal es proporcionar soporte a la estructura. No es necesario utilizar postes de madera dura ni de gran tamaño, ya que no tienen que soportar mucho peso. Tampoco es necesario que los postes sean de madera estacionada (seca), ya que los aisladores evitan el contacto directo entre los postes y los alambres conductores de la electricidad. Por lo general, una altura de 0,40 m sobre el suelo es suficiente para los postes. La distancia entre los postes enteros suele ser de 500 metros, y se utilizan postes de mayor diámetro. Entre los medios puestos, la distancia es de 25 metros y se colocan 3 varillas para proporcionar soporte y visibilidad. Esta configuración es utilizada en las líneas principales. Para las líneas secundarias, se pueden utilizar materiales de menor dimensión y calidad.
- Las varillas tienen la función de separar los conductores y proporcionar visibilidad a la estructura. Pueden ser de madera para las líneas principales (permanentes) o metálicas (hierro), de fibra de vidrio o plásticas para las líneas secundarias (móviles). Las varillas de metal van enterradas.
- Los torniquetes se utilizan para proporcionar tensión al alambre y deben estar aislados. Existen torniquetes comunes que necesitan ser aislados y torniquetes con aislador de porcelana incluido (poner foto no hay muestra).
- El electrificador, también conocido como boyero, es el componente central del sistema. Actúa como un transformador que, tomando la energía eléctrica de la fuente de energía, la convierte en corriente de alto voltaje, pero bajo amperaje y la envía al alambre. Los

electrificadores de alto poder generan impulsos eléctricos cortos, pero de gran intensidad electrificando grandes distancias. La descarga eléctrica producida por el electrificador tiene una intensidad de hasta 20.000 voltios. El alcance de los electrificadores puede variar desde 10 hasta 400 kilómetros, dependiendo del modelo y la potencia. Es importante tener en cuenta que la cobertura de electrificación se refiere a los kilómetros de un solo hilo (si se utilizan dos hilos eléctricos, cubriría la mitad del recorrido). En el mercado existen dos modelos de electrificadores, uno con pantalla solar incluida y otro con pantalla desmontable. Ambos modelos cuentan con un sistema de almacenamiento de energía mediante baterías de 12 voltios. El sistema funciona con un circuito eléctrico en el que se utiliza una conexión a tierra (negativo) e hilos positivos para completar el circuito.

- Existen diferentes fuentes de energía para los electrificadores:
 - Línea de 220 voltios en las zonas donde se dispone de electrificación rural.
 - Sistemas duales que utilizan baterías de 6 a 12 voltios junto con la línea de 220 voltios.
 - Baterías de diferentes voltajes (6, 12 y 36 voltios) con panel solar.
 - Pilas de tamaño grande. También se puede utilizar energía solar mediante paneles que transforman la energía solar en electricidad y la acumulan en una batería.
- Los aisladores tienen la función de aislar el conductor de la corriente de las varillas, postes y otras estructuras para evitar pérdidas de energía. Existen aisladores de plástico, porcelana y vidrio, disponibles en diferentes modelos. Los aisladores de porcelana y vidrio suelen tener mayor duración, mientras que los de plástico son más económicos.
La forma de instalación de los aisladores depende del tipo y si se colocan en un poste o una varilla. Pueden ser atados, clavados o atornillados. En los esquineros se utilizan aisladores esquineros. Es importante destacar que no se recomienda utilizar aisladores caseros fabricados con materiales como goma, madera o hueso, ya que puede no cumplir correctamente su función de aislamiento, generando pérdidas de energía y un mal funcionamiento del sistema.
- Los conductores son los encargados de conducir la corriente eléctrica a lo largo de la estructura. Se pueden utilizar diferentes tipos de conductores:
 - Alambre de acero galvanizado 17/15 de alta resistencia. Se recomienda utilizar alambres de mayor grosor para una mejor conducción de la corriente.
 - Cable galvanizado o carretel, específico para este tipo de alambrado debido a su mejor conductividad. Está compuesto por varios hilos de acero galvanizado retorcidos y tiene un diámetro total de 1,2 mm. Viene en un carrete metálico, lo que facilita su instalación y remoción, siendo adecuado para sistemas de pastoreo intensivo en los que la posición del alambre se cambia con frecuencia.
 - Cable electrolástico, compuesto por hilos de acero galvanizado e hilos de polietileno. Es visible debido a sus colores blanco y naranja, es inoxidable, liviano y fácil de manejar. Si se corta, se puede anudar fácilmente. Se utiliza en alambrados temporales.
 - Cinta electrolástica, similar al cable electrolástico pero en forma de cinta con un ancho de más de 1 cm (Foto N°21). Proporciona visibilidad ya que se mueve con el viento y tiene características similares al cable electrolástico.

- Alambre subterráneo, que es un alambre galvanizado de 1,6 a 2,5 mm de diámetro recubierto de polietileno como aislante. Se utiliza para crear pasos subterráneos en las tranqueras y se entierra a una profundidad de aproximadamente 40 a 50 cm.
- La toma a tierra o masa es un aspecto fundamental para el correcto funcionamiento del alambrado eléctrico. Su importancia radica en su capacidad para recuperar la mayor cantidad posible de electrones que se descargan en el momento del contacto con el alambre. Se recomienda realizar una toma a tierra a una profundidad mínima de 2 metros, utilizando un caño de perforación de un molino o enterrando tres caños galvanizados de 1 a 1,5 pulgadas de diámetro, separados por aproximadamente 3 metros, y conectándolos entre sí y al electrificador mediante alambre galvanizado. En zonas semiáridas y áridas, donde el suelo tiene poca humedad, se puede reforzar la toma a tierra utilizando un alambre paralelo al electrificado denominado "tierra" o "alambre muerto", el cual se conecta a la masa. El alambre que conduce la electricidad, conocido como "vivo", se conecta al electrificador. En sistemas de largo recorrido, se instalan tomas de tierra secundarias utilizando caños galvanizados cada 1.500 metros, que se conectan al alambre de retorno a tierra.
- En los sistemas de retorno a tierra por alambre, el animal recibe la descarga eléctrica cuando toca tanto el alambre "vivo" como el alambre "tierra".



Foto N° 21: cinta electroplástica



Fotos N° 22 y 23: alambrado eléctrico



Fotos N° 24, 25 y 26: tipos de aisladores

La protección de los alambrados convencionales es otra función importante del alambrado eléctrico. Permite recuperar líneas viejas deterioradas donde sería costoso reemplazar o reparar todo el alambrado. La colocación de 1 o 2 hilos con corriente eléctrica restituye la capacidad de contención de los animales de esa línea. Para asegurar un correcto funcionamiento, se utilizan dispositivos especiales que se sostienen en los hilos de las líneas viejas. La opción de utilizar 1 o 2 hilos eléctricos depende de la presencia de animales adultos, crías, ovinos, entre otros, y se aplica el mismo criterio para determinar la altura de los hilos.

En los establecimientos donde se utiliza comúnmente el alambrado eléctrico, se construyen líneas madres con alambre galvanizado de alta resistencia 17/15, que son líneas fijas principales electrificadas distribuidas estratégicamente. Estas líneas móviles madre permiten distribuir líneas secundarias, lo que posibilita un uso más eficiente de las pasturas naturales o implantadas.

Es fundamental controlar el correcto funcionamiento del alambrado eléctrico ya que, si alguna de sus partes no está instalada correctamente, su rendimiento será deficiente. Para este control, se utilizan voltímetros, que pueden ser de luz de neón o digitales.

- Los voltímetros de luz de neón emiten una luz de diferentes colores según la intensidad de la corriente al entrar en contacto con el alambre electrificado. Esto indica si la estructura está instalada y funcionando correctamente, o si existe algún problema en el recorrido del alambrado que impide el flujo de corriente y disminuye su eficiencia. En caso de encontrar alguna anomalía, se debe revisar y reparar toda la línea.
- Los voltímetros digitales cumplen la misma función, pero además muestran la intensidad de la corriente eléctrica en un visor. La intensidad ideal es de 4 a 5 KV (1 KV = 1.000 voltios), 3 KV es aceptable y 2 KV es el mínimo necesario para que la línea electrificada funcione correctamente. Cuando la intensidad cae por debajo de 1 KV, la capacidad de contención de los animales se verá comprometida, lo que limita una revisión de la instalación.

Cuando un alambrado eléctrico está construido correctamente, la intensidad de la corriente eléctrica debe ser constante a lo largo de toda su extensión.

C- ALAMBRADOS SUSPENDIDOS U OSCILANTES

Los alambrados suspendidos u oscilantes se basan en el principio de acción y reacción y ofrecen la ventaja de ser más económicos que los alambrados convencionales ya que su construcción requiere menos materiales, mano de obra reducida, instalación rápida y un mantenimiento

sencillo. Por ejemplo, un alambrado suspendido de 3 hilos puede costar menos de la mitad que un alambrado convencional.

Se caracterizan por su estructura firme y tensa. Estos alambrados son elásticos y flexibles, y sus piques no tocan el suelo.

El principio de funcionamiento del alambrado suspendido se basa en la gran tensión y elasticidad de su estructura. Cuando los animales se acercan, perciben un zumbido que resulta de la tensión de los hilos, lo cual los ahuyenta. Esto permite prescindir del uso de alambres de púas.

La flexibilidad del alambrado suspendido es una ventaja significativa, ya que se hamaca a lo largo de una gran distancia, lo cual es reconocido y respetado por los animales.

Construcción del alambrado suspendido u oscilante. La construcción de los esquineros o cabezales de líneas es similar a la del alambrado convencional (Figura N° 5).

- Los postes largos, también conocidos como torniqueteros, se colocan a una distancia de 500 metros entre sí.
- Los medios postes se distribuyen cada 30 metros, y se colocan varillas metálicas especiales de fabricación industrial a una distancia de 7,5 metros entre cada una, lo que equivale a 3 varillas por cada medio poste. Estas varillas, disponibles en el comercio, están diseñadas para la construcción de alambrados suspendidos con diferentes números de hilos, desde 3 hasta 7. Cuentan con un dispositivo llamado "cola de chanco" en sus extremos, que se utiliza para sostenerlas al hilo superior e inferior de la línea y evitar que se desplacen. Los hilos intermedios se mantienen en su lugar mediante un "rulo".
- Una diferencia importante con el alambrado convencional es que los hilos de alambre no se enhebran en los postes, sino que se engraman, lo cual facilita la construcción, ahorra mano de obra y tiempo. Estas grapas deben ser galvanizadas y tener una longitud de 35 mm.
- El alambre liso más utilizado en la construcción del alambrado suspendido es el de acero galvanizado 17/15 de alta resistencia. El mantenimiento es sencillo, ya sea para reemplazar varillas o algún hilo de alambre.
- La altura del alambrado depende del número de hilos de alambre utilizados. Con 3 hilos, la altura aproximada desde el suelo hasta el hilo superior es de 70 a 80 cm. Con 4 hilos, la altura es de aproximadamente 90 cm. Con 5 hilos de alambre, la altura es similar a la del alambrado convencional, alrededor de 1,15 a 1,20 metros. La separación entre los hilos está determinada por las varillas y la distancia del suelo.

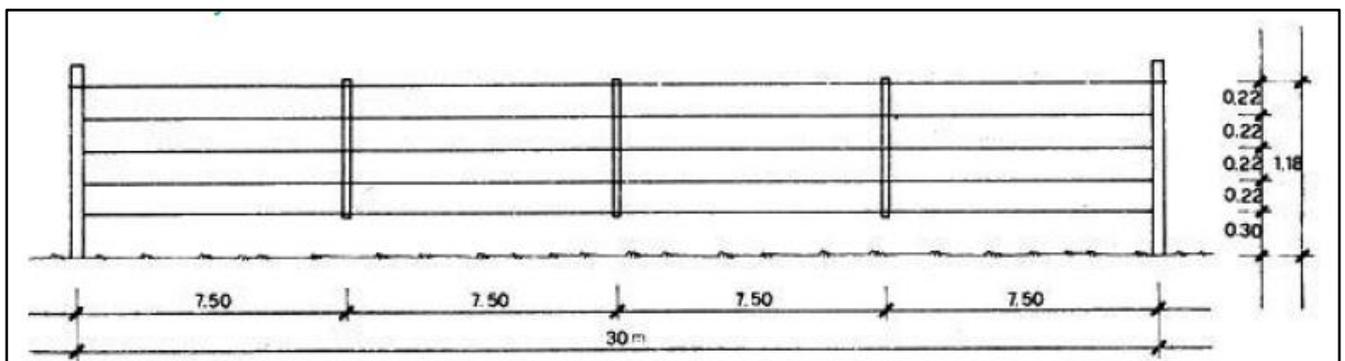
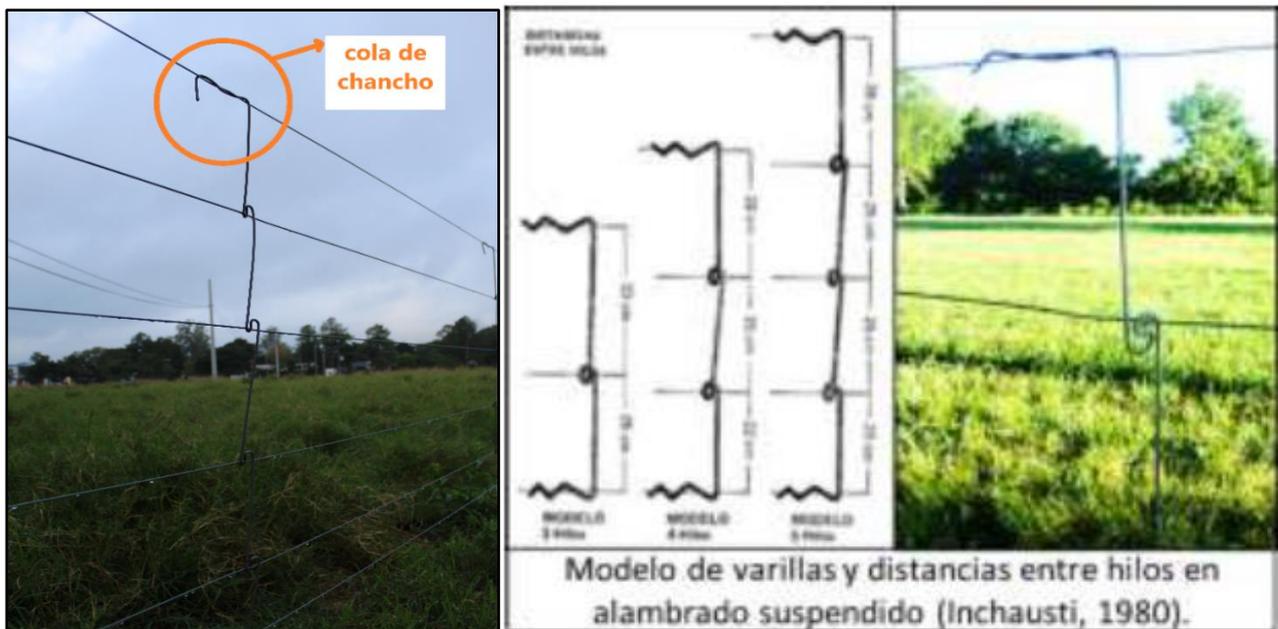


Figura N° 5: alambrado oscilante y sus medidas. Fuente: Manual del alambrador (AlambresA)



Fotos N° 27 y 28: alambrado suspendido u oscilante.

Colocación de tranqueras en el alambrado

Las tranqueras y tranquerones son las "puertas" de acceso a los lotes en el alambrado. La forma de colgar una tranquera depende de su peso y tamaño.

1. Colgado de una viga: si la tranquera es muy pesada, se recomienda colgarla de una viga. En este caso, se utilizará un poste de mayor largo y diámetro para soportar el peso adicional. La viga se coloca horizontalmente y se asegura al poste principal del esquinero.
2. Colgado directamente del poste principal: en el caso de una tranquera de menor tamaño y peso, se puede colgar directamente del poste principal del esquinero. Es importante asegurarse de que el poste esté correctamente alineado tanto vertical como horizontalmente.
3. Alineación vertical: se traza una línea vertical en el poste (utilizando una plomada o nivel) en la cara donde se colocarán los tornillos de las bisagras. Se marcan los puntos de perforación en esta línea trazada y se realiza la perforación manteniendo la horizontalidad de la mecha.
4. Alineación horizontal: la altura de la tranquera debe estar alineada con la altura del alambrado. Se deja una separación de aproximadamente 10 cm desde el suelo hasta la base de la tranquera, lo que se conoce como "despeje de la tranquera".

Es importante mencionar que, si la tranquera no es muy pesada, no es necesario colocar un muerto en el poste. Sin embargo, si la tranquera es de grandes dimensiones y peso, se recomienda agregar un "descanso" para que el peso de la tranquera descansa sobre él y no recaiga totalmente en el poste.

Siguiendo estos pasos, se logrará una correcta colocación de las tranqueras en el alambrado, asegurando su funcionamiento adecuado y durabilidad.

Colocación de tranquerones en el alambrado

Los tranquerones son estructuras más livianas y de mayor longitud que las tranqueras. Se utilizan en potreros donde transitan herramientas agrícolas que requieren un mayor ancho de paso. Dado su peso más ligero, los tranquerones se instalan sobre los postes principales de los esquineros.

Para armar un tranquerón, se selecciona una longitud de alrededor de 6 m que permita el paso por ejemplo de implementos agrícolas,

El armado del tranquerón se realiza presentando y fijando los cierres de tranquerón en los respectivos postes. A continuación, se enhebran las varillas con hilo de alambre en los orificios 2º, 4º y 6º. Los hilos se amarran a los cierres del tranquerón, procurando regular una tensión similar en los tres hilos. Luego, se distribuyen las varillas y se manejan en relación con estos tres hilos. Los demás orificios se enhebran y amarran con hilo de alambre a los cierres del tranquerón, pero no se manejan.

Existen diferentes tipos de cierres de tranquerón, como los cierres a palanca de madera. En el extremo opuesto del cierre, el tranquerón se fija directamente al poste o mediante una varilla de madera.

Otro tipo de cierre a utilizar suele ser, sobre la cabeza de un poste se realizan dos agujeros uno arriba del otro por encima de la línea del primer alambre. Se hace un anillo de alambre en la cabeza del poste donde cierra la tranquera y una palanca a la mitad del mismo poste. La palanca debe tener alrededor de 1,20 m.

Con estos pasos, se logrará una correcta colocación de los tranquerones en el alambrado, proporcionando un paso amplio y seguro para las herramientas agrícolas.

Herramientas

- Cinta métrica
- Tenaza
- Pala
- Taladro de mano
- Motosierra
- Sierra
- Hacha
- SERRUCHO
- Nivel
- Pisón y barreta
- Palas extractoras de tierra
- Tirador de alambre
- Llave inglesa
- Masa
- Llave torniquetera

D- COSTOS DE LOS ALAMBRADOS

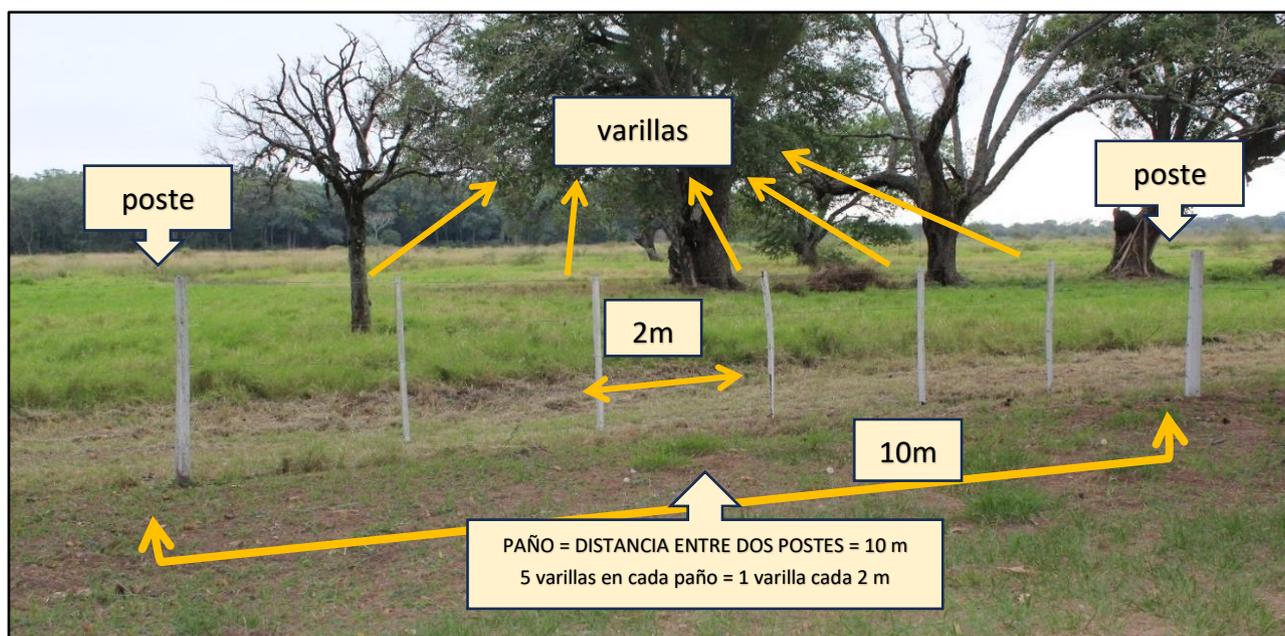
En este apartado encontrarán un ejercicio de cómo calcular la cantidad de materiales necesarios para construir 1.000 metros de alambrado de 5 hilos lisos, teniendo en cuenta el tipo y forma de construcción.

Cálculo de materiales para la construcción de 1.000 m de alambrado convencional de 5 hilos

En este caso se trata de alambrado convencional de 5 hilos, con postes cada 10 m y varillas cada 2 m.

Materiales:

- 4 postes de 3 m: 1 por cada esquina
- 96 postes de 2,4 m: alambrado de 10m con postes cada 10 m = $1.000/10 = 100$ postes, restando los 4 esquineros = 96 postes.
- 500 varillas: cada poste cuenta como un paño de 10 m. Las varillas se colocan cada 2 m, quedando $10 \text{ m} / 2 \text{ m} = 5$ varillas en cada paño, como son 10 paños entonces = $5 \times 10 = 500$ varillas.



Para estimar los costos de los materiales se relevaron precios de proveedores de la zona durante la semana del 14 de noviembre de 2023, se debe tener en cuenta que los precios sufren continuas variaciones debido al proceso inflacionario, por lo que estos cálculos deben tomarse a modo de ejemplo de los aspectos que se deben tener en cuenta para calcular el costo del alambrado. Los valores se presentan en pesos argentinos y en dólares al tipo de cambio vendedor publicado por el Banco de la Nación Argentina el mes de noviembre. Además, se consideraron otros valores como los precios de kilo de novillo, kilo de ternero y del litro de gas oil como referencia del valor que representa un kilómetro de alambrado. Teniendo en cuenta los valores de la tabla 1, construir un kilómetro de alambrado a los precios del ejercicio de la tabla 2 equivale a 2.365 kg de terneros o a 6.089 lt de gasoil.

Tabla 1: Valores de referencia

Valor del dólar	365,5	\$/U\$S
Precio del Novillo	900	\$/kg
Precio del Ternero	1.200	\$/kg
Precio del gasoil	466	\$/lt

Tabla 2: Costos de 1.000 m de alambrado convencional de 5 hilos lisos

Fecha: noviembre 2023			Precios en dólares		Precios en pesos	
Insumos	Unidad	Cantidad	Precio U\$S	Total U\$S	Precio \$	Total \$
Alambre liso 17/15 AR	rollos 1.000 m	5	250	1.250	91.375	456.875
Tranquera 4m		1	397	397	145.000	145.000
Postes quebracho 3 m		4	34	137	12.500	50.000
Postes quebracho 2,4 m		96	27	2.630	10.015	961.411
Varillas		500	3,3	1.642	1.200	600.151
Torniquetes		5	7	35	2.559	12.793
Otros		1	120	120	43.860	43.860
Total insumos				U\$S 6.211	\$ 2.270.090	
Mano de obra (25% de los insumos)		0,25		U\$S 1.553	\$ 567.522	
Total insumos + mano de obra				U\$S 7.764	\$ 2.837.612	
Precio del dólar \$/U\$S: 365,5			\$ 2.837.612	\$/km		
Otros valores de referencia:						
Precio Novillo	900 \$/kg		3.153	kg/km		
Precio ternero	1.200 \$/kg		2.365	kg/km		
Precio Gasoil	466 \$/lt		6.089	lt/km		

Tabla 3: Alambrado eléctrico semipermanente de 3 hilos con 1 vivo

Fecha noviembre 2023			Precios en dólares		Precios en pesos	
Insumos	Unidad	Cantidad	Precio U\$S	Total U\$S	Precio \$	Total \$
Alambre liso 17/15 AR	rollos 1.000 m	2	250	500	91.375	182.750
Piolín acerado o plástico	rollos 500 m	2	56	112	20.468	40.936
Varillas plásticas		45	6	248	2.010	90.461
Postes quebracho 2,4 m		5	27	137	10.015	50.074
Aisladores plásticos		20	0,9	18	329	6.579
Electrificador ⁽¹⁾		0,03	350	9	127.925	3.198
Panel solar ⁽¹⁾		0,03	630	16	230.265	5.757
Total insumos				U\$S 1.039	\$ 379.755	
Mano de obra (10% de los insumos)		0,1		U\$S 104	\$ 37.975	
Total insumos + mano de obra				U\$S 1.143	\$ 417.730	
¹ Se considera el 3% del valor ya que alcanzan para 40 km (solar con batería)						
Precio del dólar			365,5 \$/U\$S	\$ 417.730	\$/km	
Otros valores de referencia:						
Precio del novillo	900 \$/kg		464	kg/km		
Precio ternero	1.200 \$/kg		348	kg/km		
Precio Gasoil	466 \$/lt		896	lt/km		

Bibliografía

Balda, S.; Chaparro, M. Curso del alambrador. Material didáctico. Agencia de Extensión Rural INTA de Azul y el Centro de Educación Agraria N° 27 de Tapalqué, Escuela de Educación Secundaria Agraria de Azul.

Castillo, D.; Villagra, S.; Giraudo, C. (2020). Alambrados eléctricos en Monte, Pampas y Mallines. Comunicación técnica Nº252. Área Desarrollo Rural. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Patagonia Norte, Estación Experimental Agropecuaria Bariloche “Dr. Grenville Morris”. Disponible en: https://repositorio.inta.gov.ar/bitstream/handle/20.500.12123/7364/INTA_CRPatagoniaNorte_EEA_Bariloche_Castillo_DA_Alambrados_Electricos_En_Monte_Pampas_Y_Mallines.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

Guitart Fité, E.; Bottaro, H. (2022). Costo de alambrados tradicionales y eléctricos para explotaciones ganaderas del Noroeste de Chubut. EEA INTA Esquel. Centro Regional Patagonia Sur. PE218 “Sistema de información y gestión socio-económica para la toma de decisiones en el sector agropecuario”. Disponible en: https://repositorio.inta.gov.ar/bitstream/handle/20.500.12123/11972/INTA_CRPatagoniaSur_EEA_Esquel_Guitart%20Fite%2c%20Esteban_Costo_de_alambrados_tradicionales_y_el%3a9ctricos.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Lujan, R. (2015). Manual sobre construcciones rurales. 1ª parte Alambrados (perimetrales y eléctricos). INTA AER Chemical – La Rioja. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/instalaciones/78-capacitacion_de_alambrados.pdf.

UNNE. Facultad de Ciencias Veterinarias. (2019). Introducción a la Producción Animal. Unidad temática 3: Sistema de Producción Animal. Capítulo III: Herramientas básicas de los sistemas de producción. Tema 1: Instalaciones ganaderas generales. Concepto e importancia. Alambrados. Planta de Corrales. Aguadas. Disponible en: <https://ipafcv.files.wordpress.com/2019/05/capc3adtulo-iii.-tema-1.-instalaciones-ganaderas-alambrados-planta-de-corrales-y-aguadas-nuevo.pdf>.

Zeballos, H.R. Instalaciones Rurales. Apotreramiento. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Producción Animal. Zootecnia. Disponible en: http://www.latanqueraweb.com.ar/web/archivos/menu/Instalac.Rurales_apotreramiento_1.pdf

Trabajo realizado en la Estación Experimental Agropecuaria Colonia Benítez “Dr. Augusto G. Schulz”

Autores: Laura Pellerano; Omar Belazque; Ruben Acevedo; Carlos Sanchez; José Alcina; Martín Roa; José Valussi; Pedro Phipps; Cristian Roman.

Se autoriza la reproducción total o parcial por cualquier medio siempre que se cite la fuente, autores, fecha y nombre de la publicación.

Comunicación: Cecilia Gauna

INTA – Estación Experimental Agropecuaria Colonia Benítez “Dr. Augusto G. Schulz”.

Av. Marcos Briolini N° 750 - C.P. (H3505) Colonia Benítez, Chaco, AR

 coloniab@inta.gov.ar - <http://inta.gov.ar/benitez>

 Teléfono: +54 0362 - 4493044/54/005/009

 INTA Colonia Benítez

 INTA Colonia Benítez

 YouTube: INTA Colonia Benítez

■ Ediciones

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria 

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina