



ÁREA PRODUCTORES



CAMINERÍA EN EL TAMBO

CAMINERÍA EN EL TAMBO

FICHA TÉCNICA



ÁREA PRODUCTORES



ÁREA PRODUCTORES



CAMINERÍA EN EL TAMBO

EDICIÓN-REDACCIÓN /

Ing. Civil Nicolás González Bentancor

Material elaborado por el Área Productores de Conaprole en el marco del Proyecto "Infraestructura Sostenible y Resiliente para Apoyar el Desarrollo de los Productores Lecheros" financiado por BID-LAB y Conaprole.

CONAPROLE - Agosto 2020





CONTENIDO

PÁGINA

CAMINERÍA PARA EL RODEO	4
1. Proyectos de caminería	4
2. Planificación	5
2.1. Necesidad de nuevos caminos	5
2.2. Clasificación de caminos en los tambos	5
2.3. Dimensionado de áreas de permanencia	6
2.4. Zonas de descanso	7
2.5. Priorizar inversiones	7
3. Diseño de caminos	7
3.1. Diseño planimétrico	7
3.2. Diseño estructural	8
3.3. Diseño hidráulico	9
4. Materiales	12
4.1. Relevamiento de materiales utilizados	12
4.2. Disponibilidad de materiales	13
4.3. Cálculo de volumen de material	14
4.4. Soluciones no convencionales	15
5. Construcción de caminos	16
5.1. Procedimiento constructivo con maquinaria vial	16
5.2. Selección de contratista y ejecución	18
5.3. Procedimiento constructivo con equipos pequeños	18
6. Obras de drenaje	18
6.1. Alcantarillas	18
6.2. Badenes de hormigón	20
6.3. Badén combinado con alcantarilla	21
7. Mantenimiento de caminos	23
7.1. Mantenimiento rutinario	23
7.2. Mantenimiento periódico	23
7.3. Rehabilitación programada	24
8. Costos de la Inversión versus Costos Ocultos	26
CAMINERÍA VEHICULAR	26
1. Importancia del tema	26
2. Diseño de caminos	26
2.1. Diseño planimétrico	27
2.2. Diseño estructural	27
2.3. Diseño hidráulico	28
3. Intersección con la Ruta o Camino vecinal	28
4. Plaza de maniobras	29
Referencias bibliográficas	30
SOPORTE TÉCNICO DE CONAPROLE	32

CAMINERÍA PARA EL RODEO

En las últimas décadas se ha producido un crecimiento en la producción nacional de leche, basado en el aumento de la productividad por hectárea a través del incremento en la carga animal y la producción individual. Esta intensificación del sistema productivo requiere de ajustes en materia de infraestructura a modo de asegurar las condiciones adecuadas para lograr los niveles de eficiencia óptimos de producción.

Por otra parte, la creciente preocupación y regulaciones a nivel mundial en lo referido al cuidado del medio ambiente y al bienestar animal, exigen mayor atención en este sentido, por lo cual el tema infraestructura juega un rol fundamental en la competitividad del sector lechero.

En contraposición a esta tendencia, la realidad indica que en muchos establecimientos la inversión en infraestructura ha sido relegada, priorizando otros factores de la producción con retorno más inmediato (más vacas, más alimento, más pasturas, etcétera). Entre los componentes de infraestructura, la caminería para el ganado juega en nuestro sistema de producción pastoril un rol clave en determinación de la cantidad y la calidad de la leche producida.

Los principales inconvenientes se generan en periodos con concentración de precipitaciones y exceso de humedad, los cuales, si bien generalmente ocurren en invierno, también han ocurrido en otros momentos del año, afectando directamente al rodeo en ordeño.

En nuestro sistema de producción de base pastoril, las vacas deben realizar largos desplazamientos hacia la sala de ordeño 2 veces al día, es decir 4 traslados diarios, por lo cual, si el camino no ha sido apropiadamente diseñado y mantenido, estará muy propenso a que se acumule agua y barro, con consecuencias negativas para el rodeo.

A continuación, se enumeran las principales consecuencias que provocan las condiciones de una caminería inadecuada, en el rodeo:

- **Pérdida de producción:** Directamente vinculada al mayor gasto de energía consumido por las vacas para llegar de los potreros a la sala de ordeño.
- **Problemas sanitarios:** Incremento de la incidencia de mastitis, problemas podales.
- **Pérdida de vacas:** Mayor tasa de descarte.
- **Impacto negativo sobre la reproducción:** Vinculado al mayor gasto energético para el traslado.
- **Aumento de trabajo para el traslado del rodeo y ordeño:** Esto provoca mayor desgaste del personal, mayor insumo de tiempo de horas hombre y un mayor consumo de agua y energía eléctrica (ordeño más largo).

Las pérdidas productivas y económicas consecuentes por malas condiciones de la caminería interna varían entre tambos, sin embargo, su impacto en la mayoría de los casos es muy importante, generando pérdidas económicas altamente significativas.

1. Proyectos de caminería

Para contribuir a que un proyecto de caminería tenga éxito, deben llevarse a cabo una serie de pasos de un proceso de gestión. Las etapas básicas son las siguientes:



Omitir una de estas etapas, puede causar que el funcionamiento de un camino resulte deficiente, que falle prematuramente o que implique costos de mantenimiento muy altos.

2. Planificación

La planificación y el análisis son actividades clave para garantizar que un camino satisfaga las necesidades del usuario, que no esté sobredimensionado y que minimice los impactos al ambiente.

2.1. Necesidad de nuevos caminos

Durante la planificación debe evaluarse la conectividad existente en el predio y las necesidades de nuevos sectores a conectar, ya sea por la compra o arrendamiento de campos linderos, o simplemente por la incorporación de chacras al pastoreo que antes eran dedicadas a otras actividades del tambo.

En caso de necesitarse nuevos caminos se deben definir los puntos del terreno que se quiere comunicar mediante el trazado de estos. Además se debe prever el nivel de circulación que tendrá cada camino, nuevo y existente, para definir el diseño de los mismos. En zonas de altos niveles de tránsito se pueden plantear caminos con dos vías alternativas, en ese caso es bueno que las mismas posean superficies con diferentes materiales.

2.2. Clasificación de caminos en los tambos

También durante la planificación se deben clasificar los caminos, con el objetivo de priorizar las inversiones.

1) Accesos a las instalaciones: Son los tramos de caminos donde se producen las mayores congestiones de vacas, donde generalmente el tránsito del lote no es fluido. Los accesos son los primeros metros desde el patio de alimentación, el corral de espera y la sala de ordeño a los caminos primarios.

2) Caminos primarios: Se denominan así a las arterias principales por las que el lote transita al menos dos veces al día habitualmente, así como los caminos que comunican lugares puntuales del establecimiento que se utilizan en días de condiciones climáticas desfavorables, como serlo los caminos desde los potreros de descanso (próximos a la sala) a las zonas de alimentación y ordeño.

3) Caminos secundarios: Son caminos por los que las vacas no transitan de manera diaria, comunican a los caminos primarios con algunos potreros puntuales. Son caminos los cuales su utilización es prescindible, o puede rotarse la utilización de los mismos sin inconvenientes.



Imagen 1: Identificación de caminos en el tambo.

2.3. Dimensionado de áreas de permanencia

Por otra parte, en la planificación se debe definir el tamaño del rodeo y la cantidad de lotes que se proyecta manejar a corto y mediano plazo, para intentar acompañar las dimensiones de las áreas de permanencia en función de dichas necesidades.

Generalmente la principal problemática identificada en los relevamientos de los tambos es la zona de accesos a las instalaciones de ordeño. Esto se debe a 2 grandes causas:

- Falta de resolución de los drenajes en dicha zona.
- Sub dimensionado del área de hormigón respecto al tamaño de lote que se maneja (corral de espera "chico").

Los caminos deben ser áreas únicamente de circulación, especialmente los accesos, las vacas deben esperar el ordeño sobre una superficie de hormigón y luego del mismo deben dejar las instalaciones. Este es un problema recurrente y es importante atenderlo. En consecuencia, previo a invertir en los caminos de acceso debe resolverse el problema de la espera del rodeo.

Dimensiones necesarias CE

El corral de espera deberá tener al menos un espacio disponible de 1,5 m²/vaca para las vacas Holando que habitualmente se encuentran en los tambos uruguayos, para el ganado Jersey basta con un espacio disponible de 1,2 m²/vaca.

El corral de espera, en caso de construirse nuevo o ampliarse uno existente debe dimensionarse para el tamaño del lote máximo que se tiene previsto manejar, al menos a mediano plazo. Al tamaño del lote mayor debe restarse la cantidad de vacas que ingresan directamente a la sala.

Además, se sugiere que las vacas se alejen de las instalaciones mediante veredas de hormigón, asimismo, implementar veredas para que los caminos de acceso puedan ser utilizados como ingreso y salida de las instalaciones.



Imagen 2: CE "chico".



Imagen 2': CE "correcto".



Imagen 2'': Vereda de salida de hormigón.

2.4. Zonas de descanso

Finalmente, durante la planificación es importante definir zonas de descanso para el rodeo, estas zonas pueden utilizarse los días de importantes lluvias con el objetivo de preservar los caminos. Idealmente las mismas deben ubi-

carse lo más próximo a las instalaciones posible, en zonas altas y donde se debe generar un buen piso, (por ejemplo, plantando festucas). Si no existen zonas altas, se pueden construir lomos elevados sobre la superficie del terreno natural, con buenos desagües donde las vacas puedan descansar sobre una superficie seca. Hay que tener presente que las vacas de alta producción deberían descansar adecuadamente de 12 a 14 hs.

2.5. Priorizar inversiones

El objetivo principal de la planificación es la evaluación de que obras, en este caso de caminería y áreas de permanencia, son imprescindibles realizar para minimizar los inconvenientes en la circulación del rodeo en todas las épocas del año. La definición de zonas de descanso, la evaluación de necesidad de caminos y la clasificación de los caminos son insumos para planificar que obras ejecutar y ayudar a priorizar las inversiones.

Asesorarse en estos temas a través del Proyecto Tambo Sustentable le permitirá diagnosticar que inversiones son prioritarias, planificarlas y dimensionarlas adecuadamente a través de etapas de inversión costo-eficientes.

3. Diseño de caminos

El diseño de los caminos rurales y de vacas debe dividirse en tres componentes: diseño planialtimétrico, diseño estructural y diseño hidráulico.



Imagen 3: Correcto diseño de caminos.



Imagen 3': Correcto diseño de caminos.

3.1. Diseño planimétrico

El diseño planimétrico a grandes rasgos engloba la ubicación, ancho y geometría de los caminos.

Ubicación de caminos

Se recomienda ubicar los caminos en la parte alta de los accidentes topográficos, es decir caminos que sigan la divisoria de aguas para disminuir la cantidad de obras de drenaje a ejecutar. Asimismo, la ubicación de los caminos debe ser pensada de modo de minimizar la longitud de trayectos. Se debe realizar un análisis técnico-económico para definir la ubicación más conveniente del camino.

En adición, se deben evitar ubicaciones problemáticas, zonas inundables y afloramientos masivos de roca. Así también como se deben evitar terrenos de pendientes abruptas (más de 10%) y terrenos demasiado planos en los que el drenaje resulte difícil de controlar.

Ancho de caminos

Los caminos del establecimiento deben ser lo suficientemente anchos para que el rodeo se mueva sin ser presionado. Las vacas con suficiente espacio son menos propensas a empujar o ser empujadas.

ANCHO DE CAMINOS (m)

Tamaño del lote	Ancho del camino
<120	5,0
120-150	5,5
250-350	6,0
350-450	6,5
>450	Variable

Fuente: Bridges, Dairy NZ

La bibliografía internacional propone un ancho de caminos en función del tamaño del lote. A nivel local se considera que el ancho de los caminos conformados depende del material utilizado para la capa de superficie. No se recomiendan anchos menores a 3,5 m para que las máquinas viales puedan hacer su trabajo. Tampoco se recomienda anchos mayores a 6,0 m, pues estos caminos resultarán difíciles de mantener.

Por otra parte, en las zonas de intersección de caminos con áreas de permanencia, se deben evitar estrechamientos, ensanchamientos y cualquier tipo de distracciones que provoquen la detención del rodeo.

Geometría de caminos

La disposición geométrica de la pista debería facilitar el movimiento hacia y desde la sala de ordeño. Se debe eliminar cualquier curvatura brusca, agregando una serie de curvas más pequeñas. Es muy importante evitar giros cerrados cerca de la sala.



Imagen 4: Diseño planimétrico de los caminos. Evitar cambios de dirección en ángulo recto y distracciones en los caminos.

3.2. Diseño estructural

El diseño estructural hace referencia a los espesores y tipos de materiales necesarios para que cada camino pueda resistir su tránsito previsto.

Conformación con levante

Los caminos deben ser elevados sobre el nivel de su

perficie natural del terreno y permitir un drenaje lo más natural posible. Habitualmente existen caminos en los tambos que se encuentran por debajo del nivel natural del terreno, lo que implica que una vez que el agua ingresa a los mismos, estos funcionan como canales y el agua circula sobre el camino, volviéndolo intransitable.

Conformación en capas

Un buen camino se conforma en capas, a partir de una subrasante firme y sin contenido de materia orgánica (se debe extraer la capa vegetal), se forma con una base o capa de base (brinda altura y soporte estructural al camino) y una superficie o capa de desgaste colocada en la parte superior. Esta debe ser una superficie cómoda para que las vacas puedan caminar y además ser capaz de drenar el agua que cae sobre los caminos y así proteger a las capas de base.



Imagen 5: Conformación de caminos.. Extracción de capa vegetal. Obtención de subrasante firme y estable. Conformación de camino en capas.

Compactación

Es fundamental que se ejecute una compactación uniforme de todo el material necesario para la conformación del camino, en ancho y espesor.

Compactación en capas: Para que la conformación sea uniforme esta debe realizarse en capas, nunca mayores a 20 cm compactados, idealmente de 15 cm compactados.

Tipo de compactador: La compactación debe realizarse por medio de vibro compactadores mecánicos como rodillos lisos y rodillos pata de cabra. La selección del tipo de cilindro depende del material a compactar:

- Materiales granulares: Se recomienda cilindros lisos.
- Materiales limosos y arcillosos: Se recomienda el cilindro pata de cabra.
- Capa de superficie: Debe compactarse con cilindro liso.

Humedad del material

Cada material tiene una humedad óptima de compactación, **habitualmente el material recién arrancado tiene la humedad óptima**, por lo que si se trabaja en tándem no es necesario modificar la humedad del material.

El procedimiento preciso para determinar la humedad óptima de compactación es el **Ensayo Próctor**, que se debe realizar en un laboratorio de suelos. A partir de este ensayo también se obtiene la densidad máxima del material.

Una forma práctica de testear la humedad del material es tomar un puñado del mismo y apretarlo en la mano, si se nos pega a la mano, este está pasado de humedad, si se desarma es que está demasiado seco y si finalmente queda una masa compacta el material está con la humedad necesaria para ser compactado.



Imagen 6: Compactación de caminos.

3.3. Diseño hidráulico

Finalmente, el diseño hidráulico busca que los caminos puedan drenar las aguas que caen en los mismos y su entorno en los eventos de lluvias, manteniendo un nivel aceptable de servicio para el tránsito.

Perfilado de la superficie

El drenaje de la vía más adecuado se logra conformando la pista con una ligera pendiente a ambos que permi-

ta el escurrimiento rápido del agua. La pendiente lateral debe ser del 2 al 3%, esto debería ser suficiente para arrojar agua y aun así ser cómoda para que las vacas caminen. Inclinaciones mayores al 5% provocarán que las vacas solo caminen por el medio o los bordes de la pista.

Cunetas/Obras de drenaje

Se deben construir cunetas solo donde es necesario canalizar las aguas, esto depende de la topografía del terreno. Los caminos que se encuentren sobre la divisoria de aguas requieren de cunetas, excepto próximo a las obras de drenaje. Además, deben construirse obras de drenaje puntuales en todos los lugares que se necesitan.

Revestimiento de taludes y cunetas

Los taludes y las cunetas que componen el camino idealmente deben ser revestidos con la tierra vegetal antes extraída. Así vuelve a crecer pasto, evitando la erosión de los mismos. El revestimiento de los taludes además sirve para evitar la fuga de material del camino hacia las cunetas, de cierto modo brinda estabilidad a la estructura.

Lomos "anti-erosión"

En caminos de fuertes pendientes longitudinales se puede proceder a la creación de lomos anti-erosión, para desviar el agua y que no corra por los mismos. Dependiendo del material de la superficie y de la pendiente longitudinal, será el paso entre los lomos.



Imagen 6: Camino con alta pendiente, erosionado.



Imagen 6': Camino con lomos anti-erosión.

Paso de lomos anti-erosión (m)							
Tipo de suelo	Pendiente (%)						
	2	4	6	8	10	12	15
Tierra negra	100	45	30	22	15	*	*
Arcillo arenoso	150	100	60	45	30	15	*
Arcillas y Limos	-	150	90	60	45	30	22
Material granular	-	-	225	150	100	75	45

* Pendientes no recomendadas
 - Generalmente no se requieren estos lomos

Imagen 6'': Paso de lomos anti-erosión.

Cercado del camino

Un buen cercado puede prolongar la vida de un camino. Mantener las vacas fuera del desagüe, no solo reduce su exposición al barro, sino que también minimiza el daño a los desagües.

En todos los casos el alambre debe estar entre la vía y los desagües para evitar que las vacas caminen en ellos. Se debe colocar el cable inferior lo suficientemente alto sobre la superficie de la pista para permitir el acceso del tractor al desagüe para su limpieza.



Imagen 7: Ubicación del cercado.

Secado del camino

Finalmente, se recomienda que se reduzca al mínimo la presencia de árboles a los costados del camino, para no bloquear el sol y el viento y permitir un secado rápido y efectivo de los mismos. Además, las raíces pueden destruir la estructura del camino.

Drenajes en las intersecciones

Las intersecciones entre los caminos y patio de alimentación y corral de espera son un área problemática común, por lo que deben estar bien diseñadas.

En primer lugar, deberá desviarse el agua del patio y corral, ya sea de lavado o la lluvia, de las intersecciones para evitar que estas se vuelvan en una zona crítica. Para esto se debe construir una cordoneta de entre 50 y 75 mm de altura entre ambas superficies. Asimismo, el camino deberá poseer cunetas en dicha zona y ser capaz de desaguar hacia las mismas.

Si se colocan dos cordones consecutivos, unidos mediante una losa de hormigón, además de retener el agua desde las superficies de hormigón hacia los caminos, permite evitar el arrastre de material de las vacas hacia las superficies de hormigón. Es necesario evitar el arrastre de pequeñas piedras hacia el hormigón porque estas pueden dañar las patas de las vacas. Se deben limpiar las piedras de las trampas regularmente, debe ser parte de la limpieza rutinaria.



Imagen 8: Cordones de intersecciones.

Bebederos en los caminos

Un tema importante y de actualidad de la infraestructura de los tambos es la distribución de agua en las parcelas.

En muchas ocasiones, debido a las largas distancias que transita el rodeo por los caminos, se opta por poner agua también en estos. En esos casos es importante que la superficie destinada al bebedero sea independiente de la superficie de circulación, debido a razones de conserva-

ción de los caminos y de facilidad para su mantenimiento.

Se recomienda que para la implementación de bebederos en los caminos se ejecuten "bolsillos" de la longitud de los bebederos y de al menos 3,0 m de ancho.

Siempre que existan las posibilidades se recomienda que la superficie de los bolsillos sea en un material de alta capacidad soporte, como ser material granular o limos compactados.

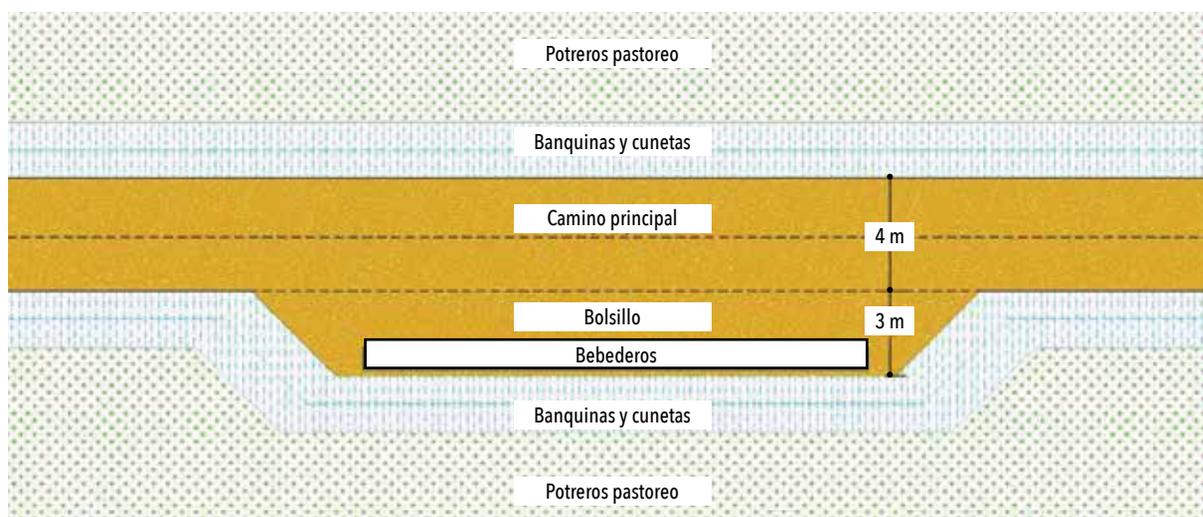


Imagen 9: Planimetría de bolsillos para bebederos.

PAQUETE ESTRUCTURAL "BOLSILLO" BEBEDERO

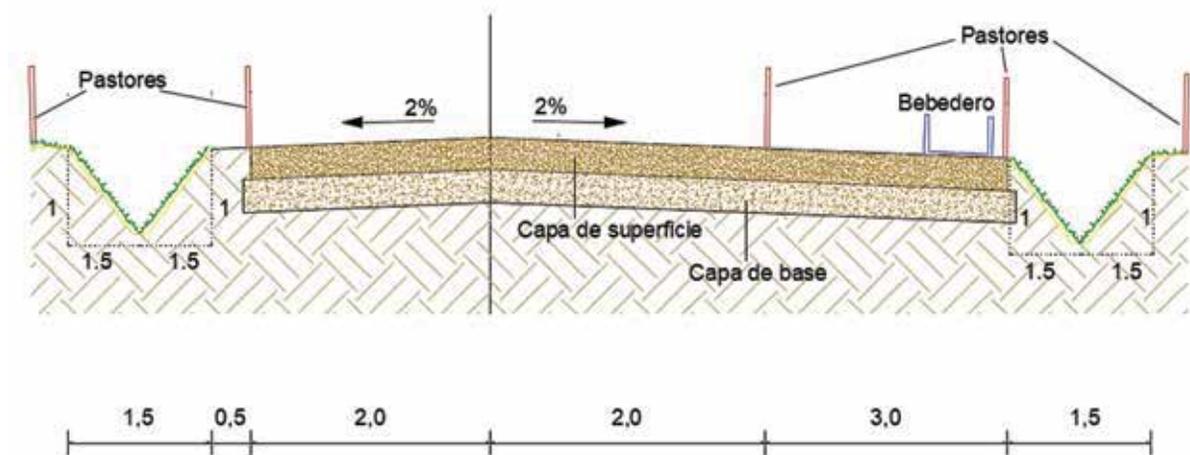


Imagen 10: Corte transversal de bolsillos para bebederos.

4. Materiales

Un componente fundamental de los caminos, tanto en la capacidad estructural, confort en la circulación, como costo de los mismos es el material con el que se los conforma.

4.1. Relevamiento de materiales

A partir de los relevamientos realizados en los tambos, en el marco de las asesorías en caminería, se han obtenido algunos datos interesantes.

- En promedio tan solo el 20% de los caminos de los tambos son conformados (caminos con recarga de material de aporte, sobre el nivel de superficie natural, con desagües definidos).
- A su vez, tan solo aproximadamente el 50 % de estos caminos conformados, tienen superficie en los materiales con mayor capacidad soporte.

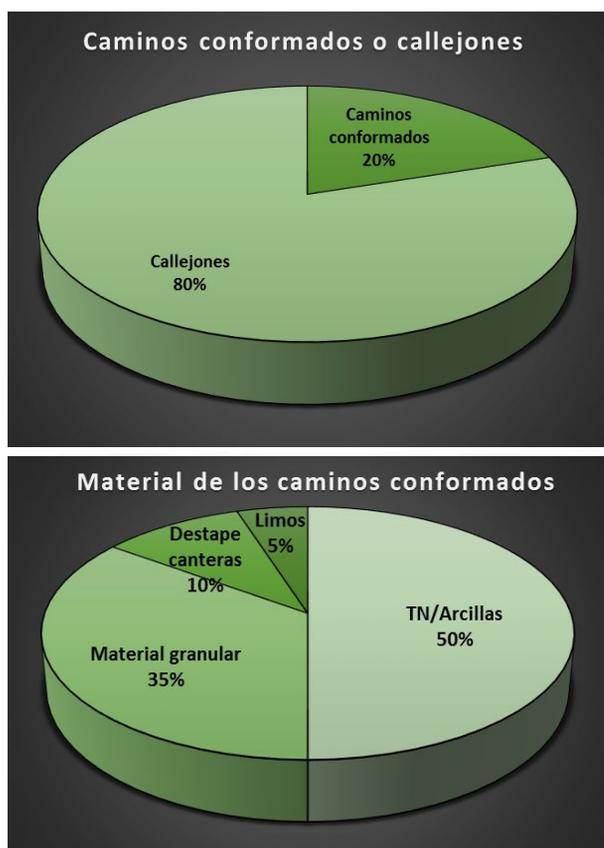


Imagen 11: Gráficos de caminos relevados.

4.2. Disponibilidad de materiales

Uruguay es un país que a pesar de sus pequeñas dimensiones posee una alta variabilidad geológica y de suelos. Es fundamental, previo a decidir qué inversiones realizar, conocer los materiales disponibles en la zona.

Frecuentemente, en los caminos más importantes resulta más económico traer materiales desde zonas relativamente alejadas, a gastar año tras año en la readecuación de los mismos y sin llegar a obtener la calidad deseada. Los costos deben evaluarse en cada caso en particular.

Tierra negra y arcillas: La tierra negra no se recomienda para la capa de superficie de los caminos principales, pues posee alto contenido de materia orgánica, lo que la lleva tener un alto grado de susceptibilidad a la acción del agua. Las arcillas tampoco se recomiendan, las mismas tienen un alto índice de plasticidad, lo que las hace propensas a que el agua ingrese a las capas de fundación del camino. Ambos materiales pueden ser utilizados como capa de superficie cuando existan caminos alternativos, o en caminos secundarios. Por otra parte, siempre pueden utilizarse para las capas de base de los caminos (especialmente las arcillas).



Imagen 12: Extracción de arcillas.

Arenas: Las arenas no sirven para la conformación de caminos, pues no contienen finos, por lo que no generan liga.



Imagen 13: Extracción de arena.

Limos: Los limos en cambio son un material muy recomendado para la caminería de vacas, pues es un material fino, que mediante una buena compactación con rodillo pata de cabra logra también una muy buena capacidad soporte. Por tanto, se genera una superficie amigable para las patas de las vacas y resistente a la acción del agua.



Imagen 14: Acopio de limos.

Materiales granulares: En el caso de los materiales granulares (provenientes de rocas en descomposición) su aptitud o no está dada por el grado de alteración o descomposición que posea la roca y de la granulometría del material que se genere. Si se encuentra un material fino (descompuesto) es recomendable para los caminos de vacas, especialmente los caminos a utilizar los días de lluvias, por su alta capacidad soporte.



Imagen 15: Canteras de materiales granulares finos.

Mezclas de materiales: Los destapes de cantera deben evaluarse en cada caso. Su aptitud para utilizarse en la capa de superficie dependerá del porcentaje de material puro de cantera respecto a las arcillas.



Imagen 16: Destape de cantera.

4.2. Cálculo de volumen de material

Para el cálculo de los materiales requeridos para la conformación de un camino se debe tener en cuenta un aspecto importante, que es la variación del volumen que tiene el material en sus diferentes estados, en banco, suelto y compactado.

Factor de esponjamiento: Los diferentes materiales, debido a su composición granular, sufren variaciones importantes de volumen al ser extraídas.

El coeficiente de esponjamiento mide la variación de volumen entre los volúmenes en banco y suelto (sobre camión). Comercialmente el volumen de interés es el volumen sobre camión, porque es el valor que se maneja con los contratistas.

Factor de aporte: Si bien al ser excavados los materiales aumentan de volumen, al verterlos en el camino y compactarlos el volumen disminuye. El coeficiente que surge entre el volumen en banco y compactado es el factor de aporte. El factor de aporte en los materiales habituales es cercano a 1,0.

En la práctica se utiliza el coeficiente de esponjamiento, calculando el material suelto como el material compactado por el factor de esponjamiento.

Ejemplo práctico:

- Camino de 4,0 m de ancho (A).
- Longitud 100 m (L).
- Capa de base 20 cm arcilla (Eb).
- Capa de superficie 15 cm grava (Es).
- Volumen arcilla = $L \times A \times Eb \times FE = 100 \times 4 \times 0,20 \times 1,25 = 100 \text{ m}^3$.
- Volumen grava = $L \times A \times Es \times FE = 100 \times 4 \times 0,15 \times 1,35 = 81 \text{ m}^3$.

TIPO DE SUELO	Factor esponjamiento
Roca dura (volada)	1,50 - 2,00
Roca mediana (volada)	1,40 - 1,80
Roca blanda (volada)	1,25 - 1,40
Grava, compacta	1,35 - 1,20
Grava, suelta	1,10 - 1,20
Arena, compacta	1,25 - 1,35
Arena, mediana a dura	1,15 - 1,25
Arena blanda	1,05 - 1,15
Limos, recién depositados	1,00 - 1,10
Limos, consolidados	1,10 - 1,40
Arcillas, muy duras	1,30 - 1,40
Arcillas, medianas a duras	1,30 - 1,20
Arcillas blandas	1,10 - 1,20
Mezclas de arena/gravas/arcillas	1,15 - 1,35

Imagen 17: Factores de esponjamiento.

En resumen: Con los materiales que se trabajan habitualmente en Uruguay utilizamos los siguientes factores de esponjamiento.

TIPO DE SUELO	Factor esponjamiento
Tierra negra	1,40
Arcillas	1,40
Limos	1,30
Material granular	1,30
Mezclas de materiales	1,35

Imagen 17': Resumen de factores de esponjamiento.

4.3. Soluciones no convencionales

Estabilizado de materiales: Finalmente, también existe la posibilidad de estabilizar materiales de baja a media calidad, utilizando algún aglomerante, como ser cal o cemento. El costo de los estabilizados es competitivo únicamente en los casos en que los materiales aptos se encuentren muy alejados del establecimiento. También pueden utilizarse estabilizados en zonas de mucho tránsito y donde los materiales convencionales únicamente

compactados no han soportado las cargas. Para evaluar esta alternativa es imprescindible contactar a un técnico con conocimiento del tema.

Geotextiles: Si el material disponible no crea una base satisfactoria, es posible usar un geotextil (un tejido industrial utilizado en movimientos de tierras) para cubrir la capa conformada, antes de agregar la capa superficial. Los geotextiles no detienen el paso del agua, pero evitan que la capa superficial sea empujada hacia la capa de fundación.

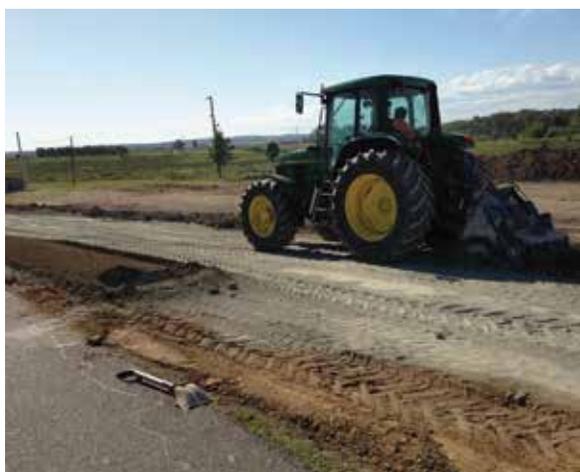


Imagen 18: Proceso de estabilizado de un material granular de baja calidad.

5. Construcción de caminos

En esta etapa es muy importante conocer y respetar varias consideraciones que llevan a la correcta construcción de un camino.

5.1. Procedimiento constructivo con maquinaria vial

El proceso constructivo de un camino de vacas, o camino de acceso vehicular al establecimiento está compuesto por la siguiente serie de tareas sucesivas que se describen a continuación.

1) Replanteo

La ejecución de obras de caminería requiere de un replanteo del proyecto in situ. Durante el replanteo, se colocarán mojones de referencia, con sus respectivas cotas altimétricas, a partir de los cuales se puede ejecutar el camino tanto en su trazado geométrico como altimétrico.

2) Apertura de cajón y conformación de cunetas

La apertura de cajón, y conformación de cunetas en caso de que la zona las requiera, se realiza mediante una excavación no clasificada a depósito. Este proceso consiste en retirar la capa vegetal y porciones del suelo que no sirve para formar parte de la subrasante (con utilización de una excavadora) y trasladar el mismo (mediante camiones) a la zona de depósito final.

Parte del material vegetal retirado se acopia en las orillas del camino, para utilizarlo posteriormente en el calzado de caminos y como revestimiento de taludes y de cunetas.

3) Conformación de subrasante

Se busca formar una superficie uniforme, perfilada y compactada de modo que el agua no penetre en la misma en la etapa de construcción, sino que corra por las cunetas laterales, definitivas o de obra, hacia puntos bajos donde se depositará. En caso de lluvia se deberá sustituir solo el material que se encuentra en las zonas bajas.

Para la conformación de la misma se utilizará moto-niveladora y cilindro. En los sitios donde se debió retirar material extra (baches), ahora se deberá realizar una recarga desde banco del mismo material que conforma la subrasante.

Únicamente en caso de que la capa de subrasante tenga un alto contenido de humedad, se deberá escarificar y dejar secar la misma, previo a la recarga del material de aporte.

4) Conformación de capas de base y superficie

Volcado, tendido y perfilado: El material de base, se volcará sobre la superficie de la subrasante en estado suelto, idealmente se debe tender en capas de unos 20 cm sueltos para que después de ser compactado, cada capa tenga un espesor de unos 15 cm. Se debe lograr un espesor uniforme en todo el ancho.

Regado/Secado: Previo a la compactación se debe verificar que la humedad del material sea próxima a la óptima, en caso de estar muy seco el material se debe regar antes de compactar o en caso de estar muy húmedo se debe dejar secar previo a la compactación.

Compactación: El procedimiento de compactación deberá avanzar gradualmente, desde los bordes hacia el centro y solapándose cada pasada al menos un tercio del ancho del rodillo. El procedimiento se continuará hasta lograr una densidad acorde en todo el espesor de la capa.

Prueba de carga: En campo se puede realizar la prueba de carga para verificar la compactación y la presencia o no de baches, la misma se realiza con el camión de 10 m³ cargado, transitando por todo el ancho del camino, si el camión no deja huellas en la superficie se concluye que el mismo está bien compactado. En caso de producirse huellas longitudinales se deduce que no se ha llegado a la densidad pretendida, y se debe continuar con el proceso de compactación. En caso de moverse notoriamente el

material en alguna zona puntual, implica que se formó un bache, en ese caso se debe extraer el material, trasladarlo a depósito y realizar nuevamente una recarga con material proveniente de banco, compactándolo adecuadamente.

Ensayo de cono de arena: Este ensayo sirve para medir precisamente la densidad seca y húmeda del suelo compactado. A partir de estas densidades se mide el grado de compactación del material.

5) Terminación de cunetas y calzado de camino

Se realizan en conjunto la terminación de cunetas y el calzado del pavimento, con la finalidad de obtener superficies estables y buenos drenajes. La terminación de las cunetas implica el alisado de los taludes y fundamentalmente el nivelado de la cota de zampeado. Al mismo tiempo se ejecuta el calzado del pavimento con tierra orgánica y se contenga al material que conforma al pavimento.



Imagen 19: Proceso de conformación de un camino.

5.2. Selección de contratista y ejecución

Previo a la selección del contratista que realizará la construcción se recomienda que se pida al menos presupuesto con dos empresas viales. Se sugiere que la cotización se realice por trabajo y no por horas de máquinas, este tipo de cotización es recomendable cuando sea mucha la confianza en el contratista, de lo contrario se puede llegar a discrepancias fácilmente.

Respecto a la etapa de ejecución, es importante que el contratista tenga a disposición en obra todas las máquinas viales idóneas para las tareas. A fin de evitar conflictos, es conveniente aclarar en la etapa de cotización cuales son las máquinas requeridas para realizar las obras solicitadas.

Finalmente, es conveniente arreglar con el contratista que la construcción, se ejecute durante las estaciones más templadas y secas. Se debe minimizar las actividades de movimiento de tierras cuando los suelos estén muy húmedos. En esas condiciones bajan los rendimientos y esto lleva a un incremento de costos.

CONFORMACIÓN DE CAMINOS NUEVOS

Máquinas	Hs	Costo x hora	Costo Total
Máquina combinada	a1	b1	a1.b1
Retroexcavadora Tipo 320	a2	b2	a2.b2
Motoniveladora	a3	b3	a3.b3
Cilindro compactador	a4	b4	a4.b4
Camión 10 m ³	a5	b5	a5.b5

Rubros	Unidad	Metraje	P. Unitario	P.Total
Excavación de cajón (retiro de capa vegetal)	m ³	x1	y1	x1.y1
Sustitución en zonas críticas	m ³	x2	y2	x2.y2
Preparación de sub base	m ²	x3	y3	x3.y3
Capas de base de material aporte (propio)	m ³ c	x4	y4	x4.y4
Capa de superficie de material seleccionando	m ³ c	x5	y5	x5.y5
Terminación de cunetas y calzado de caminos	ml	x6	y6	x6.y6
Total costos de obra	USD			Suma

5.3. Procedimiento constructivo con equipos pequeños

Para el caso de los establecimientos chicos, con bajos niveles de tránsito y para los caminos secundarios en establecimientos más importantes, se plantea un procedimiento constructivo alternativo con la utilización de equipos de menor porte. Eventualmente se puede contar con ellos en el tambo, conseguirlos prestados o rentarlos a un bajo costo.

1) Quemado de superficie

En primer lugar, se plantea quemar la superficie donde se conformará el camino (intentando eliminar todo lo vegetal existente en dicha superficie) al menos en una faja de 2,0 veces el ancho del futuro camino. Posteriormente se raspará la vegetación muerta y se compactará dicha superficie con cilindro de tiro. Este procedimiento sustituye a la excavación del cajón y preparación de subrasante antes explicados.

2) Conformación de capas de base y superficie

El procedimiento constructivo de las capas de base y superficie es el mismo que con equipos viales, en este caso varían los equipos. Dependiendo del material existente en el establecimiento y de los rendimientos que se pretendan, el arranque y traslado puede realizarse con tractor y trailla (puede ser trasladando el material desde el borde hasta el eje del camino, conformando al mismo tiempo 2 cunetas anchas) o debe contratarse retroexcavadora combinada y camión.

Luego se requiere de un tractor con una pala hidráulica de tiro (o pala de cola) y de un cilindro de tiro para el tendido, perfilado y compactación del camino. La compactación uniforme por capas tiene la misma o mayor importancia que en el procedimiento anterior.

6. Obras de drenaje

Las obras de drenaje son fundamentales en la caminería de vacas. Cada obra de drenaje es una obra civil, por lo que es importante realizar un análisis topográfico para obtener la cuenca de aporte y posteriormente mediante la aplicación de algún método hidrológico (método del NRCS o método Racional) obtener el caudal de diseño correspondiente.

6.1. Alcantarillas

Es una obra de drenaje transversal que permite canalizar el agua de un lado al otro del camino (en general siguiendo el curso del cauce natural), de forma tal de minimizar el pasaje del agua por encima de la plataforma o la acumulación de agua en la base de la misma.

Ubicación: Las alcantarillas deben ubicarse fundamentalmente en dos sectores:

- En todos los puntos bajos de los caminos, por donde atraviesa un cauce natural de aguas de bajo caudal.
- En las intersecciones de caminos conformados, siempre y cuando esta no se de en una divisoria de aguas.

Tipo de caño: En todos los casos para las alcantarillas de la caminería del ganado dentro del tambo, se recomienda la colocación de caños del tipo PEAD, y en segundo lugar caños de hormigón premoldeado. El costo de los caños PEAD es similar al de los caños de hormigón, su durabilidad también lo es (siempre y cuando su colocación sea correcta), pero las facilidades de transporte y colocación hacen que sea la mejor opción en estos casos.



Imagen 20: Caños PEAD.



Imagen 21: Caños de hormigón premoldeado.

Recarga del camino: En el caso de las alcantarillas, además de colocar la cantidad y diámetro de caños necesarios, se debe elevar el nivel del camino según diseño (la tapada mínima del caño será de 30 cm). El material para darle la altura requerida al camino debe ser preferentemente de granulometría fina, el mismo se tenderá, se perfilará y se compactará en capas.

Longitud de alcantarilla: La longitud de la alcantarilla deberá ser como mínimo del ancho del camino en la base del mismo (al ancho de la superficie se debe sumar el ancho de los taludes).

Apertura de zanja: Se busca el nivel más bajo del camino (cunetas y desagüe natural) y se abre una zanja manteniendo el sentido de la pendiente del terreno. La zanja debe ser lo suficientemente ancha para permitir una adecuada colocación y compactación del material de relleno alrededor del caño, por ejemplo, un caño de 500 mm requiere una zanja de 1,50 m.



Imagen 22: Apertura de zanja.

Cota de zampeado: No se deben "enterrar" los caños respecto al nivel de superficie natural, la cota de zampeado debe coincidir con el nivel natural del terreno.



Imagen 23: Cabeceras de hormigón premoldeado.

Capa de base: Con el objetivo de que el caño quede asentado sobre una base firme y no se produzcan asentamientos diferenciales, se propone retirar la capa vegetal y colocar al menos una capa de 15 cm de material granular cementado (mezcla de balasto con cemento portland).

Colocación: Se coloca el o los caños en forma alineada y posteriormente se comienza a tapar con material granular fino o excavación no clasificada y trabajando con compactador manual tipo "pata pata" o similar desde abajo hacia arriba hasta que el mismo quede cubierto.

Control de erosión: En todos los casos se sugiere ejecutar un pozo tipo sumidero (1,50 x 1,50 x 0,50 m por debajo del zampeado) a la entrada de la alcantarilla para el control de sedimentos. En caso de que en la salida del caño aguas abajo hubiere impedimentos para el correcto desagüe, debe profundizarse el canal hasta que el mismo funcione normalmente.

Cabeceras de alcantarillas: Su principal fin, es la contención del material utilizado en la alcantarilla y camino. Se pueden construir cabeceras de hormigón armado elaborado in situ, de hormigón premoldeado, de monoblocks armado o hasta de madera en caminos secundarios.



Imagen 24: Cabeceras de monoblocks armados.

Dimensionado de alcantarillas:

El dimensionado de las alcantarillas se realiza a partir del caudal de diseño y de la pendiente del cauce principal.

Por otra parte, el cálculo del caudal de diseño depende de varios coeficientes que a su vez estos dependen de las condiciones de cada sitio en particular, tanto de ubicación geográfica (departamento), como de factor de forma de la cuenca, de la pendiente y largo del cauce, de la utilización de los potreros donde se ubica la cuenca y del periodo de retorno de las tormentas de diseño. Por lo tanto, el cálculo preciso debe realizarse para cada caso particular por medio de un técnico especialista que conozca los métodos de diseño.

6.2. Badenes de hormigón

Cuando los caudales son importantes o el cauce es una cañada o un ramal de la misma, se recomienda la ejecución de badenes de hormigón.

Recarga del camino: Al igual que en las alcantarillas, se debe elevar el nivel del camino lo que el diseño requiera. El material para darle la altura requerida al camino debe ser preferentemente de granulometría fina, el mismo se tenderá perfilará y compactará en capas.

Cota de fondo: La cota de fondo del badén debe coincidir con el nivel de superficie natural del cauce de aguas.

Geometría del badén: El largo del badén se compone del siguiente modo, la losa de fondo del mismo, luego las losas inclinadas se considera que tienen una pendiente 1:7 a 1:10 y tienen ambas la misma longitud, además se plantea ejecutar 2 losas horizontales en los accesos. El badén deberá ser del mismo ancho que el camino.

Excavación: Se debe retirar la capa vegetal en el espesor que lo determine el diseño, no debe ser en un espesor menor de 45 cm.

Capas de base: Para la base del badén propiamente dicha se indica conformar una capa de sub-base de material

granular proveniente de cantera y una capa de base de material granular cementada, ambas de 15 a 20 cm de espesor compactadas en toda su longitud.

Hormigón: Luego de finalizar con la ejecución de las capas de base, se procede con la ejecución del hormigón. Se debe utilizar un hormigón estructural (al menos un C25 con piedra partida como agregado) en un espesor de 15 cm como mínimo. Se debe ejecutar un hormigón armado, o como mínimo con una malla electrosoldada de 15 x 15 x 4,2 mm en el tercio superior.



Imagen 25: Badén de hormigón.

6.3. Badén combinado con alcantarilla

En ocasiones se pueden plantear soluciones combinadas, donde a la altura del cauce natural se colocan las filas de caños que se indiquen, encima de estos se colocan las capas de base del badén y finalmente el badén de hormigón. Se deben tener presentes todas las recomendaciones constructivas realizadas para ambos dispositivos por separado.

Revestimiento: Adicionalmente, debería revestirse el talud desde la losa del badén al zampeado de los caños, al menos en la parte central del mismo, para evitar la socavación.

ALCANTARILLA Ø 50 - CONSTRUCCIÓN Y ARMADO

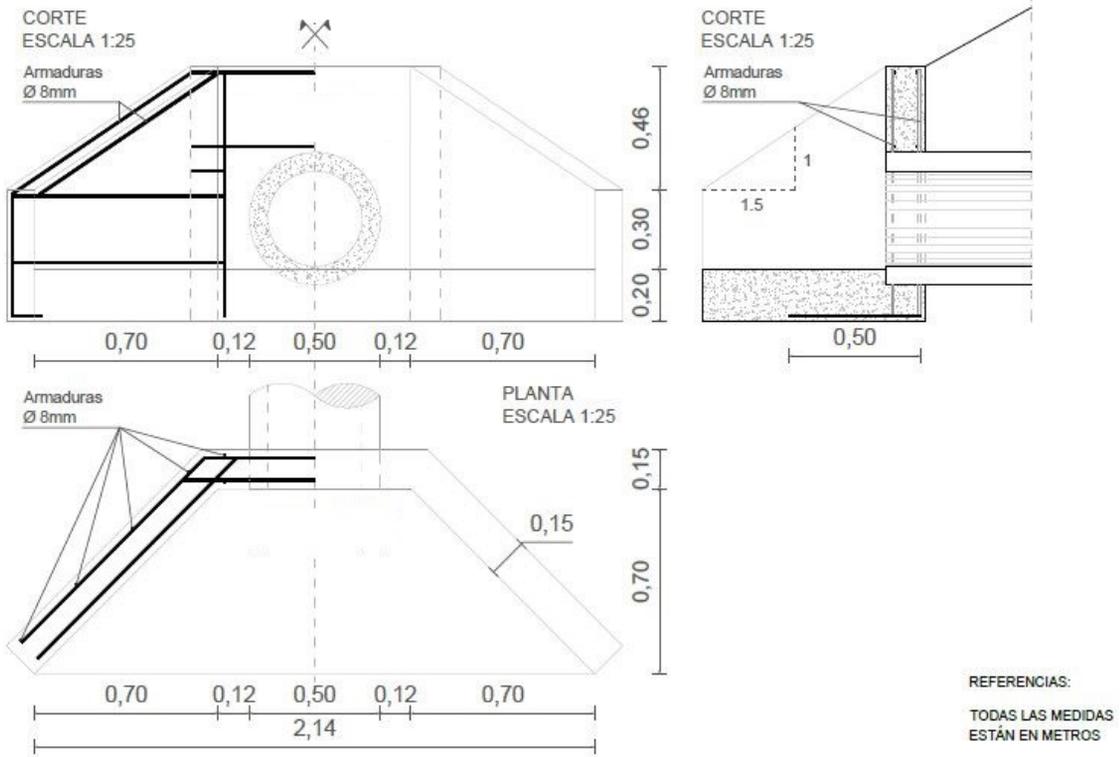


Imagen 26: Plano de cabeceras de hormigón armado in situ.

Badén simple de hormigón

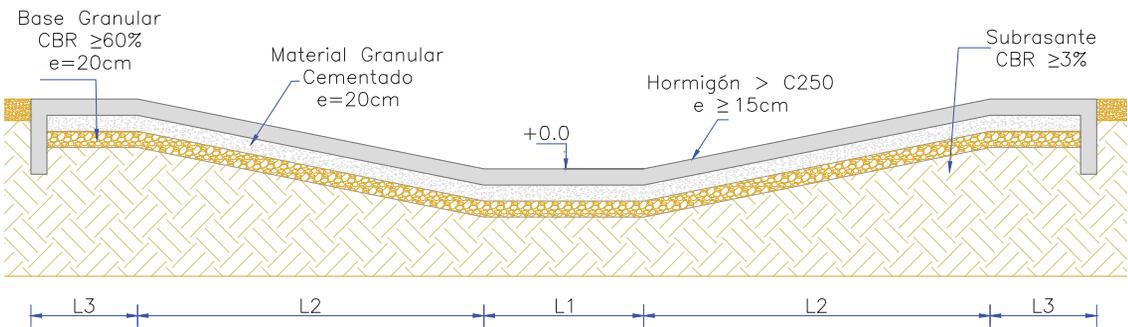


Imagen 27: Corte general del badén.

Badén compuesto

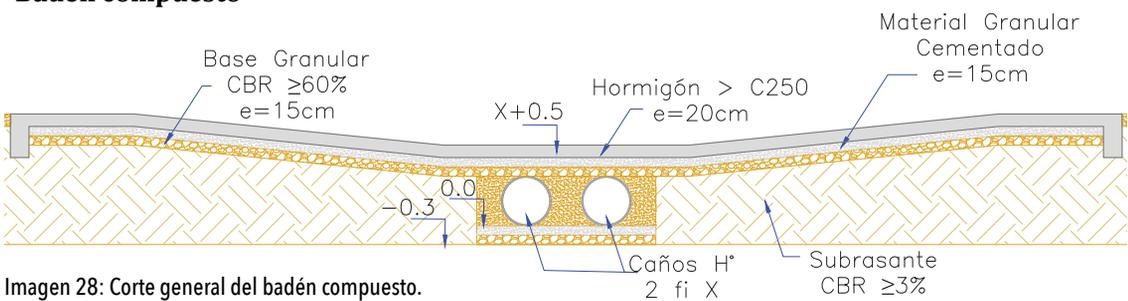


Imagen 28: Corte general del badén compuesto.

7. Mantenimiento de caminos

Los caminos sufren un proceso de deterioro permanente debido a los diferentes agentes que actúan sobre ellos, tales como: el agua, viento, tráfico, etc. Estos elementos afectan al camino en mayor o menor medida, pero su acción es permanente y termina deteriorándolo a tal punto que lo puede convertir en intransitable.

Por lo tanto, la conservación no es una acción que puede efectuarse en cualquier momento, sino que debe ser una acción sostenida en el tiempo, orientada a extender el mayor tiempo posible la vida útil del camino y reduciendo las inversiones requeridas a largo plazo. El mantenimiento de la caminería interna de los tambos para el ganado puede dividirse en tres niveles:

- Mantenimiento rutinario.
- Mantenimiento periódico.
- Mantenimiento programado.

7.1. Mantenimiento rutinario

Como el nombre lo dice, este es un mantenimiento de rutina, básicamente consiste en el mantenimiento de la superficie del camino.

Tarea asociada

- **Mantenimiento de superficie:** Esta operación consiste únicamente en el alisado de la superficie, sin afectar las pendientes transversales, con el objetivo de eliminar las huellas y prevenir la formación de baches y así mantener el rápido desagüe del camino.

Equipos para el mantenimiento: Se podrá realizar con algún tipo de rastra de tiro, ya sea de cubiertas o de rieles o cualquier pala trasera de tractor.

Frecuencia del mantenimiento: Este nivel de mante-

nimiento debe realizarse tanto a caminos conformados como a callejones de circulación.

En caminos de tierra, arcillas o limos se recomienda realizarlo después de cada evento de lluvia, a partir de datos estadísticos se supone que se debe realizar unas 36 veces en el año.

En contrapartida, en los caminos con superficie en material granular, no será necesario realizar este mantenimiento, porque en el mismo no se producirán estas huellas.

7.2. Mantenimiento periódico

Este es un nivel superior de mantenimiento al anterior. Se aplica generalmente al reperfilado de la superficie del camino, bacheo y a la desobstrucción de cunetas y de alcantarillas.

Las patas de las vacas tienden a mover cualquier suciedad hacia los bordes de los caminos. Este cordón actúa como una barrera, evitando que el agua ingrese a los desagües y fomentando que el agua corra por la superficie.

Tareas asociadas

- **Reperfilado:** Consiste en eliminar el "cordón" que se forma bajo los alambrados y en reincorporar este material desplazado al camino. Esta actividad se realiza dando de tres a cinco pasadas con la cuchilla hidráulica de tiro (o pala trasera).

- **Bacheo:** Por otra parte, en caso de existir baches, que dificulten la circulación y permiten la acumulación de agua, primero se excava el material dañado del mismo, luego se produce acarreo de material de banco, se deposita en capas en el bache y se compacta.

- **Limpieza de drenajes:** Finalmente en esta instancia se hará inspección visual de las cunetas y alcantarillas, y si existen elementos que obstruyen el flujo de las aguas pluviales, deben removerse. Además, debe realizarse pe-

riódicamente un mantenimiento de las cunetas mediante cortes o aplicación de herbicidas.

Equipos para el mantenimiento: En primer lugar, idealmente se utilizará una cuchilla hidráulica de tiro o pala trasera para el reperfilado de la superficie del camino, además se necesitará trailla para arranque y acarreo del material para realizar el bacheo y se necesitará un cilindro hidráulico de tiro para compactar el material devuelto al camino.

Frecuencia del mantenimiento: El mantenimiento periódico se indica que se realice a todos los caminos conformados con una frecuencia de 3 a 4 meses.

Costos: Tanto el mantenimiento rutinario como periódico no implican un gran costo para los productores, se realizan con las herramientas y el personal propio. A partir de los relevamientos y proyectos de caminería realizados hasta ahora, se tiene que el costo del mantenimiento rutinario y periódico anual es de aproximadamente el 3 % de la inversión inicial.

7.3. Rehabilitación programada

La rehabilitación tiene como propósito restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie del camino. Dependiendo del material del pavimento de los caminos y del uso de los mismos será el tiempo sugerido para la rehabilitación programada.

Tareas asociadas

- **Sustitución:** Se realiza localizadamente en los casos en los que cualquiera sea el material, el mismo cambia sus características físicas (caso típico grandes baches), aquí se procede a excavar el material deteriorado y realizar una recarga con material proveniente de banco en capas compactadas.

- **Escarificado y recarga:** Se realiza en materiales granulares cuando el mismo perdió los finos, afloran las gravas gruesas pero el camino no perdió capacidad soporte. También se realiza en caminos de arcillas y limo cuando la superficie se erosiona demasiado, pero el material mantiene sus características físicas. En estos casos se escarifica la superficie, se realiza la recarga de material, se conforma y compacta.

- **Cuneteo:** La tarea final de la etapa de rehabilitación consiste en dar mantenimiento a las cunetas con la moto-niveladora, reperfilando las mismas y retirando el material alojado en esta infraestructura.

Equipos para el mantenimiento: Este es el único nivel de mantenimiento que requiere la utilización nuevamente de los equipos viales para la reconfiguración de los caminos.

Frecuencia del mantenimiento: La frecuencia del mantenimiento programado depende del material de superficie de los caminos.

- **Materiales arcillosos:** Se estima que se debe realizar cada 1 o 2 años.

- **Materiales limosos:** En este caso se estima que se debe realizar cada 3 a 4 años.

- **Materiales granulares:** Frecuencia estimada de 4 a 5 años.

Costos: Este nivel de mantenimiento es el que tiene un costo más importante, debido a que se requiere de los equipos viales y si no se cuenta con cantera propia, también de la compra de material en cantera. Al igual que en el caso anterior, a partir de los proyectos ejecutados hasta ahora, se tiene que el costo del mantenimiento programado anual es del 7 al 10 % de la inversión inicial.



Imagen 29: Mantenimiento rutinario de caminos.



Imagen 30: Herramientas para ejecutar el mantenimiento periódico de los caminos.

8. Costos de la Inversión versus Costos Ocultos

Las inversiones necesarias para la construcción de caminería para el ganado y los costos de mantenimiento son importantes, por lo tanto, su resolución debe basarse en un análisis objetivo. Como todas las inversiones, su ejecución depende de la conveniencia económica de la misma. Es decir, la relación entre: ¿cuánto me cuesta hacerlo? versus, ¿cuánto me está costando no hacerlo? Generalmente tenemos muy claro lo que requiere hacer la inversión, pero no cuales son los costos que estamos asumiendo por no realizarla. Estos números son los que nos permiten estimar el período de retorno o recuperación de esa inversión, en el cual nos tenemos que sustentar para tomar la mejor decisión final. ¿Si realizo esta inversión, en cuánto tiempo la recupero?

Como mencionamos al inicio de la publicación los impactos económicos negativos de una mala caminería se manifiestan a través de reducir los ingresos e incrementar los costos de producción. Ejemplos de ello son: menor producción de leche para una dieta dada, mayor costo de alimentación por mayor gasto energético, pérdida de cobro de calidad por incremento en las células somáticas, mayor desvío de leche por vacas tratadas, mayor gasto en

antibióticos, problemas reproductivos por balance energético negativo y mayor dificultad para la detección de celos, jornadas más largas por mayor tiempo para el traslado y el ordeño, mayor porcentaje de descartes por ubre y patas, personal cansado y desmotivado por la dificultad para el traslado del rodeo 2 veces al día, y otros.

Durante períodos complicados de la caminería, lamentablemente, ocurren varios de los efectos citados a la vez, volviendo aún más compleja la situación generada. Cada tambo es una situación particular, por lo tanto, debemos partir de un presupuesto detallando los costos de construcción y mantenimiento, y en paralelo identificar y tratar de cuantificar el costo de las pérdidas generadas, para finalmente decidir qué inversión realizar.

Es importante remarcar que, una vez tomada la resolución de ir adelante con las obras, el seguimiento de las mismas es clave para ajustarnos al proyecto, controlando los costos y la calidad de la obra, permitiendo concretar una caminería que maximice su duración. Generalmente, como este no es un tema de especialidad del productor, es fundamental apoyarse en el asesoramiento técnico adecuado.



CAMINERÍA VEHICULAR

1. Importancia del tema

Actualmente los tambos en Uruguay tienen una alta carga vehicular y un tránsito considerable de camiones de elevado peso. Estos son los vehículos críticos para el dimensionado de los caminos para tránsito vehicular. Los tambos deben estar preparados para recibir al camión cisterna recolector ante cualquier situación climática. Estos visitan los tambos con una frecuencia de 4 a 14 veces por semana. Además, esporádicamente se reciben camiones con concentrados, con fertilizantes y otros insumos para el tambo.

análisis económico entre la ubicación ideal en cuanto a la conservación del camino (siguiendo la divisoria de aguas) y el trazado más corto (en línea recta). Se debe evitar la intersección del camino para vehículos con caminos de vacas.

Ancho de caminos: Para los camiones recolectores que hoy en día se manejan en CONAPROLE, el ancho efectivo mínimo del camino debe ser de 3,5 m. En las curvas que implican un cambio de dirección importante, el ancho del camino debe ascender a 7,5 m y el radio de giro mínimo debe ser de 15 m.

2. Diseño de caminos

La mayor parte de las consideraciones de diseño realizadas para la caminería del rodeo se puede trasladar para la caminería vehicular. Sin embargo, existen algunas consideraciones particulares en cada uno de los diseños, que se detallan en este capítulo.

2.2. Diseño estructural

Conformación: Los caminos de acceso vehicular también se deben conformar en capas debidamente compactadas en espesores no mayores a los 20 cm.

Paquetes estructurales: Se plantean dos posibilidades para los paquetes estructurales de los caminos de acceso vehicular. En este caso se recomienda únicamente la utilización de materiales granulares para la capa de superficie. El dimensionado de los paquetes estructurales se realiza a partir del peso del camión cisterna recolector de diseño.

2.1. Diseño planimétrico

Ubicación: En todos los tambos ya instalados existe un camino de acceso para vehículos, donde la ubicación ya está dada, en el caso de los tambos nuevos debe hacerse un

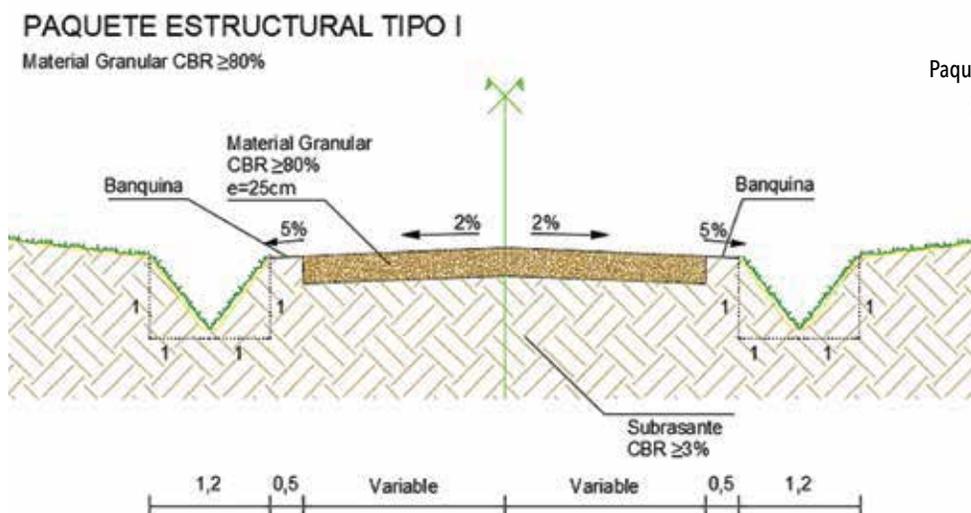


Imagen 31:
Paquete estructural
(alternativa 1).

PAQUETE ESTRUCTURAL TIPO II

Material Granular CBR $\geq 40\%$ + CBR $\geq 80\%$

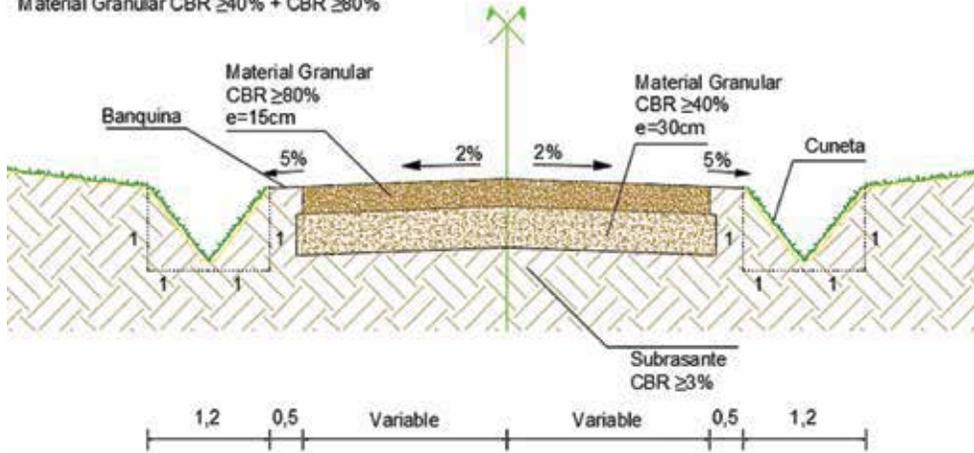


Imagen 31': Paquete estructural (alternativa 2).

2.3. Diseño hidráulico

Pendiente transversal: Los caminos para vehículos deben realizarse a dos aguas, con pendientes transversales del 2%, tal cual indica la imagen anterior.

Pendiente longitudinal: En los caminos para tránsito pesado se deben evitar pendientes mayores al 10%. En los sectores donde las pendientes son mayores al 5%, deberían realizarse obras para evitar la erosión. Por ejemplo, lomos anti-erosión conformados en el mismo material que el camino o pequeños badenes de hormigón, con el objetivo de que el agua no adquiera velocidad en el camino.

3. Intersección con Ruta o Camino vecinal

El diseño de explanada de ingreso al establecimiento debe dimensionarse a partir del ancho utilizable de la ruta o camino sobre el cual se encuentra el establecimiento. En el caso de encontrarse el establecimiento sobre una Ruta Nacional perteneciente a la red primaria o secundaria de nuestro país, se considera que puede utilizarse solo la mitad del ancho total de la ruta (incluyendo banquetas), es decir, el camión no puede cruzarse de senda para realizar la maniobra de ingreso. En contrapartida, para los establecimientos situados al borde de caminos vecinales, se

considera que se puede utilizar todo el ancho del camino para realizar la maniobra.

En la intersección del camino de acceso con el camino o Ruta habitualmente deben ejecutarse alcantarillas para no cortar el pasaje de las aguas que vienen por las cunetas existentes. En el caso de ubicarse la intersección en una divisoria de aguas, se evita la colocación de caños.

DIMENSIONES DE CAMINOS DE ACCESO A TAMBOS: SOBRE RUTAS/CAMINOS VECINALES

Eje Ruta-Borde banquina (m) Ancho total del camino (m)	Ancho de entrada (m) (A)	Longitud de acceso (m) (B)
9	13	8
8	15	9
7	17	10
6	19	11
5	21	12
4	23	13

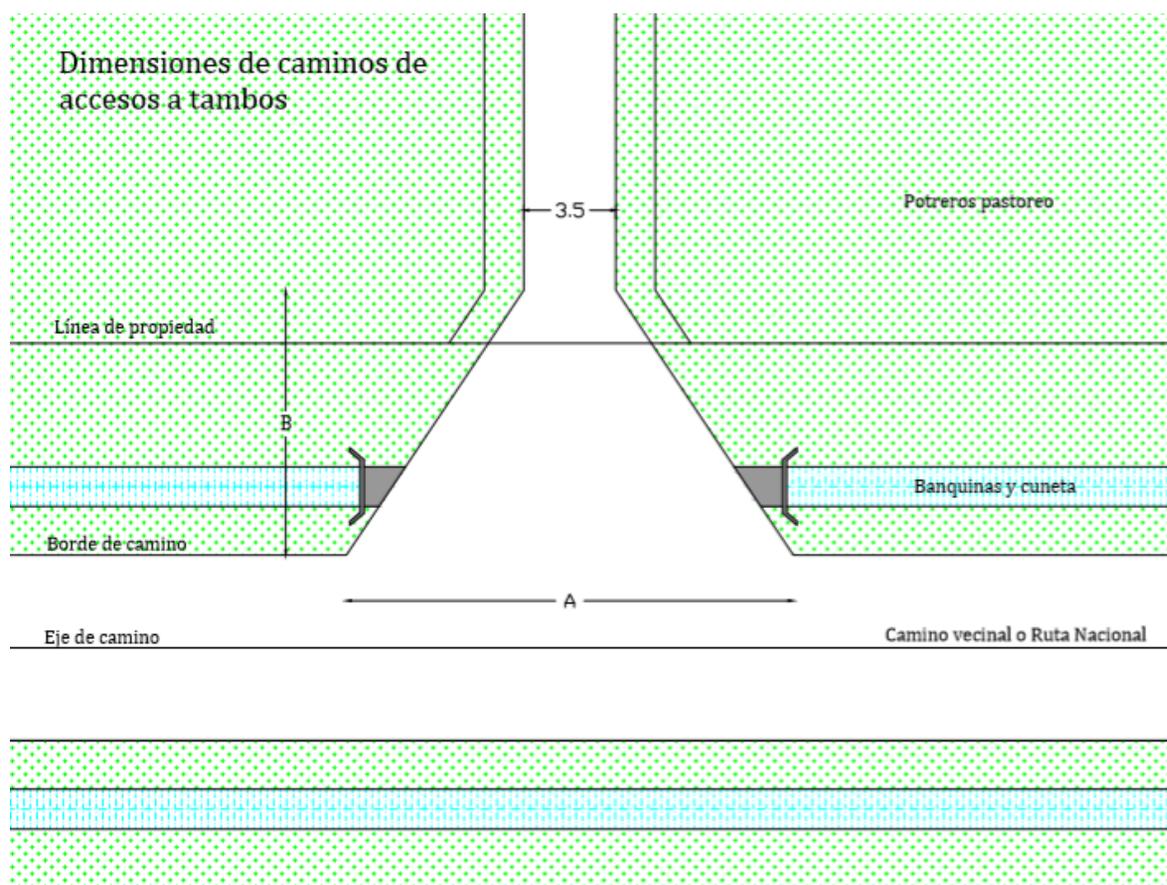


Imagen 32: Diagrama de intersección del camino de acceso con Ruta Nacional o Camino Vecinal.

4. Plaza de maniobras

El tamaño de los camiones que realizan la tarea de recolección de la leche ha aumentado con el correr de los años, actualmente en la cooperativa predominan las cisternas de 27.000 lt, y las necesidades de infraestructura de caminos se han incrementado.

La rotonda recomendada tiene aproximadamente 30 m de diámetro, no implica que en rotondas más pequeñas no se pueda realizar la maniobra, el camión es capaz de realizarla en un espacio menor, pero cuando el camión se "quebra" demasiado para realizar la maniobra, el deterioro que produce en la superficie es acelerado.

Vehículo de diseño

Las cisternas de 27.000 lt tienen una longitud total aproximada de 16,5 m. Los establecimientos nuevos deben construir una plaza de maniobras para dicho vehículo

de diseño. Los establecimientos existentes, siempre que exista la posibilidad, deben ampliar su plaza de maniobras también para este vehículo de diseño.

Por otra parte, la normativa existente en nuestro país prohíbe que el peso de un camión cargado, en este caso un semirremolque, supere los 45.000 kg en bruto, por lo tanto, ese peso es el utilizado para la determinación de los paquetes estructurales antes expuestos.

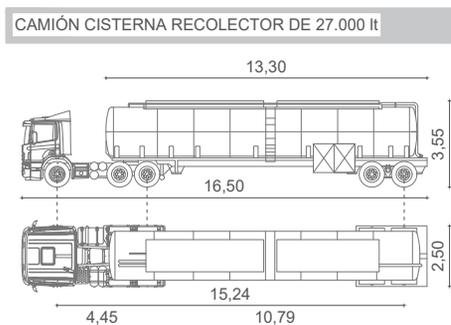
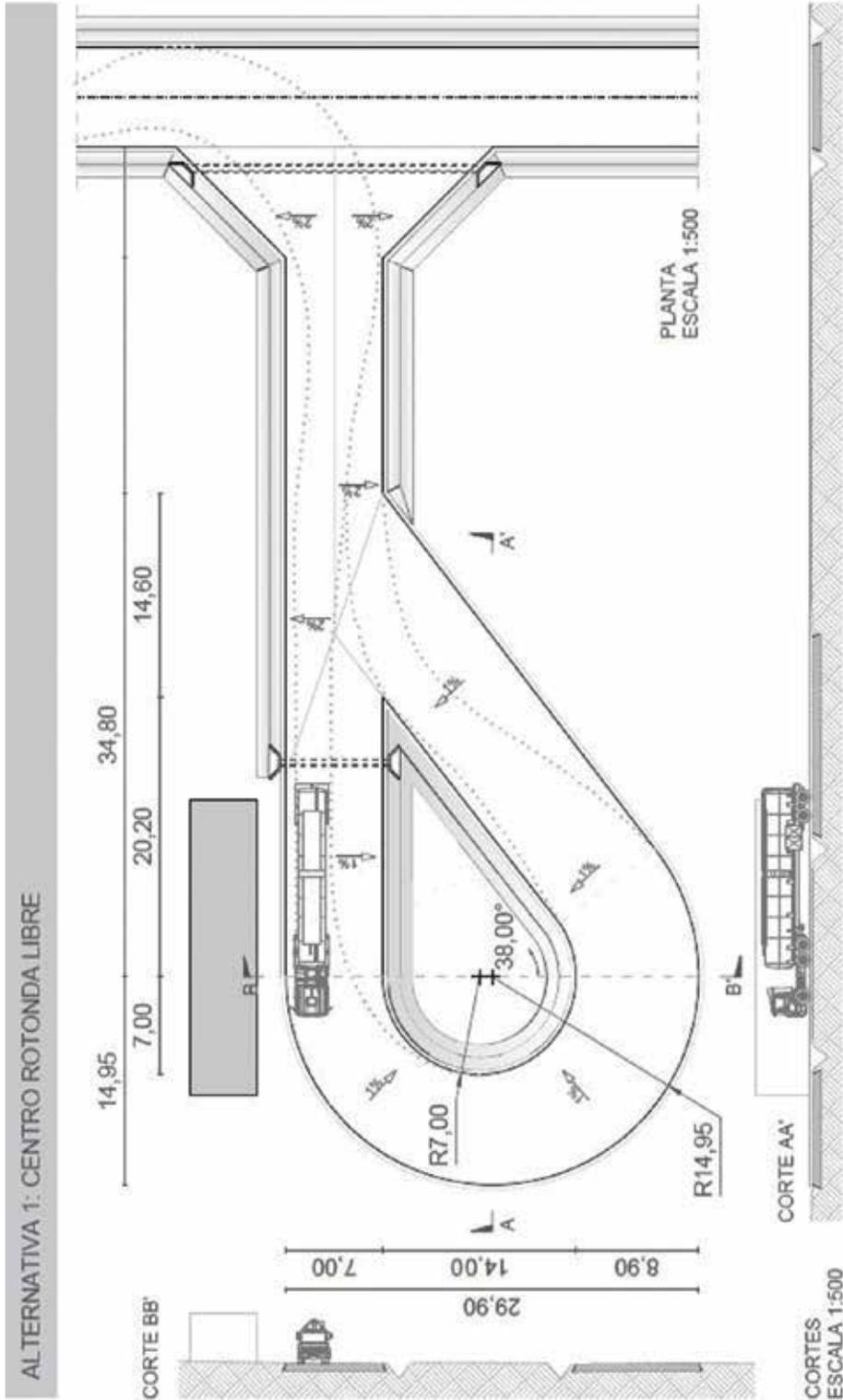


Imagen 33: Vehículo de diseño.

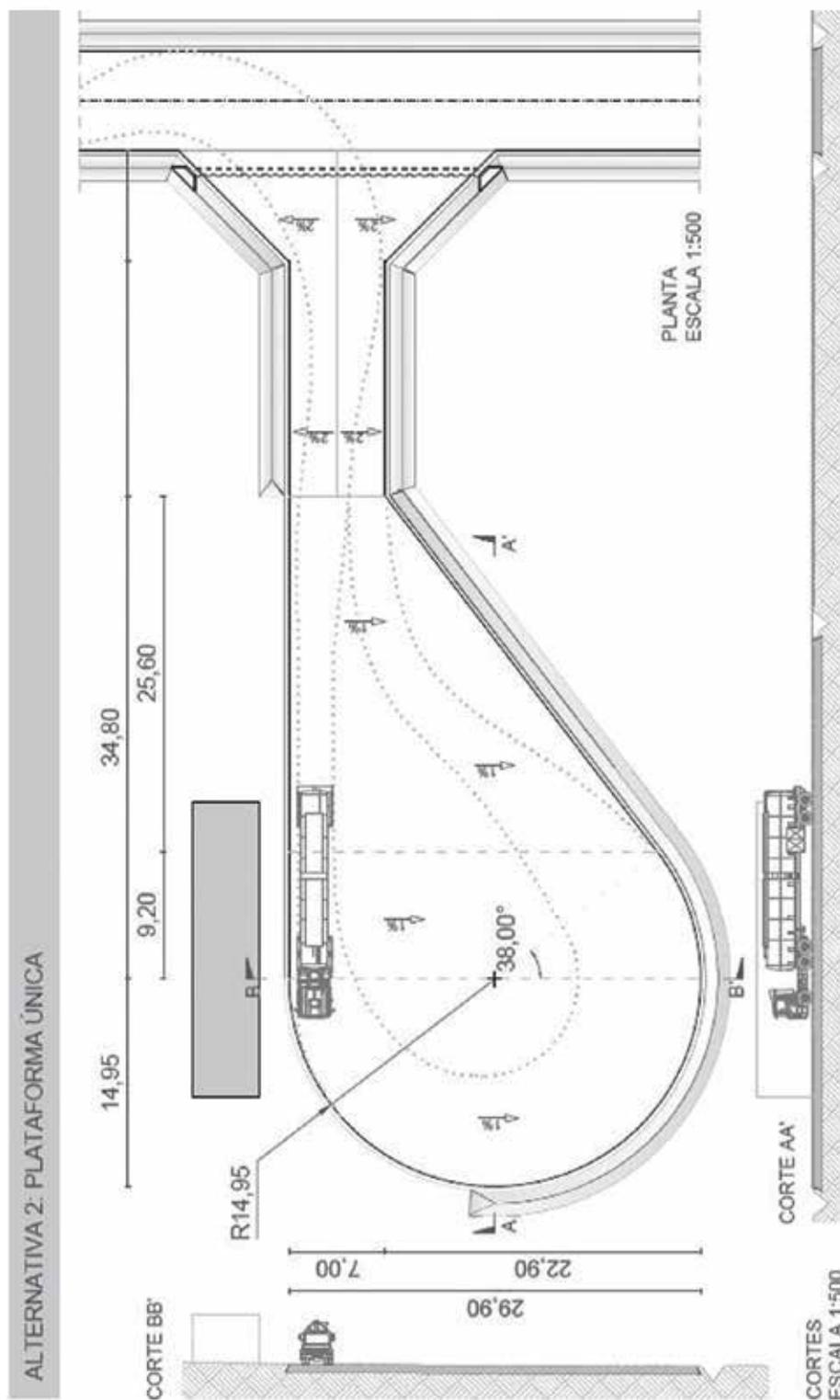
Rotonda con centro verde

En primer lugar, se puede plantear una rotonda típica, con una zona verde interna, a menor cota que el pavimento, y con un pavimento con peralte o pendiente hacia el centro del radio de giro. Además, existirá una cuneta interna para captar las pluviales y mediante una alcantarilla sacar el agua de la plaza de maniobras.



Rotonda de plataforma única

En segundo lugar, se puede realizar una gran explanada con una pendiente transversal única y una cuneta perimetral para captación de las pluviales y traslado de las mismas hacia el drenaje natural más próximo a las instalaciones de ordeño y enfriamiento.



SOPORTE TÉCNICO DE CONAPROLE

Conaprole brinda a sus productores remitentes un asesoramiento en caminería y áreas de permanencia en el tambo a través de un equipo técnico interdisciplinario. Antes de invertir es fundamental asesorarse.

LA CONSULTORÍA EN CAMINERÍA Y ÁREAS DE PERMANENCIA CONSTA:

Visita 1 al establecimiento:

- Relevamiento de la infraestructura del establecimiento.
- Relevamiento de los materiales existentes en la zona.

Elaboración de informe que incluye:

- Descripción de estado actual.
- Propuesta de obras.
- Sugerencia de materiales a utilizar.
- Plan de mantenimiento.
- Estimación de costos.

Visita 2 al establecimiento:

- Presentación y discusión del informe elaborado.

Colaboración en selección de contratista.

Coordinación de visitas durante la ejecución de la obra.

CUANDO SE REALIZAN OBRAS CON UN PROYECTO PREVIO SE LOGRA:

- Utilizar mejor los recursos, priorizar inversiones.
- Obras de mejor calidad y de mayor durabilidad.
- Generar planes de mantenimiento para las obras ejecutadas.
- Mejores acuerdos y entendimiento con los contratistas.
- Ahorro en el costo total de la obra.

En resumen: SE INVIERTE MEJOR.



ÁREA PRODUCTORES



Por más información comuníquese con Tambo Sustentable:

A través de su responsable zonal - infraestructura@conaprole.com.uy - 2924 7171 int. 2805 / 2801

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

* Tracks and Races, nota técnica de DairyNZ Milksmart, disponible en: <https://www.dairynz.co.nz/milking/track-and-yard/>

* Paddock to Yard, nota técnica de Dairy Australia, disponible en: <https://www.yumpu.com/it/document/view/11914821/chapter-3-paddock-to-yard-dairy-australia>

* Camino saca cosecha, nota técnica de Programa de Sustentabilidad de los Recursos Naturales de Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

* Ingeniería de Caminos Rurales, Gordon Keller y James Sherar. Versión en español producida por Inst. Mexicano del Transporte (2004).

* Manual para la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de caminos rurales con enfoque de gestión y adaptación a la variabilidad y al cambio climático. IARNA Universidad Rafael Landívar, Guatemala 2013.

* El libro verde. Manual de caminos forestales y rurales. William Weaver, Eileen Weppner y Danny Hagans, Pacific Watershed Associates, California.

* Manual de caminos rurales. Comisión de caminos rurales. Asociación Argentina de Carreteras. Abril 2018.

* Te Chow, Ven. Applied hydrology. Tata McGraw-Hill Education, 2010.



ÁREA PRODUCTORES

AGOSTO 2020

