

# CERCAS PARA NIEVE PASO INTERNACIONAL PINO HACHADO

F. AGUIRRE  
Dirección Nacional de Vialidad, Argentina  
[aguirre.ing@gmail.com](mailto:aguirre.ing@gmail.com)

## RESUMEN

La nieve soplada es una de las principales causas de interrupción del tránsito a través del Paso Internacional Pino Hachado, la acumulación debida a los voladeros supera varias veces al producto de las precipitaciones níveas.

Por otra parte, las tormentas de viento blanco tienen un fuerte impacto negativo sobre las condiciones de seguridad, afectando la visibilidad del usuario.

Las cercas son estructuras porosas que permiten acumular la nieve. Se propone la utilización de las mismas como medio eficaz para el control de la nieve transportada por acción del viento, manteniéndola fuera de la zona de camino.

Este artículo describe el proyecto y sus aspectos más relevantes.

## 1. ASPECTOS GENERALES

El paso vincula por el este a la provincia argentina de Neuquén con la chilena Región de La Araucanía por el oeste, en la Cordillera de Los Andes, a 38° 39' latitud Sur, 70° 53' longitud Oeste, y una altitud de 1884 m.s.n.m.. Las cercas se emplazan en una sección de la Ruta Nacional N° 242 comprendida entre la Aduana Argentina y el Límite con la República de Chile.

### 1.1. Trazado de la ruta

La ruta nacional N° 242, emplazada del lado argentino, posee una traza sinuosa que se aloja en el interior de una caldera volcánica, en su desarrollo presenta sectores con perfiles de tipo cajón y a media ladera, con una pendiente longitudinal media del 5 %.



Figura 1 – Trazado de la Ruta Nacional N° 242

## 1.2. Clima y condiciones meteorológicas

El clima es seco y frío, con unas temperaturas extremas en verano que alcanzan los 25°C / 77°F y en invierno -15°C / 5°F; los vientos predominantes son del sudoeste con velocidades de hasta 120 km/h / 75 mph.

En el año 2005 se instaló una estación meteorológica que permitió cuantificar los parámetros meteorológicos del lugar, en particular la velocidad y dirección predominante del viento.



Figura 2 – Estación meteorológica

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El paso Pino Hachado a pesar de estar emplazado a baja altura (1.882 m.s.n.m.) presenta inconvenientes durante el periodo invernal debido a la acumulación de nieve sobre la calzada. Si bien las precipitaciones nívicas son frecuentes no presenta una elevada intensidad, siendo el mayor inconveniente la acumulación de nieve debida al arrastre por acción del viento, que produce la interrupción del tránsito durante al menos 25 días al año, con las consecuentes pérdidas económicas y la utilización de recursos destinados al mantenimiento invernal que esta situación trae aparejado.

Durante las tormentas de viento, las condiciones de adherencia del pavimento, al igual que la visibilidad se modifican drásticamente dificultando las tareas de mantenimiento, las que generalmente deben interrumpirse por razones de seguridad del personal que lo conserva.

Es en el tramo comprendido entre el complejo aduanero y el límite fronterizo, de 7 km de longitud, donde las acumulaciones de nieve debidas a voladeros alcanzan alturas que varían de 3 m a 6 m, en breves periodos de tiempo la ruta queda fuera de servicio, por lo que se debe interrumpir el tránsito. Restablecer las condiciones de circulación genera una elevada disponibilidad de personal y equipos, y prolongados lapsos de inactividad del paso.

La presencia de los voladeros es un fenómeno vinculado con la orientación de la ruta respecto a la dirección predominante del viento, a la velocidad de los vientos, a la densidad de vegetación de la zona y al relieve transversal al eje de la ruta.



Figura 3 – Rehabilitación del paso en voladero

Con relación a la orientación y su intensidad, se sabe que los vientos predominantes son del oeste – sudoeste y que en esta condición alcanza velocidades del orden de los 120 km/h / 75 mph, con ráfagas que superan estos valores. Durante los días que el viento invierte su sentido alcanza una baja intensidad y por lo tanto el transporte de nieve en ese sentido es despreciable.

La vegetación nativa que puede apreciarse en la zona de camino es la Araucaria y algunas arbustivas de baja altura; cabe destacar que los sectores afectados por voladeros tienen muy escasa o nula existencia de vegetación.

### **3. PROYECTO Y CONSTRUCCION DE CERCAS PARA NIEVE**

A partir de la problemática expuesta se plantea la necesidad de reducir las acumulaciones de nieve sobre la calzada a fin de minimizar las interrupciones del tránsito, debido a esto se plantea la posibilidad de utilizar cercas para nieve.

Dado que en la República Argentina no hay bibliografía disponible sobre el tema, se partió del informe de R. Tabler disponible en internet [1], considerando que las condiciones topográficas de las experiencias planteadas en dicho informe eran de llanura y por lo tanto diferentes de las presentes en la Ruta Nacional N° 242.

Surgen entonces las siguientes incógnitas: ¿es aplicable el método de Tabler para terrenos con pendiente?, ¿se puede utilizar cercas para el control eficaz de los voladeros?, ¿pueden mejorar las condiciones de seguridad?

#### **3.1. Recopilación de información**

La determinación de los sectores críticos se realizó en conjunto con los operadores del mantenimiento invernal, quienes realizan esta tarea desde hace muchos años. Ellos indicaron 5 sectores donde tienen inconvenientes con las tareas de despeje de nieve y que producen retrasos en la habilitación del tránsito por periodos de tiempo prolongados.

La comparación de las características de cada sector, si bien permite intuir las causas de acumulación de nieve, no muestra claramente la dirección desde donde se origina el transporte y la magnitud del mismo.

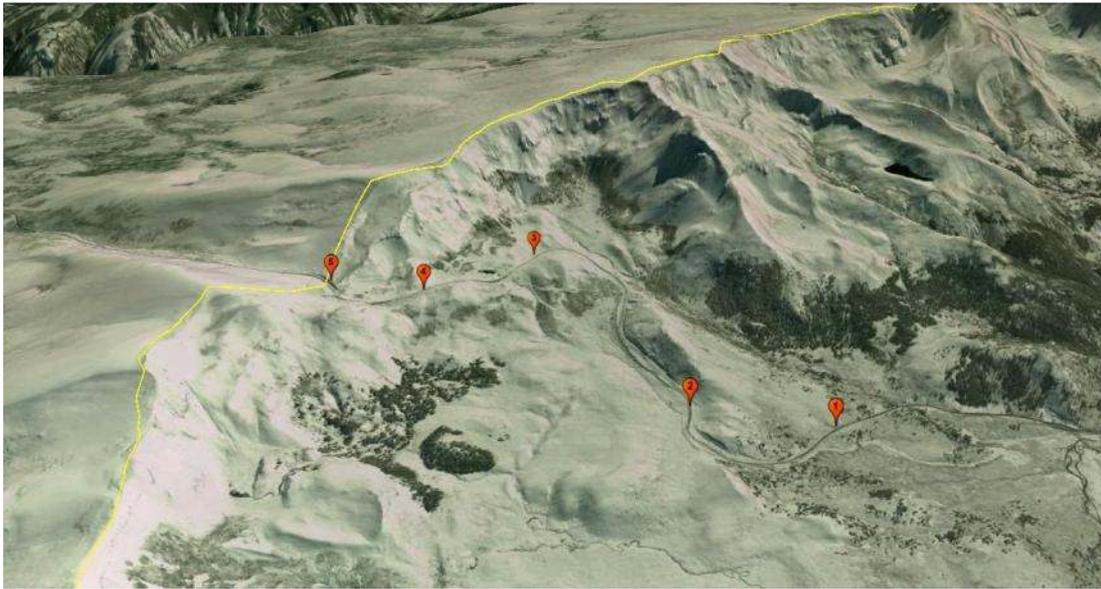


Figura 4 – Sectores afectados por voladeros

Las condiciones geométricas del terreno circundante al camino y el transporte de nieve por acción del viento se presentan según tres tipologías diferentes:

En primer lugar, corte a media ladera con transporte sobre pendiente negativa:  
Este es el caso del sector 1, donde la ladera tiene una pendiente negativa del 15 % y el corte es de altura variable entre 3 m / 10 ft y 5 m / 17 ft.

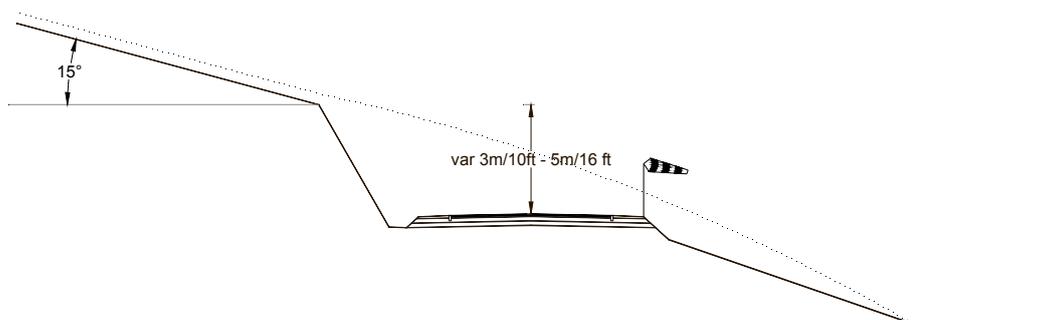


Figura 5 - Corte a media ladera con transporte sobre pendiente negativa

En segundo lugar, corte a media ladera con transporte sobre pendiente positiva:  
Esta situación se presenta en los sectores 2, 3 y 4, el transporte de nieve avanza por una pendiente positiva del orden del 10 % para alcanzar el corte, este actúa como barrera que impide el desplazamiento de la nieve.

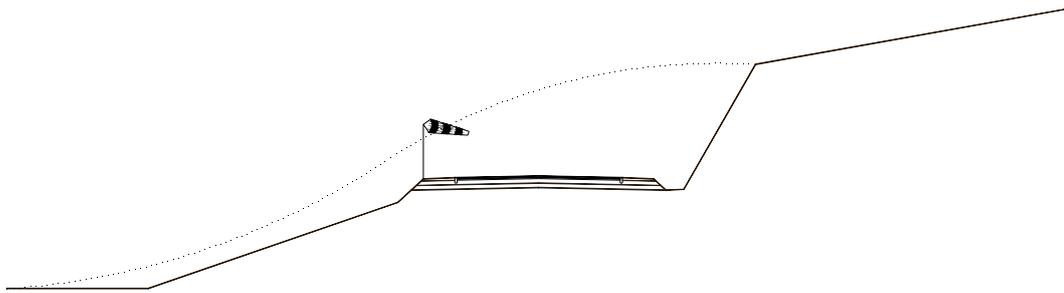


Figura 6 - Corte a media ladera con transporte sobre pendiente positiva

Por último el corte cajón:

Se observa en el sector 5 y es la disposición más desfavorable ya que el desnivel es importante, por lo tanto hay una gran acumulación de nieve y su despeje implica el transporte de nieve a sectores de acopio.

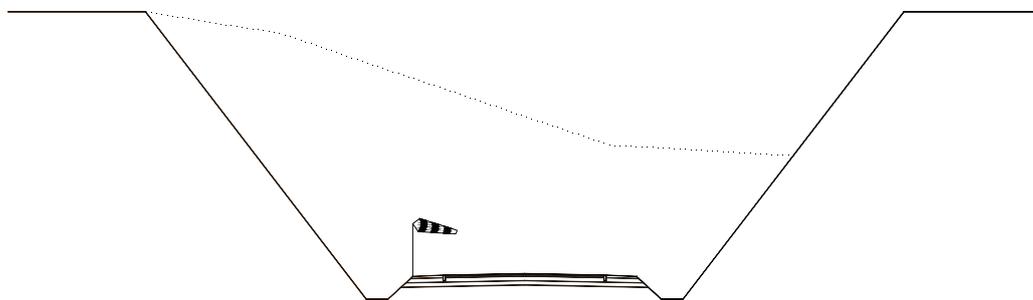


Figura 7 - Corte cajón

### 3.1.1 Trabajo de Campo - Cercas experimentales

Tiene por objeto determinar las cantidades de nieve que estarán en movimiento y desde dónde provienen a fin de definir las características geométricas de las cercas. De los recorridos efectuados en temporada estival y a partir de las características del lugar relacionadas con los sectores afectados del camino surgen las primeras hipótesis ya que la vegetación brinda información muy valiosa. Los sectores boscosos son el límite natural del transporte de nieve, por lo tanto la distancia a estos permite definir el alcance del mismo; por otra parte la vegetación arbustiva baja o nula es un indicador de las vías por las cuales la nieve se moviliza, estas franjas muestran sutiles depresiones del terreno en relación a su entorno debido al efecto erosivo del viento; otro elemento a considerar es la inclinación de los arbustos de mayor altura que dan una clara idea de la dirección del viento predominante en estas zonas.

Esta información pudo completarse en temporada invernal por medio del uso de cercas experimentales, las mismas permiten contrastar determinaciones empíricas con los métodos de cálculo establecidos en la bibliografía de referencia.

Las cercas, obtenidas a partir de pallets de madera reciclados, tienen dimensiones que permiten transportarlas y ubicarlas manualmente; estos paneles individuales de 1 m/ 3 ft de altura, se colocan en filas de 10 m / 33 ft de largo en los lugares previamente determinados.

Debido al desarrollo de escasa longitud, la nieve acumulada adopta una configuración en forma de cuña, esta característica resulta de utilidad, pues la línea que une el centro de la cerca con el vértice de la cuña define la normal al eje de la alineación definitiva y brinda información con relación al espacio de acopio necesario por detrás de la cerca.

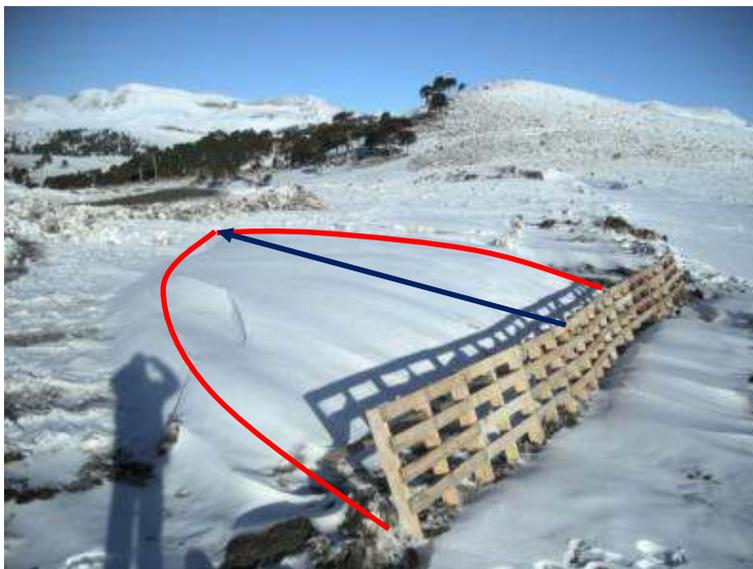


Figura 8 – Nieve acumulada en cerca experimental

### 3.2. Construcción y colocación de las cercas

Una vez definidos los sectores de emplazamiento de las cercas y sus orientaciones, se realiza el dimensionamiento y verificación estructural de las mismas; el modelo adoptado es el tipo Wyoming.

Para su materialización se utilizó madera de pino ponderosa, provista a través de un convenio con la Corporación Forestal de Neuquén.

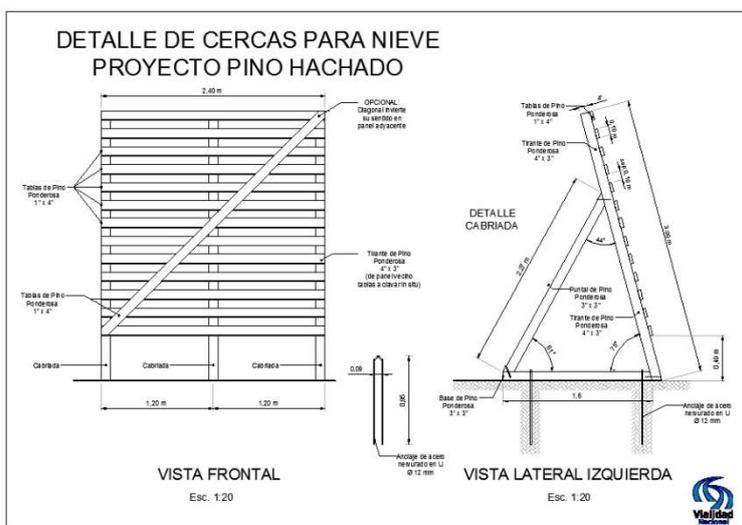


Figura 9 – Documentación gráfica de la cerca

### 3.2.1 Preparación del terreno

Por tratarse de zona de montaña el relieve es superficialmente irregular con la presencia de arbustos de baja altura, por lo tanto resulta necesaria la limpieza y nivelación de la faja en la que se emplazarán las cercas; en algunos casos se ejecutan estructuras complementarias que permiten salvar accidentes naturales del terreno, como por ejemplo terraplenes y alcantarillas.

### 3.2.2 Construcción, traslado y montaje de los paneles

Los paneles se construyen con tablas cuyo ancho es de 4" a 6", con una porosidad del orden del 35 % al 50 %; las piezas son unidas con clavos espiralados, formando paneles de 3 m / 10 ft de altura y un ancho variable entre 2,40 m / 8ft a 3,00 m / 10 ft según las partidas de tablas que el proveedor tiene disponible.



Figura 10 – Construcción de paneles

Los paneles se llevan en camión hasta el emplazamiento en obra, el posicionamiento final se realiza con una cargadora frontal. Se presentan las soleras sobre el terreno y se realiza la unión de las mismas con la pantalla y los puntales in situ; finalmente se colocan los anclajes para evitar el vuelco del panel.

Los anclajes se realizan con una barra de acero de  $\varnothing$  12 mm / N° 4 (1/2"), en forma de U invertida.



Figura 11 - Anclajes

## 4. CONCLUSIONES

### 4.1. Funcionamiento

Se verifican las etapas de acumulación previstas por la teoría de R. Tabler [1], la acumulación de nieve a sotavento es menor a la prevista y varía según la pendiente del terreno en donde se encuentra emplazada la cerca.



Figura 12 – Etapas de acumulación de nieve

Para pendientes negativas, del orden de los  $15^\circ$ , la acumulación a sotavento supera un 30% la altura  $H$  de la cerca en su punto más alto, se desarrolla  $3 H$  a barlovento y  $12 H$  a sotavento.

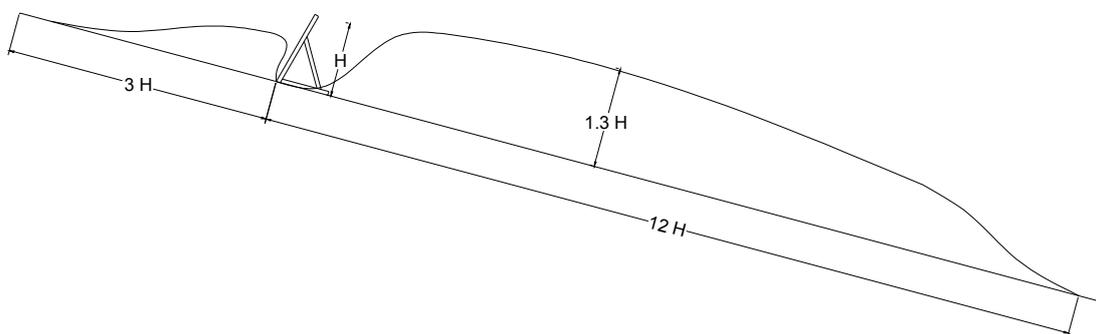


Figura 13 – Esquema de acumulación de nieve en pendiente negativa

En condiciones de pendientes positivas, del orden de los  $10^\circ$ , la acumulación es menor al caso anterior; a sotavento alcanza la altura  $H$  de la cerca en su punto más alto, se desarrolla  $5 H$  a barlovento y  $7 H$  a sotavento.

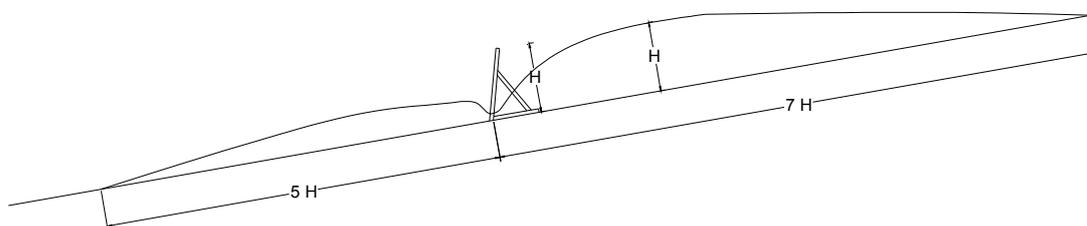


Figura 14 – Esquema de acumulación de nieve en pendiente positiva

En algunas ocasiones las precipitaciones nívicas colman el cuenco donde se emplaza la cerca, en esos casos la cerca deja de acumular y la nieve acopiada previamente permanece sin alteraciones. Para estos casos se prevé en una segunda etapa la colocación de una segunda línea de cercas.

Los sectores donde se han emplazado las cercas presentan cambios significativos en relación a la acumulación de nieve sobre la calzada, los operarios que mantienen el paso manifiestan que donde antes realizaban tareas de despeje con topadora y cargadora frontal, pueden en la actualidad conservarlos con motoniveladora. En consecuencia, hay una reducción en los tiempos de rehabilitación y una baja de costos de operación de equipos.

En tormentas de viento de moderada intensidad hay mejoras en las condiciones de visibilidad, esto permite mantener habilitado el tránsito por más horas y brinda un mayor confort a los usuarios en dichos periodos.

Cuando la velocidad del viento alcanza los valores máximos la visibilidad es muy reducida y se interrumpe el tránsito por razones de seguridad, en estas condiciones la acumulación nívica en las cercas es muy importante y en el camino se reduce aproximadamente un 80%.

En la actualidad el cierre del paso está vinculado principalmente a la formación de hielo sobre la calzada.



Figura 15 – Imágenes previas a la colocación de cercas



Figura 16 – Imágenes posteriores a la colocación de cercas

#### 4.2. Preparación del terreno

Las tareas de limpieza del terreno no deben incluir la remoción de suelo; si la base de la cerca queda hundida por debajo del plano del terreno natural se modifica la abertura inferior de la cerca, por lo que se produce acumulación en la cara a barlovento y la cerca se cubre rápidamente, perdiendo su eficiencia.

La solera debe tener un buen contacto con el suelo a lo largo de toda su longitud porque una superficie de apoyo irregular produce, con el tiempo, el descalce de los anclajes debido a las vibraciones causadas por el viento.

Es necesario considerar la ejecución de una cuneta próxima al pie de la cerca a fin de evacuar el agua de lluvia, su acumulación produce asentamientos y pérdida de adherencia de los anclajes.

Cuando se realiza la preparación de la base de asiento, se debe considerar que los movimientos de suelo no obstruyan cauces de desagüe perpendiculares a las cercas a fin de evitar la erosión y los asentamientos.

#### 4.3. Construcción

En cercas con pendiente positiva la eficiencia es menor de la prevista, por lo que se debe adoptar una revancha en la altura de la cerca del orden del 30 %.

Se debe controlar que las piezas de madera no tengan nudos que tiendan a desprenderse de la sección de la misma, si los nudos están presentes la pieza debe ser rechazada o reforzada para evitar la pérdida de capacidad o el colapso.

Es conveniente colocar los tirantes en los extremos de los paneles, esto permite la vinculación entre los mismos y favorece la distribución de esfuerzos en el conjunto bajo la acción de las ráfagas de viento.

#### 4.4. Anclajes

La guía Tabler [1] propone un sistema de anclaje como el de la figura 1, que consiste en hincar una barra de  $\varnothing 19 \text{ mm}$  / N° 6 (3/4") y fijarla a la cerca con un clip metálico en U, por medio de un bulón que vincula al mismo con la solera y el tirante. El modelo propuesto somete a fuerzas de palanca al clip y esto tiende a abrirlo; considerando que la madera que utilizamos es mucho más compresible que el abeto Douglas utilizado por Tabler, existe el riesgo de que la tuerca y la arandela se hundan en el tirante, permitiendo que el clip en U se abra y como consecuencia la barra se deslice.

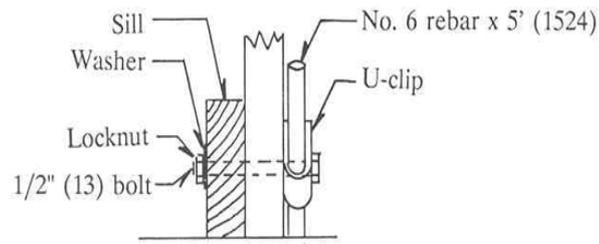


Figura 17 – Anclaje propuesto en la guía Tabler

Por lo tanto se adopta el modelo de la figura 2, que reemplaza la barra de  $\varnothing 19$  mm / N° 6 (3/4") por una N° 4 (1/2") que será hincada como U invertida.

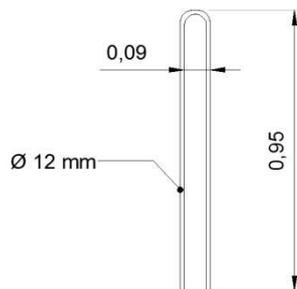


Figura 18 – Anclaje adoptado

## BIBLIOGRAFIA

1. Tabler, Ronal D. & Associates, Snow Fence Guide. SHRP-W/FR-91-106, (1991) Strategic Highway Research Program National Research Council, Washington DC.
2. No hay disponible otra bibliografía pertinente en la Argentina.