



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA FACULTAD
DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES CURSO
MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS**

**MATERIAL PRÁCTICO
INGENIERÍA FORESTAL**

***UNIDAD DIDÁCTICA B
B4: Erosión Eólica***

2020

INDICE

OBJETIVOS.....	- 1 -
<i>GENERALES.....</i>	<i>- 1 -</i>
<i>ESPECÍFICOS.....</i>	<i>- 1 -</i>
INTRODUCCIÓN	- 1 -
ACTIVIDAD PRÁCTICA.....	- 3 -
<i>EJERCICIO 1: Barreras cortavientos</i>	<i>- 3 -</i>
<i>EJERCICIO 2: Fijación de dunas y médanos</i>	<i>- 4 -</i>
<i>EJERCICIO 3: Formación de Dunas y Médanos</i>	<i>- 4 -</i>
ANEXO.....	- 6 -
<i>ESPECIES RECOMENDADAS EN ZONA DE SIERRAS Y MESETAS DE RÍO NEGRO</i>	<i>- 6 -</i>
BIBLIOGRAFÍA	- 9 -

OBJETIVOS

GENERALES

- Establecer los criterios de uso y manejo forestal para el control de la erosión eólica y la conservación de suelos
- Conocer las principales herramientas para el control de erosión eólica

ESPECÍFICOS

- Determinar las principales características para la implementación de una barrera cortavientos
- Analizar algunos de los efectos de las cortinas cortavientos en el control de la erosión eólica
- Calcular los parámetros para la longitud entre barreras cortavientos
- Analizar y discutir los principales aspectos para la fijación de dunas
- Analizar y discutir los principales aspectos para la fijación de médanos

INTRODUCCIÓN

Entre los factores que influyen en la erosión eólica, uno de los que tiene más incidencia es el flujo turbulento por encima de la velocidad umbral del suelo. Una herramienta muy utilizada para controlar este factor son las barreras cortavientos.

Las cortinas rompevientos se disponen de manera perpendicular a la dirección del viento, asimismo se debe tener en cuenta ciertas características, a saber:

- La altura de la Barrera: de esta altura dependerá la superficie a proteger
- Estructura de la barrera: está en función de la altura, longitud, orientación, continuidad, ancho y sección transversal de la barrera
- Porosidad: estudios demuestran que la mayor protección de la barrera se logra con porosidades cercanas al 50 %
- Composición de la barrera, de acuerdo al objetivo de la barrera y a las características del lugar se elegirán las especies, el manejo de las mismas, los sistemas de plantación, etc.

Otras herramientas para el control de la erosión eólica son el manejo de la cobertura y rugosidad, con éste se puede lograr la fijación de dunas y médanos.

Para la fijación de dunas se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- a) Control de los aportes de arena desde el mar: para evitar los nuevos aportes de arena desde el mar sobre toda la extensión de la costa donde esté la duna, se forma una “antiduna” o “duna provocada” por el hombre, mediante la formación de un obstáculo al movimiento de las partículas principalmente por saltación
- b) fijación de las dunas con vegetación herbácea: La obtención de una cubierta de vegetación viva se realiza mediante la siembra o plantación (transplante de matas) con especies adaptadas. Se siembra cualquier especie que pueda adaptarse a la condición ambiental del lugar, que tenga rápida germinación y emergencia y genere el primer entramado de raíces para unir los granos de arena y dejar rastros en superficie para crear cobertura y rugosidad (melilotus, cereales, etc.). La siembra debe ir acompañada de una protección superficial mediante el empleo de una cubierta (ramas, desperdicios de podas, rastros de maíz, trigo, centeno, o restos de la vegetación disponible en el lugar) para crear rugosidad superficial y detención del movimiento de partículas, o bien con la aspersión de productos que crean una película superficial uniendo partículas.
- c) Forestación de dunas: Después de formadas y estabilizadas las antidunas se inicia la plantación de especies arbóreas. Según sean las condiciones ambientales, la forestación podrá comenzar con especies tolerantes y resistentes (“tamariscos”, “transparentes” (*Myoporum* sp.), “acacias” (*Acacia saligna*, *Acacia longifolia*), plantadas en rectángulos o cuadrados de 50 – 70 m de lado, para generar pequeños ambientes protegido

Para la fijación de médanos una de las técnicas más utilizada consiste en:

- a) Prevenir la formación de focos erosivos y formación de montículos iniciales de arenas: Implica organizar los procesos productivos en base a las potencialidades de estos ambientes y a las limitaciones que define la propia estructura ambiental (climáticas, de relieve, de materiales de los suelos, tipo y cantidad de cobertura de la vegetación, etc) y funcionales de los mismos, especialmente en la determinación de un uso agrícola. En base a las restricciones de uso de cada unidad de tierras que deban manejarse, se formulará la matriz cualitativa que posibilite disponer del plan de utilización de las técnicas de manejo del cultivo y sus “rastros” a través del año.
- b) Aislamiento de las formaciones medanosas: El trabajo estabilización de los médanos se inicia con el aislamiento de los mismos y consiste en el suavizado de taludes para facilitar los trabajos de siembra, plantación, etc. Y el desplazamiento de máquinas y equipos. Se suaviza y empareja únicamente la parte del médano a trabajar en corto período de tiempo (no más de 3-4 días), debido a la gran dinámica del ambiente.
- c) Siembra y/o trasplante de vegetación herbácea: Inmediatamente a los trabajos de suavizado de los taludes se realiza la siembra de vegetación. Las especies a seleccionar estarán en función de la región y de la época del año. Debe trabajarse en forma simultánea con varias especies, unas de rápida germinación y emergencia para la protección de la superficie y otras perennes que den la estabilidad definitiva al médano. La siembra se acompaña con protección de la superficie mediante restos de vegetación. El trabajo se realiza en el período de descanso de la vegetación a transplantar (mayo a julio). En general los resultados al año muestran una supervivencia de más del 80% de las plantas, la formación pequeñas terrazas siguiendo la curva a nivel del trasplante y el suavizado de la cresta del médano al haberse cambiado el perfil aerodinámico del viento y reducido el aporte de partículas por saltación.
- d) Los trabajos de forestación siguen una técnica similar a lo descrito para la siembra y trasplante. La misma puede realizarse sobre un médano descubierto, o luego de haber logrado el primer año de cobertura con la siembra de pastos o trasplante que posibilita reducir los daños por abrasión de partículas, disminuir el ataque de animales y alcanzar un mayor logro de plantas. La combinación de la forestación con la cobertura de la superficie del médano con un tapiz vegetal de especies perennes, posibilita el desplazamiento del viento y el detenimiento de las partículas en la superficie. Cuando falta la cobertura superficial los filetes de viento pueden descalzar las raíces de los árboles y el volteo de los mismos.

ACTIVIDAD PRÁCTICA

EJERCICIO 1: BARRERAS CORTAVIENTOS

Se dispone de un lote ubicado en el Sur de Río Negro, a 900 m.s.n.m., bajo un régimen climático árido frío. Las precipitaciones anuales son de 300 mm anuales. Se dispone de sistema de riego. El pH del suelo es de 7, la textura franco arenosa, no existen impedimentos mecánicos como planchuelas ni problemas de salinización de suelos. Se pretende realizar una cortina rompe vientos para proteger cultivos. Los vientos predominantes corresponde a velocidades promedios de 35 km/h y las direcciones son:

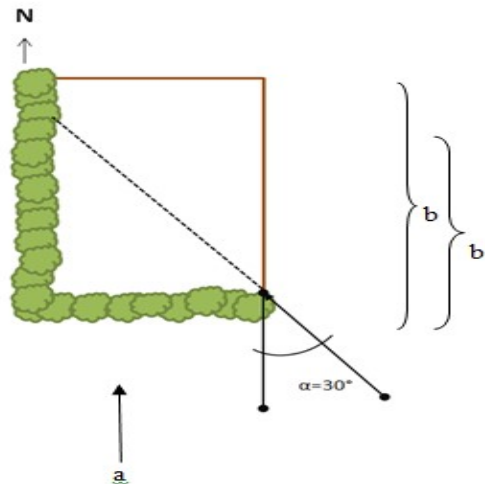
Tabla 1. Dirección de los vientos predominantes

Dirección del viento	N	S	O	E
Porcentaje (%)	17	39	33	11

- a) Esquematice donde ubicaría la cortina y justifique porqué.

Al diagramar una barrera forestal, debe tenerse en cuenta que es un proyecto a futuro y por eso es fundamental su buen diseño. Como primer paso debo tener en cuenta si existen impedimentos naturales para el establecimiento de la misma. Luego debo colocarla en el lugar correcto para que sea efectiva, si bien en este caso los vientos predominantes son del sur, pero con poca predominancia sobre el Oeste. En este caso no tendría sentido hacer una sola barrera forestal en el sur, debiera sumarle una al Oeste.

- b) Suponiendo que una cortina midiera 20 m en su parte más alta, calcule la superficie protegida cuando los vientos soplaran desde la dirección sudeste con un ángulo de desviación de 30° con respecto a la perpendicular a la barrera. El largo del lote es de 300 m (b) y el ancho 120 m (a)



Para calcular la superficie protegida debemos hacerlo a través de cálculos de trigonometría. Como se ve en la figura cuando el viento sopla con una desviación de 30 grados la superficie forma un triángulo. Debemos calcular cuánto es la superficie del triángulo respecto a la superficie del rectángulo que se formaría si el viento en vez de soplar con ángulo de 30 grados lo haría de manera perpendicular a la barrera.

Para calcular la superficie total cuando el viento sopla perpendicularmente debo calcular $A \times B$ (base \times altura), A sería el ancho de la barrera y B la distancia protegida, que sabemos que es 10 a 15 veces la altura de la barrera, (en este caso tomamos 15 veces) 15×20 metros es 300 m. Entonces la superficie protegida cuando el viento sopla perpendicular a la barrera es $120 \times 300 = 36000 \text{ m}^2$ ó 3,6 has.

Ahora calcularemos cuando el viento sopla con un ángulo de 30°

Debemos calcular la superficie del triángulo (base X altura/2) formada por A (ancho de la barrera) X altura del triángulo (desconocemos ese valor que llamamos b´) / 2

Puede calcular el valor de b´ usando la tangente

Sabiendo que el ángulo con que sopla el viento es de 30° sé que el opuesto por el vértice es de 30° también , por lo tanto el complementario es de 60°, entonces tengo un ángulo interno de 90° otro de 60°, entonces sabemos que el tercer ángulo interno será de 30°. Sobre ese ángulo aplico la tangente

Tg 30 = opuesto / adyacente

Tg 30 = A / b´

0.57 = 120 / b´

b´ = 210, 52

sabiendo b´ puedo calcular la superficie del triángulo que es (120X 210,52)/2 = 12631,2 ó 1,26 has

está superficie es el 35, 08 % de las 3,6 hectáreas que eran protegidas cuando el viento soplaba perpendicularmente

c) ¿Qué especies utilizaría y con qué sistema de plantación? Indique el diseño. Que cuidados culturales haría al respecto. Indique un cronograma para las principales actividades

Estructura y orientación de la barrera:

Se pueden hacer cortinas simples (de 1 hilera) o compuestas (de varias hileras) según las condiciones de viento del lugar. En esta región se recomienda hacer compuestas y con diferentes especies ordenadas según la altura total de crecimiento. Es recomendable plantar las especies de menor altura (ej. algún arbusto) desde el lado donde se recibe el viento,

Luego ir agregando las más altas (ej. álamos o coníferas) Esto permite que el viento vaya disminuyendo la velocidad y se eviten las turbulencias.

Es importante incluir alguna especie que sea siempre verde dentro de la cortina para mantener su función durante el invierno. Las cortinas deben mantenerse a través de la poda tanto por la sanidad de los árboles como por el mantenimiento de la permeabilidad que será del 50 %

El diseño puede variar según los objetivos, la superficie y agua disponible para riego. En el caso de las cortinas el distanciamiento entre plantas puede ser entre 1 y 2 m. Es común plantar las cortinas en forma de "tres bolillo" en donde el desfase de las filas mejora la distribución de las plantas facilitando la circulación del viento y las labores dentro de la misma (podas y apeos). En algunos casos para cortinas con álamos se recomienda un distanciamiento de 3,5 m entre filas y 1,5 m entre plantas en

zonas con clima más benéfico como en el noroeste de Chubut .

Para los macizos la distancia de plantación recomendada es 2 x 2 m. Este distanciamiento inicial puede variar según la planificación del manejo futuro del monte. Por ejemplo: si se pretende hacer una corta total del árbol para leña el distanciamiento recomendado es menor, 1 x 2 m ya que luego de un determinado tiempo se cortarán filas de por medio . En cambio si el manejo del monte será a través de la poda de los árboles a los 3 o 4 m de altura la distancia inicial puede ser la recomendada o un poco mayor (2 x 3 m o 2 x 4 m). La densidad inicial y final del monte (plantas por ha) depende también de la disponibilidad de agua para riego en el predio.

Para optimizar los insumos del cerramiento, es importante tener en cuenta la forma del mismo, que puede ser rectangular o cuadrado. El cierre puede hacerse con alambre liso de 7 u 8 hilos (dependiendo también de las varillas existentes en el mercado) o alambre tejido romboidal, siendo este último el más recomendado para evitar el ataque de la liebre. En este caso es conveniente que quede enterrado unos 10 cm.

Composición de la barrera:

Se recomienda tener en cuenta la fuente de agua para el riego de la plantación, tanto por la cantidad como por la calidad. Es recomendable hacer una prospección del suelo para identificar algún impedimento físico al desarrollo de las raíces (ej. plancha de piedra), y para definir la Vista lateral de una cortina compuesta al Viento:

Siempre es conveniente la plantación en suelos sueltos que poseen una mayor proporción de arena (textura franco arenosa). La elección de las especies depende de los objetivos de la plantación y de las condiciones ambientales del lugar. Como se mencionó en apartados anteriores, hay especies recomendadas para cortinas, para uso leñero y para ambos. También depende de las condiciones ambientales del lugar como suelo, agua de riego y temperaturas extremas, particularmente las heladas en períodos donde la planta aún tiene actividad vegetativa (primavera, verano y otoño). Hay algunas especies que son susceptibles a las heladas tempranas o tardías como la acacia blanca y algunos álamos.

Para las cortinas de reparo se utiliza generalmente el álamo criollo ya que se reproduce fácilmente y crece con rapidez. Si el agua para riego es limitada se pueden utilizar coníferas (pino ponderosa, murrayana, tuya o ciprés arizónica) ya que sus requerimientos hídricos pueden ser 2 ó 3 veces menores que los álamos . Por otra parte, como se mencionó anteriormente los álamos son susceptibles a la salinidad

Dentro de las cortinas compuestas se pueden incluir varias especies, algunas arbustivas y frutales utilizadas son: tamarisco, molle, ligustrina, grosella, corinto. Otras de mayor altura son: olivillo, olmo, ciprés, tuya, pino y álamos. Las especies recomendadas para montes leñeros son: tamarisco, molle, álamo, sauce, olmo, olivillo y acacia blanca. El olmo y olivillo son muy utilizadas ya que se adaptan a una amplia variedad de sitios, tienen buenos crecimientos y la madera es levemente más pesada (mayor peso específico) que la de las salicáceas y los pinos, característica que la hace de mejor calidad para leña

En cuanto al tamaño y edad de las plantas al momento de la plantación, varían según la especie y sitio a plantar. Por otra parte no es tan importante la edad sino que alcancen un determinado tamaño (altura y diámetro) y una similar dimensión entre la raíz y el tallo o copa del árbol.

Hay que tener en cuenta que una gran copa significa una gran superficie de evapo-transpiración, por lo que la superficie radicular debe ser la suficiente para asegurar la hidratación de toda la planta. De otro modo, cuando la planta pasa de los cuidados intensivos del vivero a los cuidados reducidos de la plantación es posible que no supere este estrés inicial y muera.

De acuerdo a la experiencia práctica en la zona la mayoría de las especies son llevadas a plantación a los 2 o 3 años de vivero, y los tamaños suelen ser entre 1,5 y 1,8 m ya sea para olmo, olivillo o acacia. El tamarisco llevado a campo es una planta producida por estacas en vivero con 2 ó 3 años de edad. Los álamos al año de edad ya pueden ir del vivero a la plantación (en Cordillera y Precordillera). Sin embargo en algunos sitios más fríos o marginales como en la estepa conviene llevar plantas más grandes, de 2 o hasta 3 años.

Hay algunas especies que se producen en maceta o pan de tierra como las coníferas que son utilizadas principalmente para cortinas. Estas especies (ciprés arizónica, tuya y pinos) se llevan a plantación con al menos 3 años de vivero, pudiendo alcanzar tamaños de 50 cm de alto. En estos casos conviene que el pan de tierra sea más alto que ancho dado que la raíz de estas especies crece más en profundidad que lateralmente. Otras especies como el molle, ligustrina, michay, zampa, mamuel choique, son también producidas en envase o maceta. Esto permite su plantación en cualquier época del año, aunque igualmente hay que evitar la época de mayores heladas por el descalce.

Cronograma:

Para plantas a raíz desnuda se recomienda plantar a finales del invierno y antes de la brotación de las plantas. Si bien las plantas en macetas se pueden plantar durante todo el año no es recomendable hacerlo en otoño, ya que las heladas de invierno sería perjudiciales.

- d) Calcule la distancia que habría que tener en cuenta para la ubicación de la segunda barrera forestal considerando que los vientos preponderantes fueran de la dirección Sur con un ángulo de 35°, una velocidad de 44 km/h, la porosidad de la barrera fuera de 40 % y la altura máxima de 15m .

$$L = 17H \left(\frac{V_t}{V} \right) \cos \alpha$$

(Ecuación 1)

Donde

L = distancia de separación entre franjas(m)

V_t = Velocidad umbral del viento (34 km/h)

α = ángulo de desviación

H= altura de la barrera

V= velocidad a campo abierto

Esta ecuación fue desarrollada para barreras con una porosidad del 40 %, y solo en estos casos puede utilizarse. Se utiliza en aquellos casos que por características intrínsecas del lote ya sea como orientación, impedimentos, relieve, etc la barrera no puede colocarse de manera perpendicular a la dirección del viento predominante, y debe ubicarse con algún ángulo respecto a éste. Me ayuda a saber dónde debo poner la segunda barrera, ya que la regla de la protección de 10 a 15 veces la altura solo cuando el viento sopla perpendicularmente. Recuérdese que la velocidad de umbral es un valor único para cada suelo y es cuando comienza a desencadenarse el proceso de erosión eólica

Solo debo reemplazar los valores de la ecuación

$$L = 17 \times 15 \left(\frac{34}{44} \right) \cos 35$$

$$L = 17 \times 15 \times 0.77 \times 0.81$$

$$L = 159 \text{ m}$$

2) e) Calcule las reducciones de velocidad del viento a sotavento a 10 y a 15 veces la altura de la barrera cuando sopla un viento de 44 Km/h perpendicular a la barrera. Proponga la distancia para la segunda barrera. La velocidad umbral para este suelo es de 34 km/h

$$\frac{V_x}{V_0} = 0.85 - 4e^{-0.2H'} + e^{-0.3H'} + 0.0002H'^2$$

V_x = Velocidad a la distancia X

V_0 = Velocidad del viento en campo abierto

$$H' = \frac{X}{\text{sen}\beta}$$

β = Angulo agudo del viento incidente

x = Distancia desde el cinturón medida en unidades de altura de la barrera

Con esta ecuación vamos a corroborar cuanto es la velocidad del viento a 10 y 15 veces la altura de la barrera cortavientos y la vamos a comparar con la velocidad umbral del suelo para ver a que distancia la barrera es efectiva.

Entonces sabemos que si el viento sopla perpendicularmente el ángulo del viento incidente será de 90°

Vamos a calcular la velocidad del viento con ángulos de 90° a diferentes distancias (valor X en la fórmula)

Calculamos H' para 10 veces la distancia

$$H' = 10 / \text{sen } 90$$

$$H' = 10$$

Reemplazamos en la fórmula (debemos calcular V_x)

$$V_x/44 = 0.85 - 4e^{0.2 \cdot 10} + e^{-0.3 \cdot 10} + 0.0002 \cdot 10^2$$

$$V_x/44 \text{ km/h} = 0.85 - 0.54 + 0.049 + 0.02$$

$$V_x/44 = 0.379$$

$$V_x = 16.67$$

16,67 km/h < 34 km/h, muy por debajo de la umbral, significa que el suelo estará protegido a 10 veces la altura de la barrera

Ahora realizaremos el cálculo con 15 veces la altura de la barrera

Con 15 H y ángulo de 90 grados

$$V_x/44 \text{ km/h} = 0.85 - 0.199 + 0.011 + 0.045$$

$$V_x/44 = 0.77$$

$$V_x = 31,1$$

31,1 km/h < 34 km/h, debajo de la umbral pero cercana

Por eso se dice que las barreras tienen una protección de 10 a 15 veces la altura. Habrá que tener en cuenta que la próxima barrera tendrá una protección 5 veces la altura a barlovento.

EJERCICIO 2: FIJACIÓN DE DUNAS Y MÉDANOS

Señale cuál de las siguientes frases son V y cuales son F. En caso que la frase sea falsa reemplázela por el término correcto:

- a) La “antiduna” tiene origen antrópico **V**
- b) Los obstáculos de las antidunas deben estar proyectados asimétricamente. **F**
Es simétricamente porque la distancia homogénea hace que el material se acumule de manera pareja evitando el vuelco
- c) Es Preferible antidunas bajas y anchas a altas y angostas **V**
- d) Se utilizan para la creación de antidunas materiales resistentes como materiales de la construcción (**F se utilizan materiales disponibles como elementos de podas, de limpieza, piedras, planchas de tosca, etc.**)
- e) Para la fijación de médanos el suavizado de los taludes debe realizarse en un breve período de tiempo (1-2 meses) de acuerdo a las condiciones ambientales cambiantes (**F. solo debe durar 3 a 4 días**)
- f) Las empalizadas se pueden formar con ramas y estacas de 1.0 a 1.5 m de altura con lo que se genera una trampa al movimiento por rodadura promoviendo una acumulación de material **F se realiza un freno al movimiento de saltación**
- g) La barrera artificial suele elevarse hasta cuatro veces a medida que se acumula material y se alcanza un equilibrio de fuerzas entre los vientos dominantes, el diámetro y peso de las partículas, el ángulo de equilibrio del talud del material que define la altura **V**
- h) La obtención de una cubierta de vegetación viva se realiza mediante la siembra o trasplante, con especies adaptadas **v** (es más eficiente el trasplante)
- i) La siembra de semillas debe intentar ser al voleo e intentar no intervenir para no disturbar el ambiente creado. **F .La siembra debe ir acompañada de una protección superficial dejando rastros en superficie para crear rugosidad y detención del movimiento de partículas o bien con la aspersión de productos que crean un película artificial uniendo partículas.**
- j) Las especies deben ser tolerantes a las condiciones ambientales del lugar y las que tengan mayor capacidad de enraizamiento, rápido desarrollo de la parte aérea y agresividad en la ocupación del terreno **V**
- k) Las especies para la fijación de dunas más utilizadas son tamarixsp, amophila arenaria Hyalis argentea, mesembryantheum edule(garra de león) y zea maíz (**F no se usa maíz**)
- l) Para la fijación de médanos la forestación con álamos es la más difundida por la facilidad de plantación ya sea desde plantas en macetas o plantación directa de estacones, por tener un crecimiento de raíces muy extendido en superficie que forma un entramado que ayuda a la estabilización de la superficie. **V**

- m) La forestación comenzará con especies adaptadas y tolerantes como acacias, tamariscos, y luego con especies tales como pinus, eucaliptos V

EJERCICIO 3: FORMACIÓN DE DUNAS Y MÉDANOS

Indique si las figuras que se encuentran debajo corresponden a médanos longitudinales, transversales, barjanes, parabólicos y no dunas de acuerdo a los porcentajes de contenido. Vincúlelo con las opciones a continuación. Utilice la Figura 1.

Opciones:

- Velocidad del viento 50 % , 50 % de arenas , 60% de vegetación **No dunas**
- Velocidad del viento 50%, 50 % de arenas, 40 % de vegetación **(fig4)**
- Velocidad del viento 80 % , 10 % de arenas, 30 % de vegetación **(fig 3)**
- Velocidad del viento 30%, 80 % de arenas, 10 % de vegetación **(fig2)**
- Velocidad del viento 60 % , 40 % de arenas, 10% de vegetación **(fig1)**
- Velocidad del viento 80 % , 20% de arenas, 80 % de vegetación **no dunas**

TP UDB B4: Erosión Eólica

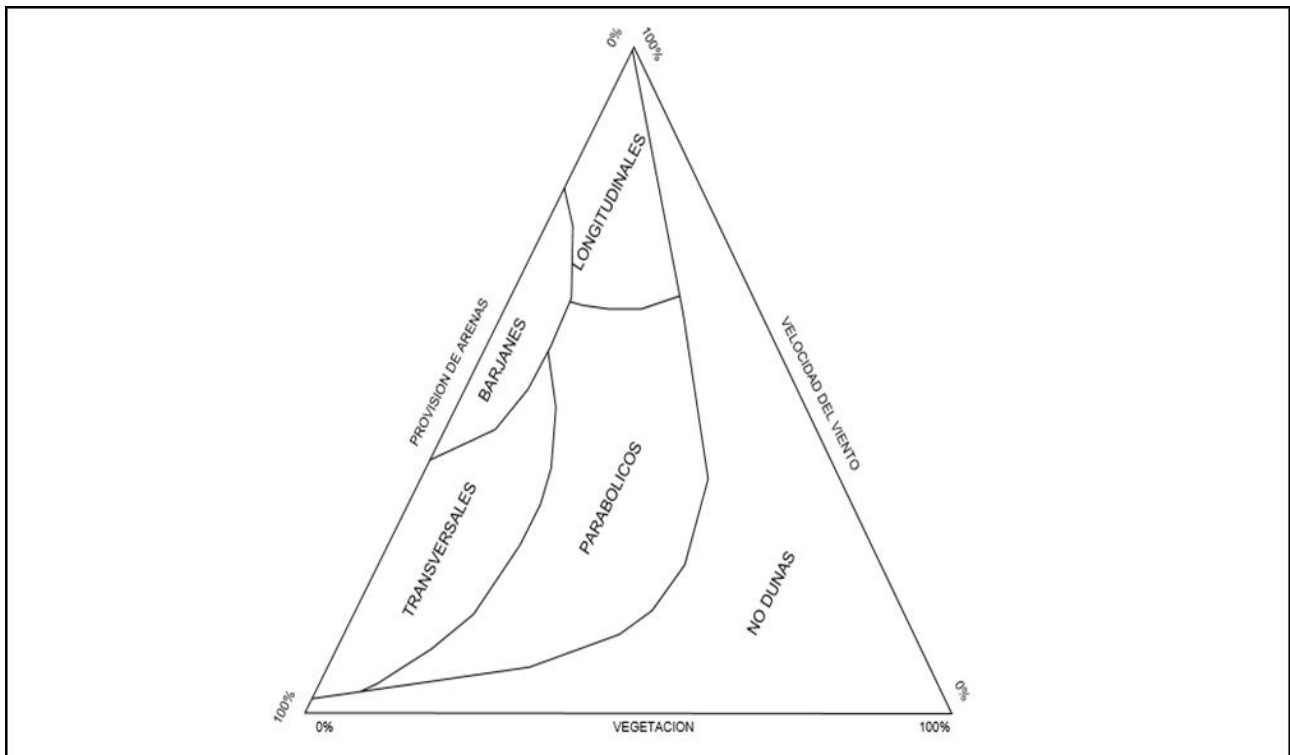


Figura 1. Cantero et al, 2010

Este gráfico me muestra el equilibrio dinámico entre los tres factores que influyen en las formas de la erosión eólica. Es necesario definir un barján: Su forma consiste en una cara suave (12 grados) a barlovento y una cara de depósito más abrupta (35 a 40 grados) a sotavento, es decir estos depósitos son medias lunas con sus cuernos apuntan en la misma dirección del viento, a diferencia de un médano parabólico

Volviendo al gráfico cuando tengo vegetación no importa la velocidad del viento ni el porcentaje de arena ya que el suelo va a estar cubierto y protegido, por lo tanto voy a tener NO DUNAS (mal llamado en el gráfico, lo correcto sería no médanos)

Cuando la vegetación disminuye casi a la mitad comienzo a encontrar otros tipos de forma. En este contexto si tengo mucho porcentaje de arenas que son un material pesado va a ofrecer resistencia y voy a tener médanos transversales, para esta condición la velocidad del viento debe ser moderada a baja y además debe haber periodos de transporte y depósito.

Cuando la vegetación es menor al 50 por ciento y tengo altas velocidades de viento y además una mayor proporción de materiales finos tendré más médanos longitudinales

Cuando el porcentaje de arena y velocidad del viento sea medio, la diferencia entre un barján y un médano parabólico será la vegetación, a mayor vegetación obtendré un médano parabólico que son médanos estabilizados, en cambio un barján es un médano desestabilizado donde ya sus cuernos han sido movilizados y está próximo a moverse.

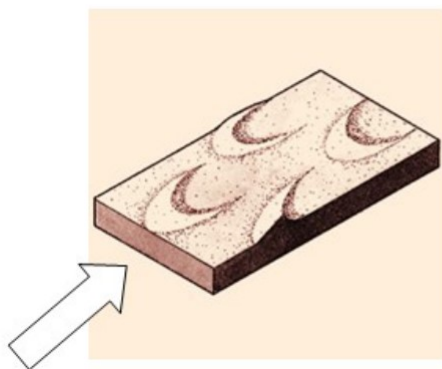


Figura 1.

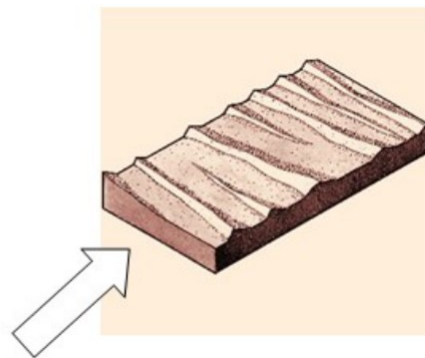


Figura 2.

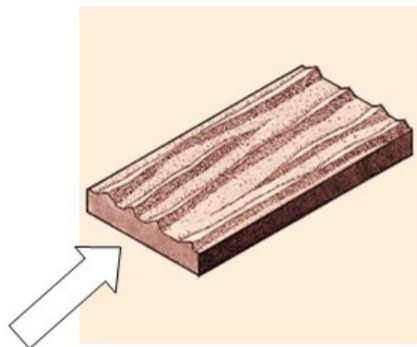


Figura 3.

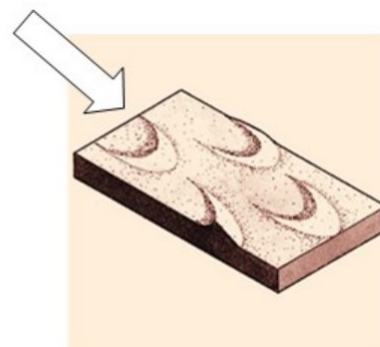


Figura 4.

ANEXO

(Fuente: Izquierdo et al, 2009. Montes leñeros y cortinas de reparo en el sur de Río Negro. INTA)

ESPECIES RECOMENDADAS EN ZONA DE SIERRAS Y MESETAS DE RÍO NEGRO

Nombre vulgar	Nombre científico	Características generales	Usos recomendados	Requerimientos ecológicos	Tipo de reproducción
Árboles y arbustos de hojas caducas					
Álamo criollo	<i>Populus nigra cv Italica</i>	Son muy rusticas, resistentes al frío, heladas, nieve y viento. Tienen la copa estrecha y alargada. Rebrotan de cepa.	Para cortinas de reparo por su fuste vertical. Madera de valor comercial. Para fijación de márgenes de arroyo	Suelos profundos, húmedos. No tolera salinidad alta.	Estacas y estacones, y barbados.
Álamo plateado	<i>Populus alba var. pyramidalis</i>	Soportan fríos intensos y altas temperaturas, fuertes vientos. Los troncos son derechos y la corteza blanco grisácea. Producen brotes de raíz muy invasores. Rebrotan de cepa.	Para cortinas de reparo o montes de reparo. Se usa para fijación de márgenes de arroyo	Tolera suelos pesados y arenosos. Resiste altos niveles de salinidad	Renuevos de Barbados y raíces
Álamo balsamífero	<i>Populus trichocarpa</i>	Mayor resistencia al frío de todos los álamos. Poseen una resina perfumada, por lo que son menos atacadas por la liebre. Rebrotan de cepa.	Para cortinas o montes de reparo	Para cortinas o montes de reparo. Suelos profundos y húmedos. No tolera salinidad alta.	Estacas, estacones y barbados
Sauce	<i>Salix sp.</i>	De porte grande, copa voluminosa. Rebrotan de cepa.	Se usa para obtención de leña, postes, varillas. Buena sombra y abrigo. Fijan márgenes de cursos de agua	Tolera suelos anegados (resisten la asfixia radicular), arenosos y arcillosos. Tolera niveles medios de salinidad	Estacas, estacones y barbados.

Olmo siberiano	<i>Ulmus pumilia</i>	Tiene una alta resiembra por semillas.	Para cortina de reparo Leña, postes y varillas		Rebrota de cepa
Olivillo	<i>Eleagnus angustifolia</i>	Sus hojas y frutos son de valor forrajero. Rebrota de cepa.	Para cortina de reparo. Para leña, postes varillas. Madera de valor comercial.	Plástica a diferentes suelos. Soporta estrés hídrico, salinidad. Sensible a fuertes heladas	Semillas, estacas.

Acacia Blanca	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Muy buena madera de valor comercial. Arde incluso cuando esta verde. Enriquece el suelo ya que fija nitrógeno. Rebrotan de cepa.	Para obtención de postes, varillas, leña. Es melífera.	Sensible a fuertes heladas (tempranas o tardías). No tolera suelos encharcados. Resiste suelos pobres.	Semillas. Brotos de raíz.
Duraznero	<i>Prunus persica</i>		Para obtención de leña, frutos. Brinda sombra y abrigo.	Sensible a heladas tardías (época de floración). Suelos profundos arenosos, tolera agua, no salinidad alta.	Semilla, injerto.
cerezo	<i>Prunus avium</i>	Son los últimos en florecer, y de corto ciclo por lo que también los primeros en ser cosechados.	Se obtienen frutos, leña	Suelos profundos (1m). Bien drenados, no tolera anegamiento, ni tolera salinidad, ni piedras a poca profundidad.	Semilla, injerto.
Guindo	<i>Prunus cerasus</i>	De raíces más superficiales que el cerezo	Frutos, leña, sombra		Semilla
Manzano	<i>Malus sylvestris</i>		Frutos, leña	Prefiere suelos profundos. Baja tolerancia a la salinidad. Requiere buen drenaje.	Semilla
Membrillo	<i>Cydonia oblonga</i>	Resistente a la sequía. Sus raíces son más tolerantes a suelos pobremente aireados	Frutos. Leña.	Se adapta a todo tipo de suelos, pero prefiere suelos franco arcillosos. Con moderada retención de humedad.	Semillas, estacas o acodos.
Sauce Mimbre	<i>Salix caprea</i>	Tiene las hojas más redondeadas. Sensible a heladas. Rebrotan de cepa.	Melífera.	No tolera salinidad alta.	Estacas.
Tamarisco	<i>Tamarix gallica</i>	Sustancias alelopáticas en las raíces (que impide el desarrollo de plantas cerca o debajo).	Para cortinas de reparo por su gran desarrollo de ramas. Para fijación de dunas. Obtención de leña.	Resiste altos niveles de salinidad. Especie plástica a diferentes suelos.	Estacas, barbados

Molle nativo	<i>Schinus poligamus</i>	De porte mediano a grande de 2 a 3 m de alto. Protege el suelo de la erosión eólica.	Se usa para tinción. Obtención de leña. Para abrigo de los animales en época de parición.	Suelos arenosos, profundos. No tolera suelos anegados.	Semilla.
Grosella	<i>Ribes Uva Crispa</i>	Ramas con espinas, la planta no supera 1,2 m.	El fruto se usa para dulce, licores, frutos en conserva, etc.	De suelos calcáreos, levemente alcalinos, sueltos, muy profundos	Acodo, estacas.
Corinto	<i>Ribes rubrum</i>	Llega hasta los 2 m de altura.	El fruto se usa para dulce, licores, frutos en conserva, etc.	De suelos más pesados (franco-arcillosos). Prefieren suelos fríos, no encharcados.	Estacas.
Éter	<i>Artemisia alba</i>	De porte bajo.	Uso medicinal. En las huertas se usa como repelente. Cortina baja	Plástica a diferentes suelos. Resiste salinidad alta.	Gajos, división de matas, estacas.
Pañil nativo	<i>Buddleja globosa</i>	Alcanza los 2-3 m de altura.	Uso medicinal.	Plástica a diferentes suelos.	Semillas, estacas.
Michay nativo	<i>Berberis heterophylla</i>	La madera se usa para tinción de tejidos	Leña. Frutos para dulce.	Suelos profundos y arenosos. No tolera suelos anegados.	Semillas.
Mamuel Choique Nativo	<i>Adesmia campestris</i>	La madera se usa para tinción de tejidos.	Leña. Hojas como forraje.	Suelos profundos y arenosos. No tolera suelos anegados.	Semillas.
Zampa Nativa	<i>Atriplex lampa</i>	Se adapta a las condiciones de aridez. Usada para revegetar.	Como cortina de reparo. Muy buena forrajera.	Sobreviven en suelos salinos y salino-sódicos.	Semillas, estacas.
Nombre vulgar	Nombre científico	Características generales	Usos recomendados	Requerimientos ecológicos	Tipo de reproducción
Árboles y arbustos siempreverdes					
Ligustrina	<i>Ligustrum lucidum</i>		Como cortina de reparo	Prefiere suelos sueltos y bien drenados.	Semilla (lenta germinación), recomendable por estaca, acodo o raíz.
Tuya	<i>Thuja orientalis</i>	Muy resistente al frío, se adapta a media sombra.	Como cortina de reparo	Prefiere suelos sueltos y bien drenados.	Semilla.

Pino	<i>Pinus ponderosa</i>	Resiste sequía. Puede crecer en lugares con menos de 400 mm de lluvias anuales.	Como cortina de reparo	Prefiere suelos sueltos y bien drenados.	Semilla.
Pino murrayana	<i>Pinus contorta</i>	Muy resistente a la sequía y al frío. Para suelos con problemas de erosión.	Como cortina de reparo	Puede vivir en diferentes suelos. Necesita luz plena.	Semilla.
Pino	<i>Pinus radiata</i>	Resiste el frío.	Como cortina de reparo	Prefiere suelos con buena aireación y drenaje.	Semilla.
Ciprés	<i>Cupresus arizonica</i> (<i>var stricta</i> , <i>var horizontalis</i> , <i>var. Arizónica</i>)	Resistente al frío y a la sequía	Como cortina de reparo. Madera para postes, leña.	Muy plástica: puede vivir en casi todo tipo de suelos. Se da bien en terrenos secos y calcáreos.	Semilla.

BIBLIOGRAFÍA

- Cantero A; J Cisneros; C Cholaky; J González y M Reynero.** 2010. Manual de Manejo de áreas sujetas a erosión eólica. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Celsi E., Montserrat A.** , 2008. La vegetación dunícola en el frente costero de la Pampa Austral (Partido de Coronel Dorrego, Buenos Aires). Extraído de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73292008000200005. última revisión octubre de 2017.
- Isla F. , Bértola G.; Farenga M.; Serra, S; . Cortizo L.,** 1999. Villa Gesell: un desequilibrio sedimentario inducido por fijaciones de médanos. Revista Asociación Argentina de Sedimentología, vol.5 no.1 La Plata.
- Izquierdo, F; Velasco V.; Nasif abdel;** 2009. Montes leñeros y cortinas de reparo en la región sur de Río Negro: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA Bariloche. Centro Regional Patagonia Norte.
- Kirkby M.J., R.P.C. Morgan.** 1984. Erosión de Suelos. Ed. Limusa.