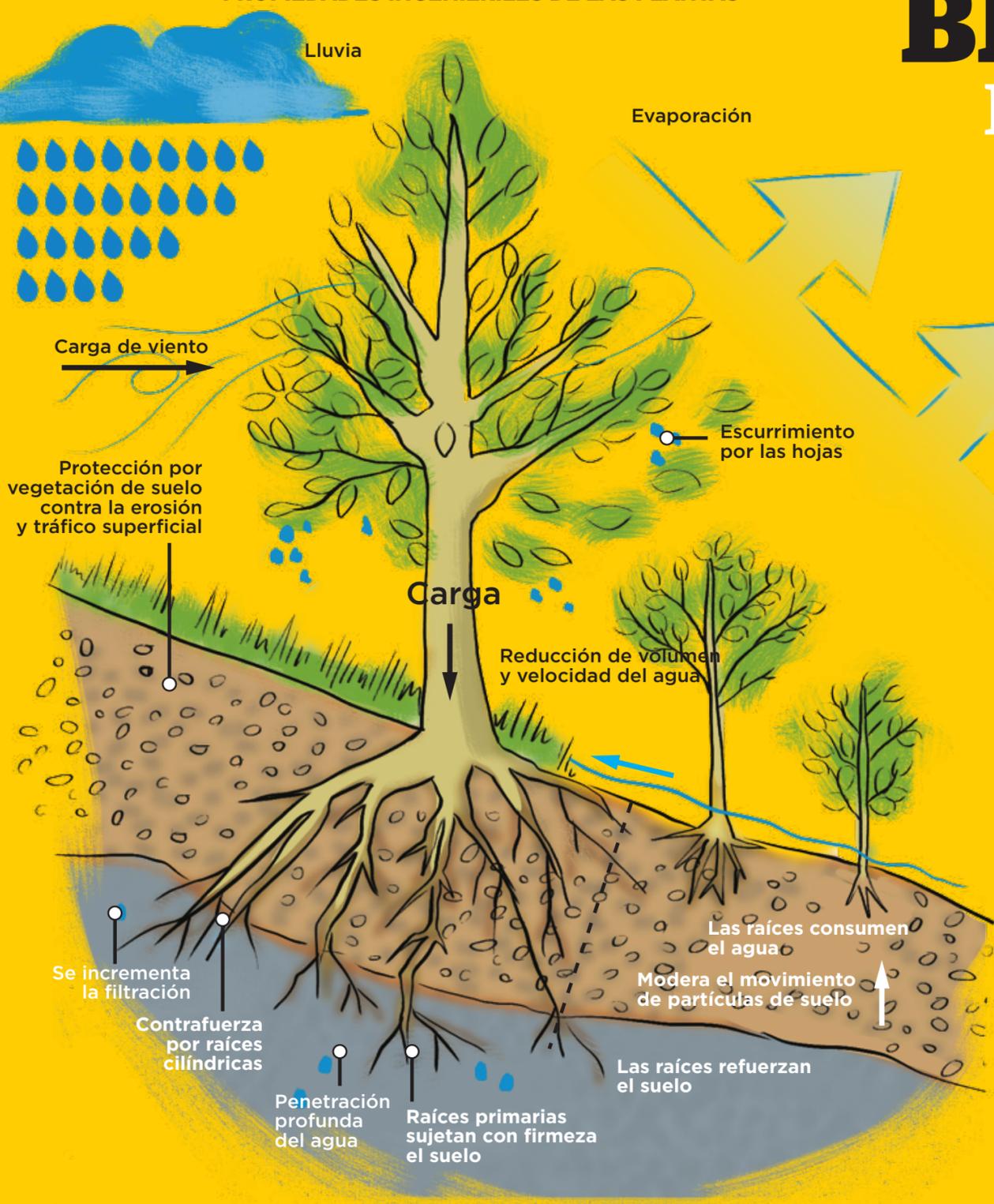


PROPIEDADES INGENIERILES DE LAS PLANTAS



# BIOINGENIERÍA:

## Prácticas de adaptación al cambio climático

La bioingeniería es la inclusión de pastos, arbustos, árboles y otros tipos de vegetación en el diseño de medidas u obras de ingeniería, para mejorar y proteger las laderas, terraplenes y estructuras de los problemas relacionados con la erosión y otros tipos de inestabilidades “superficiales” en laderas y defensas ribereñas para inundación.

La bioingeniería utiliza los efectos mecánicos e hidrológicos benéficos de una comunidad de plantas para cumplir una función de ingeniería:

- ✓ **Aumenta la resistencia del suelo al agrietamiento.**
- ✓ **Aumenta la fortaleza y competencia del suelo en el cual está creciendo debido al entramado mecánico de sus raíces y por lo tanto contribuye a su estabilidad.**
- ✓ **Protege y controla la erosión del suelo.**
- ✓ **Atrapa las partículas de suelo que se deslizan por el talud.**

### VENTAJAS

- 1** Si se establece y maneja bien, la vegetación tiende a fortalecerse con el tiempo, mientras que una estructura de concreto se va debilitando con el tiempo.
- 2** Utiliza materiales locales como vegetación y rocas, por eso es más barata.
- 3** Son técnicas estéticamente agradables y ambientalmente favorables para el entorno.
- 4** Contribuye a la mitigación de los efectos del cambio climático, por el uso de especies vegetales (plantas, árboles y arbustos) los cuales son muy eficientes para la captura de CO2.

### RECORDAR QUE:



Los árboles altos reducen más la erosión que los arbustos.

Las hierbas o malezas protegen mejor contra la erosión que los pastos.

La mejor protección se obtiene estableciendo conjuntamente todos los sistemas de vegetación: pastos, arbustos, árboles.

PROBLEMA	SOLUCIÓN INGENIERÍA CONVENCIONAL	SOLUCIÓN BIOINGENIERÍA
Ladera inestable o deslave	Muro de retención, gaviones	Reforestar con árboles al pie de la ladera o cerro
Suelos inestables saturados de agua	Muros reforzados	Barreras densas vivas, escalones de matorral, fajinas vivas
Erosión de suelos cárcavos	Muros de retención, gaviones	Barreras densas vivas, vallas de retención

# TÉCNICAS DE BIOINGENIERÍA "VERDE"

## TÉCNICA 1: Vallas de retención

Son estructuras de control de la erosión de suelo y sedimentos construidas a partir de tallos/troncos de arbustos vivos que van a seguir creciendo una vez colocadas en el suelo.

### ¿PARA QUÉ SIRVEN?

- Para estabilizar la producción de sedimentos y detener la erosión de las laderas y cárcavas.
- Para poner en marcha el establecimiento de una autosostenible vegetación en las laderas y barrancos expuestos.
- Reduce la pendiente de las laderas.
- Refuerza zonas de pendiente inclinadas y taludes de relleno, donde el exceso de humedad podría generar deslizamientos o deslaves.

### PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Se construye de la base de la pendiente hacia el tope de la ladera o cerro.

1. Prepare estacas de madera dura, que serán colocadas cada 0.75 a 1.25 m.
2. Coloque las estacas usando un nivel de mano en todo el ancho de la ladera, conforme las curvas de nivel, insértela a una profundidad de 50 cm. y compacte el material alrededor de cada estaca. Quedara por fuera entre 30 cm. y 50 cm.
3. Coloque troncos de madero negro u otra especie horizontalmente y sujete firmemente a los postes con alambre o cuerdas (mecates). También puede colocar ramas entrenzadas de bambú u otra especie.
4. Rellene el área detrás de la valla con maleza local y piedras angulares. Siembre retoños o esquejes aguas arriba.
5. Calcule la distancia entre las vallas (dependiendo de la pendiente del lecho de la cárcava y los niveles de erosión). Donde la erosión constituya un problema, las vallas se pueden colocar en intervalos de 2-3 metros.



### MATERIALES

- Estacas de madero negro
- Estacas de madera
- Cordeles y cuerdas
- Material vegetal



### HERRAMIENTAS

- Pala
- Martillo



## TÉCNICA 2: Zampeado de piedra con vegetación

Fortalece la base del talud o ladera para prevenir la erosión y la socavación. Crea una barrera fuerte en la base del talud y atrapa el material de erosión de la parte superior del talud para que no entre al desagüe.

### ¿PARA QUÉ SIRVEN?

- Captura el material erosionado que baja por el talud.
- Refuerza el suelo en la base del talud.
- Protege la base del talud previniendo erosión en la base.
- Mejora el suelo y las condiciones de crecimiento en la base del talud utilizando el material podado como abono.

### PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

1. Seleccione rocas duras y angulares para construir la base de la pared de piedra.
2. Limpie la base del talud de cualquier desecho.
3. Haga un ligero corte en la base del talud para formar una grada en la cual colocar las rocas angulares.
4. Construya un zampeado de piedra de unos 300-500 mm. de alto con una base de 300 mm.
5. Coloque la piedra en la parte trasera del talud a un ángulo de 5° de la vertical.
6. A medida que va construyendo el zampeado de piedra coloque retoños de pasto en los espacios entre las rocas asegurando que la raíz del pasto queda en el subsuelo.



### MATERIALES

- Rocas angulares o bolón
- Plantas de pasto (retoños o plántulas) como Vetiveria zizanioides (pasto Vetiver)
- Estacas de madera dura de Gliricidia sepium (madero negro) (si se requiere estacas).
- Plántulas de árboles pequeños y arbustos si es necesario sembrar.
- Nivel y mecate.



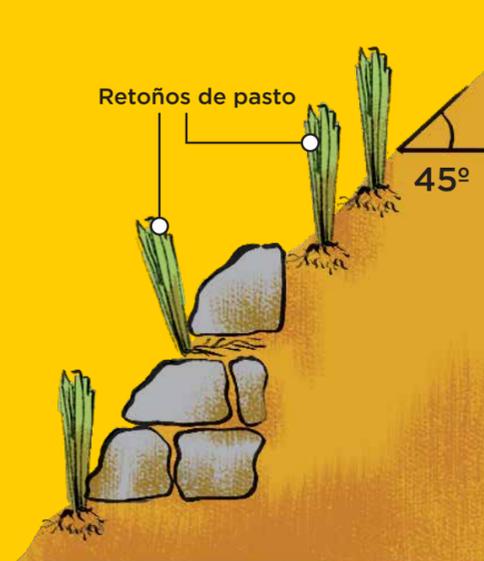
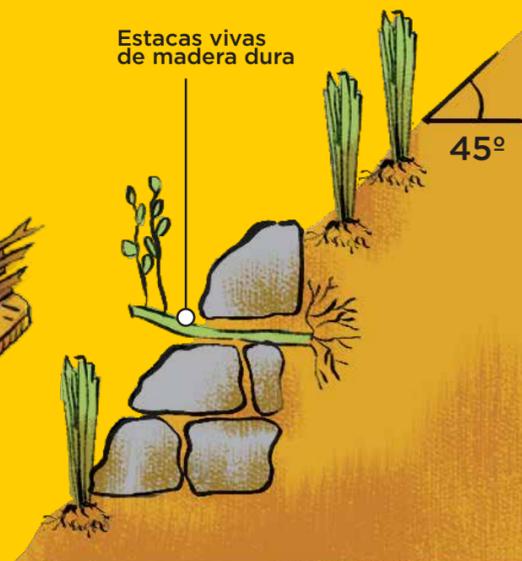
### HERRAMIENTAS

- Barra para sembrar
  - Machete
  - Martillo de mampostería para recortar las piedras
  - Pata de chanco.
- Especies
- Vetiver, pasto elefante y madero negro.



### MANEJO

- Resiembra: Mantenimiento anual general
- Reparación: A 90 cm., cada 3-5 años



## TÉCNICA 3: Barreras densas vivas

Una barrera densa forma un denso entorno que se establece a lo largo del talud, utilizando material que tiene la capacidad de propagarse a partir de estacas de madera dura colocadas horizontalmente o las gramíneas.

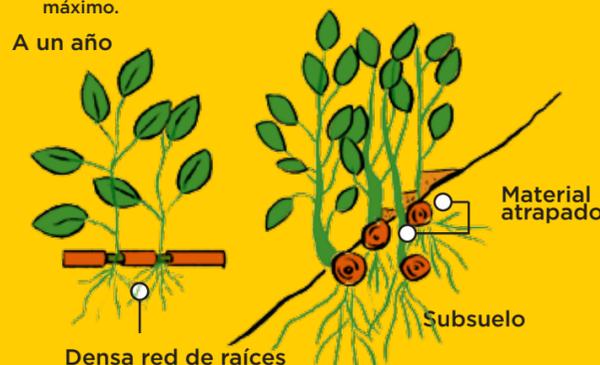
### ¿PARA QUÉ SIRVEN?

- Captura material (suelo y piedras) de hasta 10 centímetros que baje por el talud.
- Refuerza el material del talud mediante una red de raíces.
- Protege la superficie del talud del impacto de la lluvia mediante una densa y baja barrera viva.
- Mejora el sitio al estabilizar las áreas inestables y rellenas y permite la colonización natural.
- Fortalecer los costados de las cárcavas y las áreas vulnerables debajo de los sitios de descarga de las alcantarillas.
- Protege los drenajes para que no se bloqueen con rocas pequeñas desde arriba del talud.
- Rehabilitar los sitios de disposición de desechos.

### PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

1. Establecer un contorno a lo largo del talud.
2. Preparar estacas de madero negro. Haga un corte anular en la corteza de las estacas a intervalos de 30-50 centímetros para estimular el crecimiento de raíces a lo largo del tronco. Prepare manojos de 4-5 y consérvelos en un lugar fresco y sombreado hasta que los utilice.
3. Prepare una zanja de unos 20 centímetros de profundidad en el contorno del talud.
4. Para conservar la humedad del suelo no abra grandes áreas de zanja antes de que las estacas estén listas para colocarlas a lo largo del contorno.
5. Coloque los manojos de estacas en la zanja. Asegúrese de que hay traslape entre los manojos de estacas.
6. En la parte basal de cada estaca crecerán raíces y también en los lugares donde se ha hecho el corte anular en la corteza de la estaca. Para que la barrera sea lo más fuerte posible no debe haber traslape en estos puntos donde están las raíces más fuertes.
7. Cubra las estacas con 10 centímetros de tierra como máximo.

A un año



### CONDICIONES EN EL SITIO

- Las barreras de Gliricidia sepium (madero negro) son más eficaces en suelos arenosos o sueltos.
- Utilizar en pendiente de talud de hasta 30°. Pueden construirse en taludes más empinados pero no es aconsejable tener árboles sin manejo en taludes muy empinados debido al exceso de carga en el talud y el riesgo de colapso. Si se utilizan las barreras en taludes más empinados se puede podar o descopar.
- Las barreras de Pennisetum purpureum (pasto elefante o King Grass) se pueden utilizar en taludes pronunciados de hasta 45°.



### MATERIALES

- Estacas de Gliricidia sepium (madero negro) con un diámetro de entre 6 y 7 centímetros y entre 1 y 2 metros de largo, con cortes anulares en la corteza a intervalos de entre 30 y 50 centímetros.
- Se necesitan 4 m. de estacas de madero negro por metro corrido de zanja.



### HERRAMIENTAS

- Mecate
- Estacas
- Nivel para hacer el contorno
- Machete
- Palas/piocha



### ESPECIES

- Gliricidia sepium (madero negro)
- Pennisetum purpureum (pasto elefante)



Diámetro 50-70 mm

Prepare estacas de madero negro con anulares en la corteza a intervalos de 300-500 mm

