

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE

**SENA**

BOGOTA – COLOMBIA

AGENCIA INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO

**USAID**

BOGOTA – COLOMBIA



# **PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION**

## **MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA**

### **MODULO 3: “CONSERVACION DE SUELOS”**

CONSORCIO HIDRAULICO MUNDIAL S.A.

“CHIMU”

AMSA CONSULTORES  
AGRO-INGENIERIA, S.A.



Manejo y Conservación de Suelos y Agua- Vol3.Conservación de Suelos by [Sistema de Bibliotecas Sena](#)  
is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported License](#).  
Creado a partir de la obra en <http://biblioteca.sena.edu.co/>.

## C O N T E N I D O

Introducción	1
La conservación del suelo	1
Desarrollo de las plantas con y sin riego	2
Tipos de erosión	3
Erosión natural	3
Erosión acelerada	3
Erosión laminar	3
Erosión en surcos	3
Erosión en surcos	4
Erosión en terracetas	4
Erosión por lixiviación	4
Prácticas de conservación de suelos	5
A- Prácticas culturales	5
Selección de cultivos	5
Siembras en contorno	5
Coberturas vegetales	6
Barreras vivas	6
Sombrío	7
Cortinas rompevientos	7
Incorporación de materia orgánica	7
Prácticas mecánicas	8
Construcción de canales de desviación	9
Construcción de estructuras de contención	9
Vegetación de cárcavas	9
Surcos en contorno	10
Cómo hacer un nivel sencillo	10
Así determinamos la pendiente	10
Para marcar curvas a nivel	11
Trazado y construcción de surcos en contorno	11
Jagüeyes	12
Estudios previos a la construcción	13
A- Localización del vaso	13
B- Determinación de la textura y permeabilidad	13
C- Nivelación	14
D- Altura máxima y taludes	14
E- Aliviadero o vertedero de demasías	15
Construcción del dique	16
Mantenimiento	17
Resumen	18
Glosario	19

**INTRODUCCION**

Uno de los problemas más graves que afronta la humanidad actualmente, es la destrucción y pérdida del suelo, hecho paradójico por cuanto es el mismo hombre quién con sus prácticas incorrectas, la tala y la quema de pastizales, o la construcción de grandes obras, propende a su destrucción, mientras por otro lado el crecimiento de la población mundial día a día requiere más alimentos que podrían producirse en esos suelos que progresivamente se pierden sin posibilidad de recuperación. Es esta la razón principal que nos obliga a tomar conciencia y transmitirla a nuestros semejantes para hacer un uso racional de este recurso suelo y conservarlo.

**LA CONSERVACION DEL SUELO**

Es todo proceso, factor, práctica o recurso técnico de tipo mecánico, vegetativo o agronómico para conservar y mejorar los recursos naturales renovables (suelo, agua, flora y fauna).

El éxito de conservar y mejorar el suelo depende de la eficiencia de cada práctica.

Por ejemplo:



**NO!**

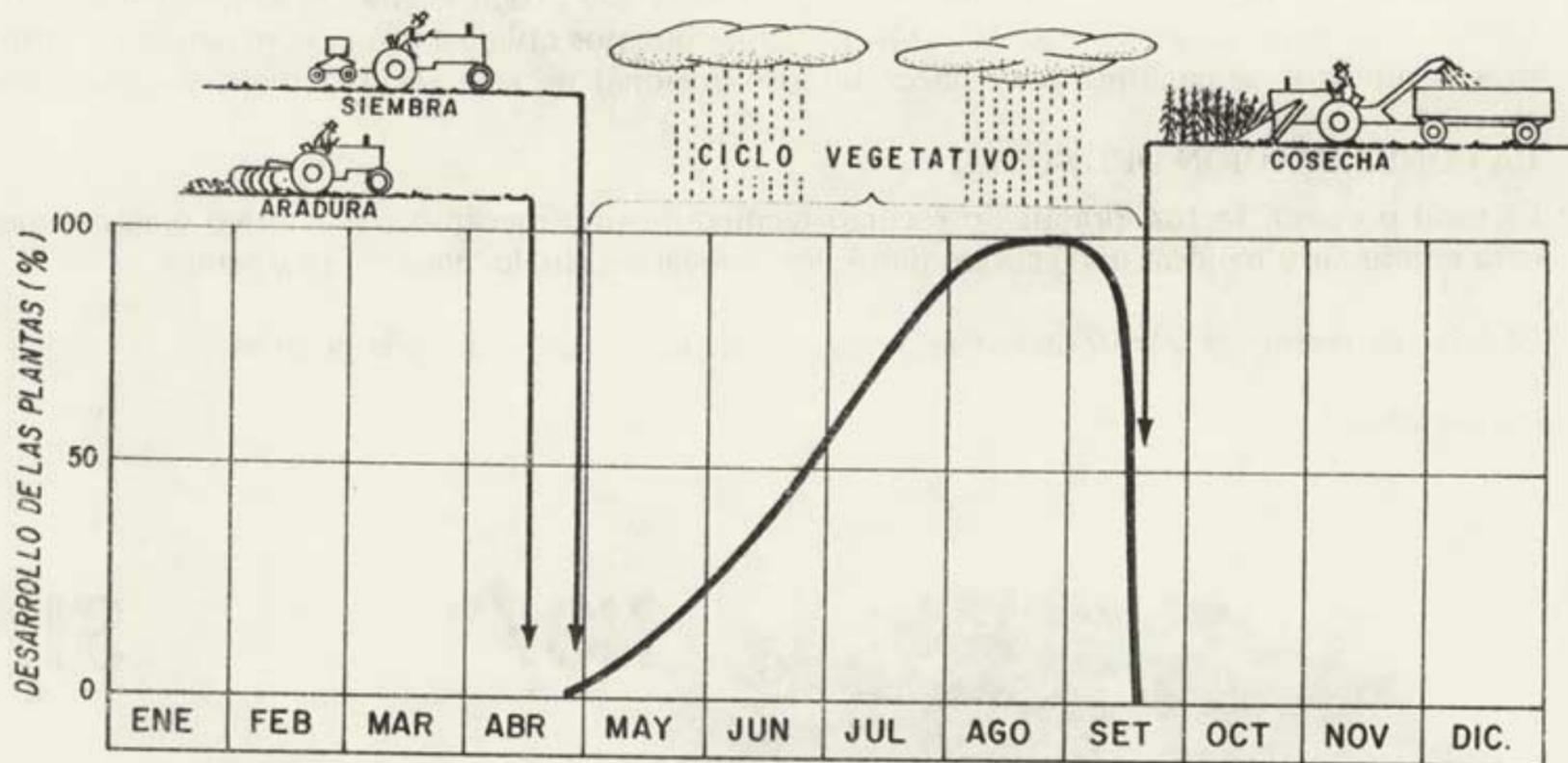


**SI!**

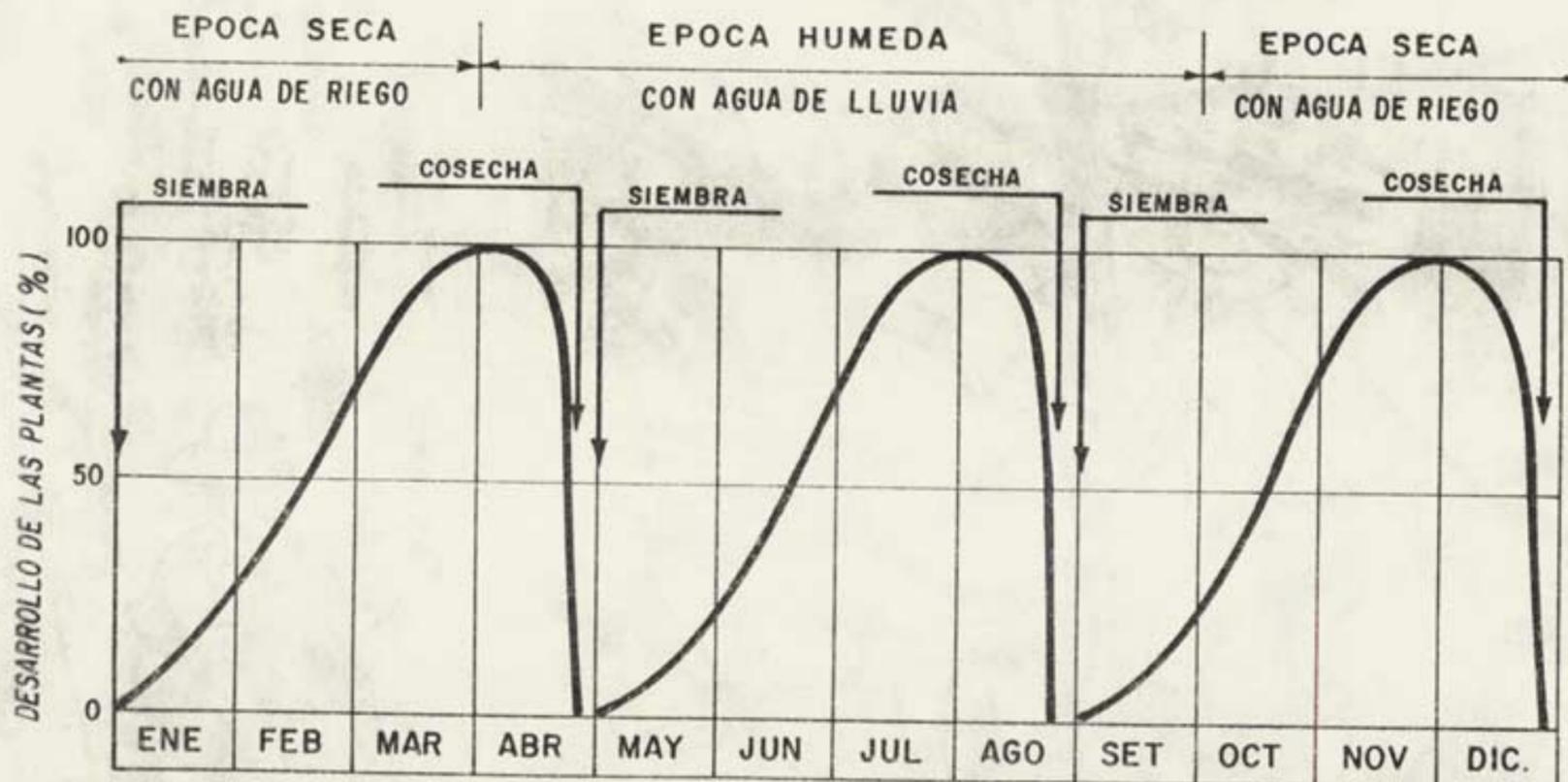
**¡ NO TALAR, NI QUEMAR !**

**¡ REFORESTAR !**

Las plantas, para poder formar un gramo de materia orgánica seca, requieren de 200 a 500 litros de agua tomados en forma natural de las lluvias. Pero, su crecimiento y producción serán buenos o malos de acuerdo al ciclo hidrológico.



CULTIVO DE MAIZ, DEPENDIENTE DEL AGUA DE LLUVIA



CULTIVO DE MAIZ EN EL AÑO, CON AGUA DE RIEGO COMPLEMENTARIO

Sin embargo, el hombre a través del riego, puede proveer agua a los cultivos en cualquier época del año, especialmente en los períodos críticos del ciclo vegetativo.

**Erosión Natural.** Son procesos naturales a través de prolongados períodos causados por factores climáticos, entre los que destacan la erosión eólica producida por el viento en zonas de terreno suelto y la erosión geológica debida al intemperismo.

**Erosión Acelerada.** Son procesos causados por intervención del hombre y en los que la acción del agua a través de la lluvia principalmente produce la erosión. Las gotas de lluvia al impactar desprenden partículas del suelo que se dispersan y a su vez esas partículas son arrastradas, causando diferentes efectos y determinando diversos tipos de erosión:

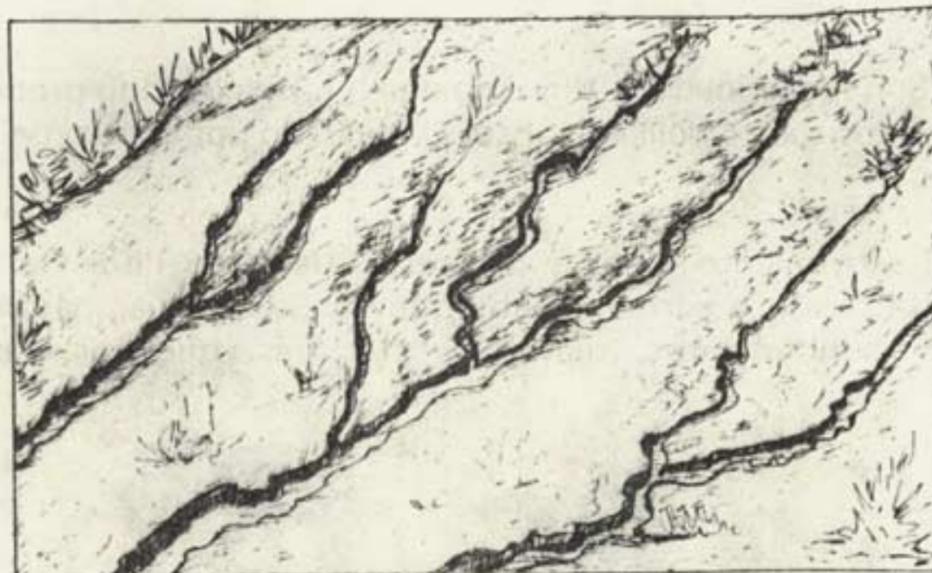
**Erosión Laminar.** Que consiste en el arrastre uniforme de delgadas capas de suelo por el agua. Si es muy intensa puede aparecer la roca desnuda.

Destruye la capa arable del suelo. Los terrenos con pendiente sembrados de cultivos limpios o plantaciones que requieren de desyerbos periódicos, son los más propensos a este tipo de erosión.

**Erosión en surcos.** Provocada por el escurrimiento del agua en surcos más o menos paralelos. Una práctica que favorece este tipo de erosión, es el cultivo en sentido de la pendiente. A lo largo del tiempo se forman cárcavas por lo que se deben efectuar medidas de control oportunamente.



EROSION LAMINAR



EROSION EN SURCOS

**Erosión en cárcavas.** Cuando hay mayores volúmenes, la irregularidad en el terreno permite la unión de varios surcos que dan origen a la formación de cárcavas, zanjias profundas y aún barrancos. Esta es la más peligrosa porque se pierde mayor cantidad de tierra laborable y produce deformaciones en el terreno.



EROSION EN CARCAVAS

**Erosión en terracetas.** (patas de vaca) producida por el paso continuo del ganado (sobre-pastoreo).

Compacta el suelo y destruye la cobertura vegetal; origina posteriormente la erosión por surcos y cárcavas.



EROSION EN TERRACETAS

#### Erosión por Lixiviación

Es causada por la infiltración del agua y la fuerza de gravedad. Se presenta bajo las siguientes formas:

1. **Deslizamientos:** Generalmente son rápidos y se presentan cuando el agua al infiltrarse encuentra capas impermeables que facilitan la caída de la parte de encima por gravedad.
2. **Derrumbres:** Porciones de suelo se desplazan hacia abajo en terrenos con pendientes en forma progresiva.
3. **Coladas de Barro:** Son remociones de flujo rápido en forma de lodo producidas por saturación excesiva de agua en los suelos delgados. Esto es ayudado por el peso de los árboles, construcciones, etc.
4. **Soliflucción:** Es el movimiento lento y progresivo de capas de suelo producida por aguas provenientes de infiltración o corriente subterráneas. Se observan pastos o árboles inclinados y formación de hundimientos suaves, y terrazas que avanzan algunos cm/año.

### PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS

El éxito de conservar el suelo depende de la eficacia de cada práctica en combatir la erosión, existiendo las prácticas culturales o agronómicas y las prácticas mecánicas.

#### A) PRACTICAS CULTURALES

Las prácticas culturales son las más efectivas y económicas. Se busca la protección del suelo contra la erosión mediante sistemas alternativos de manejo de los cultivos. Se aplican según el tipo de suelo, la pendiente, el cultivo, la distribución de lluvias.

Se utilizan diversas prácticas culturales:

##### 1. Selección de Cultivos

Se utiliza plantas que ofrezcan mejores condiciones de protección al suelo en relación a las condiciones naturales del terreno. **Cultivos limpios**, como el maíz y hortalizas, por ejemplo, se cultiva en suelos cuya pendiente no exceda al 20 o/o.

En **cultivos densos** como caña que posee buen macollamiento se cultiva en pendientes hasta de 50 o/o. Los pastos se cultivan también en pendientes hasta de 50 o/o.

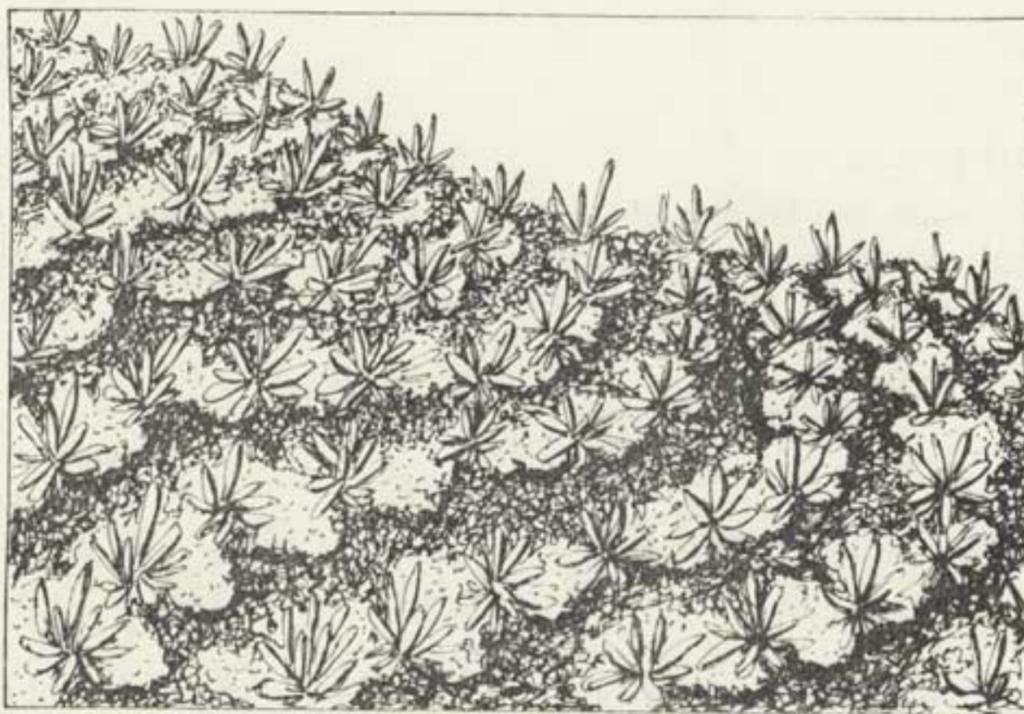
##### 2. Siembras en Contorno

Se siembra en la pendiente siguiendo las curvas de nivel. Esta siembra debe ser complementada con labranza en el mismo sentido y con prácticas adicionales como acequias, barreras vivas y coberturas.



### 3. Coberturas vegetales

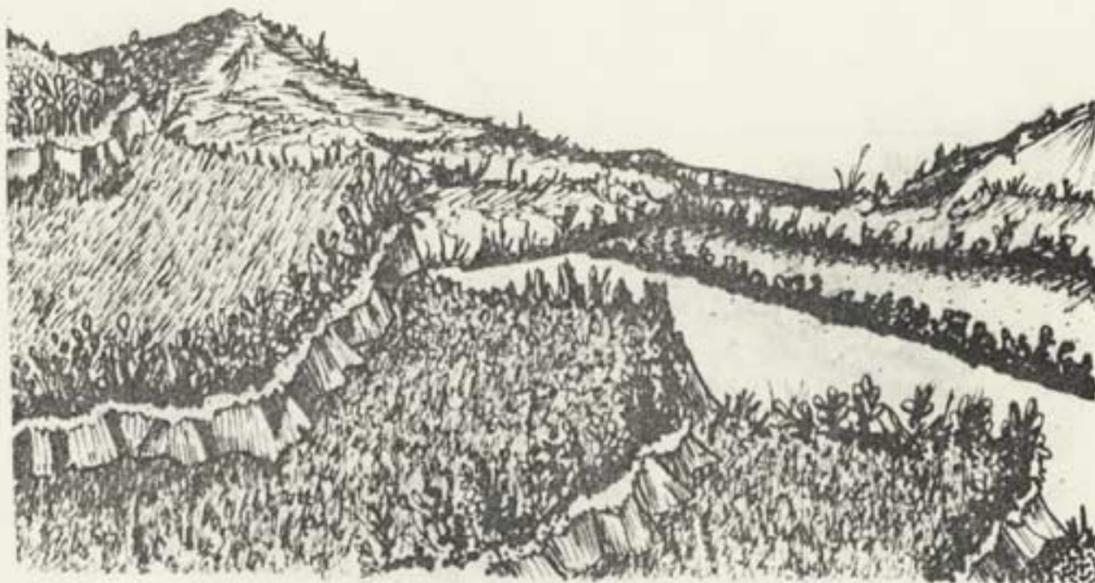
Proporcionan mayor protección al suelo. Consiste en establecer una cubierta densa y permanente de plantas, especialmente nativas, colocadas entre plantas y surcos para amortiguar las gotas de lluvia. Son recomendables las leguminosas de tipo rastrero para esta práctica.



PROTECCION DE UN CULTIVO CON COBERTURA VEGETAL

### 4. Barreras vivas

Se siembra hileras de plantas de crecimiento denso siguiendo las curvas de nivel. Cuando las pendientes son excesivas, o cuando se tienen bordes de barrancos conviene hacer 2 ó 3 filas de barreras vivas. Se utilizan plantas como el limoncillo, crotalarias, citronela, pasto imperial, pasto elefante. Se corta periódicamente para evitar que crezcan demasiado o invadan los cultivos. Su eficiencia es media y se debe combinar con otras prácticas.



BARRERAS VIVAS

### 5. Sombrío

Es una práctica efectiva siempre y cuando las plantas produzcan hojarasca y se complemente con una cobertura vegetal densa. Constituye una protección inicial contra las gotas de lluvia. Se utiliza sembríos de guamo o plátano.

Es muy usado en los cafetales cuando las plantas de café tienen buen tamaño; en cambio, no se acostumbra cuando son bajas y tienen buena densidad.



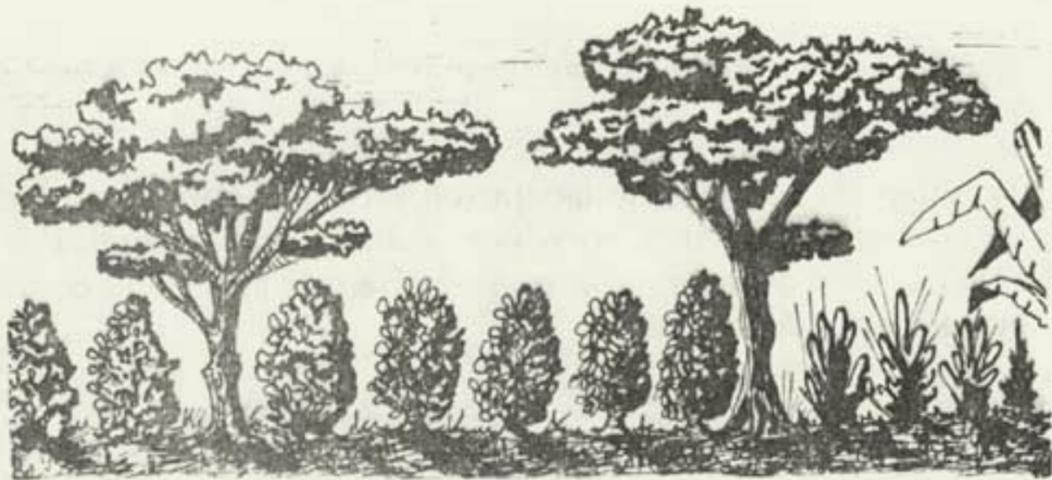
CULTIVOS EN FAJAS CON COBERTURA VEGETAL ENTRE SURCOS

### 6. Cultivos en fajas

Puede ser mediante el empleo de surcos dobles. Consiste en sembrar hileras de 2 surcos separados por calles con cobertura vegetal. Estas facilitan luego la cosecha del cultivo.

### 7. Cortinas rompevientos

Son obstáculos de vegetación cultivados perpendicularmente a la dirección del viento dominante, con el propósito de atenuar o anular su intensidad. Sin esta cortina habrían problemas de erosión eólica; esto afecta principalmente a superficies sin cubierta vegetal.



Las cortinas de una o varias hileras se establecen según la intensidad de los vientos y el carácter del cultivo a proteger.

### 8. Incorporación de Materia Orgánica

El estiércol, residuos vegetales y abonos verdes devuelven al suelo los nutrientes que se pierden por lavado o volatización (arena). Los abonos verdes deben incorporarse tiernos. La pulpa de café, por ejemplo, es una importante fuente de materia orgánica.

**B. PRACTICAS MECANICAS:**

Estas prácticas se utilizan para evacuar la escorrentía o agua sobrante de las lluvias que no alcanza a penetrar en el suelo. Esta será más intensa a medida que las lluvias sean mayores y la pendiente más pronunciada. Se evacúa las aguas de escorrentía mediante desagües naturales, protegiéndose con vegetación nativa y plantas protectoras como la *guadua*, caña brava, pastos, bambú, etc.



DESAGUE NATURAL PROTEJIDO Y ACEQUIAS DE LADERA QUE CAPTAN LAS AGUAS DE ESCORRENTIA

En sitios de excesiva pendiente se debe construir escalones de piedras, diques amortiguadores y fajas de pasto.

También las acequias de ladera son especialmente recomendables en zonas con fuertes lluvias y en suelos arcillosos poco permeables. Estas acequias se protegen con barreras vivas. La construcción debe empezar por la parte más alta, de lo contrario se dañarían las más bajas con el aguacero fuerte.



PROTECCION DE CAÑOS CON PIEDRAS UNIDAS CON MALLA DE ALAMBRE

**CONTROL DE CARCAVAS.** Consiste en impedir su formación, o rehabilitar cárcavas pequeñas y/o estabilizar cárcavas mayores, a través de:

- A. Construcción de canales de derivación
- B. Construcción de estructuras de contención
- C. Vegetación de cárcavas.

- A. **Construcción de Canales de Desviación.** Estos canales impiden que la escorrentía de la zona de captación de aguas penetre en la cabecera de la cárcava. Se construye un canal de desviación en la parte superior de la cárcava, procurando que este canal descargue en una vía natural adecuada de caudal o curso de agua. Hay que cuidar que el emplazamiento del canal de desviación esté lo suficientemente alejado de la cabecera de la cárcava, para evitar que dicho canal se hunda en la cárcava.
- B. **Construcción de Estructuras de Contención.** Cuando la pendiente de la cárcava es fuerte, se construye en la misma sucesivamente estructuras de contención de madera, piedra, arbustos, alambre tejido o tierra con sus respectivos rebosaderos. Los mismos impiden la acción erosiva de las aguas porque controlan su velocidad y acumulan los materiales de suspensión delante de las mismas estabilizando en cierta forma su crecimiento.
- C. **Vegetación de Cárcavas.** Como complemento de los canales de desviación es necesario sembrar vegetación en las cárcavas controladas. En muchos casos esta práctica sola puede prevenir y evitar aún el crecimiento de las cárcavas.



PROTECCION DE CAÑOS CON GUADUA PARA CONTROLAR LA VELOCIDAD DEL AGUA DE ESCORRENTIA

**SURCOS EN CONTORNO**

Para preparar surcos en contorno necesitamos señalar las curvas del mismo nivel en el terreno. Esto se puede hacer con un nivel sencillo, que nosotros mismos podemos construir.

Necesitamos estos materiales:

- Una manguera de plástico transparente de 15 metros de longitud y diámetro mínimo de 1.5 cm. (5/8").
- Dos listones de madera de 2 metros cada uno y graduados en centímetros.
- Dos metros de alambre - Un embudo.

**Como se construye:**

1. Amarrar la manguera a los listones con alambre.
2. Colocar los dos listones lado a lado y al mismo nivel.
3. Echar agua a la manguera con el embudo, hasta que el agua suba un metro en ambos lados.
4. No deben quedar burbujas de aire en la manguera.



**Así determinamos la pendiente**

1. Separar los listones 10 metros uno del otro
2. Determinar cuanto ha cambiado el nivel de agua en la manguera. Este cambio viene a ser la diferencia de altura entre los dos puntos.
3. Este es el cálculo para la pendiente:

$$\text{PENDIENTE} = \frac{\boxed{\text{CAMBIO EN NIVEL AGUA (m)}}}{\boxed{10 \text{ METROS}}}$$

Ejemplo: Si el agua cambia 50 centímetros al mover un listón a 10 metros del otro, la pendiente será:

$$\frac{50 \text{ cm}}{10 \text{ m}} = \frac{0.50 \text{ m}}{10 \text{ m}} = \frac{5}{100} = 0.05 = \boxed{5 \text{ o/o}}$$

**Para marcar curvas a nivel**

Separa los listones. Cada vez que el agua se mantenga en el mismo nivel en ambos listones, tendremos dos puntos al mismo nivel.

**Surcos en Contorno**

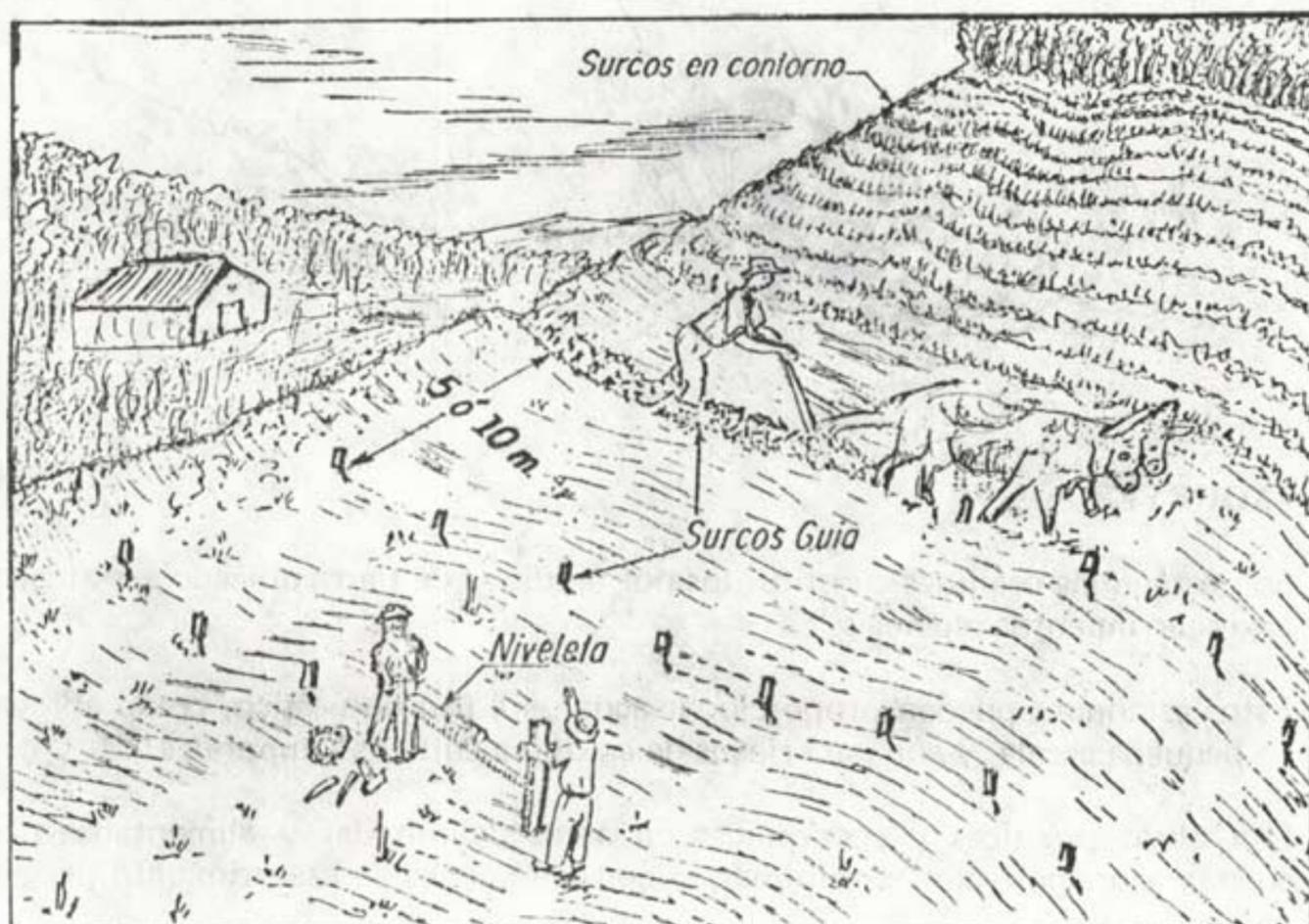
Los surcos en contorno tienen poca pendiente porque están contruídos transversalmente en terrenos con mucha pendiente.

Se utilizan para los mismos cultivos que los surcos derechos. Se adaptan a suelos con pendiente de 4 o/o a 10 o/o, a terrenos ondulados y a suelos poco profundos que no se debe nivelar mucho.

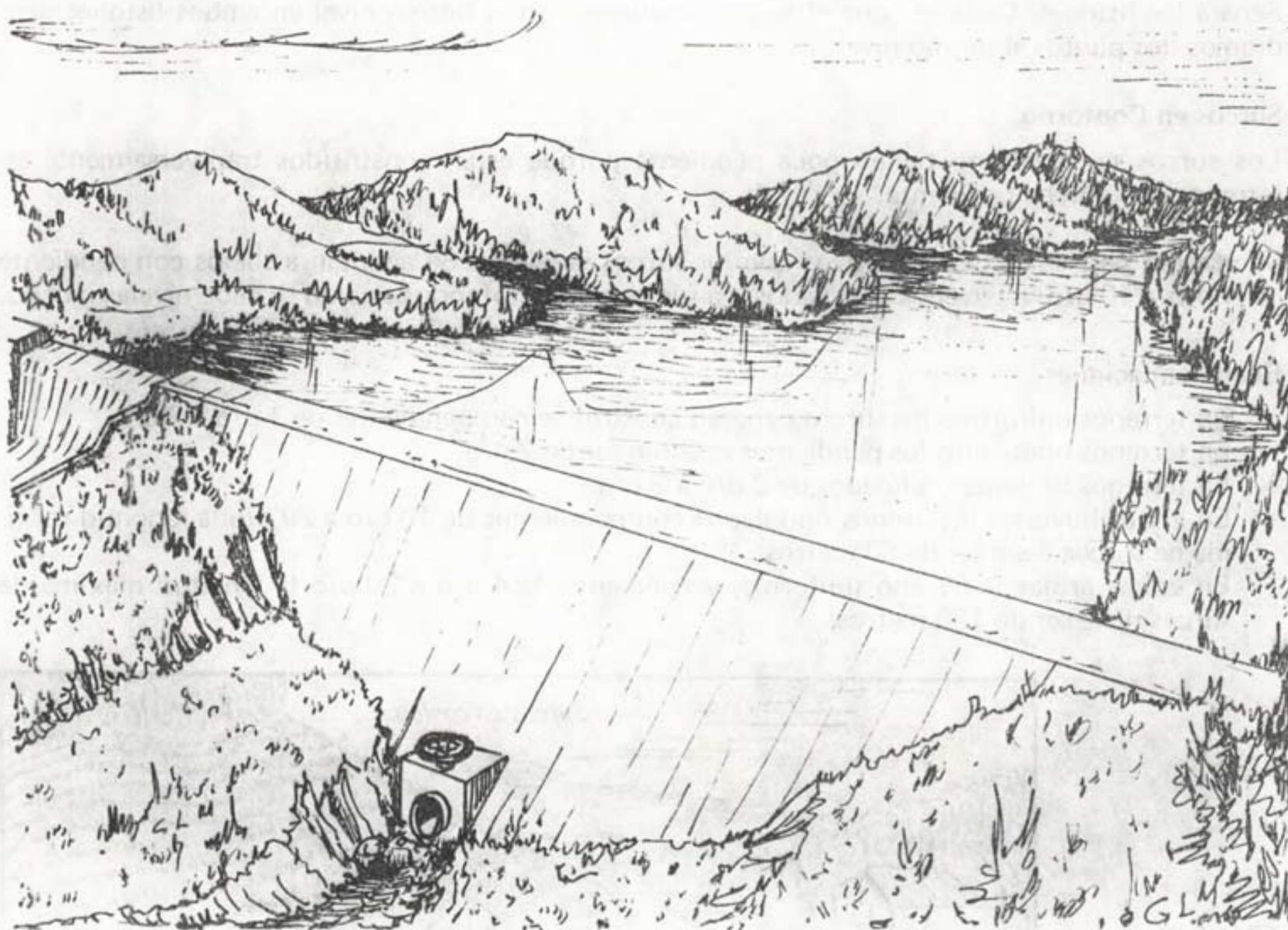
**Recomendaciones**

- En terrenos uniformes los surcos deberán construirse con pendientes de 1 o/o a 2 o/o.
- En terrenos ondulados los pendientes deberán ser de 2 o/o.
- En terrenos bastante ondulados de 2 o/o a 3 o/o.
- En zonas lluviosas y terrenos ondulados con pendientes de 10 o/o a 20 o/o la longitud máxima de surcos debe ser de 60 metros.
- En zonas áridas y terreno uniforme, y pendiente de 4 o/o a 20 o/o la longitud máxima de surcos debe ser de 120 metros.

**TRAZO Y  
CONSTRUCCION  
DE SURCOS EN  
CONTORNO**

**CONSTRUCCION**

1. Trazar puntos del primer surco guía (maestra) con la pendiente seleccionada (1 o/o; 2 o/o, 3 o/o).
2. Con la misma pendiente trazar otros surcos guía (maestras) cada 5 metros en terrenos ondulados (cada 10 metros en terrenos uniformes).
3. Construir el primer surco donde se marcó el primer surco guía. Luego proseguir con los otros surcos en el mismo sentido hasta llegar a la mitad de la distancia al siguiente surco guía. A partir del segundo surco guía se construirán los surcos paralelos a éste hasta la mitad de la distancia al primero y luego hasta la mitad de la distancia al tercero, y se repite este procedimiento en los siguientes surcos guías.
4. Si sobraron espacios más o menos regulares en algunos sectores, se puede construir surcos de relleno.



### JAGUEYES

Son estanques o aljibes constituídos por un dique de tierra ubicado estratégicamente para retener los escurrimientos pluviales.

Estos estanques pueden proporcionar agua para uso doméstico, como abrevadero para el ganado en pequeña escala, y aún para riegos de auxilio a cultivos temporales.

Son obras prácticas y económicas en áreas delimitadas y alimentadas por pequeñas cuencas sujetas a precipitaciones mínimas, o con volúmenes de escurrimiento permanente (1-10 l/seg.).

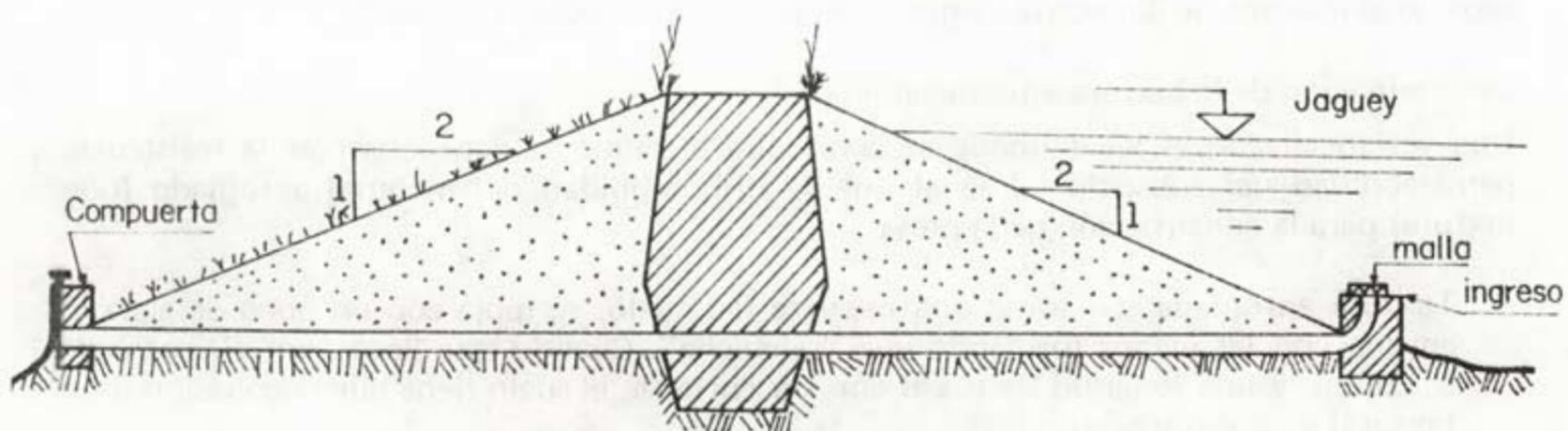
**C. Nivelación**

Luego se hace nivelaciones para fijar la altura máxima que tendrá la cortina o presa según la amplitud del vaso. Puede cubrir una superficie máxima de 0.5 Ha. Con estos datos del levantamiento calculamos el volumen de agua que almacenará el jaguey para planificar su utilización.

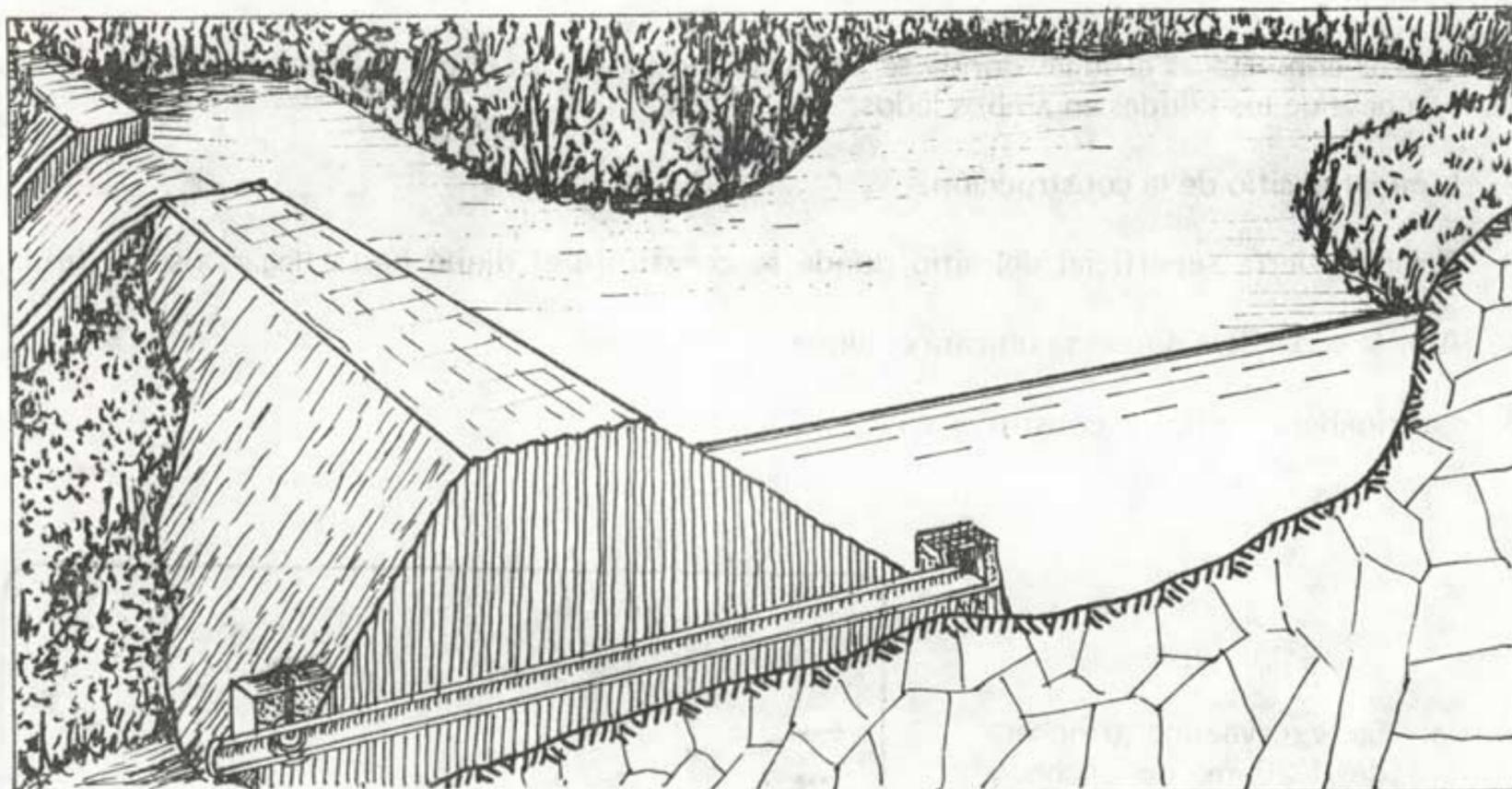
**D. Altura Máxima y Taludes**

Conocidas la textura del terreno y la topografía de la boquilla se determina la altura que deberá tener el dique que en ningún caso deberá ser mayor de seis metros a partir de la base. Así evitamos cálculos de estabilidad, y nos basamos en las especificaciones mínimas para estas estructuras, tales como inclinación de taludes, altura de la cortina, ancho de la corona, amplitud del vertedero de demasías y finalmente el mantenimiento de la estructura.

El talud del dique aguas arriba deberá tener una inclinación mínima de 1:1 ó 2:1 y el talud aguas abajo, que soportará la carga y recibirá el efecto de los escurrimientos deberá ser de 2:1 ó 3:1. La corona deberá tener como mínimo unos 3 metros de ancho y estar cubierta por un material impermeable.



CORTE DE UN DIQUE (JAGUEY)



#### E. Aliviadero o Vertedero de Demasías.

Con el fin de que avenidas extraordinarias no sobrepasen el dique causando su destrucción, se construye el aliviadero o vertedero de demasías. Este debe ubicarse fuera del dique aprovechando alguna depresión existente en el vaso que permita desviar tales excedentes fuera del dique. El nivel del piso del verdadero deberá estar aproximadamente 1.0 m. por debajo del nivel de la corona. Se protege con rocas hasta tal distancia del embalse que una posible erosión causada por una creciente no se propague hasta el vaso. Las dimensiones del vertedero de demasías se calculan conociendo la extensión de la cuenca, el coeficiente de escurrimiento y las precipitaciones máximas en un tiempo dado. Sin embargo, por experiencia se utiliza un valor de  $5 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$  para cuencas de hasta  $5.0 \text{ km}^2$ .

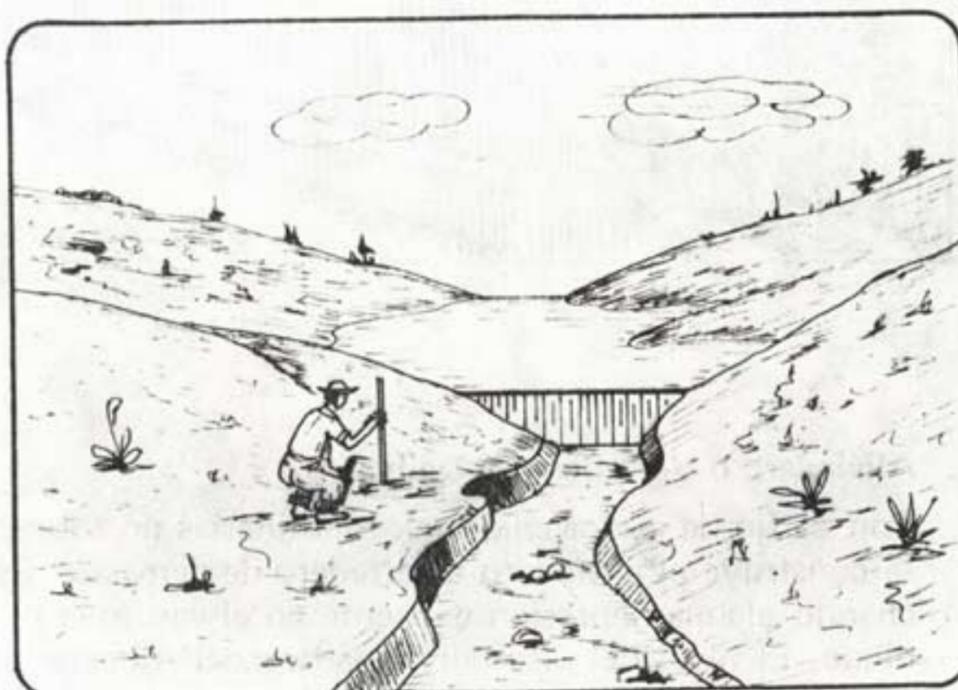
Cuando el jaguey es alimentado por una corriente constante, la compuerta de la tubería de salida permite controlar el almacenamiento del vaso.

**CONSTRUCCION DEL DIQUE**

Una vez concluidos los detalles del proyecto, se construye el jaguey siguiendo estos pasos:

1. Marcar con estacas el lugar donde se construirá el dique, así como la línea central del mismo y la base de los taludes en ambos lados.
2. Limpiar el sitio de la construcción.
3. Sacar la tierra superficial del sitio donde se construirá el dique hasta llegar a suelo firme.
4. Arar la superficie donde se ubicará el dique.
5. La trinchera central se construye así:

- a. Se excava una trinchera de 1.20 m. de ancho y por lo menos de 60 cm. de profundidad o más si hace falta para llegar hasta un material impermeable. Esta trinchera es longitudinal a lo largo de todo el dique.



- b. Se rellena la trinchera con el material más impermeable que se tenga, preferentemente arcilla bien húmeda y bien compactada, o suelo arcillo-arenoso en estado húmedo.
  - c. Si en el dique se usa material poroso, la trinchera central deberá continuarse hacia arriba, a medida que progresa el relleno y compactando el material.
6. Instalar todos los tubos de salida de agua.
  7. Construcción del terraplén (dique). El terraplén para el dique se construye con el tractor y el arado u otro equipo pesado. Este terraplén debe construirse en capas uniformes de 15 cm. de espesor, con tierra bien compactada. Si el material es seco, se lo rocía con agua para obtener una buena compactación. La compactación requerida también se consigue con apisonadores manuales formados por bloques de concreto, más o menos pesados, o troncos de madera con mangos que permiten golpearlo contra el suelo.

8. Construcción del aliviadero de demasías. Se instala fuera del dique. Se puede hacer un canal ancho, de fondo plano, con una capa de mampostería para controlar la erosión.
9. Siembra de los terraplenes. Para evitar la formación de cieno o barro, inmediatamente después de terminar el estanque, todas las superficies, hasta el nivel del agua, deben sembrarse con gramíneas.

Será conveniente instalar cercas o arborizar alrededor del jagüey y del dique, con el fin de que los animales no beban agua directamente; y ocasionen problemas (de erosión).

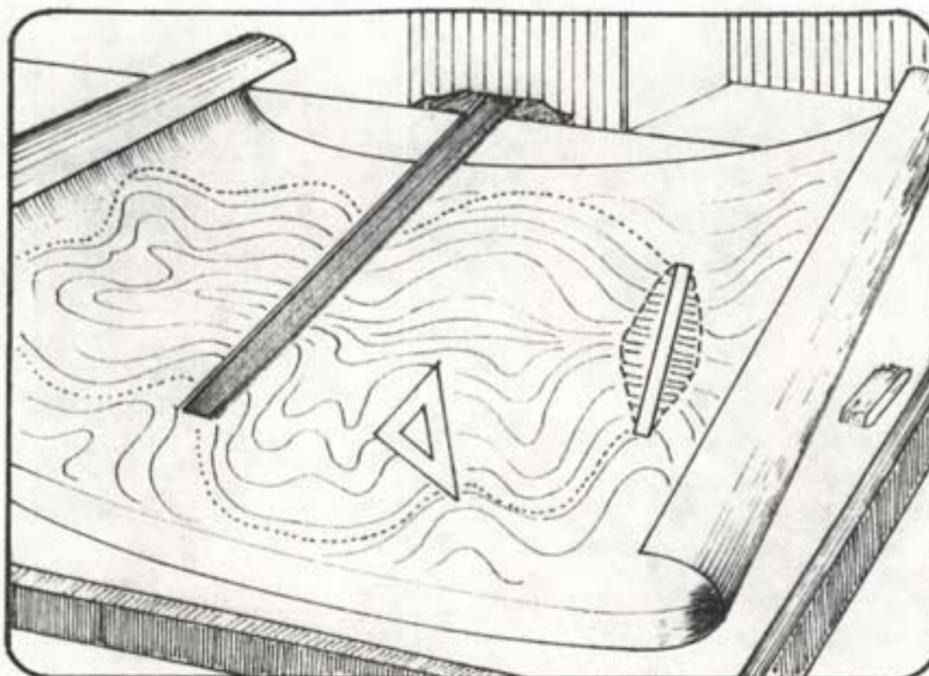
— **Mantenimiento**

El jagüey siempre debe ser revisado periódicamente y tener un mantenimiento regular.

Las partículas sólidas arrastradas por el agua, se eliminan para proteger el terraplén y el vertedero.

Si se observa la erosión del vertedero de demasías y en torno del tubo de descarga se debe reparar de inmediato.

De ninguna manera se deja crecer árboles o vegetación densa en el terraplén.



### RESUMEN

La presente sección tiene por objetivo describir los conceptos básicos sobre la conservación de suelos, las causas y las formas en que se presenta la erosión y las principales medidas consistentes en prácticas culturales y prácticas mecánicas que deben adecuarse para la conservación del suelo. Dentro de las prácticas culturales se describen las mas caracterizadas y de mayor aplicación, así como entre las practicas mecánicas se tocan puntos referidos al control de cárcavas y la construcción de surcos en contorno entre las principales.

Finalmente, se dan las recomendaciones que se pueden seguir para llegar a la construcción de un jagüey o estanque que permite la solución de problemas referidos a la falta de agua en ciertos períodos críticos.

## G L O S A R I O

ALIVIADERO.— Estructura hidráulica para evacuar excesos de agua (vea jagüeyes)

APISONADOR MANUAL.— Implemento utilizado para compactar manualmente los suelos.

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.— Factor "C" de la fórmula  $Q = CIA$  para el cálculo del caudal producido por una cuenca.

CONCRETO CICLOPEO.— Mezcla de cemento-hormigón con piedra grande generalmente en un 30 o/o.

CONSERVACION DEL SUELO.— Conjunto de medidas para prevenir o evitar el deterioro de los suelos por erosión.

CORONA DE PRESA.— Parte superior o coronación de una presa o dique.

CUENCA.— Superficie de terreno cuyo escurrimiento total es evacuado por un cauce común.

ERODABILIDAD.— Es la resistencia a la erosión presentada por los suelos.

EROSION.— Pérdida progresiva o deterioro de los suelos.

INTEMPERISMO.— Acción de los factores climáticos a través del tiempo.

JAGUEY O ALJIBE.— Laguna o estanque artificial, cuya estructura principal es el dique o cortina de retención.

MAMPOSTERIA.— Acomodo de piedras o ladrillos convenientemente unidos por mezcla de cemento-arena.

NIVELETA.— Implemento constituido por un caballete en cuyo listón horizontal se instala un nivel y permite identificar dos puntos de igual nivel.

RECURSO NATURAL RENOVABLE.— Todo recurso natural que puede renovarse por acción propia o artificial en un período más o menos prudencial.

ROCA FIRME.— Roca que no presenta fisuras ni agrietamiento y posee gran resistencia a la rotura.

ROCA FISURADA.— Roca con fisuras y/o agrietamientos, fácilmente deleznable por la acción de fuerzas exteriores.

SURCO GUIA O "MAESTRA".— Surco de contorno trazado como guía para la construcción de los demás surcos.

TRINCHERA CENTRAL.— Excavación en la construcción de una presa, a modo de cimienta para el acomodo del núcleo impermeable.

VERTEDERO DE DEMASIAS O ALIVIADERO.— Estructura hidráulica construida en los embalses con el fin de evacuar los excesos de agua.