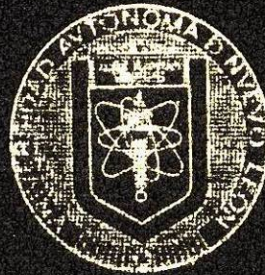


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



CONSERVACION DEL SUELO

S E M I N A R I O

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A :

SERGIO SANCHEZ FERNANDEZ

MONTERREY, N. L.

ENERO DE 1981

1

1

S623

92

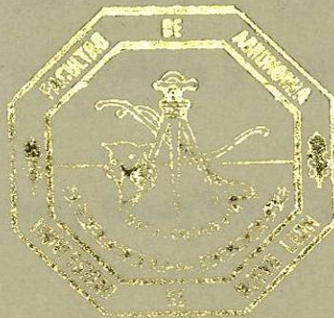
C. 1



1080063690

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



CONSERVACION DEL SUELO

S E M I N A R I O

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A :  
SERGIO SANCHEZ FERNANDEZ

MONTERREY, N. L.

ENERO DE 1981

6406

T  
5623  
-  
52



040 631  
FA7  
1981  
.7

## DEDICATORIA

A mi madre: Ludy con cariño y amor filial

A mi esposa: Mandy con ternura y amor

A mis hermanos: Jaime, Dinah María y Severino

A mis Tíos y Primos

A mi Familia Política

A mis Maestros

A mis Amigos

A la Facultad de Agronomía

## A G R A D E C I M I E N T O

Al Dr. Juan Francisco Pissani Z., por su asesoría y revisión de este Seminario.

Al M.C. Jorge G. Villarreal G., por su valiosa ayuda.

A la Srta. Maricela Aguirre G., por la realización del trabajo mecanográfico.

# I N D I C E

PAGINA

INTRODUCCION . . . . .	i
I MECANICA DE LA EROSION. . . . .	1
1.0.0. Definición . . . . .	1
1.1.0. Tipos de Erosión. . . . .	1
1.1.1. Erosión Geologica ó Natural . . . . .	1
1.1.2. Erosión Inducida ó Acelerada . . . . .	1
1.2.0. Los Agentes de la Erosión . . . . .	1
1.2.1. La Precipitación . . . . .	1
1.2.2. El Viento . . . . .	1
1.3.0. Formas de Erosión . . . . .	2
1.3.1. Erosión Hídrica . . . . .	2
1.3.2. Degradación. . . . .	2
1.3.3. Erosión Eólica . . . . .	2
II EROSION HIDRICA. . . . .	4
2.0.0. Erosión Hídrica. . . . .	5
2.0.1. La Disgregación y El Salpicado. . . . .	5
2.0.2. El Escurrimiento Superficial. . . . .	5
2.1.0. Tipos de Erosión que la Precipitación puede ocasionar al suelo. . . . .	6
2.1.1. Erosión Laminar. . . . .	6
2.1.2. Erosión por Canales. . . . .	7
2.1.3. Erosión por Cárcavas. . . . .	7
III EROSION EOLICA. . . . .	8
3.0.0. Definición. . . . .	9
3.1.0. Factores Implicados. . . . .	9



3.1.1.	El Clima. . . . .	9
3.1.2.	El Suelo. . . . .	9
3.1.3.	La Vegetación. . . . .	9
3.2.0.	Mecánica del Proceso Erosivo del Viento. . . . .	9
3.2.1.	Remoción. . . . .	9
3.2.2.	Transporte. . . . .	9
3.2.3.	Deposición. . . . .	10
3.3.0.	Métodos de Control. . . . .	10
3.3.1.	Reducción de la Velocidad del Viento. . . . .	10
3.3.2.	Manejo de la Cubierta Vegetal. . . . .	11
3.3.3.	Métodos de Labranza. . . . .	12
3.3.4.	Fijación de Dunas. . . . .	12
IV	CUANTIFICACION DE LA EROSION. . . . .	14
4.0.0.	Métodos de Reconocimiento. . . . .	15
4.0.1.	Transectos de Cárcavas. . . . .	15
4.0.2.	Clavos con Rondanas. . . . .	15
4.0.3.	Corcholatas. . . . .	15
4.0.4.	Lotes de Escurrimiento. . . . .	15
4.1.0.	Métodos Numéricos. . . . .	15
4.1.1.	Ecuación de Zinng para total de suelo perdido. . . . .	15
4.1.2.	Ecuación de Musgrave. . . . .	15
4.1.3.	Ecuación Universal de Pérdida de Suelo. . . . .	16
4.2.0.	Límites Aceptables de Erosión. . . . .	18
V	MANEJO DE LOS SUELOS. . . . .	19
5.0.0.	Planeación. . . . .	20
5.0.1.	Uso Actual. . . . .	20
5.0.2.	Uso Potencial. . . . .	20

5.1.0. Factores que afectan la Clasificación del Uso Potencial. . . . .	21
5.1.1. Limitantes. . . . .	21
5.1.2. Auxiliares. . . . .	21
5.2.0. Planeación del Uso de la Tierra. . . . .	22
5.2.1. Especificación de Factores. . . . .	22
5.2.2. Análisis de Magnitud. . . . .	22
5.2.3. Selección de Prácticas de Manejo del Suelo. . . . .	22
5.2.4. Ejecución. . . . .	22
5.2.5. Evaluación. . . . .	22
5.3.0. Estudios Topográficos. . . . .	22
5.4.0. Prácticas de Manejo. . . . .	22
5.5.0. Prácticas Vegetativas. . . . .	23
5.5.1. Rotación de Cultivos. . . . .	23
5.5.2. Cultivos en Fajas. . . . .	25
5.5.3. Abonos Verdes. . . . .	26
5.5.4. Cultivos de Cobertura . . . . .	27
5.6.0. Prácticas Mecánicas. . . . .	27
5.6.1. Surcado al Contorno. . . . .	28
5.6.2. Terrazas. . . . .	28
5.6.3. Estructuras para el Control de Cárcavas. . . . .	34
5.7.0. Prácticas Agronómicas. . . . .	35

ANEXO I

Prácticas de Manejo del Suelo de Acuerdo a los Factores Limitantes. . . . .	38
---	----

ANEXO II

Prácticas de Manejo de los Suelos de Acuerdo a los Factores Auxiliares. . . . .	41
---	----

## INDICES DE FIGURAS

	PAGINA
Figura No. 1. . . . .	11
Figura No. 2. . . . .	23
Figura No. 3. . . . .	29

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1. . . . .	12
Cuadro No. 2. . . . .	23
Cuadro No. 3. . . . .	25
Cuadro No. 4. . . . .	26
Cuadro No. 5. . . . .	27
Cuadro No. 6. . . . .	31
Cuadro No. 7. . . . .	33
Cuadro No. 8. . . . .	33
Cuadro No. 9. . . . .	35

## I N T R O D U C C I O N

Este Seminario tiene por objeto la Divulgación<sup>1</sup> y Promoción<sup>2</sup> de las causas de la erosión, sus efectos en el suelo, y principalmente su control por medio de las prácticas y obras de conservación del suelo.

La Erosión se ve acelerada por las prácticas agropecuarias ordinarias sin orientación conservacionista, éstas son realizadas por los agricultores y ganaderos generalmente por desconocimiento de sus efectos degradativos, la mayoría de las veces tan someros que pasan desapercibidos por largos períodos y se hacen evidentes cuando su correcto control se vuelve tan complejo y costoso que requiere de grandes inversiones del sector público y la participación de Técnicos versados en obras de conservación más sofisticadas. Debido a la dificultad para implementar programas de este tipo a nivel nacional, los terrenos se erosionan a tal grado que son abandonados cuando se vuelve incosteable el seguirlos cultivando o pastoreando, propiciandose el éxodo a las grandes ciudades con sus múltiples problemas socioeconómicos.

Un conocimiento de causa y efecto sobre el fenómeno de la erosión que se divulgue y/o promocióne a los individuos relacionados directamente con la producción agropecuaria puede tener algún efecto preventivo sobre la erosión "inducida", además, una descripción de las principales prácticas

1.- Divulgación: Transmisión de conocimientos o habilidades -- hacia un público localizado, sin tener control sobre sus respuestas.

2.- Promoción: Actividad que busca la movilización conciente del público hacia un fin determinado, mediante relaciones interpersonales y - auxilio de medios audiovisuales.

de conservación del suelo tratando de propiciar su adopción por los productores, se considera que puede aligerar en parte la gran necesidad de obras de conservación.

Por tanto este modesto trabajo se presenta con el fin de contribuir en dar a conocer las prácticas y obras de conservación del suelo, así como sus bondades comprobadas a nivel mundial, estando sujeto a la crítica y corrección a que se sujeta todo trabajo humano, buscándose en última instancia sirva como antecedente que motive a la elaboración de documentos -- más completos y efectivos en promover el uso de sistemas racionales de producción que mantengan y en el mejor de los casos incrementen con el tiempo la Fertilidad de nuestros suelos.

# I MECANICA DE LA EROSION

## I. MECANICA DE LA EROSION (1,2,4,5,6,8,9,10)

### 1.0.0. Definición (1).|

La Erosión es el proceso de desprendimiento y arrastre de los materiales del suelo por los agentes del intemperismo.

### 1.1.0. Tipos de Erosión : (1,2,4,6,9,10)

Hay dos tipos de Erosión.

1.1.1. Erosión Geológica ó Natural - Proceso Lento que actúa generalmente - en la formación de Suelos.

1.1.2. Erosión Inducida ó Acelerada - Proceso indeseable que actúa destruyendo ó degradando los suelos y es propiciado por el mal manejo de los suelos.

Ej.-control de Malezas inadecuado para la zona, sobre pastoreo, y la boreo excesivo, surcado, en sentido de la pendiente, apertura al cultivo de áreas con pendiente excesiva.

### 1.2.0. Los Agentes de la Erosión: (1,2,4,9,10]

Los principales y más importantes son;

#### 1.2.1. La Precipitación:

Principalmente la lluvia al disgregar, salpicar y arrastrar suelo. El 90% de la erosión se debe a la disgregación por la lluvia, siendo seguida por el salpicado, luego ocurre el taponamiento de los poros provocando una reducción en la infiltración y produciendo el escurrimiento.

#### 1.2.2. El Viento:

El cual influye en la erosión con la remoción y poder abrasivo, - así como en la formación de suelos con la deposición.

Otros agentes que predisponen a la erosión son la temperatura, la -

humedad relativa, así como las líquenes y musgos que ayudan todos a desmoronar los agregados del suelo.

### 1.3.0. Formas de Erosión : (1,2,4,6,9,10)

#### 1.3.1. Erosión Hídrica:

Esta modalidad de pérdida de partículas de suelo se debe a la acción de la precipitación principalmente en suelos mal o no protegidos, puede ocasionar erosión laminar, por canales ó por cárcavas. Los primeros dos tipos pasan generalmente desapercibidos para los agricultores, y el tercero cuando se presenta casi siempre lo toman como parte del orden natural de las cosas, haciendo poco o nada por corregirlo.

#### 1.3.2. Degradación :

Esta forma de deterioro puede ocurrir incluso sin la pérdida de material mineral del suelo , produciendo dos efectos principales:

- a) Disminución de la fertilidad superficial del suelo por pérdida de nutrientes.
- b) Lixiviación del material coloidal que origina menor fertilidad donde se pierde y una capa dura menos permeable en el horizonte donde se acumula.

#### 1.3.3. Erosión Eólica:

Consiste en el movimiento de partículas del suelo por acción del viento, el cual puede ser por saltación, deslizamiento superficial y por suspensión.



## II EROSIÓN HIDRICA

## II. EROSION HIDRICA (1,2,7,9,10)

2.0.0. La Erosión Hídrica es causada por la precipitación, cuando actúa principalmente sobre suelos no protegidos contra su acción.

Las Formas de acción de la precipitación que erosionan los suelos son básicamente tres.

La primera es la Disgregación que ocurre cuando golpea los agregados y los destruye, la segunda es el salpicado de suelo en dirección a la pendiente, la tercera forma de acción es el escurrimiento superficial que se propicia al disminuir la velocidad de infiltración por el taponamiento de poros con material coloidal en suspensión.

2.0.1. La Disgregación y El Salpicado :

Se considera que el 90% de la erosión se debe a la disgregación, actuando conjuntamente con el salpicado de la masa pastosa que sigue a la destrucción del agregado.

El potencial erosivo de una lluvia está en función de las características físicas siguientes, cantidad de lluvia, intensidad, velocidad final de las gotas, tamaño de gotas y distribución del tamaño de gotas su cuantificación se hace mediante el índice de erosividad  $EI_{30}$  (ver 4.1.3.)

2.0.2. El Escurrimiento Superficial :

El escurrimiento superficial o porción de la precipitación que fluye hacia los arroyos, canales, lagos u océanos está en función de factores asociados con la Precipitación y con la Cuenca, los factores asociados con la Precipitación son :

- a) Intensidad
- b) Duración

c) Distribución  $\begin{cases} \text{En Tiempo} \\ \text{En Area} \end{cases}$

d) Frecuencia .

Los factores asociados con la Cuenca son :

- a) Tamaño de Cuenca .
- b) Forma " "
- c) Tiempo de Concentración.
- d) Suelos.
- e) Cubierta Vegetal.

Para la construcción de Obras de Conservación del suelo se requiere calcular el escurrimiento máximo que puede generar una cuenca, generalmente se usa el método racional  $Q = 0.028 CIA (1)$

Donde:

$Q =$  Gasto Máximo en  $m^3 / \text{seg.}$

$0.028 =$  Constante numérica.

$C =$  Coeficiente de Escurrimiento.

$I =$  Intensidad máxima de la lluvia en un período de retorno dado  $\text{cm/hr.}$

$A =$  Area de la Cuenca en Hectáreas.

2.1.0. Tipos de erosión que la precipitación puede ocasionar al suelo :  
(1,2,4,9).

Erosión laminar, Erosión por Canales, y Erosión por Cárcavas.

2.1.1. Erosión Laminar:

Ocurre por el salpicamiento que produce la lluvia al caer sobre un suelo descubierto con declive, es el tipo menos aparente de erosión, los agricultores generalmente no se dan cuenta de sus efectos, hasta cuando aparecen manchas improductivas del subsuelo ó surge roca.

Se calcula que una lluvia fuerte puede salpicar alrededor de 25 Ton./Ha., de suelo.

#### 2.1.2. Erosión por Canales :

Esta forma de erosión del suelo ocurre por escurrimiento, forma canalillos que pueden ser borrados por las labores agrícolas normales, se presenta en la mayoría de los suelos.

#### 2.1.3. Erosión por Cárcavas :

Esta es una forma avanzada de erosión por canales se debe al flujo incontrolado de los escurrimientos, Por su profundidad no pueden ser cruzadas por la maquinaria agrícola, generalmente forman pináculos que dan idea de espesor del suelo antes de iniciarse el proceso acelerado.

La erosión tubular y remontante son comunes en los suelos que presentan cárcavas.

### III EROSION EOLICA

### III. EROSION EOLICA : (1,2,6,7,9,10)

#### 3.0.0. Definición :

La Erosión es el proceso de remoción del suelo por la acción del viento.

#### 3.1.0. Factores Implicados : (1,2,4,6,9)

Los principales son:

##### 3.1.1. El Clima.

Ya que la escasa precipitación, las fuertes oscilaciones termométricas y los vientos fuertes propician la Erosión Eólica.

##### 3.1.2. El Suelo :

Las áreas extensas de exposición con superficie casi uniforme y plana así como los suelos secos y sueltos son muy susceptibles a esta forma de erosión.

##### 3.1.3. La Vegetación ,

Las áreas con escasa ó ninguna cubierta vegetal propician también la Erosión Eólica.

#### 3.2.0. Mecánica del Proceso Erosivo del Viento: (1,2,6,9)

##### 3.2.1. Remoción :

Se efectúa el primer movimiento por saltación.

##### 3.2.2. Transporte :

Las partículas lanzadas hacia arriba durante la saltación debido a su reducido tamaño y peso vencen la atracción de la gravedad son transportadas a grandes distancias representando una pérdida para el área afectada.

Otro movimiento de transporte es el rodamiento de partículas de textura gruesa sobre la superficie del suelo impulsadas por el --

viento y otras partículas que las golpean, generalmente recorren distancias mucho menores que las partículas en suspensión .

La Cantidad de Suelo movido por el viento depende de los siguientes factores :

- a) Tamaño de Partícula.
- b) Agregación del Suelo.
- c) Velocidad del Viento.
- d) Distancia sobre la que actúa el proceso.

### 3.2.3. Deposición :

Esta ocurre en el momento en que la fuerza de la gravedad supera a la que mantiene al suelo en movimiento ó cuando algún obstáculo físico reduce la velocidad del viento.

### 3.3.0. Métodos de Control : (1,2,6,9)

Los métodos se enfocan a los siguientes criterios fundamentales obteniéndose máxima eficiencia con prácticas que combinen éstos :

#### 3.3.1. Reducción de la Velocidad del Viento :

Esto se obtiene generalmente con las Cortinas Rompevientos que consisten en la alineación de una ó más hileras de árboles ó arbustos que formen una barrera alta, densa y bien orientada que sea un obstáculo al paso del viento y polvo que proteja al suelo de la acción erosiva de estos. (Ver Figura N°1)

Sus características de eficiencia son las siguientes:

- a) Forma.- Trapezoidal 4-10 hileras.
- b) Altura.- > Altura > área protegida > espacialmente.
- c) Densidad.- 1-2 m entre arbustos, 2-3 m entre árboles.

Las limitaciones que tienen son que pueden representar competencia para los cultivos comercializables en áreas de cultivo pequeñas -

reducen el área, en condiciones de extrema aridez no se desarrollan bien, además pueden ser hospederas alternantes de plagas de difícil control.

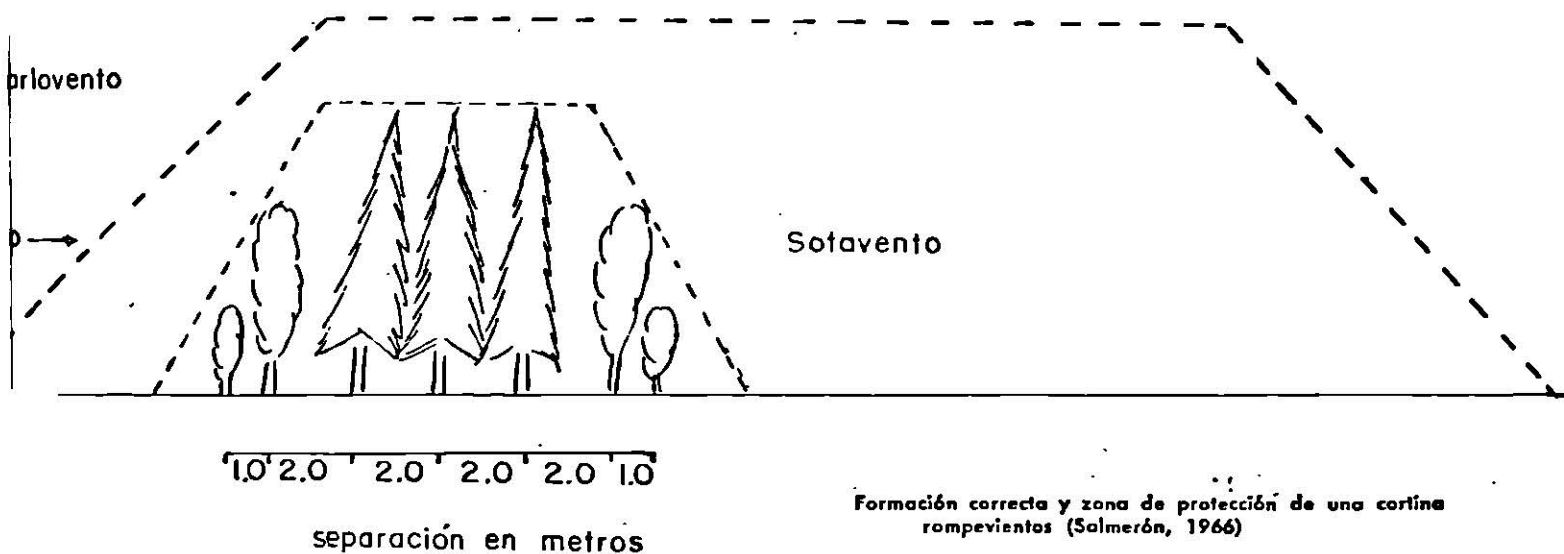


FIGURA N° 1

### 3.3.2. Manejo de la Cubierta Vegetal :

Un manejo apropiado de la cubierta vegetal brinda gran protección al suelo susceptible de erosión eólica, entre las prácticas de manejo de la Cubierta Vegetal se pueden incluir.

- a) Rotaciones de Cultivo.
- b) Cultivos en Fajas.
- c) Cultivos de Cobertura.
- d) Abonos Verdes.
- e) Residuos de Cosechas.



CUADRO N<sup>o</sup> 1 Ciclos rotacionales posibles de adaptar en México

Clase del terreno	Duración del ciclo	Composición del ciclo
1	1 año	Los cultivos más remunerativos o bien maíz, algodón, trigo, sorgo, frijol, etcétera
2	2 años	1er. año: maíz, algodón, trigo. 2o. año: frijol, chícharo, haba u otra leguminosa
3	3 años	1er. año: maíz, algodón. 2o. año: cebada, avena, trigo. 3er. año: frijol, chícharo, haba u otra leguminosa
4	6 años	1er., 2o., 3o., 4o. años: praderas 5o. año: frijol, chícharo, haba u otra leguminosa 6o. año: maíz, algodón

### 3.3.3. Métodos de Labranza:

Estos deben tender a propiciar la agregación del suelo y formar - surcos profundos perpendiculares a la dirección de los vientos do minantes, evitando siempre el laboreo excesivo.

### 3.3.4. Fijación de Dunas:

Las Dunas son montículos de arena aislados ó agrupados que se for man con arena transportada que tropieza con obstrucciones.

Las hay de dos tipos de forma:

- a) Las medias lunas ó Barjanas.
- b) Las Longitudinales ó Seifs.

El principio básico de fijación de Dunas consiste en impedir su mo vimiento durante un período suficiente para lograr que la vegeta-- ción natural o plantada se establezca.

Las especies herbáceas conocidas y tolerantes a sales son ;

Ammophilla arenaria, Helichrysum stoechas, Dystichlis spicata y el romerito (Suaeda nigra).

Posteriormente se desarrollan especies arbustivas ó leñosas sin -- riesgos de que se les desnude la raíz pudiendo utilizarse para este fin Salix repens, Tamarix articulata, Atriplex halimus y Eucaliptus spp.

#### IV CUANTIFICACION DE LA EROSION

#### IV. CUANTIFICACION DE LA EROSION (1,2,4,5,8)

##### 4.0.0. Métodos de Reconocimiento: (1,2)

Los principales métodos utilizados para conocer la capa de suelo erosionado son los siguientes:

4.0.1. Transectos de Cárcavas.

4.0.2. Clavos con Rondanas.

4.0.3. Corcholatas.

4.0.4. Lotes de escurrimiento (método mas confiable).

##### 4.1.0. Métodos Numéricos : (1,2,3,8)

Estos métodos tratan de definir la causa efecto, su finalidad es predecir la cantidad que puede ocasionarse en circunstancias dadas.

##### 4.1.1. Ecuación de Zingg para total de suelo perdido:

$$X = CS^{1.4} L^{1.6} \quad (2)$$

Donde:

X= Total de suelo perdido.

C= Constante de variación.

S= Grado de pendiente.

L= Longitud de pendiente.

##### 4.1.2. Ecuación de Musgrave:

$$E = TSPMR \quad (3)$$

Donde:

E= Erosión

T= Tipo de Suelo.

S= Pendiente

P= Prácticas Agronómicas

M= " Mecánicas

R= Lluvia

#### 4.1.3. Ecuación Universal de Pérdida de Suelo de Wischmeier y Smith :

$$A = RKLSCP \quad (4)$$

Donde:

A= Promedio anual de pérdida de suelo (Ton/ha)

R= Factor erosividad<sup>1</sup> de la lluvia expresado por un promedio anual de unidades de índice de erosividad,

K= Factor erodabilidad<sup>2</sup> del suelo, expresado como la tasa de erosión por unidad de índice de erosividad (Ton/ha/UIE)

L= Factor longitud de la pendiente (adimensional)

S= Factor grado de la pendiente (adimensional)

C= Factor manejo de Cultivos (adimensional)

P= Factor prácticas Mecánicas de Control de la Erosión (adimensional)

Los factores LSCP son cocientes para condiciones diferentes a las condiciones patrón de la ecuación básica, donde :

L= 25 m

S= 10%

C= Suelo Barbechado sin cultivos.

P= Surcado en sentido de la pendiente.

Se puede decir que la ecuación básica es  $A=RK$  ya que estos no son modificables prácticamente por el hombre,

1. Potencial erosivo de la lluvia.

2. Susceptibilidad del suelo a ser erosionado.

L y S pueden modificarse mediante prácticas mecánicas, finalmente los factores de manejo C y P están completamente condicionados por las actividades del hombre.

Dado que el factor K es la tasa de erosión por unidad de índice de erosividad y este índice está en función de las características físicas de la lluvia se hace necesario conocer cuáles son éstas:

- a) Cantidad de lluvia.
- b) Intensidad de la lluvia.
- c) Tamaño de las gotas de lluvia.
- d) Distribución de tamaños de gotas.
- e) Velocidad final de las gotas de lluvia.

Se conocen varios índices de erosividad tales como el  $KE > 1$ , el  $AI_m$ , el Ram, el F y el  $EI_{30}$ . Debido al papel tan importante que juega la erosividad de la lluvia en el proceso erosivo es conveniente caracterizarla, para lo cual es necesario seleccionar el índice de erosividad más adecuado.

Arias Rojo (3) usando el modelo:

$$\text{Donde:} \quad PS/B = R \quad (5)$$

PS= Pérdida de Suelo diaria (Kg/ha).

B= KLSCP

R= Índice de erosividad.

Encontró que el  $EI_{30}$  es el índice más adecuado para denotar el factor R de la lluvia, ya que evaluó los anteriores índices de erosividad en base a su relación con la pérdida de suelo anual y el mencionado  $EI_{30}$  fué el que correlacionó mejor con la pérdida de suelo anual de los lotes de escurrimiento usados.

$$EI_{30} = \frac{EC_T \times I_{30}}{100}$$

$$EC_T = 210.3 + 89 \log_{10} I$$

$$I_{30} = \text{Intensidad en cm/hr}$$

Donde:

$EI_{30}$  = Índice de erosividad de Wischmeier.

$EC_T$  = Energía Cinética Total  $\left(\frac{\text{Joules} \times 10^3}{\text{ha}}\right)$

$I_{30}$  = Intensidad máxima en 30 minutos.

#### 4.2.0. Límites Aceptables de Erosión : (1,2,4)

Se considera como límite máximo aceptable de pérdida de suelo a -- aquél que mantiene una alta productividad permanente .

Este límite varía desde .4 Ton/Ha/año = 0.28 mm/Ha/año en suelos poco profundos, hasta 18 Ton/Ha/año = 1.28 mm/Ha/año en suelos - profundos bién drenados y permeables. Teniendo una densidad aparente D.A. = 1.4 gr./cm<sup>3</sup>.

## V MANEJO DE LOS SUELOS



## V. MANEJO DE LOS SUELOS (1,2,4,7,9,10,11)

5.0.0. Antes de iniciar trabajos de conservación del suelo se hace necesaria una planeación para el manejo eficiente de éste, requiriéndose la elaboración y estudio de planos de Uso Actual, Uso Potencial -- así como conocer los factores que restringen su uso.

5.0.1. Uso Actual : (1,7,9)

Esta información junto con otros conocimientos edafológicos nos -- permite proyectar las medidas necesarias para su mejor aprovechamiento como recurso renovable.

Se consideran los siguientes tipos de uso del suelo:

A) Uso Agrícola.

B) Uso Pecuario.

C) Uso Forestal.

D) Asociaciones Especiales de Vegetación.

E) Desprovistos de Vegetación.

Las Cartas de Uso Actual del DETENAL contienen esta información.

5.0.2. Uso Potencial: (1,2,4,7,9,10,11)

Esta información tiene la finalidad de ubicar en los terrenos las áreas con aptitudes particulares para dedicarlas a su uso adecuado. Esto se logra agrupandolas en clases considerando los factores que limitan el uso que puede darse al terreno.

Los terrenos de una misma clase no siempre están afectados por los mismos factores, pudiendo requerir prácticas diferentes.

Las cartas de uso potencial del DETENAL, así como los expedientes levantados en casi la totalidad de los Ejidos de N.L., por Estudios Agropecuarios contienen esta información.

#### 5.1.0. Factores que afectan la clasificación del uso potencial: (1,2,7)

##### 5.1.1. Limitantes:

a) Clima { Deficiencia de Agua  
Exceso de Agua

b) Erosión

c) Topografía { Pendiente  
Relieve

d) Suelo { Profundidad { Efectiva  
Manto Freático  
Pedregosidad Superficial  
Salinidad  
Sodicidad

##### 5.1.2. Auxiliares :

Estos factores son los que proporcionan información para seleccionar las mejores prácticas de manejo, su rango de variación no define una clase por sí misma.

a) Textura { Fina  
Media  
Gruesa

b) Permeabilidad { Lenta 2 cm/hr  
Moderada 12,5 cm  
Rápida > 12,5 cm/hr

c) Reacción del suelo (pH)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Acido } 6 \\ \text{Neutro } 6,1-7,8 \\ \text{Alcalino } 7,9 \end{array} \right.$

5.2.0. Planeación del uso de la tierra : Debe seguir una secuencia (1)

Esta actividad debe seguir una secuencia lógica de etapas:

5.2.1. Especificar los factores a tratar realizando reconocimientos de campo para conocer el uso actual y la problemática.

5.2.2. Los factores limitantes se someten a un análisis de su magnitud.

5.2.3. Selección de las prácticas de Manejo del Suelo que se considere resuelven los problemas.

5.2.4. Ejecución de las Prácticas de Manejo seleccionadas.

5.2.5. Evaluación de los resultados indicando los beneficios obtenidos.

5.3.0. Estudios Topográficos: (1,2,7,8)

Los Estudios de Conservación del Suelo, así como el diseño, construcción y mantenimiento de las obras correspondientes deben apoyarse en estudios Topográficos previos, para manejar eficientemente los suelos y los escurrimientos superficiales.

Dado que la explicación de los diferentes aspectos que comprenden los estudios topográficos está fuera de las intenciones que pretende este seminario no se van a discutir más ampliamente sus particularidades.

5.4.0. Prácticas de Manejo: (1,2,4,7,9,10,11)

Para efectuar una selección de Prácticas de Manejo debe considerarse a aquellas que mejoren las condiciones actuales de los suelos a bajo costo y aprovechando en lo posible las experiencias locales.

Las Prácticas de manejo conservacionistas son las Vegetativas, -  
Mecánicas y Agronómicas. (Ver Anexo I y II)

5.5.0. Prácticas Vegetativas: ( 1,2,4,5,7,9,10,11)

Son las que consideran el desarrollo de plantas ó cultivos con la finalidad de mejorar la capacidad productiva de los terrenos y -  
ayudar a disminuir la erosión del suelo amortiguando la fuerza del impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo, así como evitando -  
con sus raíces que éste sea arrastrado por el escurrimiento superficial.

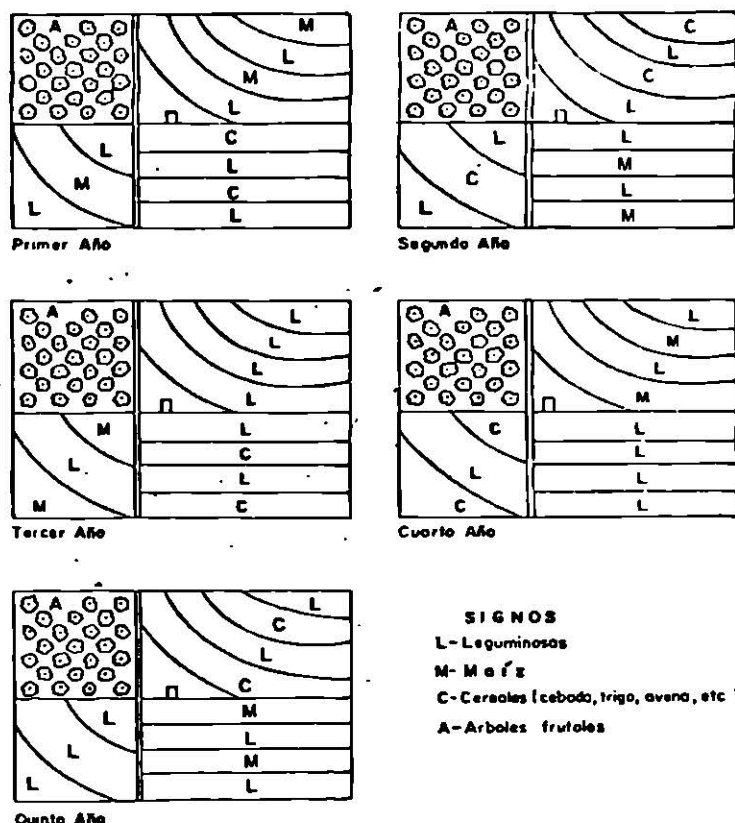
Las Prácticas Vegetativas más importantes son las siguientes:

5.5.1. Rotación de Cultivos:

Consiste en la sucesión de cultivos diferentes en ciclos continuos sobre un área de terreno determinado. (Ver Cuadro N°2 y Fig.N°2)

CUADRO N° 2 Ciclos rotacionales posibles de adaptar

Clase del terreno	Duración del ciclo	Composición del ciclo
1	1 año	Los cultivos más remunerativos o bien maíz, algodón, trigo, sorgo, frijol, etcétera
2	2 años	1er. año: maíz, algodón, trigo. 2o. año: frijol, chícharo, haba u otra leguminosa
3	3 años	1er. año: maíz, algodón. 2o. año: cebada, avena, trigo. 3er. año: frijol, chícharo, haba u otra leguminosa
4	6 años	1er., 2o., 3o., 4o. años: praderas 5o. año: frijol, chícharo, haba u otra leguminosa 6o. año: maíz, algodón



Distribución de las fajas en rotación de cinco años

FIGURA N°2

Una rotación bien planeada tiene varias ventajas sobre un sistema de monocultivo, mantiene ó mejora la fertilidad del suelo, previene la incidencia de plagas, malezas y enfermedades, controla la erosión, mantiene cubierto el suelo, conserva la humedad del suelo. (Ver Cuadro N° 3)

Los principios agronómicos de una rotación de cultivos son los siguientes. Crecimiento alternado de cultivos con sistemas radicales que se desarrollen a diferentes profundidades, alternar cultivos que son susceptibles a ciertas enfermedades con aquellos que son resistentes, alternar cultivos agotadores del suelo con los que contribuyen al mejoramiento de la fertilidad, sistematizar la producción de acuerdo al mercadeo de la zona para incrementar ingresos, alternar cultivos con diferentes requerimientos críticos de labranza, humedad, Mano de Obra, adaptándolos a las necesidades de la zona.

En la medida que se tengan mayores limitaciones para el uso del suelo la duración del ciclo deberá aumentarse y restringirse los cultivos de escarda.

CUADRO No. 3.- Promedio Anual de Escurrimiento y Pérdida de suelo en parcelas de control para un período de 10 años de 1933 - 1942, en suelo franco limoso; pendiente promedio 9%, precipitación total para todo el período 714 cms.

<u>SISTEMA DE CULTIVO</u>	<u>% ESCURRIMIENTO</u>	<u>PERDIDA DE SUELO TONS/ACRE</u>									
Maíz Continuamente	21.7	36.9									
Maíz Continuamente	16.3	50.4									
Maíz Continuamente	18.7	38.3									
Rotación de Maíz, Avena y Trébol Parcelas 4,5,6	<table border="0"> <tr> <td rowspan="3" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">{</td> <td>Maíz</td> <td>12.6</td> <td>18.4</td> </tr> <tr> <td>Avena</td> <td>9.9</td> <td>10.1</td> </tr> <tr> <td>Trébol</td> <td>3.8</td> <td>5.4</td> </tr> </table>	{	Maíz	12.6	18.4	Avena	9.9	10.1	Trébol	3.8	5.4
{	Maíz		12.6	18.4							
	Avena		9.9	10.1							
	Trébol	3.8	5.4								
Promedio de 4,5 y 6	8.8	11.3									
Alfalfa Continuamente	2.2	0.1									
Pasto Azulado Continuamente	1.2	0.03									
Maíz Continuamente sobre Subsuelo	20.2	51.6									

#### 5.5.2. Cultivos en Fajas :

Los cultivos en fajas son un sistema utilizado en conservación del suelo que consiste en alternar fajas de anchura variable de cultivos de escarda con cultivos tupidos, en un sistema de rotación; se utiliza en terrenos con pendientes de 2 - 15%. (Ver Figura Nº 2)

Este sistema tiene las siguientes ventajas. Protege contra la erosión (Cultivo Tupido <impacto de gotas, >infiltración <escurrimiento, evita la erosión en un 60% en terrenos con pendiente y en un 90% cuando se combina con un sistema de terrazas, permite apro

vechar terrenos con pendientes hasta de 15%.

Los principales tipos de fajas son. Fajas al Contorno, de Contraviento, Amortiguadpras, por Campos ó Fracciones.

Es recomendable que su anchura se ajuste a un múltiplo del ancho de la maquinaria empleada. (Ver Cuadro N° 4)

CUADRO N° 4

Determinación del ancho de fajas en función de la pendiente y el drenaje interno de los suelos

Pendiente en por ciento	Ancho de las fajas (metros)		Pendiente en por ciento	Ancho de las fajas (metros)	
	Suelos con mal drenaje			Suelos bien drenados	Suelos con drenaje mediano a malo
0 a 4	30.0		0 a 7.0	60.0	45.0
5 a 9	22.5		7.5 a 12.0	45.0	30.0
10 a 15	15.0		12.5 a 15.0	30.0	22.5

### 5.5.3. Abonos Verdes:

Esta práctica consiste en sembrar un cultivo determinado con la finalidad de incorporarla al suelo generalmente al inicio de la floración. (2-3 meses antes de la siembra).

Con esta práctica se buscan las siguientes finalidades. Agregar Materia Orgánica al suelo, mantener y mejorar la fertilidad del suelo, reducir la erosión, aumentar la capacidad retención de humedad y disminuir los escurrimientos superficiales.

Una aplicación promedio de 14 Ton/Ha de leguminosas adiciona al suelo 130 Kg/Ha de Nitrógeno y 60Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> teniendo un efecto residual por 2 años. (Ver Cuadro N° 5)

CUADRO N° 5

Leguminosas recomendables como Abonos Verdes

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	CARACTERISTICAS DE LA PLANTA										ADAPTACION CLIMATICA					ADAPTACION EDAFICA					UTILIZACION				DENSIDAD DE SIEMBRA AL VOLEO EN Kg/He.		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		25	26
Centrosema	<i>Centrosema pubescens</i>			X	X	X			X	X	X	X	X	X								X		X	X	X	X	4 - 5
Citroli Tropical	<i>Citroli teretata</i>		X	X	X					X	X	X	X											X		X		20
Crotalaria	<i>Crotalaria anagyroides</i>			X	X				X	X	X	X													X		X	22 - 34
Dianthus hoja verde	<i>Dianthus maritimus</i>		X	X	X				X	X	X	X												X		X		6
Glicine Claronce	<i>Glicine javanica</i>			X					X	X	X	X												X	X	X		6
Glicine Tinarens	<i>Glicine javanica</i>			X					X	X	X	X												X	X	X		8
Lespedeza	<i>Lespedeza stipulea</i>	X		X	X	X			X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	20 - 28
Leucaena Pitaviana	<i>Leucaena glauca</i>			X	X	X	X		X	X	X	X											X	X	X	X	X	6
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>		X	X	X				X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	14 - 20
Trébol llubán (dulce)	<i>Medicago sativa</i>		X	X	X				X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	14 - 20
Trébol amarillo	<i>Medicago sativa</i>	X		X					X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	20
Seratro	<i>Phosolus atrorubens</i>			X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6
Chifarrón forrajero	<i>Pisum sativum</i>	X		X	X	X			X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	40 - 45
Kudú	<i>Pueraria phaseoloides</i>			X	X	X			X	X	X	X											X	X	X	X	X	6
Kudú	<i>Pueraria humbergiana</i>			X	X	X			X	X	X	X											X	X	X	X	X	6
Sebana	<i>Sebania macrocarpa</i>	X		X					X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	22
Frijol Tercepeño	<i>Strobilium desiringanum</i>	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	34 - 45
Stilo Schofield	<i>Stilosanthes guayanensis</i>			X	X				X	X	X	X											X	X	X	X	X	6
Stilo Townsville	<i>Stilosanthes humilis</i>	X		X					X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	6
Trébol berceón	<i>Trifolium alexandrinum</i>	X		X					X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	20 - 25
Trébol enarado	<i>Trifolium incarnatum</i>	X		X					X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	24 - 28
Trébol rojo	<i>Trifolium pratense</i>			X	X	X			X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	16
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>			X	X	X	X		X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	12
Trébol perra	<i>Trifolium resupinatum</i>	X		X					X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	23
Ibo (Veza)	<i>Vicia villosa</i>	X	X	X	X				X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	80

5.5.4. Cultivos de Cobertura:

Esta práctica tiene la finalidad de formar y establecer una cubierta vegetal en el terreno para conservarlo y mejorarlo, persiguiéndose la disminución de pérdidas de suelo y reducir el escurrimiento.

Son características deseables en una planta de cobertura el que se adapte a las condiciones ecológicas, que tenga hábito rastrero, que sea preferentemente una leguminosa y que tolere la asociación con el cultivo comercial.

5.6.0. Prácticas Mecánicas : (1,4,7,9,10,11)

Las Prácticas mecánicas son las actividades que se realizan con maquinaria y/o mano de obra, que consisten en movimientos de tierra



para disminuir los escurrimientos ó su velocidad, con el fin de evitar la erosión en terrenos cultivados con pendiente.

Las principales prácticas mecánicas son:

#### 5.6.1. Surcado al Contorno :

Esta práctica consiste en el trazo de los surcos en forma perpendicular a la pendiente natural del terreno siguiendo las curvas a nivel.

Esto permite que se infiltre el agua de lluvia sin producir escurrimientos, excepto cuando se presentan lluvias excesivas, disminuye la erosión y evita la formación de cárcavas en terrenos con pendientes de hasta un 5%.

Esta práctica no se recomienda en área de altas precipitaciones y donde los terrenos son arcillosos, a menos que se les de un desnivel de 3-8 al millar (0.3 - 0.8%) para desalojar los excedentes. Cuando se tiene varias curvas a nivel como líneas guía para el trazo de los surcos es común que no sean paralelas y las fajas sean de anchura variable, dando lugar al estrangulamiento de surcos conocido como "Cornejales", éstos son responsables de un aumento en el costo de labranza de 20 - 30% y de que no tenga mucha aceptación entre los agricultores, por lo que se recomienda el suavizar las curvas a nivel para evitar los quiebres bruscos.

#### 5.6.2. Terrazas :

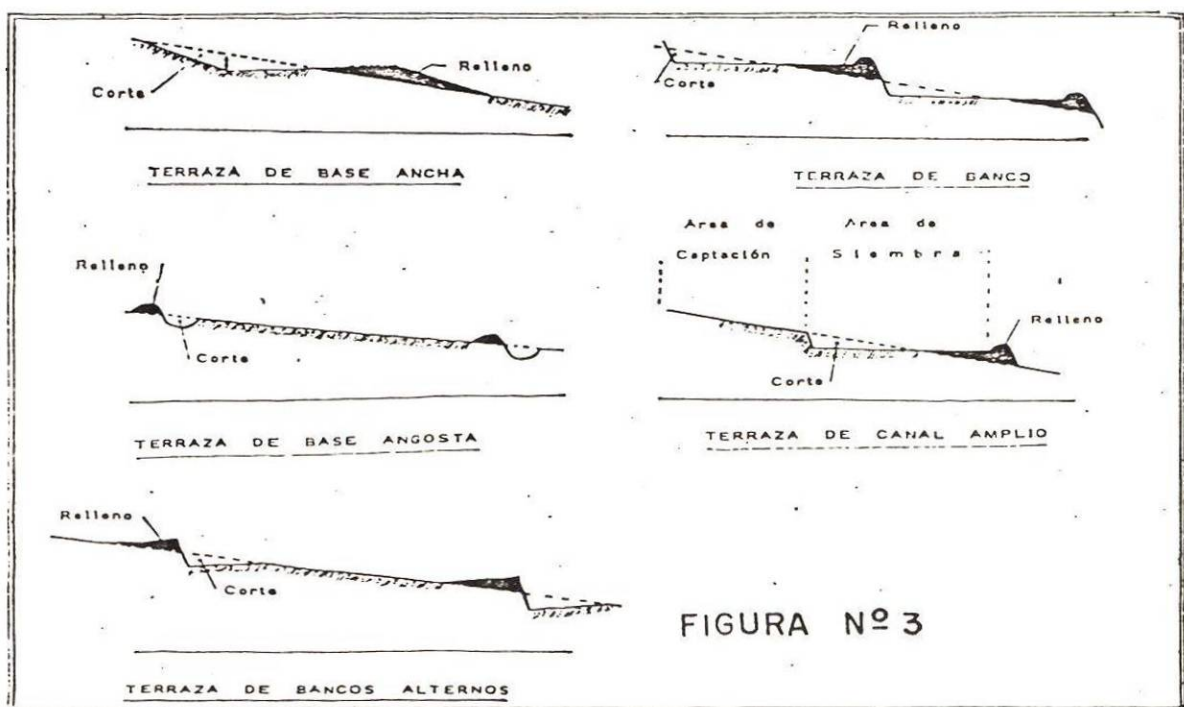
Las terrazas son terraplenes formados entre bordos de tierra ó la combinación de bordos y canales construidos en sentido perpendicular a la pendiente del terreno.

Tienen por objetivo reducir la erosión, aumentar la infiltración de la precipitación disminuir el escurrimiento, desalojar excedencias de agua a velocidades no erosivas, reducir la cantidad de sedimentos en el agua de esorrentía y acondicionar la superficie para las labores agrícolas.

Para lograr máxima efectividad debe combinarse ésta con otras prácticas tales como. - Surcado al contorno, cultivos en fajas, rotación de cultivos, y un manejo del suelo adecuado a su capacidad de uso. Además se requiere un eficiente manejo del agua incluyendo - cauces empastados, desagues subterrneos, drenes y estructuras de desviación de excedentes.

La adaptabilidad de las terrazas a una localidad depende del clima, erosión, topografía, pedregosidad, suelos, disponibilidad de maquinaria y mano de obra.

Las Terrazas se pueden clasificar según su condición de Escurrimiento (con declive ó nivel), según su clase de Desague (empastado, - subterráneo ó absorción) y según su Sección Transversal. (Fig. N°3)



a) Sección Transversal de Base Ancha;

Se usa en terrenos con  $<8\%$  de pendiente, permite laborear toda la superficie. Su inconveniente es el volumen de tierra que se necesita mover para su construcción.

b) Sección Transversal de Base Angosta:

Se adapta a terrenos con  $>6\%$  de pendiente y a cualquier régimen pluviométrico ya que el bordo se puede construir con declive.

Solo requiere la construcción de un bordo con plantilla de 0.80-1.30 m, éste no debe utilizarse para sembrar cultivos agrícolas, aunque para fijarlo se pueden establecer pastos, nopal ó maguey. El bordo debe sobreelevarse para acelerar la formación del bancale, esto se logra al labrar la tierra volteándola hacia abajo. El bordo constituye un área pequeña que queda marginada de la siembra y se puede hacer con maquinaria y/o Mano de Obra.

Sus desventajas son que debe mantenerse con vegetación y sobreelevarlo.

c) Sección Transversal de Banco:

Puede ser con talud ó con muros verticales de piedra, se ajusta a diversos grados de pendiente, hace posible el uso de terrenos muy escarpados, aprovecha la lluvia al máximo, optimiza el uso de maquinaria. Sus desventajas son el alto costo de construcción y la posibilidad de que aflore suelo no intemperizado.

d) Sección Transversal de Bancos Alternos:

Su ventaja principal es que se obtiene el material de préstamo de la parte baja, disminuyendo la pendiente promedio del área laborable entre terrazas, especialmente cuando es muy fuerte. Sus -

desventajas son el mantener empastados los taludes y que su construcción es difícil en suelos someros ó arenosos,

e) Sección Transversal de Canal Amplio:

La sección es similar a los bancos alternos en lo relativo a separación, pero difiere en que las áreas de corte y relleno se encuentran dentro de la misma sección, la función de los intervalos es captar agua de lluvia. Sus ventajas son que se adaptan a pendientes de  $>4\%$  y precipitaciones  $<500$  mm anuales. Desventajas si el suelo no es lo suficientemente permeable para absorber la lluvia máxima en 24 horas para la que estén diseñadas deben construirse, extremos abiertos y desague hacia un cauce protegido.

Para que las terrazas sean laborables en toda su longitud y tengan mejor aceptación entre los agricultores es conveniente que se construyan paralelas y de ser posible con curvas a nivel suavizadas.

CUADRO N<sup>o</sup>6 Espaciamiento entre Terrazas

Pendiente %	Altura de la precipitación anual (mm)			
	Menor de 1 200		Mayor de 1 200	
	Intervalo Vertical (IV)		Intervalo Horizontal (IH)	
2	0.81	0.76	40.50	38.00
4	1.02	0.91	25.50	22.75
6	1.22	1.07	20.33	17.83
8	1.42	1.22	17.75	15.25
10	1.62	1.37	16.20	13.70
12	1.83	1.52	15.25	12.66
14	2.03	1.68	14.50	12.00
16	2.24	1.83	14.00	11.43
18	2.44	1.98	13.55	11.00
20	2.64	2.13	13.20	10.65
22	2.84	2.28	12.90	10.36
24	3.05	2.44	12.70	10.16
26	3.25	2.59	12.50	9.96
28	3.45	2.74	12.32	9.78
30	3.66	2.90	12.20	9.67
32	3.86	3.05	12.03	9.53
34	4.06	3.20	11.94	9.41
36	4.27	3.35	11.86	9.30
38	4.47	3.50	11.76	9.21
40	4.67	3.66	11.67	9.15
50	5.69	4.42	11.38	8.84

Una vez seleccionado el sistema de terrazas que mejor se adapta al terreno y calculado su espaciamento se procede al trazado, el cuál se hace generalmente en forma directa, localizando las salidas más apropiadas para los excedentes, se determina la pendiente media, se localiza el punto medio de la pendiente máxima, partiendo de ahí se traza la línea guía con un nivel estacando cada 20 mts., a lo largo de la curva a nivel ó declive.

Después de trazado el sistema de terrazas se debe diseñar éstas, - dependiendo del tipo y capacidad de almacenamiento y de las condiciones de drenaje.

Para determinar la capacidad de almacenamiento necesaria en litros /m., debe considerarse, la pendiente, el espaciamento entre terrazas, el coeficiente de escurrimiento y la lluvia máxima en 24 horas con período de retorno de 5 años.

La Construcción debe de iniciarse por la parte más alta del terreno y en época de estiaje, los movimientos de tierra en la práctica deben calcularse tomando en cuenta el cambio de volumen que sufre el suelo, ya que el volumen excavado al ser transportado ya a ser diferente. (Ver Cuadro N° 7)

CUADRO N° 7

Cambios de volumen por compactación y abundamiento de acuerdo al grupo textural del suelo

Grupo textural	Volumen ocupado por el suelo (m³)		
	Condición natural	Abundamiento	Compactación
Gruesa	1.0	1.15	0.87
		1.20	0.83
Media	1.0	1.21	0.83
		1.30	0.77
Fina	1.0	1.31	0.76
		1.40	0.71

CUADRO N° 8

Declives máximos permisibles en los canales de las terrazas

Longitud de la terraza (m)	Pendiente (%)	
	Suelos erodibles (arenosos o francos)	Suelos resistentes a la erosión (arcillosos)
Mayor de 150 m	0.35	0.50
60 — 150 m	0.50	0.65
30 — 60 m	1.00	1.50
Menor de 30 m	2.00	2.50

Velocidades máximas para canales

Características del suelo	Velocidad máxima (m/seg*)
Suelos con alto contenido de materia orgánica	0.75
Suelos normales	0.60
Suelos muy erodibles	0.45

\* Este valor se calcula con la fórmula de Manning.

$$V = \frac{r^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Donde:

- V — Velocidad máxima m/seg
- r — Radio hidráulico
- s — Pendiente en metros por metro
- n — Coeficiente de rugosidad

El equipo que se utiliza generalmente en la construcción de terrazas incluye desde pico, pala, arado de disco ó vertedera, Rastra - Martin, bordeadora, escrepa de tiro animal ó con tractor agrícola, así como maquinaria pesada motoconformadoras, motoescrepas y Bulldozer.

Cuando exista vegetación donde se construirá la sección transversal de la terraza debe removerse para facilitar la consolidación del material de relleno.

Una vez construidas debe correrse una nivelación de comprobación, - determinando si se ajustan a las dimensiones proyectadas.

(Ver Cuadro N° 8).

Cuando afloren capas del subsuelo deben utilizarse abonos verdes y estercoladuras para restituir la fertilidad.

### 5.6.3. Estructuras para el Control de Cárcavas :

El principal objetivo que se persigue con las estructuras para el control de cárcavas es disminuir la velocidad del agua de escorrentía para reducir su poder erosivo evitando su crecimiento en profundidad y anchura.

El control se inicia con el cabeceo de la cárcava para prevenir y detener la erosión remontante, luego se procede al afinado de los taludes con una relación de 0,7:1, finalmente se estabiliza con estructuras y una cubierta de vegetación adaptada.

La Construcción de estructuras de control se recomienda se establezcan con un criterio de doble espaciamiento ya que esto reduce los costos a la mitad, pudiendo ocurrir que el volumen de azolve captado estabilice la cárcava, que la velocidad del flujo de escurrimiento se reduzca independientemente del espaciamiento y que se desarrolle vegetación nativa.

En caso de no estabilizarse la cárcava y las estructuras se azolven a toda su capacidad, queda la alternativa de construir las estructuras intermedias.

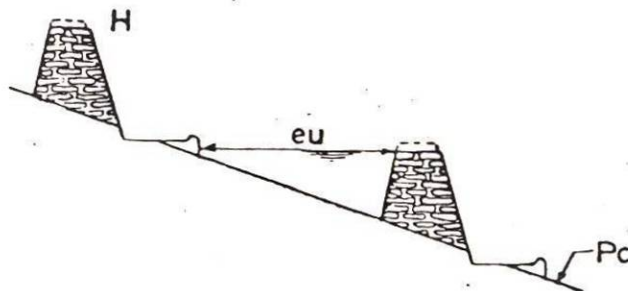
Las estructuras de control se construyen con diversos materiales y reciben el nombre de presas de control de azolves:(Cuadro N° 9)

- A) Presas de Ramas ( <1,5 m )
- B) Presas de Malla de Alambre
- C) Presas de Morrillos ( <1,5 m )
- D) Presas de Piedra Acomodada ( <3 m )
- E) Presas de Gaviones
- F) Presas de Mampostería

CUADRO N<sup>o</sup> 9

Espaciamiento unitario entre presas para control de azolves, en función de la pendiente media de la cárcava y la altura de la estructura

Pendiente de la cárcava %	Espaciamiento unitario entre presas consecutivas (m)										
	Altura de la presa (m)										
	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50
3	16.7	20.0	23.3	26.7	30.0	33.3	36.7	40.0	43.3	46.7	50.0
4	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	32.5	35.0	37.5
5	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0
6	8.3	10.0	11.7	13.3	15.0	16.7	18.3	20.0	21.7	23.3	25.0
7	7.1	8.6	10.0	11.4	12.9	14.3	15.7	17.1	18.6	20.0	21.4
8	6.2	7.5	8.8	10.0	11.2	12.5	13.8	15.0	16.2	17.5	18.8
9	5.6	6.7	7.8	8.9	10.0	11.1	12.2	13.3	14.4	15.6	16.7
10	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
11	4.6	5.4	6.4	7.3	8.2	9.1	10.0	10.8	11.9	12.8	13.6
12	4.2	5.0	5.9	6.7	7.5	8.3	9.2	10.0	10.8	11.7	12.5
13	3.8	4.6	5.4	6.1	6.9	7.7	8.5	9.2	10.0	10.8	11.5
14	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.9	8.6	9.3	10.0	10.7
15	3.3	4.0	4.7	5.3	6.0	6.7	7.3	8.0	8.7	9.3	10.0
16	3.1	3.8	4.3	5.0	5.7	6.2	6.9	7.6	8.1	8.8	9.3
17	2.9	3.5	4.1	4.7	5.3	5.9	6.5	7.0	7.7	8.2	8.8
18	2.8	3.3	3.9	4.4	5.0	5.6	6.1	6.7	7.2	7.8	8.3
19	2.6	3.2	3.7	4.2	4.8	5.3	5.8	6.3	6.9	7.3	7.9
20	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
21	2.4	2.9	3.3	3.9	4.3	4.8	5.2	5.7	6.2	6.7	7.1
22	2.3	2.7	3.2	3.6	4.1	4.5	5.0	5.4	5.9	6.4	6.9
23	2.2	2.6	3.0	3.5	3.9	4.3	4.9	5.2	5.6	6.1	6.5
24	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.2	4.6	5.0	5.4	5.9	6.2
25	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0
26	1.9	2.3	2.7	3.1	3.5	3.9	4.2	4.6	5.0	5.4	5.8
27	1.8	2.2	2.6	3.0	3.3	3.7	4.1	4.4	4.8	5.2	5.5
28	1.8	2.1	2.5	2.8	3.2	3.6	3.9	4.3	4.6	5.0	5.3
29	1.7	2.1	2.4	2.7	3.1	3.4	3.8	4.1	4.5	4.8	5.1
30	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.3	3.7	4.0	4.3	4.7	5.0
31	1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.2	3.5	3.9	4.2	4.5	4.9
32	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	4.1	4.4	4.7
33	1.5	1.8	2.0	2.3	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5
34	1.5	1.8	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.4
35	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	2.8	3.1	3.4	3.7	4.0	4.3



H = Altura de la presa (m)

eu = Espaciamiento unitario (m)

Pc = Pendiente media de la cárcava (%)

### 5.7.0. Prácticas Agronómicas: (1,2,4,9,10)

Las prácticas agronómicas son todas aquellas que complementan y -  
activan la función y los objetivos de las prácticas mecánicas y -  
vegetativas, siendo las principales la aplicación de abonos y ferti



lizantes, el uso de mejoradores, modificación de la reacción del suelo, el apego a los calendarios agrícolas, el uso de semillas mejoradas, la densidad adecuada de siembra, la aplicación de los coeficientes de riego requeridos, el manejo adecuado del agua, la desinfección e inoculación de semillas, el combate de plagas y enfermedades y la determinación de cultivos y ganado aptos de acuerdo con la capacidad de producción de los suelos agrícolas, bosques ó pastizales.

## A N E X O S

## A N E X O I

PRACTICAS DE MANEJO DEL SUELO DE ACUERDO A LÓS FACTORES  
LIMITANTES.

## A) TERRENOS CON &gt;400 mm AL AÑO.

1. Cultivos al Contorno, fajas, cobertera, rotación de leguminosas y pastos, Terrazas.
2. Abonos Verdes, Estiércol, Residuos.
3. Asociaciones cultivos dif. ciclo.
4. Localizar fuentes de abastecimiento de agua } Superficial  
Subterránea

## B) Terrenos con 100-400 mm anuales.

1. Buscar una fuente adecuada de agua. Si nó.
2. Establecer Pastizales resistentes y adaptados.
3. Realizar Surcado Lister.
4. Promover la regeneración de la vegetación nativa.
5. Implantar terrazas de absorción cuando sea costeable.
6. Desarrollar obras de captación de agua de lluvia.

## C) TERRENOS PARCIAL O FRECUENTEMENTE INUNDABLES.

1. Desarrollar cultivos que se adapten.
2. Nivelación ó diseño de terrazas con desague.
3. Canales de desvío hacia salidas bien protegidas.
4. Establecer sistema de drenaje superficial.

## D) TERRENOS CON EROSION.

1. Surcado al Contorno, Terrazas, Canales de desvío.
2. Abonos Verdes, Estercoladuras, Residuos de cosechas.
3. Cultivos en Fajas, cobertera, rotación, al contorno y surcado Lister.
4. Nivelación con escrepa.
5. Barreras rompevientos (E. Eólica).
6. Establecer Praderas.
7. Terrazas.
8. Presas de Control de Azolves (Permanentes ó temporales.)
9. Favorecer la regeneración de la vegetación nativa ó reforestar.

## E) SUELOS CON TOPOGRAFIA IRREGULAR: PENDIENTE UNIFORME 2-15%, ONDULADA 2-10%.

1. Surcado al Contorno con Terrazas.
2. Abonos Verdes, Estercoladuras, Residuos, Cultivo en fajas, Cobertura, Rotación, Surcado Lister.

Pendiente uniforme u ondulada de 15-100%,

3. Terrazas y Canales de Desvío.
4. Reforestaciones, Pastizales con Surcado Lister.
5. Regenerar vegetación nativa.
6. Bancales cuando sea posible.

## F) SUELOS DELGADOS.

a) Cuando está restringido por materiales no consolidados:

1. Seleccionar cuyo sistema radicular se adapte.
2. Subsoleo para incrementar el proceso de intemperismo.

b) Restringida por materiales consolidados: (Piedras, Rocas capa continua).

1. Pastizales (raíz poco profunda).

2. Arboles frutales en cepas cayadas con dinamita.

G) MANTO FREATICO SOMERO: 10-100 cms.

1. Desarrollar especies con características fisiológicas y sistema radicular adaptado.
2. Localizar la fuente de agua y desviarla.
3. Establecer Drenaje.
4. Establecer Drenaje Vertical con pozos profundos para abatir el nivel.

H) PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL.

1. Labores de Despiedre cuando sea costeable.
2. Desarrollar Pastizales.
3. Plantar Frutales ó Especies Forestales.

I) SALINIDAD Y/O SODICIDAD: 2-16 mmhos/cm.

1. Desarrollar plantas tolerantes:
  - a) 2-4 mmhos/cm Manzano, Durazno, Aguacate, Trébol, Rábano.
  - b) 4-12 mmhos/cm Melón, Vid, Tomate, Trigo, Sorgo, Maíz.
  - c) >16 mmhos/cm Algodón, Zacate Salado, Palma Datilera.
2. Para suelos con >16 mmhos/cm aparte de cultivos tolerantes realizar en lo posible lavados con sistema de drenaje.
3. En el caso de Sodio donde el % de Na intercambiable fluctúa de 10-60 es conveniente aplicar mejoradores como:
 

Yeso, Azufre, ácido sulfúrico, polisulfuro de calcio, sulfato de Fierro.

Una vez incorporados deben efectuarse lavados con sistema de drenaje.

Esto debe realizarse por técnicos experimentados.

## A N E X O II

PRACTICA DE MANEJO DE LOS SUELOS DE ACUERDO A LOS  
FACTORES AUXILIARES :

## A) TEXTURA Y PERMEABILIDAD.

## a) Gruesa (Arenosos) y Alta Permeabilidad.

1. Aplicar Abonos Verdes, Estercoladuras, Residuos
2. Obras de Captación de Agua.
3. Sembrar cultivos de tubérculo.
4. Rotaciones de cultivos que incluyan pastos (promueven la agregación >retención H°).

## b) Fina (arcillosos) y Baja Permeabilidad.

1. Preparar el terreno en condiciones óptimas de humedad.
2. Practicar la Labranza mínima para evitar compactar.
3. Cuando se utilice maquinaria pesada Subsoleo cada 3-4 años.
4. Agregar M.O. para promover la formación de agregados e incrementar la fertilidad y la permeabilidad.
5. Rotación de Cultivos con diferentes hábitos de crecimiento radicular.  
(Prof.)
6. Establecer cuando sea posible cultivos que prosperan en suelos de -  
escasa permeabilidad.
7. Habilitar un sistema de drenaje que mejore permeabilidad y aireación.

B) pH : Cuadro No. 10.

CONDICIONES DEL SUELO

PRACTICAS DE MANEJO

Suelos Acidos

pH 3-6

a) Cultivos adaptados (papa, café, té, trébol)

b) Realizar encalados.

c) Evitar sobrieriegos.

Suelos Alcalinos

pH 7.9 - >9

a) Cultivos adaptados (haba, lechuga, melón, alfalfa).

b) Efectuar lavados.

c) Instalar drenaje eficiente.

## B I B L I O G R A F I A

1. Anaya Garduño Manuel et.al. 1977 "Manual de Conservación del Suelo y del Agua" CPENA Chapingo Mex, SARH
2. Apuntes de Clase 1980. 3er. Curso Intensivo de Conservación del Suelo y del Agua CPENA Chapingo Mex.
3. Arias Rojo Héctor M. 1980 "El Factor R de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo en la Cuenca del Río Tezcoco" Tesis de M.C, CPENA
4. Bennett Hugh H. 1974 "Elementos de Conservación del Suelo" Fondo de Cultura Económica Mex, D.F.
5. Browning G.M. et.al. 1931 - 1942 "Investigation in Erosion Control and the Reclamation of Eroded Land" USDA Technical Bulletin No. 959.
6. FAO 1978 "La Erosión Eólica y Medidas para combatirla en los Suelos - Agrícolas" Roma
7. Foster Albert B. 1979 "Métodos Aprobados de Conservación de Suelos" Editorial Trillas, S.A. Mex. D.F.
8. Laird Reggie J. 1977 "Investigación Agronómica para el Desarrollo de la Agricultura Tradicional" CPENA Chapingo Mex.



9. SAG D.G.C.S.A. 1975 "Conservación del Suelo y el Agua" Mex. D.F.
10. Servicio de Lenguas Extranjeras Secretaría de Estado de los EEUU  
1950 "Manual de Conservación de Suelos" Wash. D.C.
11. Worthen E.L. y Aldrich S.R. 1967 "Suelos Agrícolas su Conservación y  
Fertilización" Traducción de J.L. de la Loma, UTEHA Mex. D.F.

