



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

MEDIDAS MECÁNICAS EXTRAORDINARIAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

Apellidos, nombre	Gisbert Blanquer, Juan Manuel (jgisbert@prv.upv.es) Ibáñez Asensio, Sara (sibanez@prv.upv.es) Moreno Ramón, Héctor (hecmora@prv.upv.es)
Departamento	Producción Vegetal
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y



1 Resumen

En el presente artículo se presenta una relación de las medidas mecánicas de conservación de carácter extraordinario destinadas a proteger el suelo de los procesos de degradación por erosión hídrica severos; este tipo de medidas incluyen las terrazas y los bancales, cuya construcción implica movimientos de tierras de mediana y gran envergadura realizados con el objetivo de evitar o disminuir las pérdidas de suelo en zonas con elevado riesgo de erosión.

Las medidas de conservación más efectivas intentan disminuir la intensidad de la degradación actuando sobre tres posibles objetivos: proteger el terreno contra la lluvia, mejorar la capacidad de infiltración del suelo o disminuir la energía erosiva del agua. En definitiva, a mayor control sobre el volumen de escorrentía generada y mayor descenso en la cantidad de suelo perdido, mayor efectividad de la medida de conservación elegida.

2 Objetivos

- Conocer las características, propiedades y requerimientos constructivos de las técnicas mecánicas de conservación de mayor efectividad
- Identificar el efecto positivo asociado a cada una de ellas
- Elegir la actuación más idónea para cada situación de lluvia y tipo de terreno

3 Estructura e introducción

El presente artículo docente se estructura en los siguientes puntos:

1. Resumen de ideas clave
2. Objetivos
3. Estructura e introducción
4. Desarrollo
 - 4.1. Descripción general y tipos
 - 4.2. Terrazas
 - 4.2.1. Características generales
 - 4.2.2. Tipos
 - 4.2.3. Diseño
 - 4.2.4. Criterios de elección
 - 4.3. Bancales
 - 4.3.1. Características

4.3.2. Tipos

5. Cierre
6. Bibliografía

Si seguimos todos estos apartados descritos al final conoceremos con bastante detalle las características de los diferentes tipos de terrazas consiguiendo por tanto superar los objetivos anteriormente propuestos. No obstante y para poder llegar a entender cómo actúan estas técnicas sobre el control de la degradación de los suelos antes debemos conocer cuáles son estos procesos y cuáles son las características del terreno que los acentúan o favorecen.

En el supuesto de que no conozcas estos conceptos básicos en conservación de suelos, debes buscar información en cualquier libro (por ejemplo los señalados en la bibliografía) o en internet utilizando las palabras claves anteriormente señaladas.

4 Desarrollo

4.1 Descripción general y tipos

Las prácticas mecánicas de conservación de suelos y aguas de carácter extraordinario son todas aquellas técnicas que implican el movimiento grande volúmenes de tierra; su coste es en general elevado pero resultan muy eficaces en el control del flujo de escorrentía.

Actúan modificando la topografía natural terreno, evitando algunas de ellas incluso la circulación del flujo de agua. Favorecen en cualquier caso el aumento de la infiltración y la disminución de la capacidad de transporte y desagregación de la escorrentía.

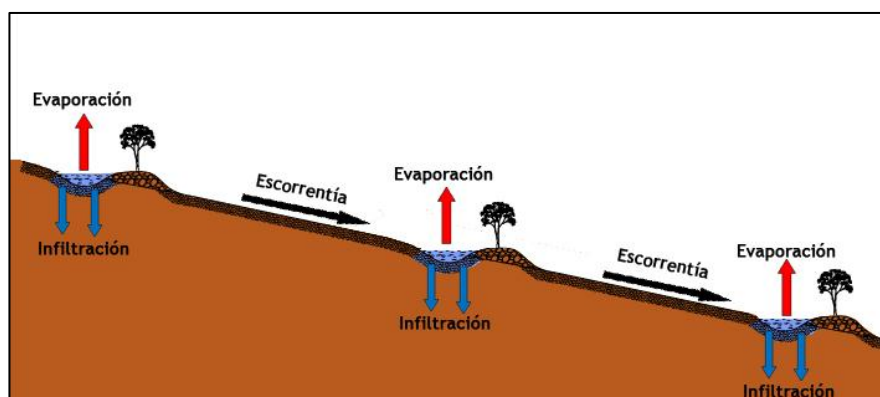


Figura 1: Tipos de terrazas y comportamiento del agua

Los diferentes tipos de prácticas de esta naturaleza son: las terrazas y los bancales (que realmente son un subtipo de terraza).



4.2 Terrazas

4.2.1 Características generales

En sentido amplio, una terraza es una construcción o estructura física compuesta por un dique y un canal, de construcción repetida sistemáticamente en una ladera; está orientada en el sentido perpendicular a la máxima pendiente de manera que intercepta el agua de escorrentía permitiendo su absorción o evacuación hacia la parte exterior de la explotación.

Las terrazas constituyen la medida de defensa del suelo más enérgica frente a la erosión hídrica y son de obligado establecimiento si no bastan otras medidas como por ejemplo el cultivo en surcos a nivel, las rotaciones o el cultivo en fajas. Si están bien planteadas y correctamente construidas, disminuyen considerablemente las pérdidas de suelo, siendo apropiadas para condiciones de pendiente elevada y/o volúmenes grandes de agua de escorrentía.

En general, su construcción implica importantes movimientos de tierras siendo su coste en este caso elevado. Cuando el movimiento de tierras es moderado y la pendiente de la terraza por tanto no es muy baja, la eficiencia del sistema de terrazas queda condicionada entonces a la adopción combinada de otras prácticas conservacionistas.

OBJETIVOS DEL ATERRAZAMIENTO

- Disminuir la velocidad de la escorrentía
- Disminuir el volumen de la escorrentía
- Disminuir las pérdidas de suelo, semillas y abonos
- Aumentar el contenido en humedad en el suelo mejorando la tasa de infiltración de agua
- Reducir el pico de descarga de los cursos de agua
- Suavizar la topografía mejorando las condiciones de mecanización de las áreas agrícolas

4.2.2 Clasificación

Las terrazas se clasifican en atención al destino de las aguas interceptadas, a su construcción, al tamaño de la base o longitud del movimiento de tierras, y a su forma.

A. Con relación al destino de las aguas interceptadas: pueden ser de absorción o de desagüe

- Terrazas de absorción: son terrazas construidas a nivel con el objetivo de retener y acumular la escorrentía en el canal para facilitar la infiltración del agua y la acumulación de sedimentos; son terrazas recomendadas para regiones de baja precipitación pluvial, suelos permeables y en terrenos con pendiente menor al 8%; normalmente son terrazas de base ancha.

Características generales

Retienen la humedad



Los canales de desagüe son anchos y de paredes permeables

- Terrazas de desagüe: son terrazas construidas en desnivel cuyo objetivo es interceptar la escorrentía y conducir el exceso de agua no infiltrada hasta lugares debidamente protegidos (desagües). Son terrazas recomendadas para las regiones de alta precipitación pluvial, suelos con permeabilidad moderada o lenta y recomendadas para áreas con más del 8% y hasta el 20 % de pendiente; normalmente son terrazas de base estrecha o media.

Características generales

Controlan la erosión
Los canales de desagüe son estrechos y deben estar protegidos contra la erosión

B. Según su construcción puede ser tipo canal o tipo camellón

- Tipo canal o terraza de Nichols: Son terrazas que presentan canales de sección más o menos triangular, construidas cortando y eliminando la tierra hacia abajo; son recomendadas para pendientes de hasta el 20%; generalmente son construidas con implementos reversibles, de tracción animal o manuales.

Características generales

Propias de regiones con altas precipitaciones pluviales
Indicadas para suelos de permeabilidad media o baja

- Tipo camellón o terraza de Mangun: Son terrazas construidas cortando y eliminando la tierra a ambos lados de la línea de demarcación, formando ondulaciones sobre el terreno; son recomendadas para áreas con pendientes de hasta el 10% y generalmente son construidas con implementos fijos o reversibles.

Características generales

Propias de regiones con bajas precipitaciones pluviales
Indicadas para suelos de permeabilidad elevada

D. Según su forma pueden ser de tipo común o de banco:

- Terraza común, a nivel o desnivel, usada para pendientes inferiores al 10-25%. Pueden ser de perfil americano o de perfil granadino. Las terrazas de perfil americano son terrazas de absorción apropiadas para zonas de pequeña pendiente de entre el 1 y el 5% pero inferior en todo caso al 10%. Responden al tipo de basa ancha. Las terrazas de perfil granadino son terrazas de absorción o desagüe apropiadas para zonas de pendiente inferior al 25%.

- Terraza de banco. Las terrazas de banco, también denominadas bancales o de perfil argelino, son en realidad las verdaderas terrazas a partir de las que se originan los otros tipos. Son de desagüe y se utilizan en terrenos con más del 20% de pendiente, siendo construidas transversalmente a la línea de mayor declive.

C. Según el tamaño de la base o longitud del movimiento de tierras: pueden ser base estrecha, media o ancha.

- Terraza de base estrecha: cuando el movimiento de tierra es de hasta tres metros de longitud; se incluyen en este grupo los cordones en contorno.
- Terraza de base media: cuando la longitud del movimiento de tierra varía de tres a seis metros.
- Terraza de base ancha: cuando la longitud del movimiento de tierra es mayor de seis metros (generalmente hasta 12 m).

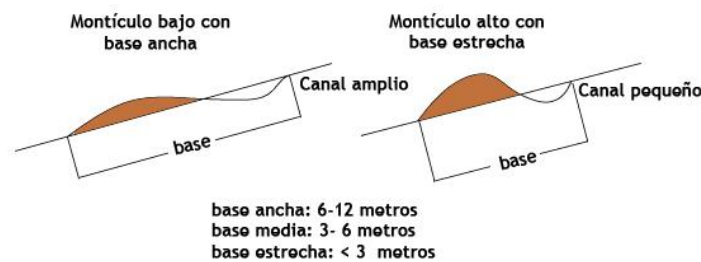
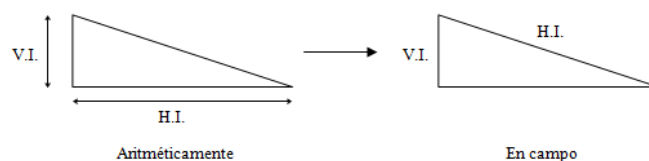


Figura 2: Tamaño de las terrazas

4.2.3 Diseño

Los objetivos que el diseño de una terraza debe cumplir son básicamente dos: proporcionar secciones transversales cultivables y canales con suficiente capacidad de desagüe o absorción. Las variables implicadas son el espaciamiento (VI), la pendiente (S), la longitud (L) y la sección transversal:

1. Espaciamiento de las terrazas o distancia vertical entre canales de terrazas sucesivas (V.I.): Se calcula matemáticamente en función de la pendiente (fórmula de Ramser), ajustando finalmente su valor en función del espaciamiento horizontal o ancho (V.H.) a fin de que $V.H. = n^\circ$ par de vueltas de la maquinaria agrícola:



$$IV = \left(\frac{S}{4} + 2 \right) \cdot 0,305 \quad \text{donde:}$$

IV = intervalo Vertical (m)
S = pendiente (%)

2. Pendiente del canal de desagüe: debe ser lo suficientemente alta como para evacuar toda el agua pero lo suficientemente baja como para no producir erosión, tomando en consideración además que el caudal a evacuar no es constante en todo el canal: al principio, puesto que la superficie que aporta agua es pequeña, el caudal es bajo para al final, cuando se evacua toda el agua del sistema, haber aumentado hasta el máximo. Existen dos alternativos de diseño: pendiente variable y pendiente constante:

- **Pendiente variable**: cuando variar la sección del canal para adaptarlo a mayores caudales al final es muy difícil (con maquinaria imposible; a mano muy costoso), se recurre a aumentar progresivamente la pendiente
 - Primeros 100 m \rightarrow 1 ‰
 - Segundos 100 m \rightarrow 2 ‰
 - Terceros 100 m \rightarrow 3 ‰
 - Cuartos 100 m \rightarrow 4 ‰
- **Pendiente constante**: es preferible construir con sección excesivamente ancha desde el inicio, recomendándose tomar pendiente $S \approx 4 ‰$

3. Longitud de las terrazas o longitud del canal. Existen dos posibilidades extremas: si las terrazas son demasiado largas la acumulación de agua en la parte más baja puede ser excesiva y, por lo tanto, peligrosa; si por el contrario son cortas se aumenta innecesariamente el nº de canales, aumentando el y reduciéndose el espacio destinado al cultivo:

- **Terrazas a nivel**: no deberán sobrepasarse los 150 m de longitud, realizándose diques intermedios si fuera necesario
- **Terrazas de desagüe**:

Longitud (m)	Pendiente máxima (%)	
	Suelos erosionables	Suelos poco erosionables
30	2	2,5
60	1	1,5
150	0,5	0,65
360	0,35	0,50

4. Sección transversal del canal: se calcula tomando en consideración la capacidad de evacuación requerida y las dimensiones de la maquinaria a utilizar en la obra:

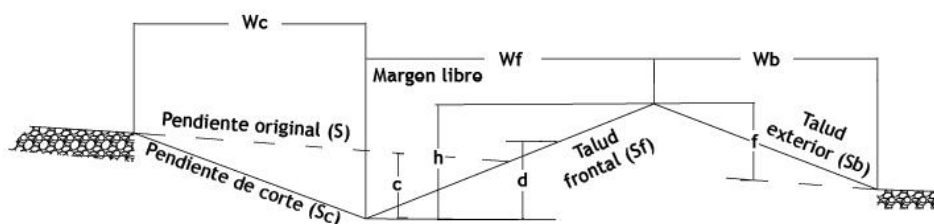


Figura 3: Croquis terrazas



W= ancho o longitud horizontal
S= pendiente

Las terrazas deben ser diseñadas para que evacuen toda el agua de escorrentía generada en una tormenta, por lo tanto en su cálculo entran los conceptos de precipitación máxima esperada, intensidad-duración-frecuencia, tiempo de retorno y período de concentración:

- Wf= ancho maquinaria disponible
- Si los anchos de los taludes laterales iguales: $W_c=W_f=W_b=W$, entonces

$$c + f = h + S \times W, \text{ donde}$$

c= altura corte (m); f= altura relleno (m); S= pendiente original (m/m); h= profundidad de la corriente de agua en el canal

- La profundidad de la corriente (h) estará determinada por el volumen o el caudal de escorrentía (Q) para un periodo de retorno T=10 año. Puede calcularse por cualquiera de los métodos adecuados para pequeñas cuencas:

a) Para terrazas de absorción: $Q \text{ (m}^3\text{)} = c \times p \times d$, siendo

c= coeficiente de escorrentía
p= precipitación máxima en 24 horas
d= distancia horizontal media entre terrazas (m)

b) Para terrazas de desagüe sin infiltración en el canal: $Q \text{ (l/s)} = c \times q \times d \times L$, siendo

c= coeficiente de escorrentía
q= intensidad máxima (mm/s) para una duración de la lluvia (horas) igual al tiempo de concentración
d= distancia horizontal media entre terrazas (m)
L= longitud de las terrazas (m)

c) Para terrazas de desagüe con infiltración en el canal:

$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = (Q' - Q'') \times L \times T \times 3600$, siendo
Q'= escorrentía total por metro lineal de terraza para un tiempo igual al tiempo de concentración calculado
Q''= capacidad de infiltración del canal para un tiempo igual al tiempo de concentración calculado
T= duración de la tormenta o tiempo de concentración (h)
L= longitud de las terrazas (m)

4.2.4 Criterios de elección

Los aspectos determinantes del tipo de terraza a construir, de absorción (A) o de desagüe (D) son el tipo de lluvia y la capacidad de infiltración del suelo:

	Tasa de Infiltración del suelo		
Lluvia anual (mm)	< 10 mm/h	10 – 20 mm/h	> 20mm/h
< 500	D	A	A



500 – 800
> 800

D
D

D
D

A
D

4.3 Bancales

4.3.1 Descripción

Los bancales son el método de conservación tradicionalmente más empleado en España. Adecuados para zonas de pendiente elevada con gran irregularidad y escasez de precipitaciones, fueron construidos originariamente como estructuras de retención de la escorrentía.

Tienen como objetivo la captación e infiltración del máximo posible de agua que garantice la viabilidad de los cultivos, aseguran al tiempo un control total sobre la erosión hídrica.

La superficie que se cultiva cuando existen abancalamientos es prácticamente horizontal (la pendiente final es inferior al 0,2%) por lo que si la obra se mantiene convenientemente conservada los bancales elimina por completo el riesgo de erosión hídrica. En muchas zonas de la Comunidad Valenciana han sido construidos durante siglos en unas condiciones pendiente tales que es necesario el acarreo o transporte de tierra desde otros lugares, para poder rellenar los muros y permitir así el establecimiento del cultivo, de otra forma imposible dada la falta de suelo fértil (figura).

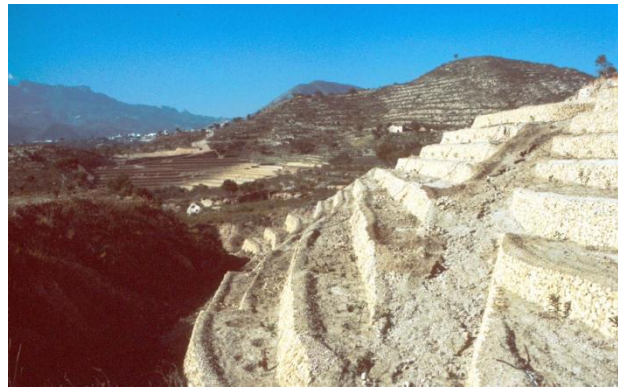


Figura 4: Bancales preparados para el aporte de tierra

En terrenos de subsuelo rocoso de granito, pizarra o caliza, se utilizan los propios materiales extraídos para la construcción de los muros de mampostería. Toda la geografía española está salpicada de abancalamientos, siendo no obstante Valencia, Cataluña, Galicia y Aragón las regiones donde su empleo está más extendido.

4.3.2 Tipos

La clasificación de los bancales se realiza en atención a las características del desnivel existente entre plataformas de cultivo sucesivas: (figura):

- **Bancal con talud:** cuando la pendiente no es muy elevada se deja un talud entre las plataformas; no obstante, el talud debe ser protegido y estabilizado con plantas tapizantes a fin de que no sea dañado por el agua de lluvia



- Bancal con pared vertical. En zonas de pendiente acusada para disponer de un ancho suficiente para el cultivo es necesario que las paredes sean completamente verticales; la pared debe ser protegida con un muro tradicionalmente de mampostería.
- Bancal semicircular, bancal tipo isla o cultivo en maceta: tienen forma de media luna y se destinan a un solo árbol. Es típico de laderas muy pedregosas y prácticamente sin suelo, pero de pendiente no muy acusada. La pared del bancal, no excesivamente alta, se fabrica en mampostería o con troncos y ramas. Son caros y poco adecuados para el cultivo puesto que no permiten la mecanización.



Figura 5. Bancales a) en talud con vegetación; b) de tipo semicircular

5 Cierre

La selección del tipo de terraza está relacionada con las propiedades físicas del suelo que determinan la permeabilidad del agua en su perfil. De ahí la importancia del conocimiento de la textura, la estructura, la profundidad efectiva y la permeabilidad de la capa superficial y subsuperficial en la planificación de un sistema de terracedo.

La disponibilidad de maquinaria agrícola y la pendiente del terreno son otros factores que determinan la opción del proceso de construcción de una terraza.



6 Bibliografía

6.1 Libros:

- [1] Gisbert, J.M., Ibáñez, S. y Soriano, P.P. 2002. Técnicas y medidas sostenibles en conservación de suelos. FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD-UNIV. POLITÈCNICA- FONDO SOCIAL EUROPEO. Curso On Line <http://www.upa.upv.es>. Editorial UPV (CD)
- [2] Gisbert, J.M., Ibáñez, S. y Soriano, P.P. 2002. Degradación y conservación de suelos. FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD-UNIV. POLITÈCNICA- FONDO SOCIAL EUROPEO. Curso On Line <http://www.upa.upv.es>. Editorial UPV (CD)
- [3] Hudson, N. "Conservación de suelos", Ed. Reverte, págs. 339.
- [4] López Cadenas de Llano, F. (Coord.); "Recuperación hidrológico-forestal de cuencas", Mundi Prensa –Tragsa, 902 pp..
- [5] López Cadenas Llano, F. "La ingeniería en los procesos de desertificación", Mundi Prensa –Tragsa, 1103 pp..
- [6] PNUMA. 2000. Guidelines for erosion and desertification control management. Programa e las Naciones Unidas para el Medio Ambiente,, págs.. 90.

6.2 Referencias de fuentes electrónicas:

- [7] FAO. 2 2. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. HTTP://WWW.FAO.ORG/AG/AGS/AGSE/AGSE_S/7MO/IITA/IIT.HTMROMA: F.A.O. BOLETÍN DE TIERRAS Y AGUAS N° 8, 220 P
- [8] Sociedad Europea de Conservación de suelos, en www.zalf.de/ESSC/essc.htm. Congreso Mundial sobre Agricultura de Conservación.
- [9] Servicio Nacional de Conservación de Suelos de los EEUU, en www.nrcs.usda.gov.
- [10] Servicio Nacional de Conservación de Suelos de los EEUU, en www.nhq.nrcs.usda.gov/BCS/agro/CORE4/PDF
- [11] Sociedad de Conservación de Suelos y Aguas, en www.swcs.org .Prevención de la erosión y control de sedimentos, en www.engr.utk.edu/research/water/erosion
- [12] "La pedra en sec, obra, paisatge i patrimoni". IV Congres Internacional de Construccio de Pedra en Sec. Consellinsular de Mallorca, 1.997.