

MADRID

NUMERO 23-49 H

DICIEMBRE 1949

# CONSTRUCCION DE BANCALES

Por EDUARDO MARTINEZ SILVA  
Ingeniero Agrónomo.



Foto CANIZO

“La fragosa y quebrada topografía del país y el régimen de lluvias, en el que no escasean las torrenciales, determinan arrastres cuya importancia no se aprecia en su verdadero valor.”

“Las tierras y materiales en suspensión que por su menor densidad no se sedimentan, van hacia el mar, donde se pierden en cantidades aterradoras. Veamos algunos ejemplos que nos permitan formar una idea de la trascendencia de estas pérdidas. El Júcar, en la provincia de Cuenca, lleva 2'8 kilogramos de materia sólida por metro cúbico, lo que representa, en 23 metros cúbicos/segundo, en avenidas normales, un arrastre de 5.000 metros cúbicos diarios. El Tajo, con 3'2 kilogramos por metro cúbico/segundo y 27 metros cúbicos de caudal por segundo, lleva 7.000 metros cúbicos de légamo y tierras al mar. Lo mismo podemos decir del Duero, Guadalquivir, Ebro, etc. El Guadalete arrastra a la bahía de Cádiz unas 500.000 toneladas de tierras por año.”

“La tierra que se pierde es un elemento de trabajo que no se recobra jamás; es un factor de la producción que desaparece. Contener esta pérdida constante es una labor que tiene caracteres muy especiales que la diferencian esencialmente de cualquier otra mejora, pues con el abandono y la indiferencia para corregir la emigración del suelo, no es que deje de crear, es que se pierde la riqueza, de mayor estimación por la dificultad de reconstruirla.”

Del artículo: LA TIERRA QUE SE PIERDE, publicado en *El Imparcial* (Madrid, 18 de enero de 1908) por el ilustre Ingeniero Agrónomo D. Celedonio Rodríguez.

# CONSTRUCCION DE BANCALES

## La erosión del suelo: su importancia y daños.

La capa superficial de la tierra, por un proceso de desnudamiento llamado *erosión*, está sujeta a pérdidas parciales o completas del subsuelo, o de la roca subyacente. Juntamente al fenómeno de erosión va unido el de deposición de los materiales arrastrados, principalmente por las aguas, a mayor o menor distancia y en períodos de años o de siglos.

De esta forma se puede explicar el fin de las antiguas civilizaciones—como las de Babilonia, Palmira, Cartago, etcétera—, cuyas causas han buscado en vano los historiadores políticos, y comprender el origen de las inmensas llanuras, asiática y africana, de origen eólico y aluvial.

En los planes de reconstrucción de la economía agraria mundial, el problema de la erosión del suelo está, por lo tanto, en primer plano. Tanto la erosión causada por la lluvia, como la originada por el viento, en tierras sueltas, inutilizan anualmente grandes extensiones de terreno cultivable.

## Tierras defendidas.

Cuando las gotas de agua de lluvia caen sobre un terreno cubierto de vegetación, “son detenidas en su violencia por las hojas, caen suavemente al suelo, en donde las reciben los restos vegetales existentes y el humus, que las absorbe como una esponja, para descender con facilidad a toda la masa de tierra alcanzada por la materia negra y, más tarde, llenar los huecos y nutrir las vetas de agua de la tierra virgen”.

“Cuando el agua que cae es más de la que puede infiltrarse por el suelo, el sobrante se pone en movimiento siguiendo la línea de máxima pendiente del terreno. A este caminar, desde el primer momento, oponen su resistencia los despojos vegetales menudos, enmarañados unos con otros, que no solamente no se dejan arrastrar, sino que obran como filtros,

como diminutas redes, para impedir que el agua se lleve las más tenues partículas del suelo. A que el movimiento del agua adquiriera velocidad se oponen igualmente los tallos de las plantas". (ANDREU).

De esta forma las aguas alcanzan sus salidas naturales con arranques mínimos, corrientes de aguas limpias, llegando a los ríos, de márgenes defendidas por arbolés corpulentos y vida activa, sobre una densa vegetación herbácea.

### **Tierras indefensas.**

Cuando en el suelo, por múltiples causas—aunque todas ellas originadas por la intervención humana—, se rompe esta armonía naturalmente establecida y desaparece el tapiz herbáceo que lo defendía de los agentes atmosféricos, la velocidad de caída de las gotas de lluvia no es amortiguada como antes, el paso de ganados ha hecho el suelo firme y apelmazado, labrando en consecuencia caminos por donde el agua fluye sin obstáculos; ningún filtro se opone al arrastre de las materias más finas del suelo, y con facilidad se reúnen todas las venas líquidas, que engrosarán al torrente en gestación.

El agua clara trabaja por la velocidad que adquiere en razón directa con la pendiente, pero con una densidad mucho menor que la de las aguas turbias; porque éstas, al adquirir mayor densidad, alcanzan por este solo motivo mayor fuerza y arrastran la grava, las piedras, los bloques, por último.

Para darse una idea de la fuerza que adquieren las aguas muy cargadas de materias térreas basta recordar que una piedra—un cuerpo sólido sumergido en un líquido en movimiento—sufre un impulso proporcional a la fuerza de choque, al peso específico del líquido y al cuadrado de la velocidad; como el peso específico aumenta extraordinariamente con las materias térreas en suspensión, a igual pendiente son muy distintos los efectos de las aguas claras que los de las aguas turbias.

### **Prácticas en uso para combatir la erosión.**

Nos limitamos a enumerar las prácticas más corriente-

mente usadas, que son éstas (1): *Una rotación de cultivos* de producción elevada, que significa vegetación fuerte y, por tanto, adecuada a contener la erosión. *Cultivo en fajas*, donde las que son de vegetación espesa aminoran la velocidad del agua que las atraviesa y actúan como filtros, reteniendo las partículas térreas que en suspensión lleva el agua. *Cosechas de cobertura*, donde las plantas cultivadas, además de su misión protectora de la tierra, pueden enriquecerla como abonos verdes. *Labores siguiendo las curvas de nivel*, con la doble finalidad de conservar el agua, en las comarcas de lluvias escasas, así como la tierra y la humedad, en las de lluvias abundantes, impidiendo que el agua se mueva y arrastre al suelo. Y, por último, la implantación de *terrazas* o *bancales*, de lo que nos ocuparemos con más detalle a continuación..

### **Terrazas y bancales.**

Constituye el abancalado la práctica más usada en el mundo, desde la más remota antigüedad. La implantación de terrazas y bancales, en los terrenos con declive—mediante taludes o muros de piedras, con cal o en seco—, realiza del modo más perfecto y completo la atenuación de la acción erosiva de las lluvias en la superficie del suelo y favorece en alto grado la infiltración del agua, si bien el sistema resulta costoso, tanto en su establecimiento como en su conservación.

La pendiente natural del terreno se convierte en superficies horizontales de cultivo, salvando el desnivel existente entre dos terrazas contiguas por un salto brusco, verticalmente o en talud. Cuando los desniveles se ganan en salto vertical, es necesario construir muros que contengan las tierras, situando la coronación de uno a la misma altura que el arranque del inmediato superior. El desarrollo de estos muros debe seguir, lo más cerca posible, el trazado de las curvas de nivel del suelo.

---

(1) Estos asuntos se tratan extensamente en el libro *Defensa del suelo agrícola*, por Jesús Andréu, Ingeniero Agrónomo. Publicación del Ministerio de Agricultura, núm. 133, 124 páginas, con grabados y láminas, 10 pesetas. (De venta en la Librería Agrícola, Fernando VI, 2, Madrid, y en las principales librerías de España.)

### Dimensiones de los bancales.

La anchura de los bancales y, por consiguiente, la altura de los muros varían según la pendiente del suelo y el cultivo a que se destinen. En el cuadro I, que se incluye al final, se establecen equivalencias entre las pendientes, expresadas en grados y en tanto por ciento.

En condiciones medias, se emplean para determinar la distancia vertical entre terrazas y su distancia horizontal las siguientes fórmulas:

$$V = 0'305 \left( 2 + \frac{p}{4} \right), \quad D = \frac{100 V}{p}$$

En las cuales V representa la diferencia de altura entre terrazas contiguas, expresada en metros;  $p$ , la pendiente por 100, y D, la distancia horizontal, también expresada en metros.

Si se tratase de un terreno con pendiente media del 20 por 100, aplicando la primera fórmula tendríamos:

$$V = 0'305 \times \left( 2 + \frac{20}{4} \right) = 2'13 \text{ metros, y } D = \left( \frac{100 + 2'13}{20} \right) = 10'65 \text{ metros.}$$

En el cuadro II están efectuados estos cálculos y, para mayor facilidad, se han redondeado las cifras.

Cuando el terreno que se va a abanclar no es de pendiente uniforme, se hallaría la media ponderada de las pendientes, tomando esta cifra como si la pendiente fuese única. Por ejemplo, si se tratase de un terreno en el que hubiera 10 hectáreas con pendiente del 4 por 100, 15 hectáreas con pendiente del 3 por 100 y 25 con el 5 por 100, se tendría para media ponderada de pendientes:

$$(10 \times 4 + 15 \times 3 + 25 \times 5) : (10 + 15 + 25) = 4'2 \text{ por } 100,$$

tomándose esta última cifra como pendiente única en las 50 hectáreas de terreno.

## ¿BANCAL ANCHO O ESTRECHO?

Parece que, al determinar las dimensiones dadas por las fórmulas anteriores, el problema quedaba resuelto; sin embargo, hay otras condiciones que deben tenerse en cuenta, además, al fijar las dimensiones del bancal.

Como la superficie del bancal ha de ser horizontal, su realización supone un movimiento de tierras. Supongamos, para fijar ideas, que se trata de un terreno del 16 por 100 de pendiente; la distancia vertical entre bancales, según las fórmulas anteriores, es igual a 1'80 metros, y la anchura del bancal de 10 metros, en números redondos. El movimiento de tierras por hectárea alcanza la cifra de 2.250 metros cúbicos, a una distancia media de 6'66 metros. Si la anchura del bancal fuese la mitad, el movimiento de tierras quedaría también reducido a la mitad, tanto en volumen como en recorrido; una nueva reducción de la anchura llevaría consigo las correspondientes en volumen y distancia media; por consiguiente, desde este punto de vista, convienen bancales todo lo estrechos que permita un cultivo económico.

Por otra parte, a menor anchura del bancal corresponde menor altura en el muro de contención, lo que supone más estabilidad en el mismo, al mismo tiempo que menor gasto de conservación.

Pero éste no es el factor que influye más decisivamente al fijar las dimensiones del bancal. En el ejemplo considerado, la excavación a realizar tendría una profundidad de 0'90 metros, quedando en la mitad superior del bancal, para suelo laborable, una capa de tierra generalmente muy inferior a la extraída, sin materia orgánica ni vida microbiana, y a la que sería preciso, para dotarla de fertilidad, un considerable gasto de trabajo y abono; y en la mitad inferior irá la tierra mezclada, necesiándose tiempo y mejoras para recuperar sus condiciones de productividad.

Esta consideración de la pérdida temporal de fertilidad del suelo aboga en favor de la reducción de anchura del bancal, reducción que queda limitada por la economía de los labores de cultivo.

En el cuadro III, y a título de ejemplo, se consignan los datos más importantes relativos a la instalación del bancal, incluyendo el movimiento y transporte de tierra, así como la cubicación del muro de sostenimiento; en cuanto a los precios, no se fijan, ya que su cálculo es muy variable, a causa de las

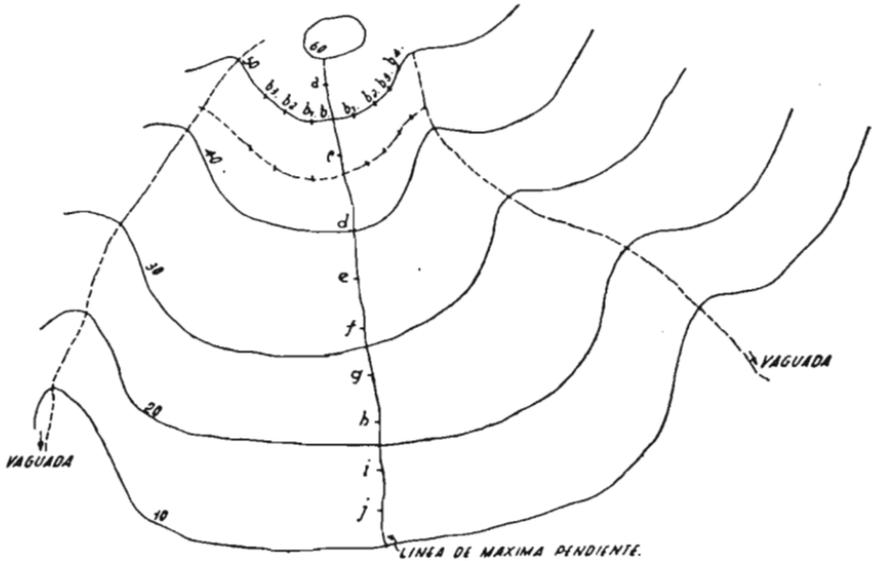


Fig. 1.—Replanteo de bancales, sobre un plano del terreno con curvas de nivel.

fluctuaciones de los diversos factores locales que intervienen en su composición.

### Trazado e instalación de bancales.

Determinadas que sean las dimensiones del bancal, conjugando los elementos antes considerados, veamos cómo se lleva a la práctica su trazado e instalación.

Para el replanteo se puede partir, sea de la parte inferior de la colina a abancalar, sea de un punto obligado de partida. En un plano del terreno, a escala conveniente, se trazan las líneas de máxima pendiente y se materializa este trazado en el terreno por medio de estacas que disten, horizontalmente, la longitud D determinada anteriormente. Sean (fig. 1) *a*, *b*,

*c, d...*, estas estacas; a partir de *b*, y en ambos sentidos, se clavan otras estacas: *b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>...*, cuya separación dependerá de la topografía del terreno, y que nos marcarán sobre el suelo el eje del cimiento del muro del bancale, desde la línea de máxima pendiente hasta el desagüe natural o artificial. Se repite la operación con las estacas *c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>...*, llegando en opera-



Fig. 2.—Perfil del bancale para zonas de escasas lluvias.

ciones sucesivas hasta el valle. Estas líneas, obtenidas en el trazado, se modificarán en la construcción teniendo en cuenta la pluviosidad de la comarca, como más adelante señalamos.

Para la realización del abancalado debemos considerar dos casos: *a*), que las lluvias de la comarca sean escasas; y *b*), que dichas lluvias sean abundantes. Cuando el primer caso ocurre, los banales se construyen horizontales en ambos sentidos, longitudinal y transversalmente (ver figura 2), a fin de



Fig. 3.—Perfil del bancale para zonas de lluvias abundantes.

que el agua de lluvia sea retenida por el suelo y no se produzcan corrientes en ningún sentido.

Si la comarca es lluviosa con exceso, los perfiles del bancale son completamente distintos del caso anterior. Transversalmente, el bancale se desarrollará en contrapendiente leve, de forma que las aguas sobrantes fluyan a un caz hecho en la base del muro de contención del bancale superior (véase figura 3). Longitudinalmente, este caz recolector de las aguas

sobrantes, y con él juntamente el bancale, deberán desarrollarse en pendiente hacia la vaguada. Para evitar el aumento constante que habría de darse a la sección de la cuneta, a medida que nos alejamos de la línea de máxima pendiente, y al arrastre de tierras que al final se produciría, tanto en el caz como en el bancale, se hacen con pendientes variables por tramos, aumentando a medida que nos acercamos al desagüe general.

Aunque no se pueden dar cifras—ya que éstas varían con la cantidad de lluvia caída y la capacidad de absorción de las tierras—, la pendiente usada para zonas con lluvias

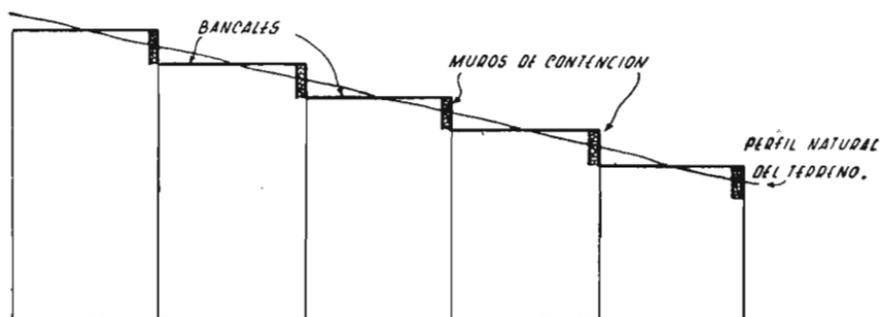


Fig. 4.—Corte de un terreno abancalado.

intensas y suelos con capacidad de absorción media, es de 0'83 por 1.000 en los 120 primeros metros; 1'66 por 1.000, en los segundos 120 metros; 2'50 por 1.000, en los terceros 120 metros, y 3'30 por 1.000, en los cuartos 120 metros. En comarcas con precipitaciones escasas y suelos de condiciones medias, se dejan horizontales los 150 primeros metros; a los 150 segundos se les da una pendiente de 0'83 por 1.000, y para los 150 terceros puede dárseles el 1'66 por 1.000 de pendiente.

Una vez terminado el replanteo, se procede a la construcción de los bancales, empezando por el de cota más alta y descendiendo sucesivamente hacia el valle. Se construye el muro de piedra, cuya altura viene dada en el cuadro II, procediendo después a la excavación, relleno y apisonado de la superficie de cada bancale, transformándose así la tierra inclinada en áreas horizontales escalonadas a lo largo del desarrollo

del terreno, y que mediante las convenientes mejoras, abonado y enmiendas, transformarán el suelo en superficie cultivable.

CUADRO I.

EQUIVALENCIA DE LAS PENDIENTES EN GRADOS Y EN TANTO POR CIENTO

En grados	Por ciento	En grados	Por ciento	En grados	Por ciento
1	1'745	16	28'675	31	60'086
2	3'492	17	30'573	32	62'487
3	5'241	18	32'492	33	64'941
4	6'993	19	34'433	34	67'451
5	8'749	20	36'397	35	70'021
6	10'510	21	38'386	36	72'654
7	12'278	22	40'403	37	75'355
8	14'054	23	42'477	38	78'654
9	15'838	24	44'523	39	80'978
10	17'633	25	46'531	40	83'910
11	19'438	26	48'773	41	86'929
12	21'256	27	50'953	42	90'040
13	23'087	28	53'171	43	93'256
14	24'933	29	55'431	44	96'569
15	26'795	30	57'735	45	100'00

CUADRO II.

ALTURA DE MUROS PARA BANCALES

Pendiente por 100	Altura de los muros para una anchura de banca			
	de 5 metros	de 10 metros	de 15 metros	de 20 metros
5	0'25	0'50	0'75	1'00
10	0'50	1'00	1'50	2'00
15	0'75	1'50	2'25	3'00
20	1'00	2'00	3'00	4'00
25	1'25	2'50	3'75	5'00
30	1'50	3'00	4'50	6'00
35	1'75	3'50	5'25	7'00
40	2'00	4'00	6'00	8'00
45	2'25	4'50	6'75	9'00
50	2'50	5'00	7'50	10'00
55	2'75	5'50	8'25	11'00
60	3'00	6'00	9'00	12'00
70	3'50	7'00	10'50	14'00
80	4'00	8'00	12'00	16'00
90	4'50	9'00	13'50	18'00
100	5'00	10'00	15'00	20'00

CUADRO III.

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CUBICACION DE MUROS PARA EL ABANCALAMIENTO, SEGUN PENDIENTES Y ANCHURAS

PENDIENTE DEL TERRENO — Tanto por 100	ANCHURA DEL BANCAI					
	5 metros		10 metros		20 metros	
	Movimiento de tierras — Met. cúbicos	Muro de piedra — Met. cúbicos	Movimiento de tierras — Met. cúbicos	Muro de piedra — Met. cúbicos	Movimiento de tierras — Met. cúbicos	Muro de piedra — Met. cúbicos
	2	125	52	250	52	500
4	250	104	500	156	1.000	260
6	375	234	750	390	1.500	390
8	500	312	1.000	520	2.000	520
10	625	615	1.250	650	2.500	650
12	750	780	1.500	780	»	»
16	1.000	1.040	2.000	1.040	»	»
20	1.250	1.300	2.500	1.300	»	»
24	1.500	1.560	»	»	»	»
32	2.000	2.080	»	»	»	»
40	2.500	2.600	»	»	»	»

AVISO IMPORTANTE

Las personas a quienes interese seguir recibiendo las HOJAS DIVULGADORAS deberán enviar, antes del 31 de enero de 1950, al **Servicio de Capacitación y Propaganda del Ministerio de Agricultura** (paseo de Atocha, núm. 1, Madrid) una tarjeta postal con los siguientes datos: nombre y apellidos, profesión, calle, población y provincia. De no hacerlo así, serán eliminadas de nuestro fichero de direcciones.

Se advierte también que, por ahora, no pueden admitirse nuevas peticiones de envío de las HOJAS, a causa de estar totalmente cubierto el cupo disponible.