

Tema 5. Erosión hídrica. Evaluación con la USLE.

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad \text{tn/ha/año}$$

1. **Factor R**, lluvia
2. **Factor K**, suelo
 - **Factor LS**, topográfico
 - **Factor C**, cultivos y vegetación
5. **Factor P**, prácticas de conservación

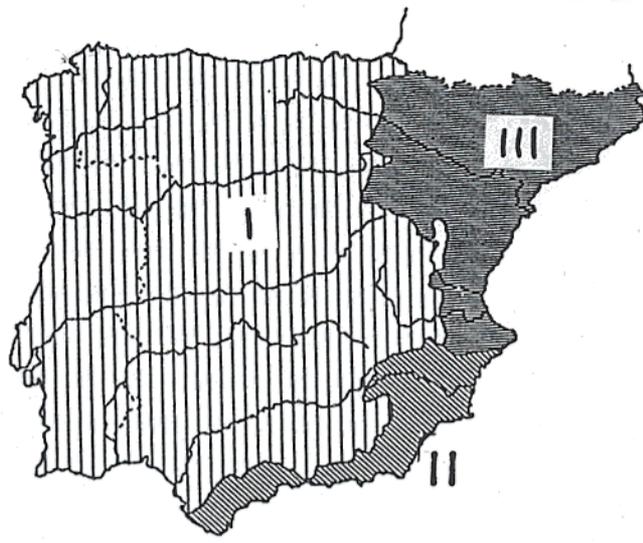
Factor R

$$R = \Sigma E I_{30} \quad \text{MJ ha}^{-1} \text{ mm h}^{-1} \text{ año}^{-1}$$

1. Dividir el hietograma en segmentos de intensidad uniforme: I_i (mm h^{-1}).
2. Calcular la energía cinética de cada segmento: (EC_i , $\text{Jm}^{-2} \text{ mm}^{-1}$).
$$EC_i = 1,213 + 0,89 \log I_i \quad I_i \leq 76 \text{ mm h}^{-1}$$
3. Multiplicar EC_i por la cantidad de lluvia P_i del segmento correspondiente: $(EC_i P_i) = (EP)_i$ en Jm^{-2} .
4. Sumar los valores $(EP)_i$ para obtener el valor de la energía cinética total de la lluvia estudiada $E(\text{MJ ha}^{-1})$.
5. Calcular la intensidad máxima en 30 min a partir del hietograma: I_{30} (mm h^{-1})
6. Calcular el índice de erosividad parcial: EI_{30} de la lluvia estudiada (en $\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm h}^{-1}$).
7. Sumar los índices de erosividad parciales de todas las lluvias del año:

Factor muy complejo de calcular. Además se necesitan muchos datos que normalmente no están disponibles. Sólo trabajan con esta ecuación los especialistas que utilizan casi siempre datos de estaciones pluviométricas propias.

Existe numerosas opciones alternativas. Mucho más fáciles de operar con datos mas asequibles pero con peores resultados aunque normalmente de suficiente precisión.



$$\begin{aligned}
 \text{I: } R &= e^{-0,834} (\text{PMEX})^{1,314} (\text{MR})^{-0,388} (\text{F24})^{0,563} \\
 \text{II: } R &= e^{-1,235} (\text{PMEX})^{1,297} (\text{MR})^{-0,511} (\text{MV})^{0,366} (\text{F24})^{0,414} \\
 \text{III: } R &= e^{0,754} (\text{T2})^{1,031} (\text{T10})^{-0,828} (\text{F})^{-0,482} (\text{PMEX})^{1,628} (\text{MR})^{-1,22} \\
 &\quad (\text{MV})^{0,536} (\text{F24})^{0,800} e^{(2,7)(0,211)} e^{(2,9)(-0,157)}
 \end{aligned}$$

Fig. 3. Zonas en que queda dividida la Península Ibérica para el cálculo del factor R, y expresiones matemáticas correspondientes a cada una de ellas (ICONA, 1988).

PMEX: Valor medio anual de la máxima lluvia mensual (mm).

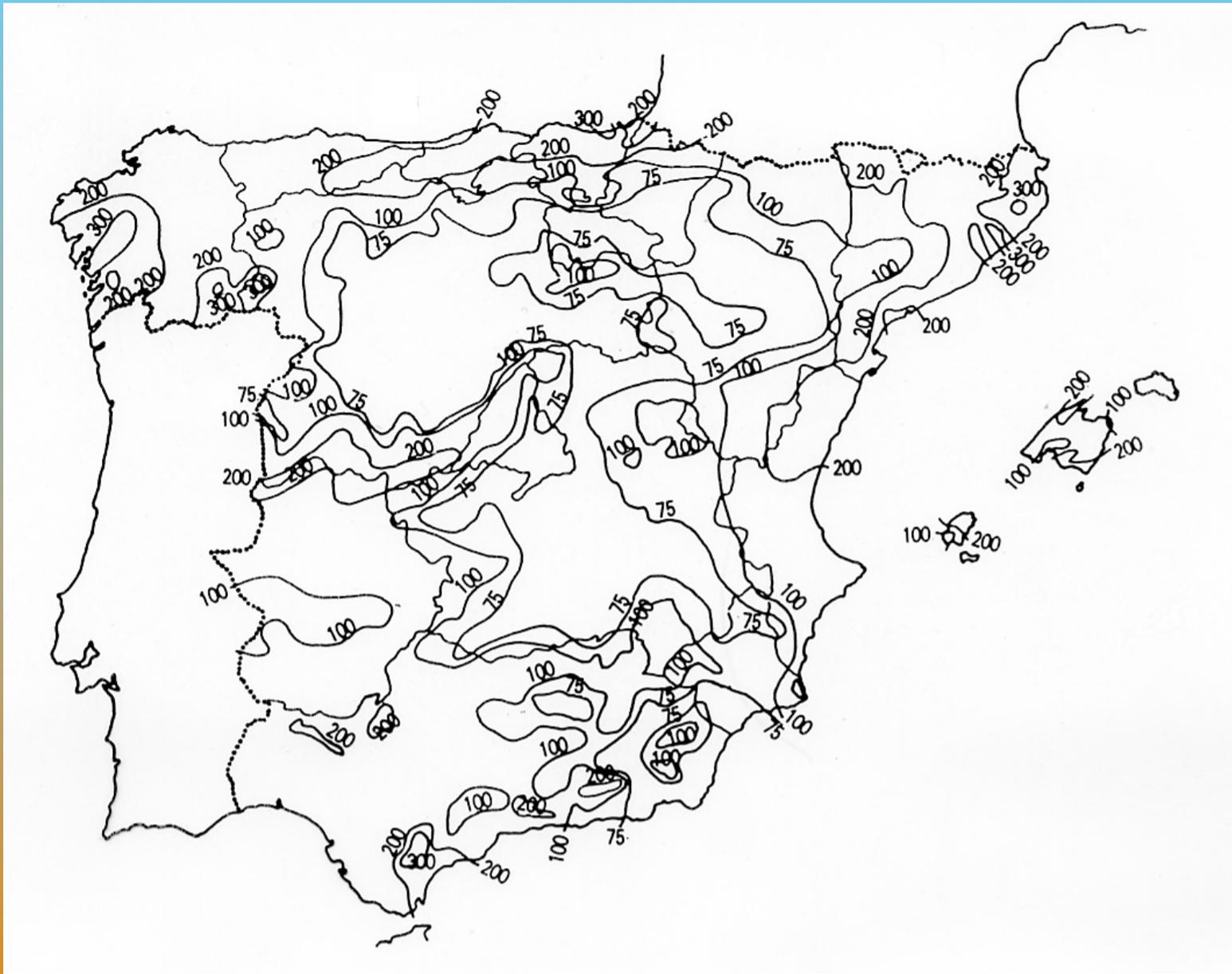
MR: Precipitación media del período octubre-mayo (mm).

F24: Valor medio de los cocientes entre la lluvia máxima en 24 horas de cada año, elevada al cuadrado, y la suma de las máximas en 24 horas de todos los meses de ese mismo año. MV: Precipitación media del período junio-septiembre (mm). F: Valor medio del índice de agresividad de la lluvia de Fournier, como cociente entre la lluvia máxima mensual del año elevada al cuadrado y la precipitación anual de ese mismo año; T2: Lluvia máxima en veinticuatro horas con período de retorno de dos años; T10: Lluvia máxima en veinticuatro horas con período de retorno de diez años.

ICONA. 1988. Agresividad de la lluvia en España. Valores de factor R de la ecuación universal de pérdidas de suelo. MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). Madrid.

El antiguo ICONA (Instituto para la Conservación de la Naturaleza del Ministerio de Agricultura) ha calculado para la Península Ibérica unas ecuaciones para sustituir a la $R=EI_{30}$ de Wischmeier y Smith que con unos datos más sencillos obtienen unos resultados similares. Establecen tres ecuaciones dependiendo de la zona geográfica.

Numero e. Definición, es el único número real cuyo logaritmo natural es 1; $\ln e = 1$.



Representación esquemática del valor R para la Península Ibérica según el factor R del ICONA.

PRECIPITACION MENSUAL

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL	MR	PMEX
1953	13.0	41.7	4.6	57.9	12.3	22.6	16.1	11.3	7.1	81.7	4.2	11.6	284.0	227.0	81.7
1954	7.3	11.4	41.6	15.8	40.7	49.7	16.1	13.8	26.3	2.5	79.9	23.6	328.6	222.8	79.9
1955	74.4	71.9	24.4	46.6	22.6	53.8	6.1	23.0	18.0	74.1	122.2	92.2	629.3	528.4	122.2
1956	51.3	41.7	122.7	67.0	49.1	11.1	1.1	7.9	28.6	26.7	5.1	14.3	426.6	377.9	122.7
1957	16.0	44.0	11.1	30.4	17.2	25.4	16.1	6.1	39.6	14.1	22.5	24.6	267.1	179.9	44.0
1958	46.1	23.7	41.3	27.3	14.0	25.8	0.0	10.5	14.9	48.0	2.0	105.3	358.9	307.7	105.3
1959	42.6	8.3	25.1	31.9	26.1	60.6	12.0	31.5	47.2	30.6	39.3	75.4	430.6	279.3	75.4
1960	41.0	71.7	59.4	8.1	42.1	5.3	18.3	11.3	26.2	139.0	48.7	79.1	550.2	489.1	139.0
1961	36.6	1.2	10.2	42.5	46.1	27.5	27.2	10.9	108.0	41.5	81.0	100.8	533.5	359.9	108.0
1962	83.6	19.3	46.3	64.6	13.4	31.1	16.1	0.0	35.3	41.4	19.5	34.7	405.3	322.8	83.6
1963	42.7	59.0	33.2	34.0	23.8	42.2	15.8	3.0	53.1	18.6	113.3	49.5	488.2	374.1	113.3
1964	41.9	110.1	49.5	8.8	18.7	22.5	28.3	0.5	26.0	12.0	11.8	19.6	349.7	272.4	110.1
1965	10.7	40.0	55.0	1.0	17.5	10.3	3.5	1.3	42.5	34.6	42.5	52.5	311.4	253.8	55.0
1966	132.3	67.1	18.6	48.8	32.1	39.7	25.8	3.4	3.6	89.9	56.6	5.3	523.2	450.7	132.3
1967	22.9	45.6	33.5	49.1	79.4	5.3	0.0	9.9	4.3	34.1	122.4	10.9	417.4	397.9	122.4
1968	2.8	80.0	56.2	31.0	23.5	0.2	0.0	10.0	8.4	30.4	65.0	42.0	349.5	330.9	80.0
1969	66.8	30.8	80.9	48.2	43.6	63.7	31.6	0.5	58.2	16.8	56.4	15.5	513.0	359.0	80.9
1970	120.1	6.6	38.7	0.1	30.6	20.8	0.9	22.2	16.6	19.4	18.3	5.4	299.7	239.2	120.1
1971	52.5	8.8	35.0	97.7	60.4	54.5	18.6	0.1	0.1	8.5	10.6	8.4	355.2	281.9	97.7
1972	73.7	72.7	24.9	24.2	23.0	45.3	40.9	7.4	44.4	76.1	13.7	68.7	515.0	377.0	76.1
1973	28.1	8.8	30.0	3.0	44.1	52.2	42.2	9.0	1.1	30.7	62.2	40.0	351.4	246.9	62.2
1974	43.9	39.7	87.7	27.2	14.4	29.2	19.7	1.5	7.3	11.3	86.4	5.1	373.4	315.7	87.7
1975	20.5	24.6	29.0	40.4	56.2	71.4	0.1	26.8	24.8	1.5	20.2	37.6	353.1	230.0	71.4
1976	9.3	32.5	11.2	75.9	56.1	40.0	43.1	25.9	22.5	59.9	58.4	71.1	505.9	374.4	75.9
1977	79.5	52.9	9.3	27.9	68.9	76.4	72.2	12.1	2.6	64.8	36.5	66.3	569.4	406.1	79.5
1978	48.4	76.6	45.6	77.1	54.6	24.0	0.0	11.3	8.7	14.5	59.5	116.0	536.3	492.3	116.0
1979	85.4	116.5	75.9	33.4	17.2	52.2	27.8	0.5	39.7	113.6	26.9	32.6	621.7	501.5	116.5
1980	15.4	30.5	51.2	49.9	58.4	12.5	3.3	22.0	7.0	38.8	29.4	5.0	323.4	278.6	58.4
1981	3.6	46.7	26.9	81.3	44.8	10.2	9.5	21.8	36.6	7.9	0.0	95.6	384.9	306.8	95.6
1982	28.4	12.9	9.5	15.1	58.5	27.7	4.7	3.7	67.6	17.5	58.2	23.0	326.8	223.1	67.6
1983	3.0	10.7	2.6	51.0	51.0	37.6	6.9	50.9	26.3	39.4	48.7	43.4	371.4	249.7	51.0
1984	38.5	13.6	89.0	93.0	150.5	44.0	14.0	9.0	9.0	57.5	123.0	4.7	645.8	569.8	150.5
1985	30.0	45.5	17.0	38.0	57.5	3.0	8.0	0.0	5.5	3.0	61.5	51.0	320.0	303.5	61.5
1986	13.0	50.0	19.5	25.5	16.0	2.0	0.0	3.5	26.3	39.4	48.7	43.4	287.2	255.4	50.0
MEDIA	41.9	41.7	38.7	40.4	40.7	32.3	16.1	11.3	26.3	39.4	48.7	43.4	420.8	334.9	91.0
σ	32.3	29.1	27.7	25.6	26.9	20.9	16.3	11.2	22.9	32.5	35.6	33.1	109.7	99.1	28.0
CV %	77.1	69.9	71.4	63.3	66.1	64.7	101.2	99.8	87.3	82.6	73.2	76.3	26.1	29.6	30.8

Las ecuaciones del ICONA corren en un ordenador personal y se pueden obtener los datos necesarios de manera automática. En este caso MR (precipitación media en milímetros de octubre a mayo) y PMEX (precipitación del mes más lluvioso)

PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS

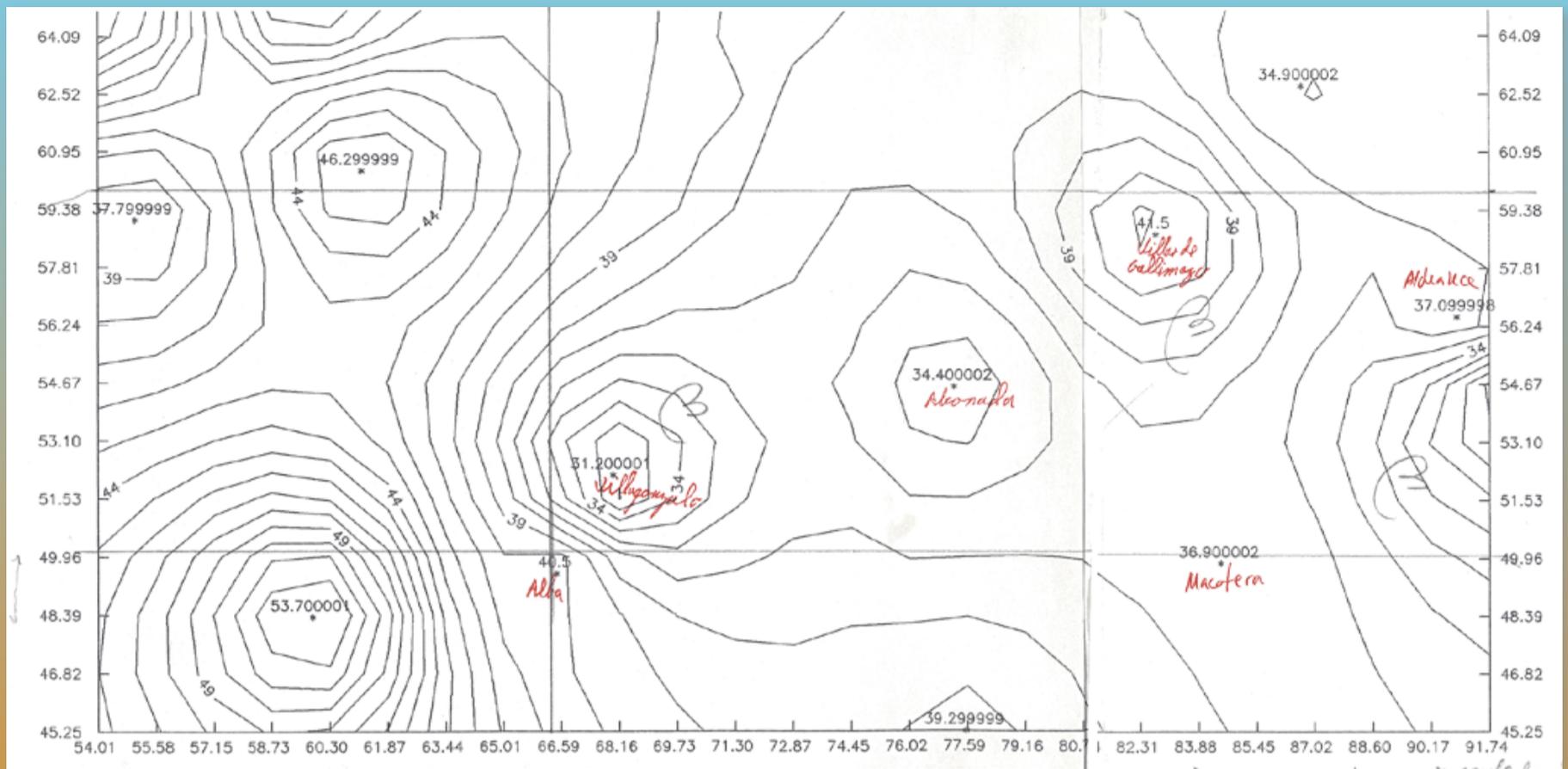
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL	MML1	PMML1
1953	6.9	11.7	4.6	9.2	5.6	17.3	10.5	7.3	7.1	50.1	4.2	4.6	139.1	OCT.	50.1
1954	4.0	4.3	11.1	12.0	12.2	35.1	10.5	13.8	14.0	2.5	27.1	22.1	168.8	NOV.	27.1
1955	13.2	19.5	13.1	18.4	9.3	17.6	3.4	23.0	18.0	19.1	42.1	42.4	239.1	NOV.	42.1
1956	24.0	11.7	29.1	32.1	13.2	9.9	1.1	4.3	10.1	12.1	2.0	5.2	154.8	MAR.	29.1
1957	12.0	17.1	4.1	10.4	6.2	8.6	10.5	6.1	12.1	8.1	17.4	10.6	123.2	FEB.	17.1
1958	28.1	7.5	6.9	12.1	11.7	11.1	0.0	4.1	7.1	22.5	2.0	26.1	139.2	DIC.	26.1
1959	16.1	8.3	6.0	8.1	8.2	41.0	12.0	7.3	30.6	6.1	12.1	21.0	176.8	DIC.	21.0
1960	30.8	16.2	15.3	6.2	24.2	3.2	15.5	6.1	15.1	18.2	15.6	35.0	201.4	OCT.	18.2
1961	18.1	1.2	6.0	9.5	8.4	18.1	15.1	4.9	46.1	10.2	24.2	62.1	223.9	SET.	46.1
1962	20.5	12.0	8.6	28.1	5.1	18.1	10.5	0.0	23.3	27.1	8.1	12.3	173.7	ENE.	20.5
1963	15.0	15.1	12.0	15.9	15.5	8.3	15.8	3.0	17.0	12.7	20.1	18.1	168.5	NOV.	20.1
1964	13.8	18.4	7.2	4.0	18.7	4.4	14.1	0.5	26.0	12.0	6.1	4.6	129.8	FEB.	18.4
1965	2.5	12.3	18.3	0.6	12.1	5.2	3.5	1.0	25.1	14.4	7.2	27.3	129.5	MAR.	18.3
1966	22.0	9.9	10.3	8.5	24.0	18.9	24.0	3.0	2.7	22.1	30.5	2.3	178.2	ENE.	22.0
1967	18.0	15.2	30.0	25.5	16.5	2.6	0.0	9.0	4.3	18.8	40.0	5.1	185.0	NOV.	40.0
1968	1.6	12.2	17.3	6.1	10.9	0.2	0.0	9.3	4.0	24.3	25.1	15.0	126.0	FEB.	12.2
1969	28.3	15.1	16.5	20.3	10.3	25.3	20.1	0.5	20.1	5.7	21.2	5.4	188.8	MAR.	16.5
1970	18.1	3.5	12.8	0.1	6.1	6.5	0.9	12.1	16.6	9.9	4.4	2.1	93.1	ENE.	18.1
1971	12.0	11.7	12.8	23.2	21.3	22.5	9.1	0.1	0.1	4.8	4.2	2.9	124.7	ABR.	23.2
1972	17.2	18.2	8.2	15.5	8.3	37.0	35.5	6.2	31.5	18.1	5.3	30.0	231.0	OCT.	18.1
1973	11.2	4.5	28.0	2.0	16.2	16.5	28.2	9.0	0.6	11.0	18.8	20.0	166.0	NOV.	18.8
1974	17.1	10.1	35.0	6.1	12.2	14.0	13.2	0.5	4.2	11.0	26.0	5.1	154.5	MAR.	35.0
1975	10.0	9.2	5.1	14.1	14.8	21.0	0.1	15.2	15.0	1.2	6.0	20.0	131.7	JUN.	21.0
1976	5.1	12.1	6.0	23.3	43.0	22.0	11.1	13.0	10.5	19.0	18.7	29.0	212.8	ABR.	23.3
1977	14.0	7.7	3.4	11.3	17.5	25.0	35.4	7.5	1.5	16.0	11.4	15.5	166.2	ENE.	14.0
1978	15.0	13.4	28.5	18.0	17.6	4.7	0.0	5.8	6.8	7.5	30.0	18.5	165.8	DIC.	18.5
1979	22.5	22.0	20.7	12.7	5.7	34.0	20.3	0.5	13.0	31.0	14.0	17.2	213.6	FEB.	22.0
1980	3.9	12.2	21.2	22.2	16.7	10.5	3.3	13.5	7.0	24.3	11.7	3.0	149.5	MAY.	16.7
1981	2.5	21.0	8.2	27.5	11.8	3.5	4.1	18.3	18.2	5.6	0.0	29.0	149.7	DIC.	29.0
1982	7.8	3.4	5.5	7.8	24.5	18.0	4.0	3.7	31.5	10.7	14.5	4.4	135.8	SET.	31.5
1983	3.0	5.8	1.3	14.2	14.8	19.0	4.2	26.8	14.0	14.7	15.6	17.0	150.5	ABR.	14.2
1984	16.3	7.5	10.0	33.5	22.5	15.0	14.0	9.0	7.0	12.0	15.6	17.0	179.4	MAY.	22.5
1985	13.0	9.0	4.0	15.0	17.0	2.0	8.0	0.0	2.5	3.0	14.0	12.0	99.5	NOV.	14.0
1986	7.0	18.0	8.0	4.5	12.0	2.0	0.0	2.5	14.0	14.7	15.6	17.0	115.4	FEB.	18.0
MEDIA	13.8	11.7	12.8	14.1	14.5	15.2	10.5	7.3	14.0	14.7	15.6	17.0	161.3		23.6
σ	7.9	5.3	8.9	8.9	7.5	10.8	9.8	6.6	10.6	9.6	10.5	13.1	36.5		9.4
CV %	56.7	45.7	69.3	63.3	51.6	71.0	92.9	91.2	75.7	65.5	67.6	76.9	22.6		39.7

Datos correspondientes al factor F24 que representa el valor medio de los coeficientes entre la lluvia máxima en 24 horas de cada año, elevada al cuadrado, y la suma de las máximas en 24 horas de todos los meses de ese mismo año.

CANTALAPIEDRA		SALAMANCA		
INDICES PLUVIOMETRICOS				
AÑO	PMEX	MR	F24	R
1953	81.7	227.0	18.0	87.8
1954	79.9	222.8	4.4	38.6
1955	122.2	528.4	7.4	65.1
1956	122.7	377.9	5.5	62.8
1957	44.0	179.9	2.4	13.6
1958	105.3	307.7	4.9	52.3
1959	75.4	279.3	2.5	23.9
1960	139.0	489.1	1.6	34.0
1961	108.0	359.9	9.5	73.8
1962	83.6	322.8	2.4	25.5
1963	113.3	374.1	2.4	35.7
1964	110.1	272.4	2.6	40.8
1965	55.0	253.8	2.6	16.7
1966	132.3	450.7	2.7	43.7
1967	122.4	397.9	8.6	79.4
1968	80.0	330.9	1.2	15.9
1969	80.9	359.0	1.4	17.5
1970	120.1	239.2	3.5	56.9
1971	97.7	281.9	4.3	45.7
1972	76.1	377.0	1.4	15.7
1973	62.2	246.9	2.1	17.8
1974	87.7	315.7	7.9	53.4
1975	71.4	230.0	3.3	28.4
1976	75.9	374.4	2.6	21.8
1977	79.5	406.1	1.2	14.6
1978	116.0	492.3	2.1	30.4
1979	116.5	501.5	2.3	32.0
1980	58.4	278.6	1.9	14.5
1981	95.6	306.8	5.6	49.8
1982	67.6	223.1	7.3	41.4
1983	51.0	249.7	1.3	10.5
1984	150.5	569.8	2.8	48.2
1985	61.5	303.5	2.0	15.5
1986	50.0	255.4	2.8	15.4
MEDIA	91.0	334.9	4.0	36.4
σ	28.0	99.1	3.4	20.9
CV %	30.8	29.6	85.1	57.4

R= 34.3
Calculado con valores medios.

Con los datos de MR, PMEX y F24 se puede calcular el valor de R para toda la zona central (zona 1) de la Península Ibérica.



Los valores de R para cada estación pluviográfica se representan en un sistema de representación geográfica (GIS) el cual calcula los valores de R en las zonas intermedias a partir de los valores de las estaciones próximas.

Índice de agresividad de Fournier:

$$R = p^2 / P$$

Siendo “p” la precipitación (en mm) del mes más lluvioso

“P” la precipitación (en mm) anual

Índice FAO/UNESCO (adaptado de Arnoldus)

$$R = f \left(\sum_{12}^1 p^2/P \right)$$

Siendo “p” la precipitación (en mm) de cada mes

“P” la precipitación (en mm) anual

GRANADA					
	Precipitaciones				
Enero	49,8	38,5	462	231	100
Febrero	67,4	38,5	0	231	262
Marzo	47,1	38,5	0	0	0
Abril	34,3	38,5	0	0	0
Mayo	27,3	38,5	0	0	0
Junio	23,1	38,5	0	0	0
Julio	1,3	38,5	0	0	0
Agosto	0,4	38,5	0	0	0
Septiembre	24,1	38,5	0	0	0
Octubre	44,6	38,5	0	0	0
Noviembre	78	38,5	0	0	0
Diciembre	64,2	38,5	0	0	100
Anual	461,6	462	462	462	462
Factor R	53,0	38,5	462,0	231,0	191,9

Los índices para el cálculo del factor R han de ser capaces de reflejar la torrenciabilidad de las lluvias de un determinado clima. Para las precipitaciones de Granada de un año representativo (461,6 mm) el índice FAO resultante es 53,0. Si suponemos que la cantidad de lluvia es la misma pero que las precipitaciones se encontrasen uniformemente repartidas a lo largo del año (que sería el caso del clima menos erosivo) el factor R según el índice FAO sería de 38,3. Si nos vamos al extremo opuesto en el que toda la lluvia se concentraría en un solo mes (clima de máxima agresividad) $R=462$; si las lluvias siguen siendo muy contrastadas y se concentran en dos meses $R=231$ y si siguiera tratándose de un clima torrencial con el periodo de lluvias reducido a tres meses R sería siendo muy alto, de 191,9. Parece pues que el índice FAO si es adecuado para reflejar la agresividad de la lluvia.

Factor K

$$100 \cdot K = [10^{-4} \cdot 2,71 \cdot T^{1,14} \cdot (12 - MO)] + 4,2 \cdot (E-2) + 3,2 \cdot (P-3)$$

T: parámetro de textura de los 15 cm superficiales

$$T = [(100 - Ac) \cdot (L + Armf)]$$

L + Armf: limo más arena muy fina [0,1 - 0,002 mm]

Ac: arcilla [$< 0,002$ mm]

MO: contenido en materia orgánica (%)

E: parámetro de estructura

P: parámetro de permeabilidad

K expresado en $t \cdot m^2 \cdot h \cdot ha^{-1} \cdot hJ^{-1} \cdot cm^{-1}$

El factor K, suelo, se calcula mediante esta ecuación.

Para su resolución la ecuación puede ser introducida en la hoja de cálculo de un ordenador (tipo Excel). Para el cálculo de los parámetros estructura y permeabilidad se utilizan los valores representados en la pantalla siguiente.

Per también se puede calcular el factor K mediante las gráficas que se muestran en la siguiente pantalla.

- 1 Migajosa y granular muy fina
- 2 Migajosa y granular fina
- 3 Migajosa y granular media a gruesa
- 4 Otras

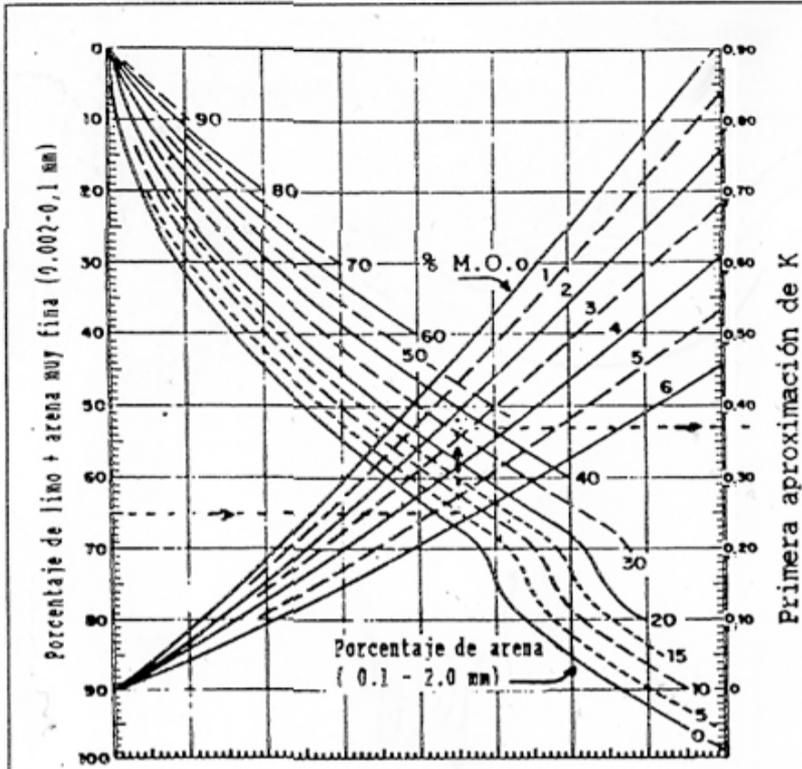
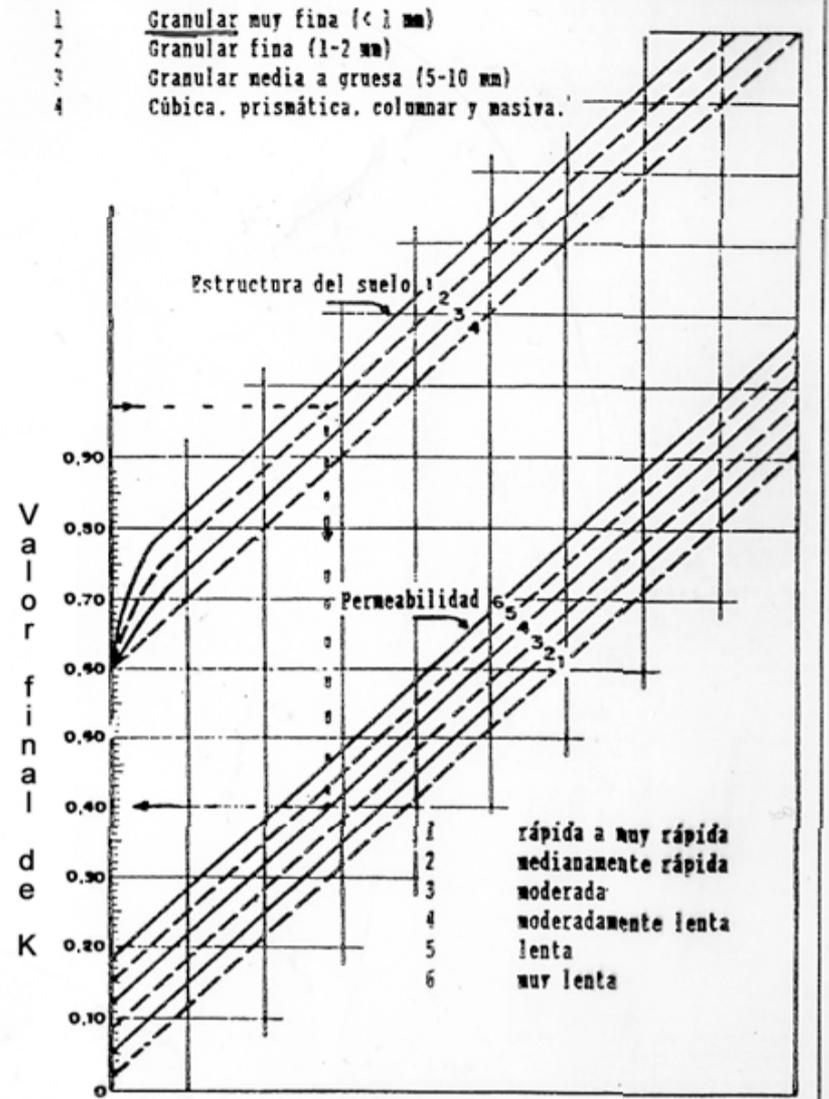


Figura 4:
NOMOGRAMA PARA EL CÁLCULO DEL FACTOR K
 (Unidades del SI)

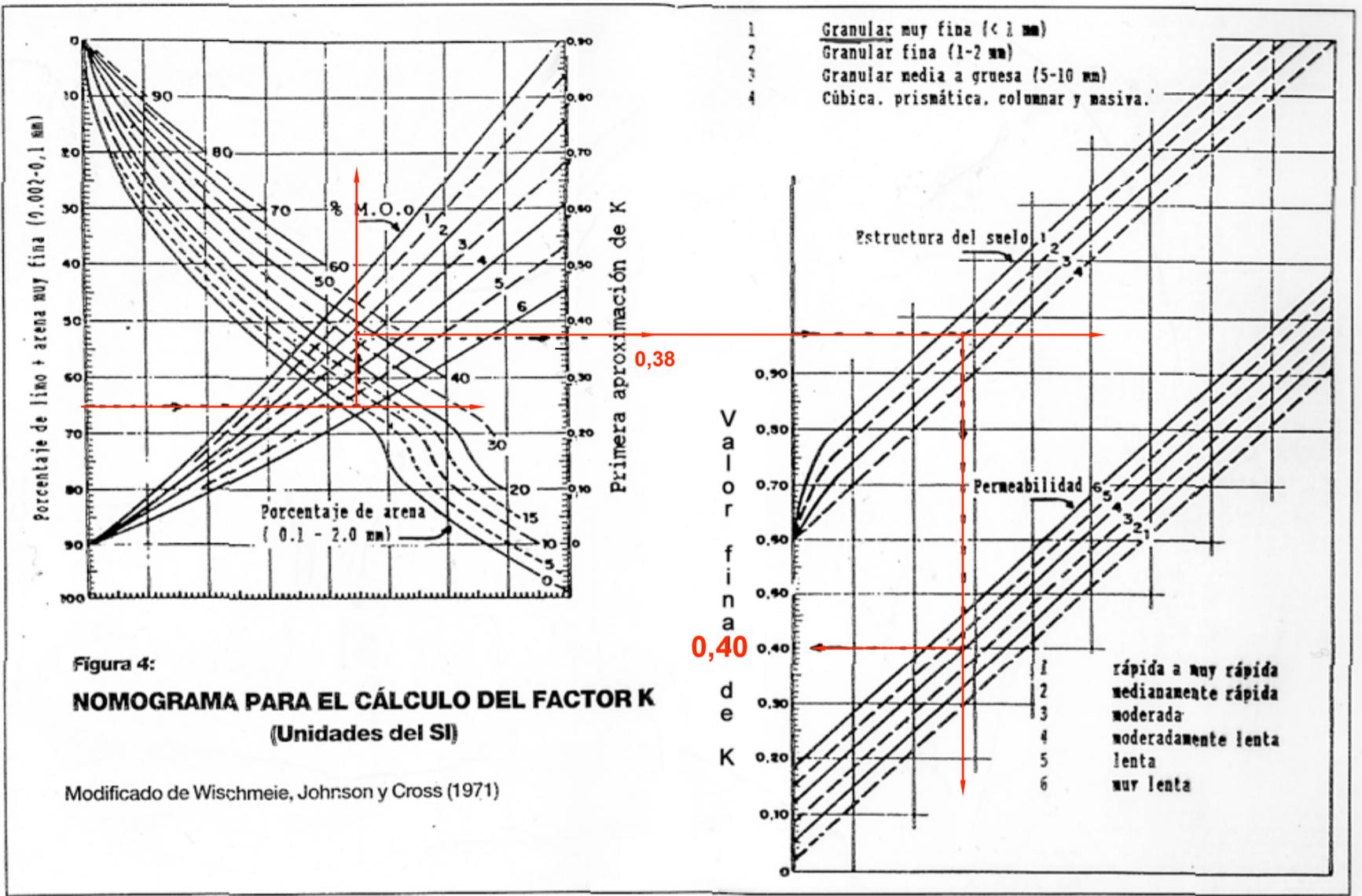
Modificado de Wischmeier, Johnson y Cross (1971)



Para el cálculo del factor K se puede utilizar este gráfico. En la gráfica de la izquierda se utilizan datos texturales y de materia orgánica para obtener un valor aproximado de K, el cuál se afina pasando al gráfico de la derecha en el que se manejan valores de estructura y de permeabilidad.

Limos + arena muy fina = 65%
 Resto de las arenas = 5%
 Materia orgánica = 2,5%

Estructura granular fina = 2
 Permeabilidad moderadamente lenta = 4



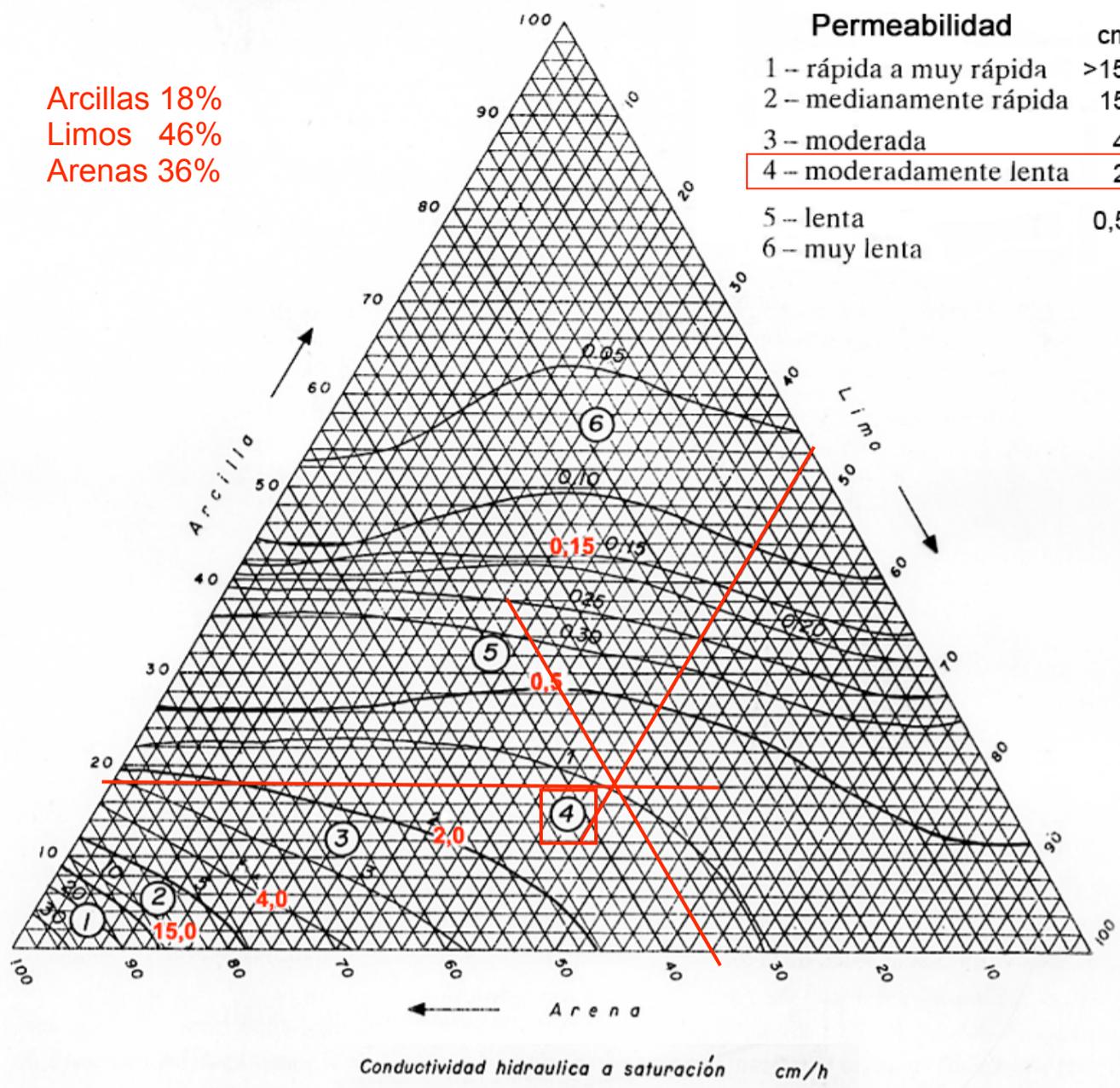
Primero se trabaja con la gráfica de la izquierda.

Se parte de la fracción granulométrica más erosionable, los limos más la arena muy fina. Se busca este % en la escala vertical de la izquierda; a partir de este valor (65% en este ejemplo) se traza una línea horizontal y se busca el punto de cruce de esta línea con la curva que represente el porcentaje del resto de las arenas de nuestro suelo (líneas inclinadas que desde el extremo superior izquierdo van descendiendo). A partir de este punto de cruce de la línea de limos+arenas muy finas y la línea del resto de las arenas (5%) se traza una línea vertical que cruza a las líneas que representan los contenidos en materia orgánica (líneas inclinadas que van desde el extremo inferior izquierdo hacia arriba); se busca el punto de cruce de la línea vertical con la del porcentaje de materia orgánica que tiene nuestro suelo (2,5%; la línea que representa el 6% en realidad quiere decir el 6% o mayor) y a partir de él se traza una horizontal hacia la derecha que cruzará el lado vertical derecho de la gráfica en un punto que nos dará el valor aproximado de K (0,38).

Para ajustar este valor provisional de K prolongamos la última línea trazada hasta que entre en la gráfica de la derecha. Buscamos su punto de cruce con la línea que representa el valor de la estructura (línea 2, en el ejemplo), a partir de ese punto trazamos una línea vertical que cortara a las líneas de permeabilidad, buscamos el valor de permeabilidad de nuestro suelo (4 en el ejemplo), que si no nos lo dan podemos deducirlo a partir de la textura usando la grafica de la pantalla siguiente, y en el punto de cruce trazamos una horizontal y el punto de cruce con la escala del lado izquierdo del gráfico nos dará el valor definitivo de K (0,40 en este ejemplo).

Arcillas 18%
 Limos 46%
 Arenas 36%

Permeabilidad	cm/h
1 - rápida a muy rápida	>15
2 - medianamente rápida	15-4
3 - moderada	4-2
4 - moderadamente lenta	2-0,5
5 - lenta	0,5-0,15
6 - muy lenta	<0,15



Los valores de permeabilidad o conductibilidad hidraulica se calculan de una manera aproximada en este diagrama triangular.

Tabla 2.2. Indicaciones de la magnitud general del factor *K* de erodibilidad del suelo.

<i>Clase de textura</i>	<i>Contenido de materia orgánica</i>		
	<i>0.5 por ciento</i>	<i>2 por ciento</i>	<i>4 por ciento</i>
	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>K</i>
Arena	0,07	0,04	0,03
Arena fina	0,21	0,18	0,13
Arena muy fina	0,55	0,47	0,36
Arena franca	0,16	0,13	0,10
Arena fina franca	0,31	0,26	0,21
Arena muy fina franca	0,57	0,49	0,39
Franco arenoso	0,31	0,31	0,25
Franco arenoso fino	0,46	0,39	0,31
Franco arenoso muy fino	0,61	0,53	0,43
Franco	0,49	0,44	0,38
Franco limoso	0,62	0,55	0,43
Franco arcilloso arenoso	0,35	0,33	0,27
Franco arcilloso	0,36	0,33	0,27
Franco arcilloso limoso	0,48	0,42	0,34
Limo	0,78	0,68	0,55
Arcilla arenosa	0,18	0,17	0,16
Arcilla limosa	0,33	0,30	0,25
Arcilla		0,17-0,38	

En esta tabla se resumen algunos valores representativos de *K* para distintas texturas y contenidos de materia orgánica. Se observa como al aumentar el contenido en materia orgánica disminuye el valor de *K* (y por tanto la erosión).

Tabla 2.2. Indicaciones de la magnitud general del factor *K* de erodibilidad del suelo.

Clase de textura	Contenido de materia orgánica		
	0.5 por ciento	2 por ciento	4 por ciento
	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>K</i>
Arena	0,07	0,04	0,03
Arena fina	0,21	0,18	0,13
Arena muy fina	0,55	0,47	0,36
Arena franca	0,16	0,13	0,10
Arena fina franca	0,31	0,26	0,21
Arena muy fina franca	0,57	0,49	0,39
Franco arenoso	0,31	0,31	0,25
Franco arenoso fino	0,46	0,39	0,31
Franco arenoso muy fino	0,61	0,53	0,43
Franco	0,49	0,44	0,38
Franco limoso	0,62	0,55	0,43
Franco arcilloso arenoso	0,35	0,33	0,27
Franco arcilloso	0,36	0,33	0,27
Franco arcilloso limoso	0,48	0,42	0,34
Limo	0,78	0,68	0,55
Arcilla arenosa	0,18	0,17	0,16
Arcilla limosa	0,33	0,30	0,25
Arcilla		0,17-0,38	

Los valores de *K* más altos se presentan en suelos de texturas limosas y arenosas finas (suelos muy erosionables) y los valores más bajos son para los suelos arenosos (de arena gruesa)

Factor LS

Factor longitud:

$$L = \left(\frac{X}{22,13} \right)^m$$

L = factor longitud

x = longitud de la ladera

m = constante que depende de la inclinación de la pendiente

S = inclinación de la pendiente

S (%)	m
≥ 5	0,5
3-5	0,4
1-3	0,3
< 1	0,2

Factor pendiente:

$$S = \frac{0,43 + 0,3 s + 0,043 s^2}{6,613}$$

S = factor inclinación

s = inclinación en porcentaje

De donde, el factor topográfico:

$$LS = \left(\frac{X}{22,13} \right)^m (0,065 + 0,045s + 0,0065 s^2)$$

Los factores longitud de la pendiente e inclinación se calculan mediante estas dos fórmulas, que normalmente se combinan en una sola que representa el factor topográfico en conjunto.

Se puede introducir estas ecuaciones en una hoja de cálculo de un ordenador o trabajar de una manera gráfica en la siguiente pantalla.

L 100m
S 10%

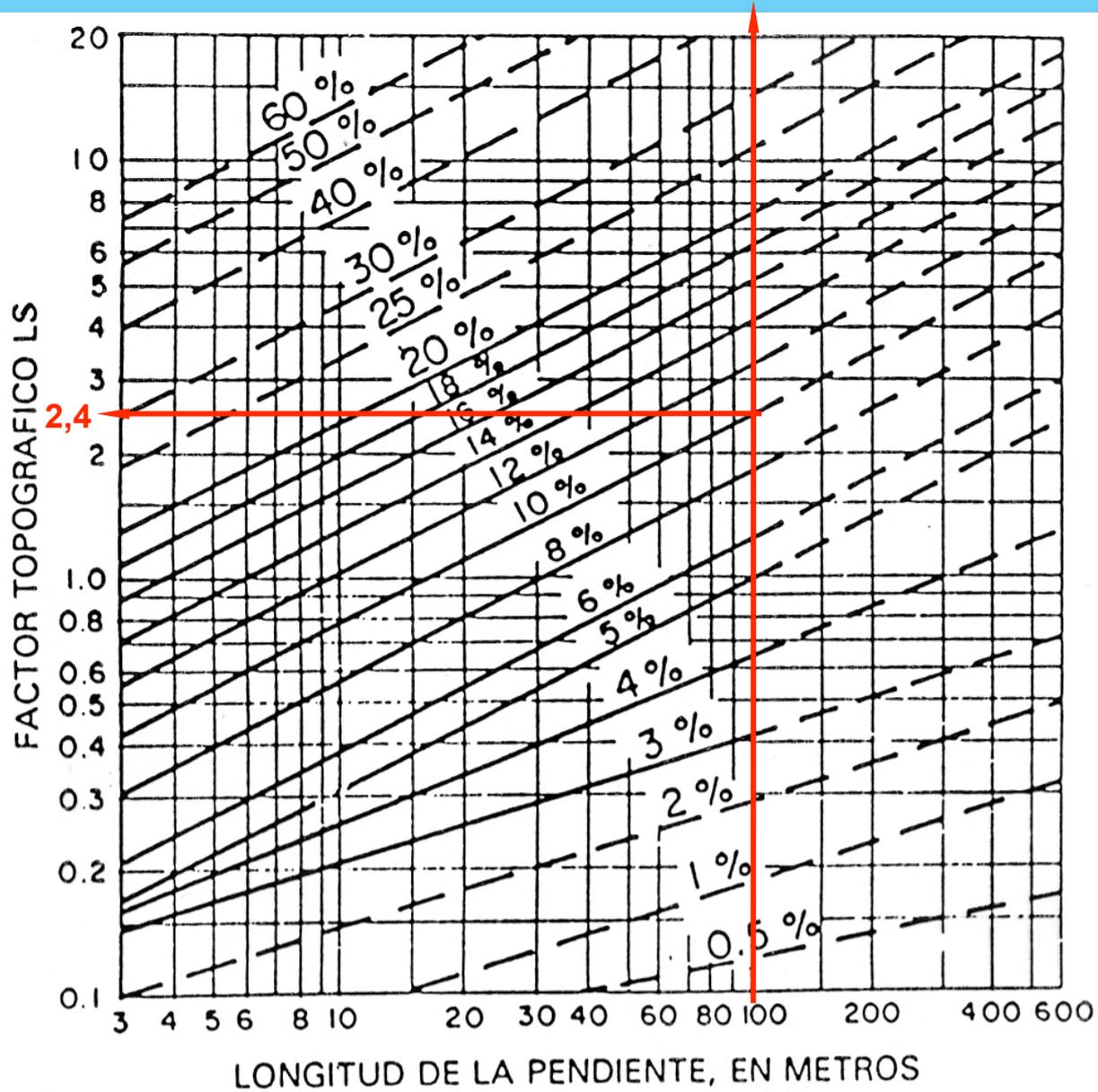


Figura 2.7. Factor de longitud y grado de pendiente, LS , para usarse con la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

Se parte del valor de la longitud representado en el eje de abscisas (100, en el ejemplo), se traza una vertical en este punto y se busca el punto de cruce con las líneas inclinadas que representan los valores de las inclinaciones (10% en este caso), a partir de este punto se traza una horizontal y ya no hay más que leer el valor correspondiente al cruce de esta línea horizontal en la escala vertical de la izquierda (2,4 en este ejemplo).

S
x 167

L
x 7,5

20

6

0,8

0,12

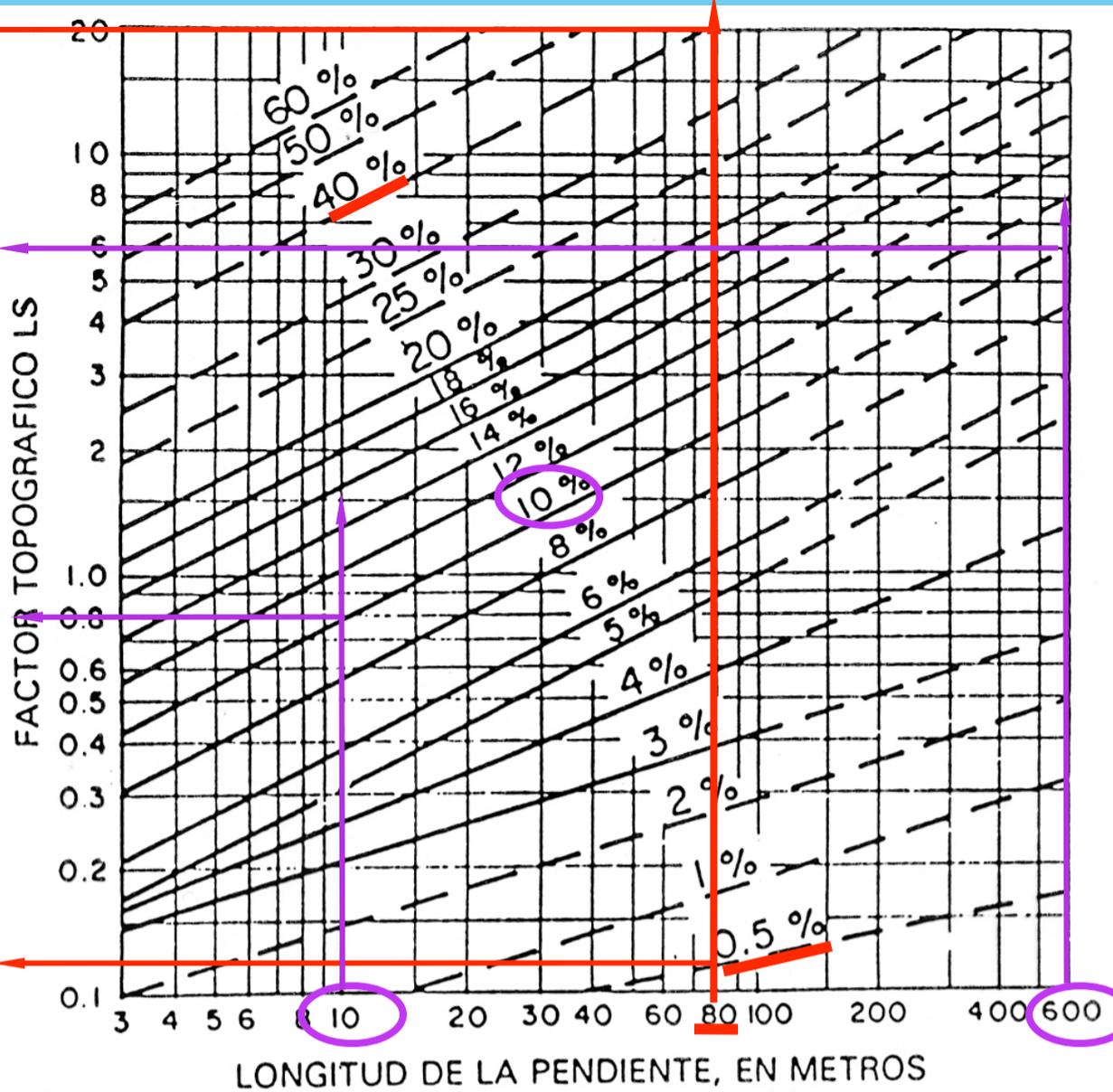


Figura 2.7. Factor de longitud y grado de pendiente, LS , para usarse con la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

S = 0,5 y 40%; L = cte = 80 m

L = 10 y 600 m; S = cte = 10%

¿Quién tiene mayor repercusión en el valor final del factor topográfico, la longitud o la inclinación?

En este ejemplo, en rojo se mantiene constante la longitud (80 metros) y al variar la inclinación del 0,5% al 40% el factor topográfico resultante pasa a ser de 0,12 a 20 (una variación pues de hasta 167 veces); si mantenemos ahora constante la inclinación (10%, líneas violetas) y hacemos variar la longitud de la pendiente desde 10 a 600 metros, el factor topográfico resultante sólo varía de 0,8 a 6, es decir una variación de sólo x7,5.

Por tanto el factor inclinación de la pendiente tiene mucha más influencia en la erosión producida que el factor longitud.

30 %

30



100

20 %

20



100

10 %

10



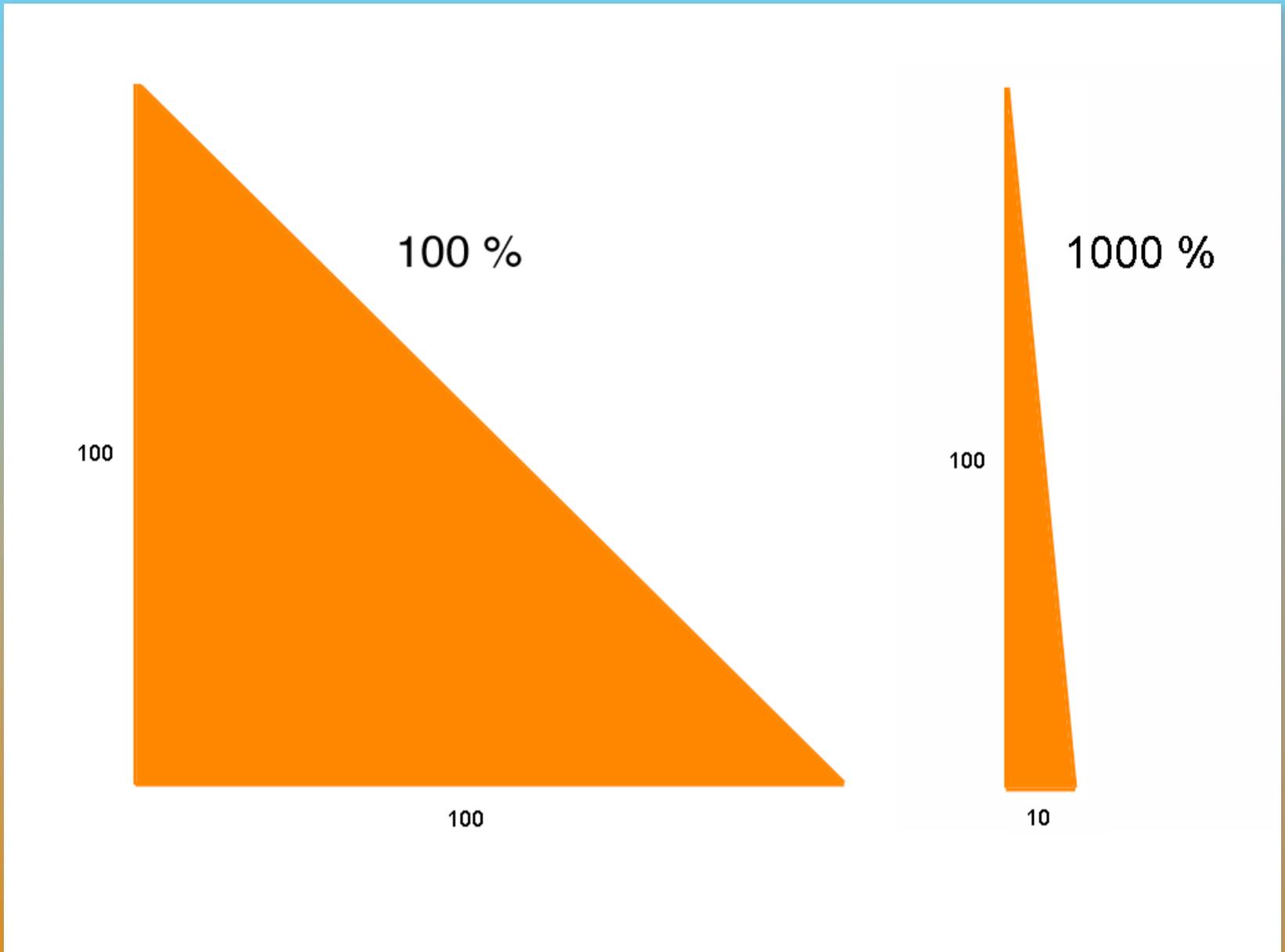
100

5 %

5

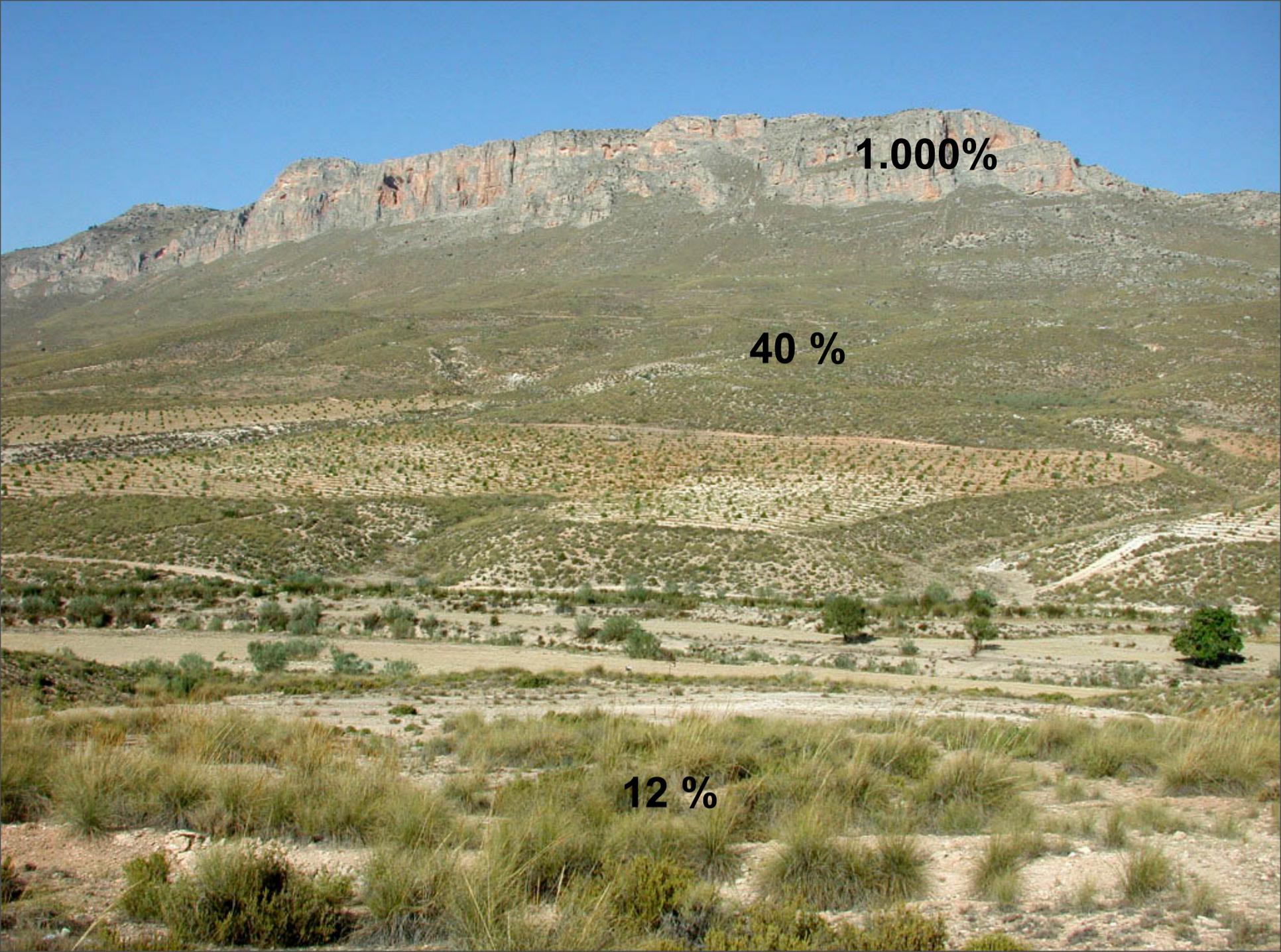


100



Escuadra (45°, 45° y 90° triángulo isósceles; inclinación del 100%).
Cortado, terraplen, cuneta, escarpe, inclinaciones superiores al 1000%





1.000%

40 %

12 %



4 %

14 %

26 %

60 %



8%

3 - 16 %

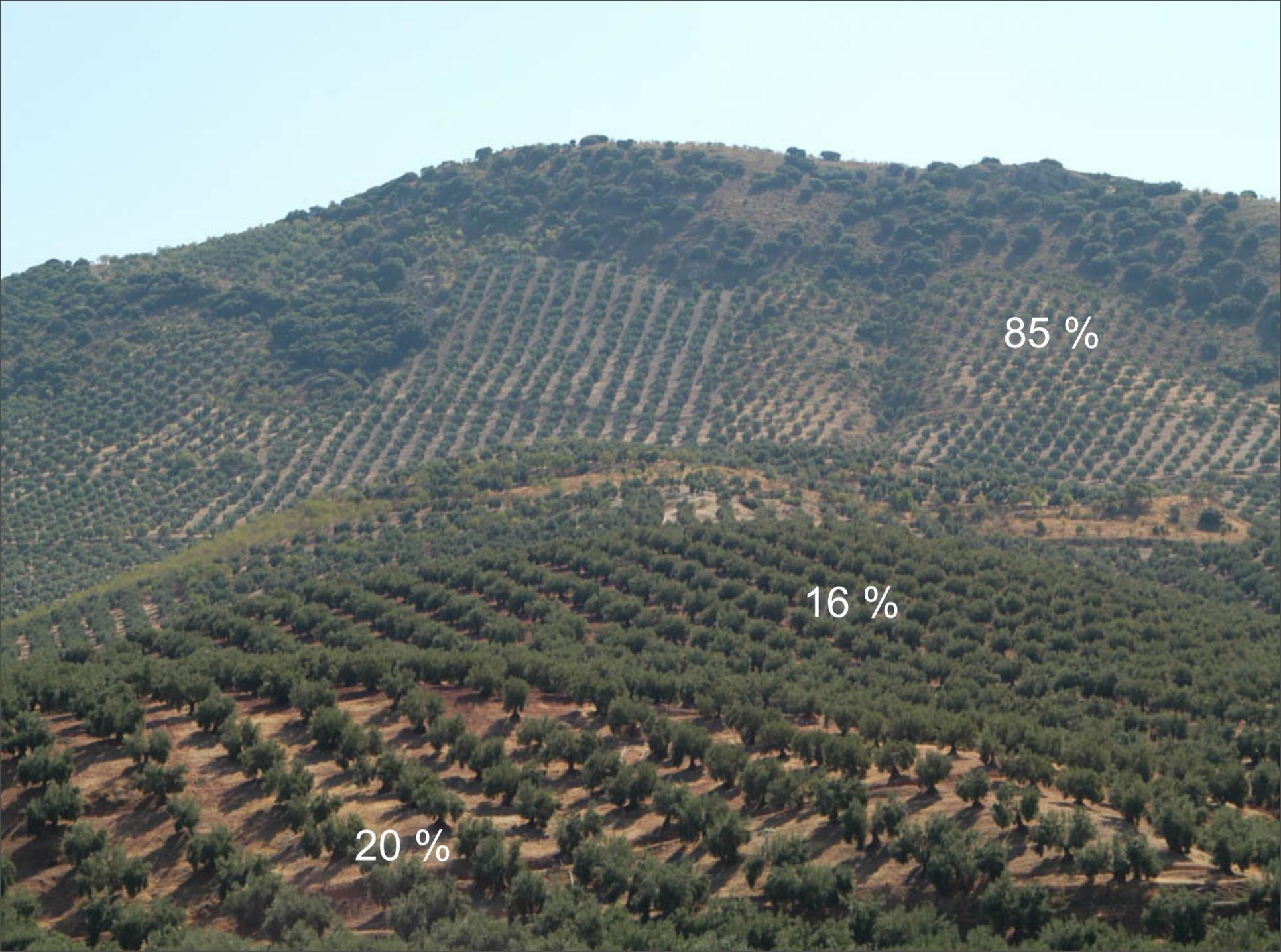


45 %



60 %





20 %

16 %

85 %

Factor C

Tabla 2.9. El factor de cobertura vegetal y técnicas de cultivo (factor C) en Africa Occidental

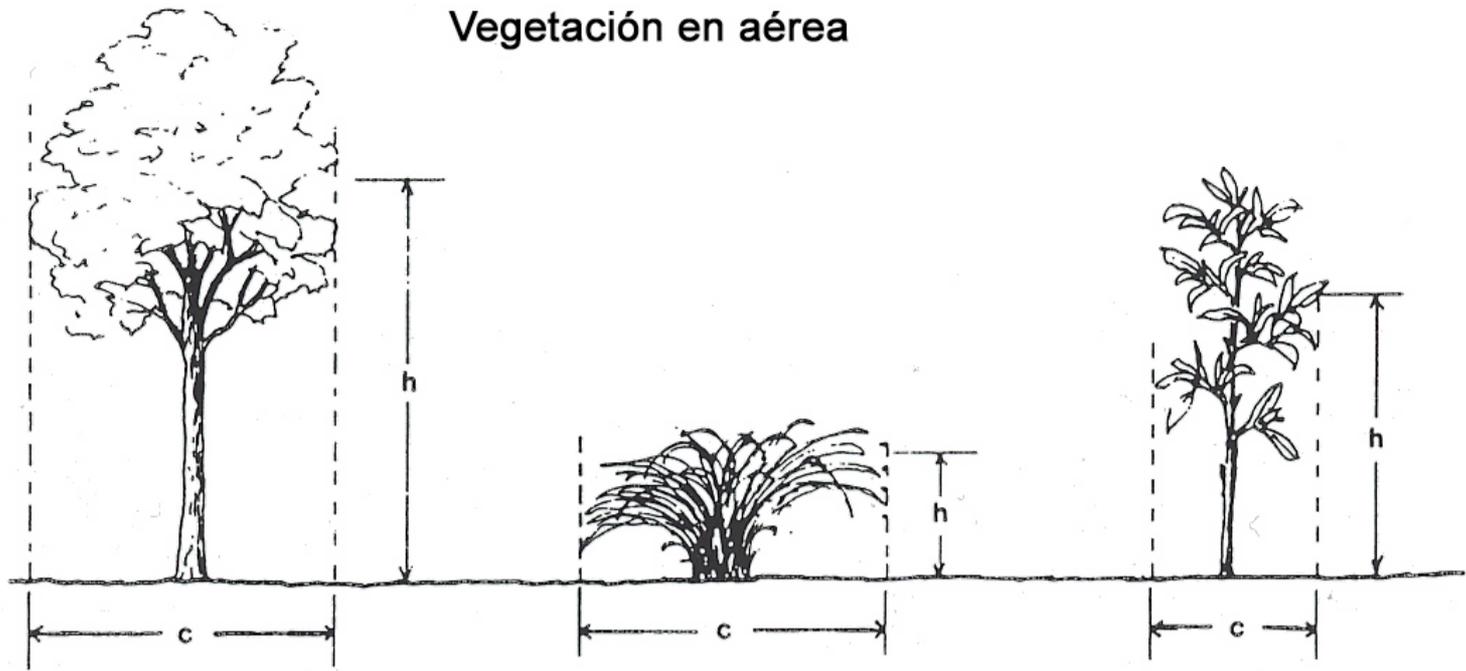
<i>Práctica</i>	<i>Factor C promedio anual</i>	
Suelo desnudo	1	
Bosque o matorral denso, cultivos con capa gruesa de materia orgánica	0.001	
Sabana, pradera en buenas condiciones	0.01	
Sabana o pradera sobrepastoreadas	0.1	
Cubierta de cultivo de desarrollo lento o siembra tardía: primer año	0.3 to 0.8	
Cubierta de cultivo de desarrollo rápido o siembra temprana: primer año	0.01 to 0.1	
Cubierta de cultivo de desarrollo lento o siembra tardía: segundo año	0.01 to 0.1	
Malz, sorgo, mijo (en función de producción)	0.4 to 0.9	
Arroz (fertilización intensiva)	0.1 to 0.2	
Algodón, tabaco (segundo ciclo)	0.5 to 0.7	
Cacahuete (en función de producción y de fecha de plantación)	0.4 to 0.8	
Primer año de casave y ñame (en función de la fecha de plantación)	0.01	
Palma, café, cacao con cubierta de cultivo	0.1 to 0.3	
Piña en contorno (en función de pendiente)	residuo quemado	0.2 to 0.5
	residuo enterrado	0.1 to 0.3
	residuo superficial	0.2 to 0.8
Piña y siembra de relleno (pendiente del 7 por ciento)	0.1	

Tomado de Roose, 1977 (Reproducido con permiso de ORSTOM y SCSA).

El factor C puede variar desde 0,001 a 1,0 por tanto con una repercusión que puede modificar el valor final de erosión en mil veces. Es pues, un factor decisivo.

Un suelo con vegetación natural bien desarrollada apenas presentará erosión por muy abrupto que sea el paisaje.

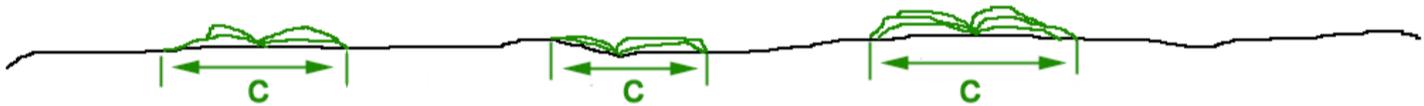
Vegetación en aérea



h: altura media de copas
c: cobertura de copas sobre el suelo

Fig. 7. Altura media de copas o de caída de las gotas de lluvia desde la parte aérea y cobertura ofrecida al suelo por las diferentes formas vegetales.

Vegetación en contacto con el suelo



Hay que tener en cuenta varios tipos de vegetación (arborea, hierbas altas, matorral y en contacto con el suelo) con efectos frente a la erosión distintos. Hecho que se ha de tener a la hora de hacer los cálculos si queremos que los resultados sean precisos.

CUBIERTA VEGETAL VEGETACIÓN EN CONTACTO CON LA SUPERFICIE DEL SUELO

Tipo y altura	Porcentaje de recubrimiento de la parte aérea	Tipo	Porcentaje de tierra cubierta					
			0	20	40	60	80	95
Hierbas altas o matorral con una altura de caída de gota de unos 45 cm.	25	G	0,36	0,17	0,09	0,038	0,013	0,003
		W	0,36	0,20	0,13	0,083	0,041	0,011
	50	G	0,26	0,13	0,07	0,035	0,012	0,003
		W	0,26	0,16	0,11	0,076	0,039	0,011
	75	G	0,17	0,10	0,06	0,032	0,011	0,003
		W	0,17	0,12	0,09	0,068	0,038	0,011
Matorral con una altura de caída de gota de unos 165 cm.	25	G	0,40	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
		W	0,40	0,22	0,14	0,087	0,042	0,011
	50	G	0,34	0,16	0,08	0,038	0,012	0,003
		W	0,34	0,19	0,13	0,082	0,041	0,011
	75	G	0,28	0,14	0,08	0,036	0,012	0,003
		W	0,28	0,17	0,12	0,078	0,040	0,011
Arboles sin vegetación baja apreciable. Altura de caída 3.30 m.	25	G	0,42	0,19	0,10	0,041	0,013	0,003
		W	0,42	0,23	0,14	0,089	0,042	0,011
	50	G	0,39	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
		W	0,39	0,21	0,14	0,087	0,042	0,011
	75	G	0,36	0,17	0,09	0,039	0,012	0,003
		W	0,36	0,20	0,13	0,084	0,041	0,011

Debiendo tener en cuenta que:

- La vegetación se considera distribuida al azar.
- La altura se mide como la altura media de la caída del agua.
- El porcentaje de recubrimiento se calcula con la proyección vertical a vista de pájaro.
- G: cubierta superficial de gramíneas o plantas similares, con residuos vegetales de al menos 5 cm de profundidad.
- W: Cubierta superficial principalmente formada por plantas herbáceas de hoja ancha.

Tabla de evaluación del factor C teniendo en cuenta distintos tipos de vegetaciones.

Praderas, prados, pastizales y bosques y montes

	Porcentaje de cubrimiento del suelo					
	0-1	1-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Praderas, prados y pastizales	0,45	0,32	0,20	0,10	0,06	0,01
Bosque sin sotobosque apreciable	0,45	0,32	0,20	0,12	0,07	0,02
Bosque con sotobosque apreciable	0,45	0,32	0,16	0,08	0,01	0,006

modificado por Dpto Edafología, U. Granada

Valores del factor C para los suelos andaluces

Cultivos de secano

Trigo / avena	0,38
Trigo / barbecho	0,44
Trigo / garbanzos	0,60
Trigo / cebada	0,57
Trigo / girasol	0,55
Trigo / habas	0,31
Trigo / remolacha	0,29
Cebada / girasol	0,63
Cereal / cereal	0,31
Cereal / barbecho	0,40
Cereal / girasol	0,70
Algodón / algodón	0,14
Olivar	0,40
Viñedo	0,54
Almendro	0,54

Cultivos de regadio

Algodón / algodón	0,29
Algodón / trigo	0,17
Algodón / remolacha	0,21
Algodón / maíz	0,51
Algodón / girasol	0,49
Maíz / maíz	0,53
Maíz / remolacha	0,45
Tabaco / tabaco	0,53
Cereal / girasol	0,36
Patata / girasol	0,36
Patata / sandia	0,36
Arroz / arroz	0,04
Hortalizas	0,04
Olivar	0,40





<http://www.yannarthusbertrand.org/>



















<http://www.yannarthusbertrand.org/>













Factor P

Tabla 2.10. Factor de método de control de la erosión, P

<i>Pendiente del terreno, porcentaje</i>	<i>Cultivo en contorno</i>	<i>Cultivo en franjas de contorno y surcos irrigados</i>	<i>Terraceo^b</i>
1-2	0.60	0.30	0.12
3-8	0.50	0.25	0.10
9-12	0.60	0.30	0.12
13-16	0.70	0.35	0.14
17-20	0.80	0.40	0.16
21-25	0.90	0.45	0.18

Tomado de Wischmeier y Smith, 1978.

Factor LLUVIA

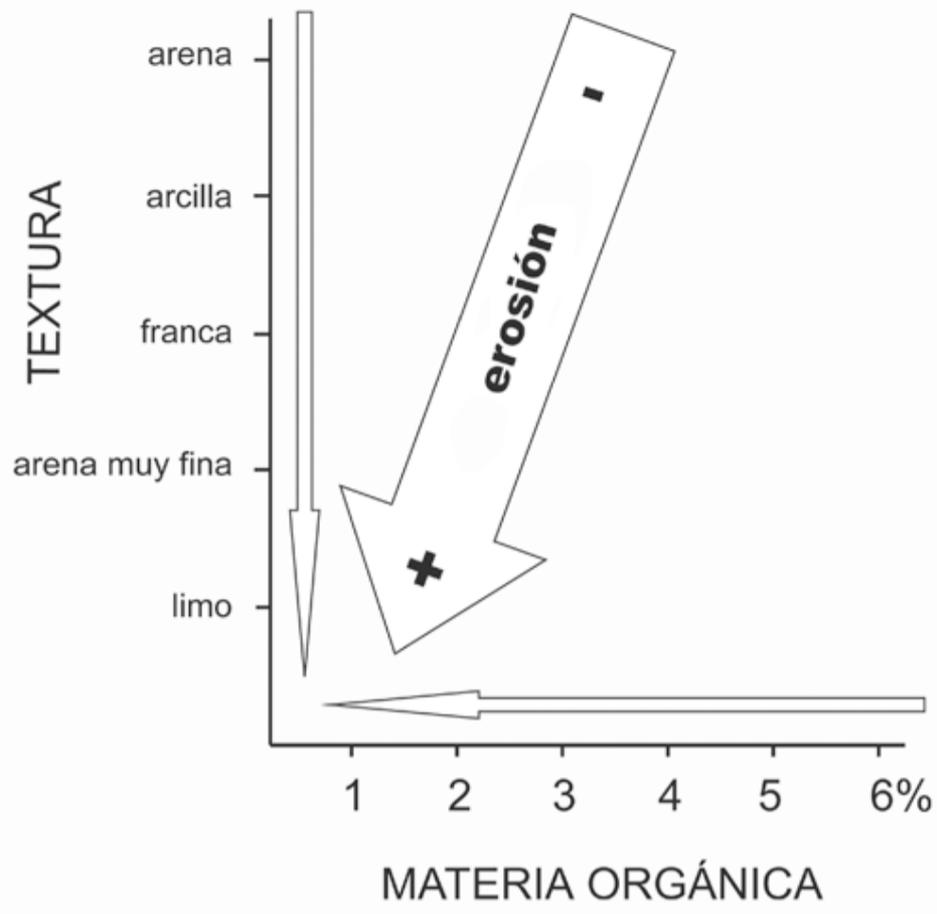
homogénea

estacional

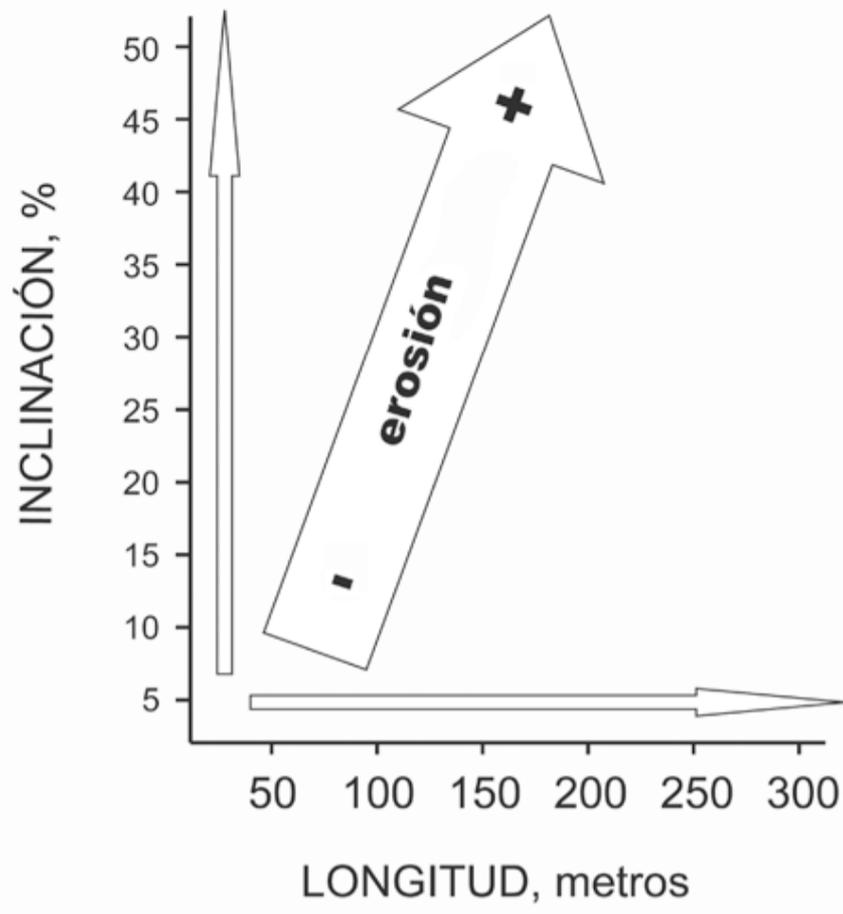
torrencial



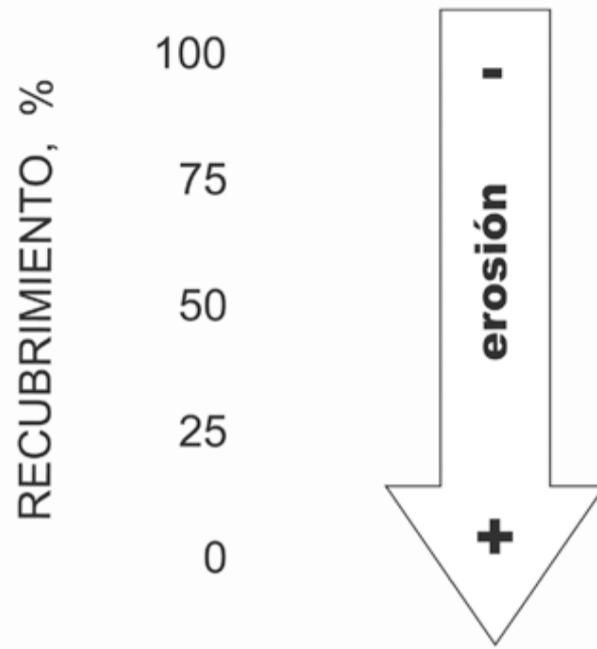
Factor SUELO



Factor TOPOGRÁFICO



Factor VEGETACIÓN Y CULTIVO



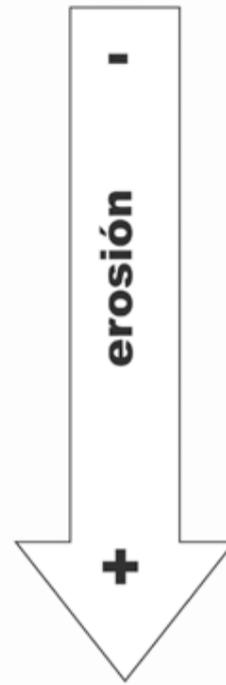
Factor PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN

terrazas

fajas

surcos

ninguna



Valores usuales de actuación para cada factor

R	20-600	x30
K	0,02-0,8	x40
LS	0,1-30	x300
C	0,005-1	x200
P	0,1-1	x10

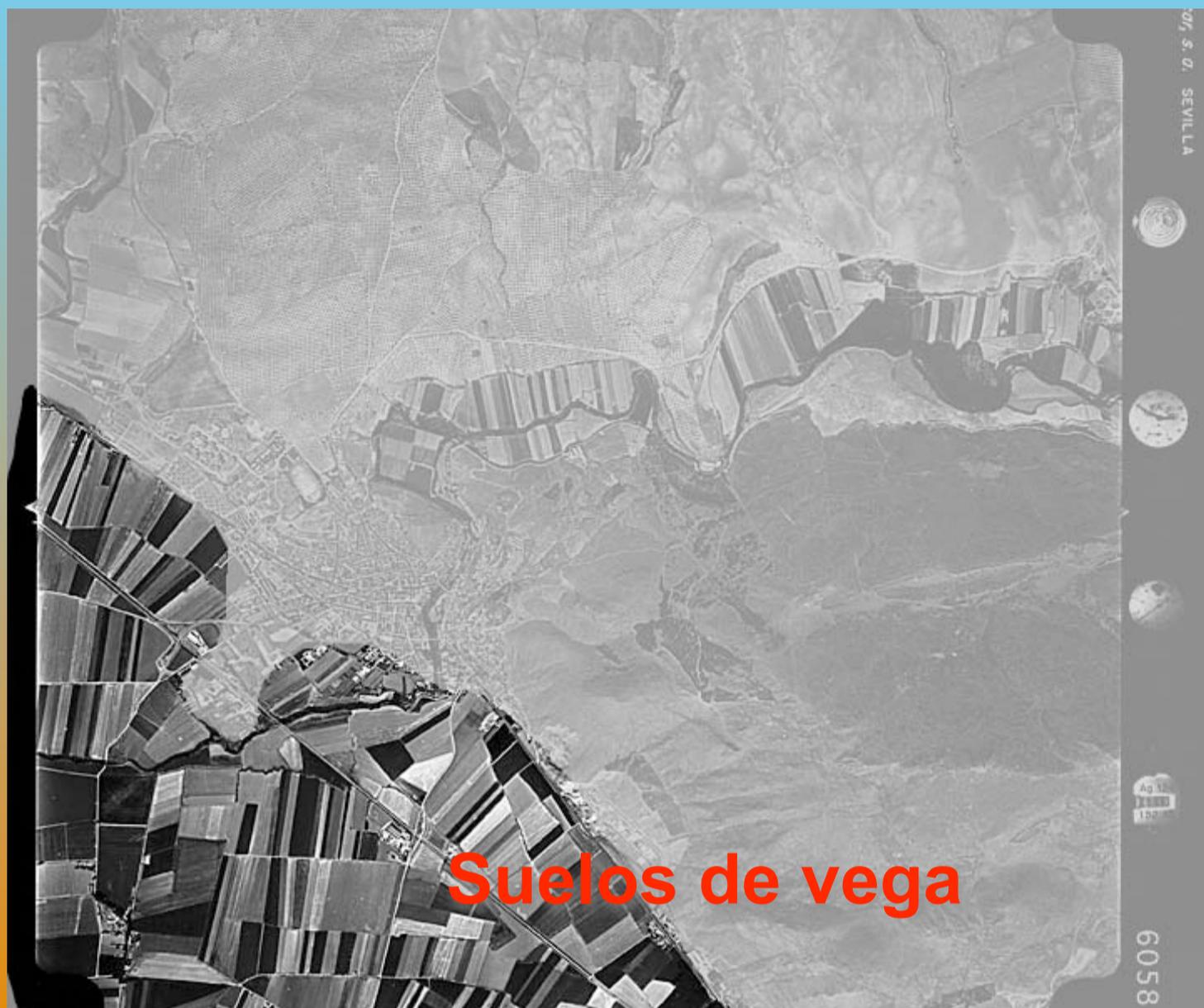
Suelos de Granada



Suelos de Granada



Suelos de Granada



Suelos de Granada: vegas



Suelos de Granada: vegas

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Indice FAO/UNESCO

$$R = f \left(\sum_{12}^1 p^2/P \right)$$

GRANADA	
	Precipitaciones
Enero	98,1
Febrero	76,8
Marzo	94,4
Abril	50,2
Mayo	56,9
Junio	35,4
Julio	0,3
Agosto	1,6
Septiembre	16,2
Octubre	55,6
Noviembre	55,7
Diciembre	60,6
Anual	601,8
Factor R	69,1

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times K \times LS \times C \times P$$

Suelos de Granada: vegas

A = 69,1 x **K** x LS x C x P



Regosol calcárico

Ap

Características generales

C1

Características morfológicas

Datos analíticos

C2

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times K \times LS \times C \times P$$



Ap

Características generales

C1

Características morfológicas

Datos analíticos

C2

Regosol calcárico

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times K \times LS \times C \times P$$



Ap

C1

C2

Regosol calcárico

RESULTADOS ANALITICOS											
Análisis textural en %											
Hor.	Prof. cm.	ARENAS					LIMO				Gravas (>2mm)
		Muy gruesa (2-1)	Gruesa (1-0,5)	Mediana (0,5-0,25)	Fina (0,25-0,1)	Muy fina (0,1-0,05)	Grueso (0,05-0,02)	Fino (0,02-0,002)	Arcilla (>0,002)		
Ap	0-15	2,2	2,0	2,4	5,1	6,4	11,6	37,1	33,2	5,6	
C1	15-40	0,2	0,5	0,6	1,1	3,3	6,1	46,8	40,8	3,7	
C2	40-92	0,3	0,6	0,6	1,9	6,8	3,9	41,6	47,5	2,3	

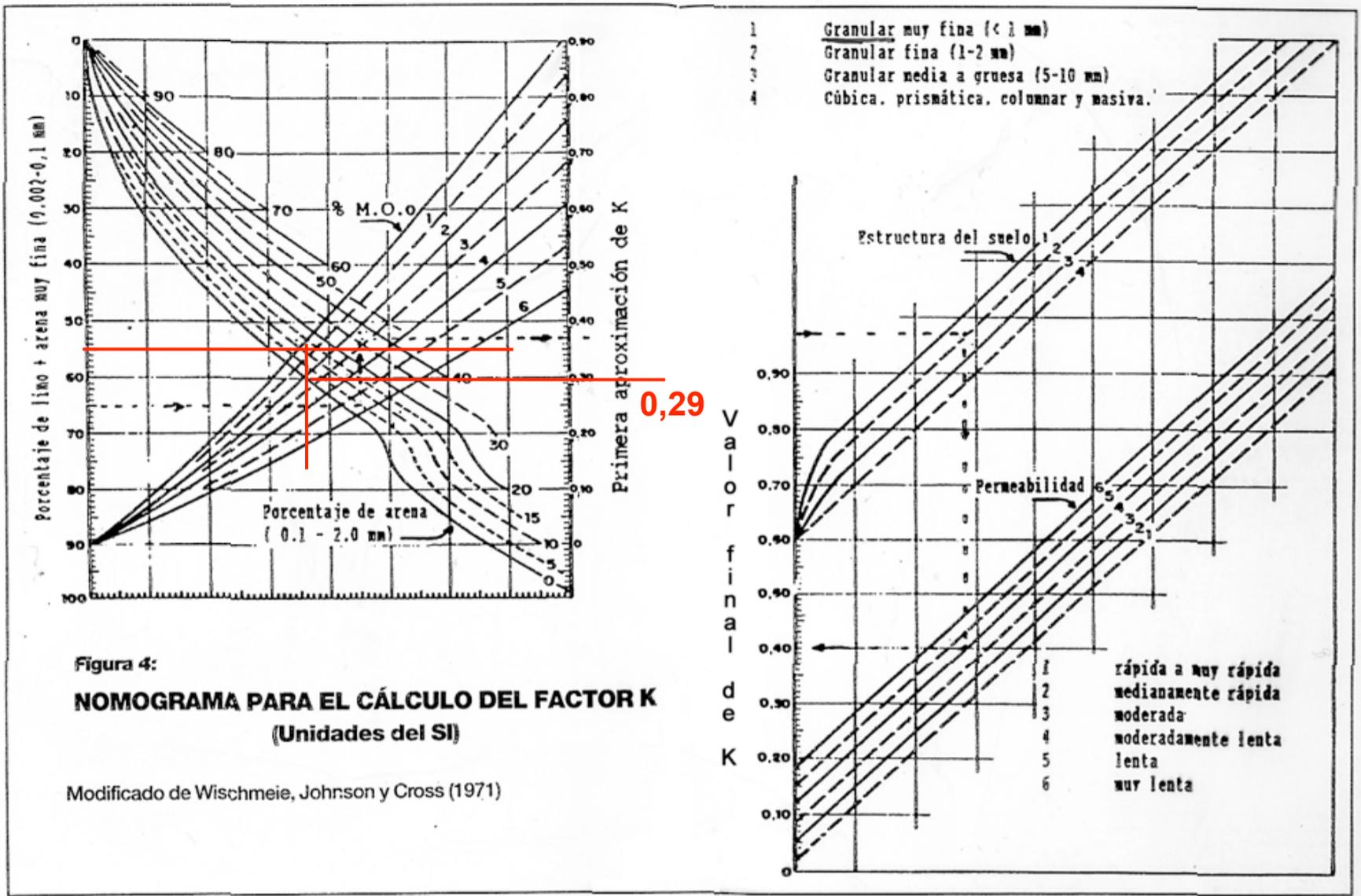
Hor.	Prof. cm.	mg / 100 g					% de humedad			mm
		% C.O.	% N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	% Ca CO ₃	33 KPa	1500 KPa	
Ap	0-15	1,51	0,088	10,3	57	35	38	28,6	16,3	
C1	15-40	0,94	0,090	10,4	33	27	39	29,8	18,2	
C2	40-92	0,96	0,092	10,4	30	19	38	29,1	18,0	130,9

Capacidad y bases										
Hor.	Prof. cm.	pH (H ₂ O) 1:2	Bases extraíbles (cmol / kg)				(cmol / kg)		dS / m	C.E.
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	C.E.C.	% V		
Ap	0-15	8,0	sat	6,6	0,2	0,9	20,2	100	0,67	
C1	15-40	8,1	sat	7,6	0,4	0,7	23,9	100	0,56	
C2	40-92	8,0	sat	7,6	0,4	0,5	21,6	100	0,32	

Limos mas arenas muy finas = 55,1%
 Resto de arenas = 11,7
 Materia orgánica = 2,6

Limos mas arenas muy finas = 55,1%
 Resto de arenas = 11,7
 Materia orgánica = 2,6

- 1 Migajosa y granular muy fina
- 2 Migajosa y granular fina
- 3 Migajosa y granular media a gruesa
- 4 Otras



Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times K \times LS \times C \times P$$



Regosol calcárico

Ap

Características generales

C1

Características morfológicas

Datos analíticos

C2

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times \mathbf{K} \times \text{LS} \times \text{C} \times \text{P}$$



Regosol calcárico

Ap

Características generales

C1

Características morfológicas

Datos analíticos

C2

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times K \times LS \times C \times P$$



Regosol calcárico

Ap

C1

C2

CARACTERÍSTICAS MACROMORFOLÓGICAS

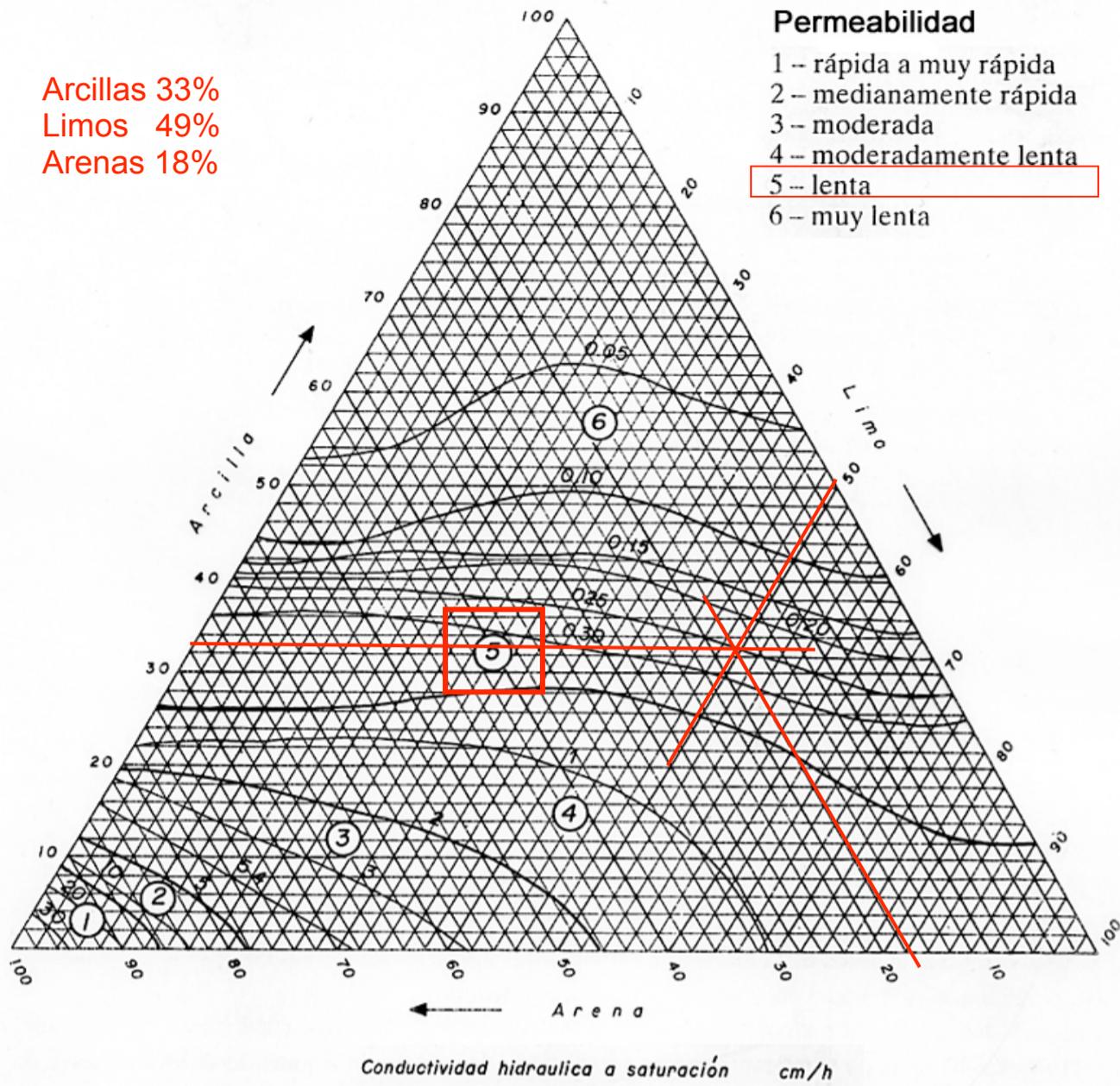
Hor.	Prof. en cm	Descripción
A	0-15	Gris parduzco claro (10YR 6/2) en húmedo y gris claro (10YR 7/2) en seco. Textura franco arcillosa. Estructura moderada, granular/bloques subangulares, mediana/gruesa; adherente, plástico, friable en húmedo y duro en seco; porosidad siendo los poros expd mucho más abundantes que los impd. Muy pocos fragmentos rocosos de tamaño grava, forma redondeada, de naturaleza cuarcítica; fuertemente calcáreo; frecuentes raíces finas y muy finas; límite neto y plano con el horizonte subyacente.
C1	15-40	Gris parduzco claro (10YR 6/2) en húmedo y gris claro (10YR 7/2) en seco. Textura arcillo limosa. Estructura moderada, bloques angulares, mediana/gruesa; adherente, plástico, friable en húmedo y muy duro en seco; porosidad mediana a escasa, poros expd mucho más abundantes que los impd. Muy pocos fragmentos rocosos de tamaño grava, forma redondeada, de naturaleza cuarcítica; fuertemente calcáreo; pocas raíces finas y muy finas; límite gradual y plano con el horizonte inferior.
C2	40-92	Gris parduzco claro (10YR 6/2) en húmedo y gris claro (10YR 7/2) en seco. Textura arcillo limosa. Sin estructura, masivo o aglomerado; adherente, plástico, friable en húmedo y muy duro en seco; muy pocos fragmentos rocosos; fuertemente calcáreo; pocas raíces.
C3	>92	Semejante al horizonte anterior, pero con mayor contenido en fragmentos rocosos de tamaño grava; sin raíces.

Estructura granular mediana

Arcillas 33%
Limos 49%
Arenas 18%

Permeabilidad

- 1 - rápida a muy rápida
- 2 - medianamente rápida
- 3 - moderada
- 4 - moderadamente lenta
- 5 - lenta
- 6 - muy lenta



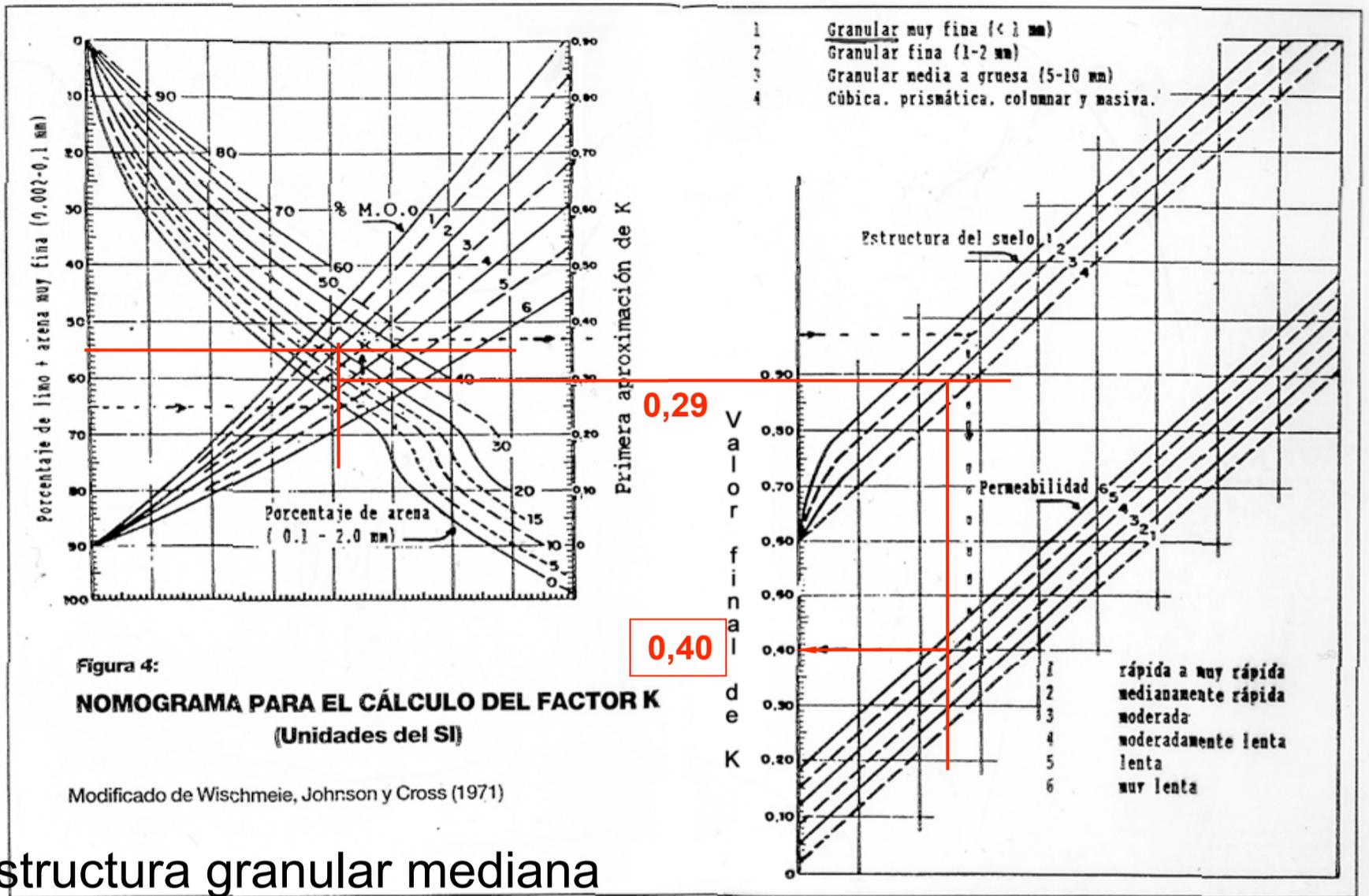
Conductividad hidráulica a saturación cm/h

Limos mas arenas muy finas = 55,1%

Resto de arenas = 11,7

Materia orgánica = 1,6

- 1 Migajosa y granular muy fina
- 2 Migajosa y granular fina
- 3 Migajosa y granular media a gruesa
- 4 Otras



Estructura granular mediana

Permeabilidad = 5, lenta

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times 0,4 \times LS \times C \times P$$



Ap

Características generales

C1

Características morfológicas

Datos analíticos

C2

Regosol calcárico

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times 0,4 \times \text{LS} \times C \times P$$



Regosol calcárico

Ap

Características generales

C1

Características morfológicas

Datos analíticos

C2

Suelos de Granada: vegas

A = 69,1 x 0,4 x **LS** x C x P



Regosol calcárico

Ap

C1

C2

Características generales

Características morfológicas

Datos analíticos

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times 0,4 \times \text{LS} \times C \times P$$



Regosol calcárico

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Localización.- NE de Lachar.
Coordenadas U.T.M..- 30SVG271180
Altitud.- 515 m.
Posición fisiográfica.- Depresión
Topografía circundante.- Plano
Pendiente.- Llano. Clase 1 (1%)
Vegetación o uso.- **Cultivo de maíz**
Material original.- Aluvial cuaternario.
Drenaje.- Bien drenado. Clase 4.
Condiciones de humedad.- Húmedo a los 40 cm.
Profundidad de la capa freática.- Desconocida
Pedregosidad.- Muy pocas piedras. Clase 0.
Afloramientos rocosos.- Ninguna roca. Clase 0.
Erosión.- Ninguna
Clasificación.- Regosol calcárico (FAO 1988)

L 100m
S 1%

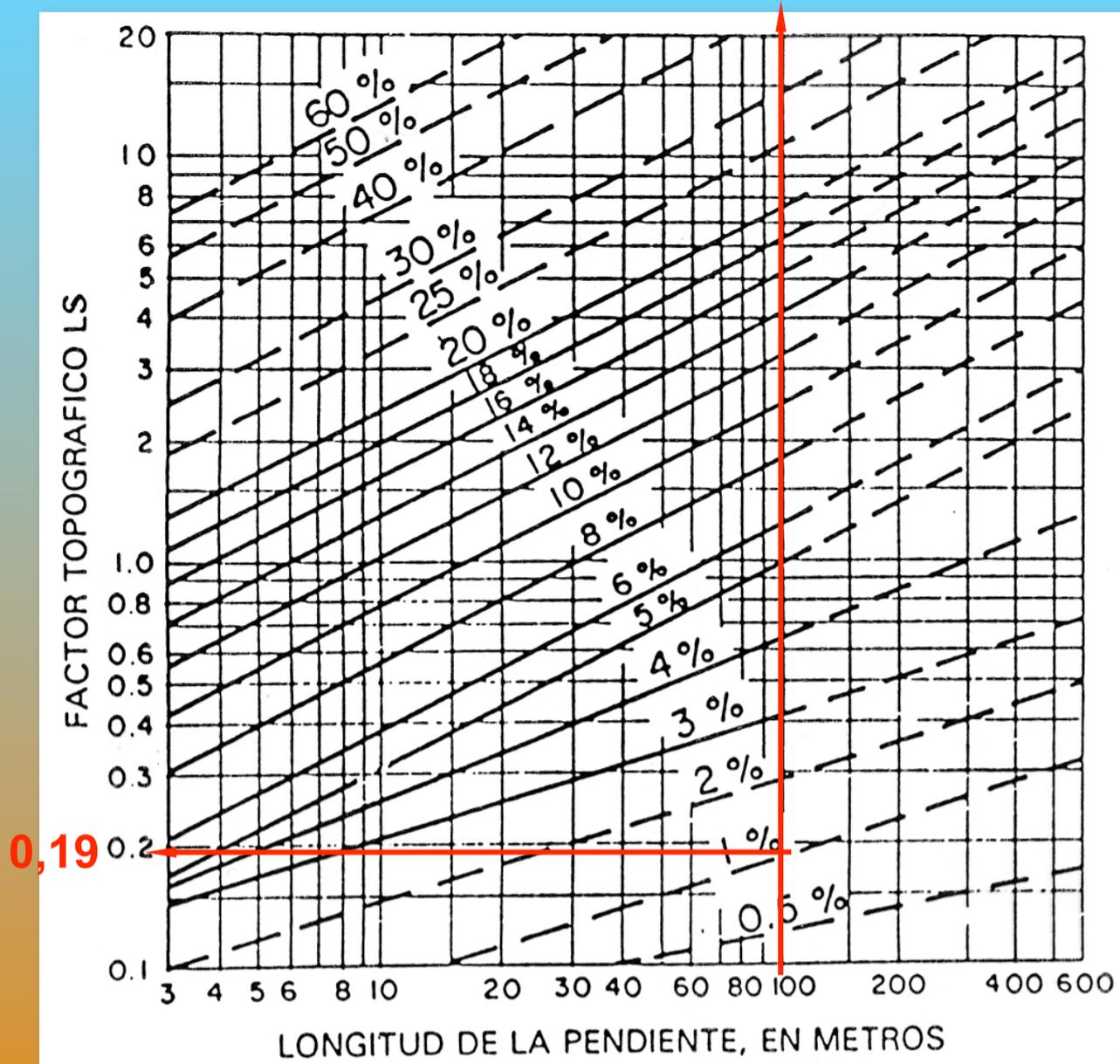


Figura 2.7. Factor de longitud y grado de pendiente, LS , para usarse con la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times 0,4 \times 0,19 \times C \times P$$



Regosol calcárico

Ap

Características generales

C1

Características morfológicas

Datos analíticos

C2

Suelos de Granada: vegas

A = 69,1 x 0,4 x 0,19 x **C** x P



Ap

Características generales

C1

Características morfológicas

Datos analíticos

C2

Regosol calcárico

Suelos de Granada: vegas

A = 69,1 x 0,4 x 0,19 x **C** x P



Ap

C1

C2

Regosol calcárico

Características generales

Características morfológicas

Datos analíticos

Suelos de Granada: vegas

A = 69,1 x 0,4 x 0,19 x C x P



Regosol calcárico

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Localización.- NE de Lachar.
Coordenadas U.T.M.- 30SVG271180
Altitud.- 515 m.
Posición fisiográfica.- Depresión
Topografía circundante.- Plano
Pendiente.- Llano. Clase 1 (1 %)
Vegetación o uso.- **Cultivo de maíz**
Material original.- Aluvial cuaternario.
Drenaje.- Bien drenado. Clase 4.
Condiciones de humedad.- Húmedo a los 40 cm.
Profundidad de la capa freática.- Desconocida
Pedregosidad.- Muy pocas piedras. Clase 0.
Afloramientos rocosos.- Ninguna roca. Clase 0.
Erosión.- Ninguna
Clasificación.- Regosol calcárico (FAO 1988)

Valores del factor C para los suelos andaluces

Cultivos de secano

Trigo / avena	0,38
Trigo / barbecho	0,44
Trigo / garbanzos	0,60
Trigo / cebada	0,57
Trigo / girasol	0,55
Trigo / habas	0,31
Trigo / remolacha	0,29
Cebada / girasol	0,63
Cereal / cereal	0,31
Cereal / barbecho	0,40
Cereal / girasol	0,70
Algodón / algodón	0,14
Olivar	0,40
Viñedo	0,54
Almendro	0,54

Cultivos de regadio

Algodón / algodón	0,29
Algodón / trigo	0,17
Algodón / remolacha	0,21
Algodón / maíz	0,51
Algodón / girasol	0,49
Maíz / maíz	0,53
Maíz / remolacha	0,45
Tabaco / tabaco	0,53
Cereal / girasol	0,36
Patata / girasol	0,36
Patata / sandia	0,36
Arroz / arroz	0,04
Hortalizas	0,04
Olivar	0,40

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times 0,4 \times 0,19 \times 0,53 \times P$$



Regosol calcárico

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Localización.- NE de Lachar.
Coordenadas U.T.M.- 30SVG271180
Altitud.- 515 m.
Posición fisiográfica.- Depresión
Topografía circundante.- Plano (0-1 ‰)
Pendiente.- Llano. Clase 1 (0-1 ‰)
Vegetación o uso.- **Cultivo de maíz**
Material original.- Aluvial cuaternario.
Drenaje.- Bien drenado. Clase 4.
Condiciones de humedad.- Húmedo a los 40 cm.
Profundidad de la capa freática.- Desconocida
Pedregosidad.- Muy pocas piedras. Clase 0.
Afloramientos rocosos.- Ninguna roca. Clase 0.
Erosión.- Ninguna
Clasificación.- Regosol calcárico (FAO 1988)

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times 0,4 \times 0,19 \times 0,53 \times P$$



Regosol calcárico

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Localización.- NE de Lachar.
Coordenadas U.T.M.- 30SVG271180
Altitud.- 515 m.
Posición fisiográfica.- Depresión
Topografía circundante.- Plano (0-1 ‰)
Pendiente.- Llano. Clase 1 (0-1 ‰)
Vegetación o uso.- **Cultivo de maíz**
Material original.- Aluvial cuaternario.
Drenaje.- Bien drenado. Clase 4.
Condiciones de humedad.- Húmedo a los 40 cm.
Profundidad de la capa freática.- Desconocida
Pedregosidad.- Muy pocas piedras. Clase 0.
Afloramientos rocosos.- Ninguna roca. Clase 0.
Erosión.- Ninguna
Clasificación.- Regosol calcárico (FAO 1988)

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times 0,4 \times 0,19 \times 0,53 \times 1$$



Regosol calcárico

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Localización.- NE de Lachar.
Coordenadas U.T.M.- 30SVG271180
Altitud.- 515 m.
Posición fisiográfica.- Depresión
Topografía circundante.- Plano (0-1 ‰)
Pendiente.- Llano. Clase 1 (0-1 ‰)
Vegetación o uso.- **Cultivo de maíz**
Material original.- Aluvial cuaternario.
Drenaje.- Bien drenado. Clase 4.
Condiciones de humedad.- Húmedo a los 40 cm.
Profundidad de la capa freática.- Desconocida
Pedregosidad.- Muy pocas piedras. Clase 0.
Afloramientos rocosos.- Ninguna roca. Clase 0.
Erosión.- Ninguna
Clasificación.- Regosol calcárico (FAO 1988)

Suelos de Granada: vegas

$$A = 69,1 \times 0,4 \times 0,19 \times 0,53 \times 1 = \mathbf{2,8 \text{ Tn/ha/año}}$$



Regosol calcárico

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Localización.- NE de Lachar.
Coordenadas U.T.M.- 30SVG271180
Altitud.- 515 m.
Posición fisiográfica.- Depresión
Topografía circundante.- Plano (0-1 ‰)
Pendiente.- Llano. Clase 1 (0-1 ‰)
Vegetación o uso.- **Cultivo de maíz**
Material original.- Aluvial cuaternario.
Drenaje.- Bien drenado. Clase 4.
Condiciones de humedad.- Húmedo a los 40 cm.
Profundidad de la capa freática.- Desconocida
Pedregosidad.- Muy pocas piedras. Clase 0.
Afloramientos rocosos.- Ninguna roca. Clase 0.
Erosión.- Ninguna
Clasificación.- Regosol calcárico (FAO 1988)

Suelos de Granada



Suelos de Granada: colinados



Suelos de Granada: colinados



Suelo franco limoso pobre en mat. org. (0,7 %)
Pendiente 35 %
Olivar
Sin prácticas de conservación

Calcisol háplico

$$A = 69,1 \times 0,65 \times 18 \times 0,4 \times 1 = \mathbf{323,4 \text{ Tn/ha/año}}$$

El suelo de vega era:

$$A = 69,1 \times 0,4 \times 0,19 \times 0,53 \times 1 = \mathbf{2,8 \text{ Tn/ha/año}}$$

Suelos de Granada

Suelos de montañas



Suelos de Granada: montañosos



Suelos de Granada: montañosos



Suelo franco rico en materia orgánica (6 %)
Pendiente 45 %, L = 60 m
Bosque y sotobosque con un recubrimiento del 85 %
Sin prácticas de conservación

$$A = 132 \times 0,32 \times 22 \times 0,006 \times 1 = \mathbf{5,6 \text{ Tn/ha/año}}$$
$$\mathbf{0,3 \text{ mm / año}}$$

**Kastanozem
háplico**

El suelo de las colinas con olivos era:

$$A = 69,1 \times 0,65 \times 18 \times 0,4 \times 1 = \mathbf{323,4 \text{ Tn/ha/año}}$$
$$\mathbf{21 \text{ mm / año}}$$

El suelo de vega era:

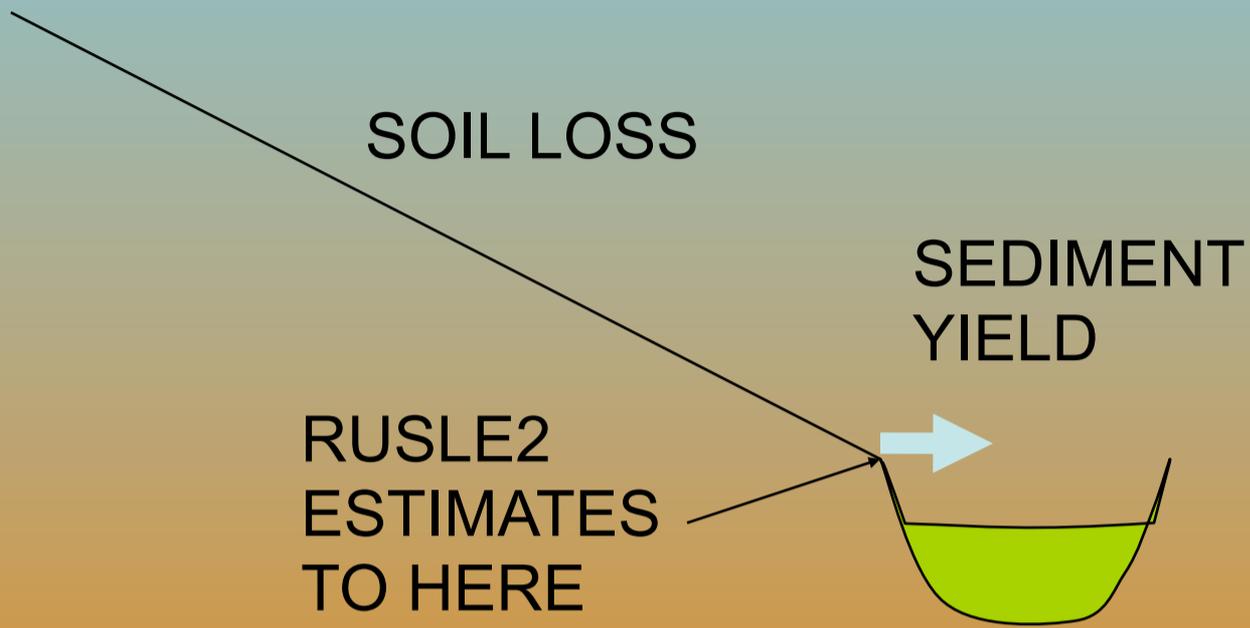
$$A = 69,1 \times 0,4 \times 0,19 \times 0,53 \times 1 = \mathbf{2,8 \text{ Tn/ha/año}}$$
$$\mathbf{0,2 \text{ mm / año}}$$

RUSLE2

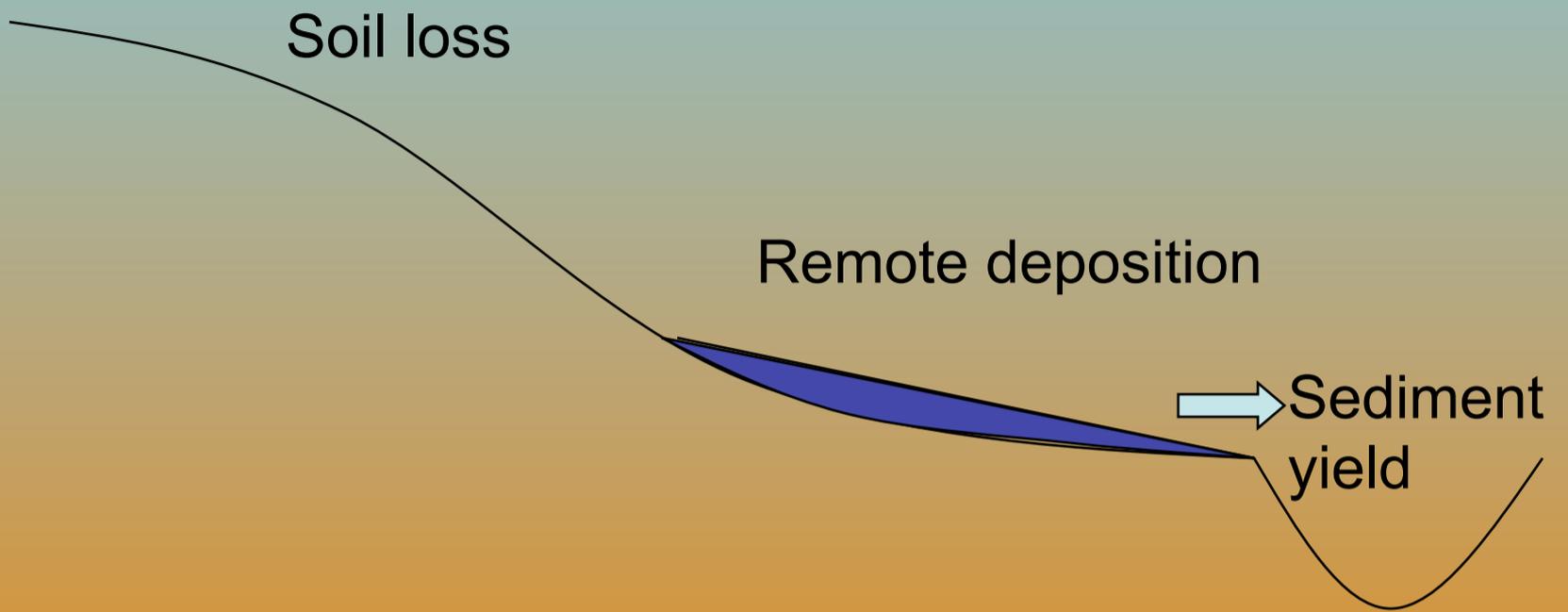
REVISED UNIVERSAL SOIL
LOSS EQUATION-Version 2

Predicting Soil Erosion By Water:
A Guide to Conservation
Planning

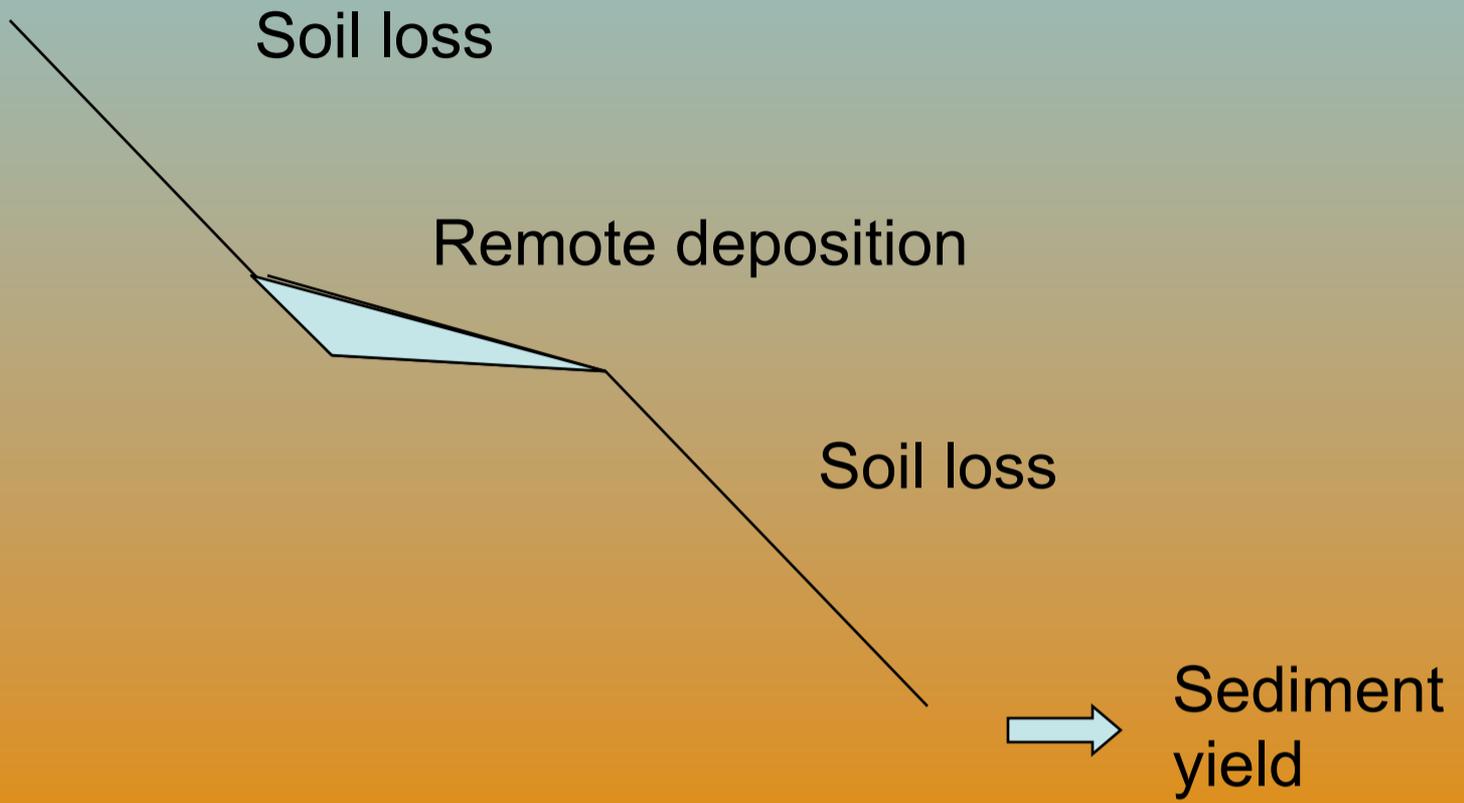
Simple Uniform Slope



Complex Slope



Complex Slope



FACTORES RUSLE2

Pérdida diaria de suelo

$$a = r k l s c p$$

Factores diarios

r - lluvias/escorrentías

k - suelo

l - longitud de la pendiente

s - inclinación de la pendiente

c - vegetación y uso

P - prácticas de conservación

Pérdida anual de suelos = suma de las pérdidas diarias

Aplicación informática

99

Daily calculation of time-varying factors
(paramentros representados en minuscula para
diferenciarlos de los de la USLE)

Interdependencia de los factores a lo largo del
año

Mas que la busqueda del valor exacto de
perdida de suelo, representa un herramienta
para los estudios de conservacion y planificacion
ambiental.

RUSLE1= MS DOS; RUSLE2 = windows

Página nueva Revised Universal Soil L...

http://fargo.nserl.purdue.edu/rusle2_dataweb/RUSLE2_Index.htm?action=Go+to+the+official+NRCS+RUSI Buscar Google

Marcadores
Notas
Descargas
Historial
Enlaces

Home
[About RUSLE2 Technology](#)

RUSLE2 Program File
[Installation Instructions](#)
[Download File](#)

Base Database & Misc Files
[Instructions](#)
[Download File](#)

Climate Data
[Instructions](#)
[Data Files](#)

Crop Management Templates
[Instructions](#)
[Crop Management Zone Maps](#)
[Data Files](#)

Soils Data
[Instructions](#)
[Data Files](#)

Training Materials
User's Guides
[RUSLE2 Technology](#)
[RUSLE2 Program](#)
Slide Sets
[Training](#)
[Implementation](#)
[Tutorial](#)








Revised Universal Soil Loss Equation, Version 2 (RUSLE2)

Official NRCS RUSLE2 Program

Official NRCS Database

This site contains the official NRCS version of RUSLE2. It is the only version of RUSLE2 to be used for official purposes by NRCS field offices. The NRCS developed and maintains the database components on this site. These components comprise the Official NRCS RUSLE2 Database. The official NRCS RUSLE2 database is the only database to be used for official purposes by NRCS field office employees.

RUSLE2 is an upgrade of the text-based RUSLE DOS version 1. It is a computer model containing both empirical and process-based science in a Windows environment that predicts rill and interrill erosion by rainfall and runoff. The USDA-Agricultural Research Service (ARS) is the lead agency for developing the RUSLE2 model. The ARS, through university and private contractors, is responsible for developing the science in the model and the model interface.

For further information, contact Dave Lightle at Dave.Lightle@nsscnt.nssc.nrcs.usda.gov.

Note: This site is optimized for use with Internet Explorer 6.0. To install IE 6.0 see you local computer Administrator or visit the Microsoft website at www.microsoft.com.

This site is maintained at the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, Purdue University, West Lafayette, IN.

Simple calculation module:

Get the Results

Each time we've changed a value, RUSLE2 has updated our answers. The template we are using provides two answers, described on the following screens.

Profile: tutorial

STEP 1: Choose location to set climate: Location

STEP 2: Choose soil type: Soil

STEP 3: Set slope topography: Slope length (horiz), ft
Avg. slope steepness, %

STEP 4: Select base management: Base management

STEP 5: Set Supporting practices: Contouring
Strips/barriers
Diversion/terrace, sediment basin
Subsurface drainage

RESULTS

Soil loss for cons. plan, t/ac/yr	6.39
Sediment delivery, t/ac/yr	6.39

Info



TEST

TEST 1

Indique que suelo es menos sensible a la erosión hídrica

- A materia orgánica 1%; limo 20%; pendiente 15%, cultivo cereal
- B materia orgánica 1%; limo 15%; pendiente 13%, cultivo viñas
- C materia orgánica 5 %; limo 30%; pendiente 18%, pradera
- D materia orgánica 7 %; limo 25%; pendiente 20%, pinar degradado

La solución en la última pantalla

TEST

TEST 2

Qué factor cree que es más importante para la erosión del suelo

- A inclinación de la ladera
- B longitud de la ladera
- C vegetación
- D propiedades intrínsecas del suelo

La solución en la última pantalla

TEST

TEST 3

En una finca cuyos suelos se encuentran bastante degradados se quiere establecer cultivos poco erosivos, cual rechazaríamos

- A girasol
- B maíz
- C trigo
- D almendros

La solución en la última pantalla

TEST

TEST 4

Indíquese la frase correcta

A la fracción más erosionable son las arcillas

B un suelo con un alto valor de su densidad aparente (D_a) es más erosionable que otro con valor de D_a bajo

C la fracción menos erosionable son los limos

D un suelo con una estructura granular es menos erosionable que otro con estructura en bloques

La solución en la última pantalla

TEST

TEST 5

Indíquese la frase equivocada

- A la inclinación de la pendiente es más importante para la erosión que la longitud
- B a igualdad de recubrimiento el bosque protege más que el sotobosque
- C en una pradera el suelo se encuentra más protegido que si se trata de un bosque sin sotobosque
- D en una ladera la parte alta es menos erosionable que la parte baja

La solución en la última pantalla

TEST

TEST 6

Indíquese la frase correcta

- A con una pendiente del 25% el laboreo de contorno es una práctica efectiva
- B el factor suelo es menos importante que la inclinación de la pendiente
- C en una pendiente del 10% la protección del suelo es más efectiva si se labra en contorno a si hace terraceo
- D el cultivo de cereal erosiona más el suelo que el olivar

La solución en la última pantalla

TEST

SOLUCIONES A LOS TEST

Test 1, C

Test 2, A

Test 3, D

Test 4, D

Test 5, C

Test 6, B