
ANEXO Nº VIII

CALCULO DE PERDIDAS DE

SUELO

INDICE

INDICE

1.-CALCULO DE LAS PERDIDAS DE SUELO POR R.U.S.L.E.....	1
1.1.-FACTOR DE MANEJO DE COBERTURA C.....	2
1.2.-FACTOR DE ERODIBILIDAD DEL SUELO K.....	2
1.3.-FACTOR TOPOGRÁFICO LS.....	3
1.5.-PRACTICAS DEL CONTROL DE LA EROSIÓN P.....	4
1.6.-FACTOR DE EROSIVIDAD DE LA LLUVIA R.....	5
1.7.- RESULTADOS DE LA ECUACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE SUELO.....	5

1.-CALCULO DE LAS PERDIDAS DE SUELO POR R.U.S.L.E

Para el cálculo de las pérdidas de suelo se utiliza el software de R.U.S.L.E 1.06 de la U.S.D.A-Agricultural Research Service (ARS). Se basa en el principio de la R.U.S.L.E, mediante la siguiente expresión matemática de Mannaerts (1999):

$$A = R * K * LS * C * P$$

- Dónde:
 - A = Pérdida de suelo promedio anual en [t/ha/año]
 - R = Factor erosividad de las lluvias
 - K = Factor erodabilidad del suelo
 - LS = Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional
 - C = Factor ordenación de los cultivos (cubierta vegetal), adimensional
 - P = Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo), adimensional

El objeto del cálculo de las pérdidas de suelo consiste en justificar que mediante la aplicación de las medidas correctoras consistentes en bermas con contrapendientes y en banquetas de infiltración, las pérdidas de suelo son admisibles y por lo tanto, garantizan la fiabilidad de las medidas correctoras. Los cálculos de pérdida de suelos, se estiman para los parámetros técnicos consistentes en una pendiente media de ladera de 27º y con 90 metros de desnivel. Las bermas son de 3 metros anchura.

La vegetación seleccionada para calcular el factor de manejo C, se define mediante una vegetación en herbazal con un factor de cubierta del 90%, que se correspondería a la vegetación consolidada mediante la siembra y las plantaciones propuestas, suponiendo el peor de los casos para el desarrollo del herbazal y un crecimiento inicial de las especies arbóreas y arbustivas, es decir, simulando las condiciones inmediatas tras haber finalizado la restauración de los terrenos, haber aplicado las medidas de corrección hidrológica, aportado el suelo y haber realizado una hidrosiembra. Para los siguientes cálculos se utiliza el software RUSLE 1.06c de la USDA.

1.1.-Factor de manejo de cobertura c

El factor C es usado para reflejar el efecto del cultivo y prácticas de manejo en las tasas de erosión. Este factor mide como el potencial de pérdida de suelo será distribuido en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos, y otros esquemas de manejo. El factor C está basado en el concepto de desviación standard, siendo el standard un área bajo condiciones de barbecho con cultivo limpio. El valor de C para condiciones Standard es 1. Se introducen los datos de correspondientes a un herbazal alto con un grado de cobertura del 90% que se correspondería con el estado de evolución del tratamiento de hidrosiembra con las gramíneas seleccionadas. Los datos introducidos son los siguientes:

```
< Time-invariant C 1.06c Win 32; 2/20/04 >
where get vegetation information?: 3

effective root mass (lb/ac) in top 4": 3900
      % canopy cover: 90
      average fall height (ft): 1.3
roughness (in) for the field condition: 0.3
has there been mechanical disturbance: 1

total % ground cover (rock and residue): 15

surface cover function; B-value choice: 1      landuse shown in LS: 9

enter avg. annual values!
< Esc to continue >
```

C= 0,013

1.2.-Factor de erodibilidad del suelo K

Es una compleja propiedad que se entiende como la facilidad con la cual el suelo es desprendido por la salpicadura, durante una lluvia o por flujo superficial. Esta propiedad del suelo está relacionada con el efecto integrado de la lluvia, escurrimiento e infiltración. Los suelos generalmente llegan a ser menos erosivos con una reducción en la fracción de limo a pesar del correspondiente incremento de la fracción de arcilla o arena.

El factor K representa el efecto de las propiedades del suelo y de las características del perfil del suelo en la pérdida de suelo. Los valores de K son asignados usando el nomograma de erodibilidad del suelo, que combina el efecto del tamaño de las partículas, %MO, código de la estructura del suelo y la clase de permeabilidad del perfil.

- Suelos de textura fina con alto contenido de arcilla tienen bajos valores de K (0.05-0.15), porque ellos son resistentes al desprendimiento.
- Suelos de textura gruesa tales como suelos arenosos, tiene valores bajos de K (0.05-0.2), debido al bajo escurrimiento, aunque estos suelos son fácilmente desprendibles.
- Suelos de textura mediana (franco limoso) tienen valores de K moderados (0.25-0.4), porque son moderadamente susceptibles al desprendimiento y producen moderados escurrimientos. (Mannaerts,1999)

Se introducen los datos relativos a la suma de los porcentajes de los suelos a utilizar durante la restauración con un contenido total de arenas y limos del 88% y un contenido en arcilla del 12%. Se introducen también los datos relativos al contenido en M.O del 1 % después de la realización de la enmienda edáfica y los datos de estructura y permeabilidad moderadamente moderados.

```
< K Factor 1.06c Win 32; 2/20/04 >
city code: 46170 Andilla AN
estimated K: 0.07
% rock cover: 0
# yrs to consolidate: 7
hyd. group: 4
soil series:
surface texture: sandy loam

Unlike in previous versions of RUSLE1, the time-varying K-factor
calculations are no longer used.
There is thus no modification of the nominal K value, leaving
K = 0.07
```

K=0,07

1.3.-Factor topográfico LS

La pendiente y la longitud de la pendiente son medidas perpendiculares a las curvas de nivel. El factor LS combinado en R.U.S.L.E representa la proporción de pérdida de suelo de una longitud e inclinación dada. Valores más que 1 representan condiciones más erosivas que la condición de referencia. Básicamente la R.U.S.L.E toma en cuenta:

- Las diferencias entre pendientes muy cortas (< 5 m) y pendientes más largas.
- Susceptibilidad a la erosión en surcos Vs entresurcos y pendiente (3 clases).
- Efecto de las temperaturas mínimas de invierno y congelamiento/deshielo de suelos.
- Forma de la pendiente como perfiles de suelo complejos. (Mannaerts,1999)

Se introducen los valores de pendiente (50,95%) y longitud sobre la horizontal (179,53 metros). Se han introducido el número máximo de segmentos que se correspondería con la ladera central restaurada pero sin medidas correctoras de corrección hidrológica. Se caracteriza por un uso general del suelo modificado por el terraplén y sin cobertura de roca.

```

< LS Factor 1.06c Win 32; 2/20/04 >
number of segments: 1          segment lengths are measured: 2
soil texture: sandy loam
general land use: 9

Gradient (%) of Segment      1
                             50.95
Length of Segment (ft)      589
Segment LS                   26.186

overall LS = 26.2; equiv. slope = 51 %; horiz. length = 589 ft
    
```

LS = 26,2

1.5.-Practicas del control de la erosión P

Es la relación de pérdida de suelo con prácticas de soporte a la pérdida correspondiente con labranza en pendiente, la cual tiene un valor de 1. Estas prácticas de control (soporte) combate la erosión, puesto que modifica los patrones de flujo y el grado o dirección de superficie de escurrimiento. Para las prácticas de soporte de tierras cultivadas, generalmente incluye contorno, cultivos en faja, terraceo y drenaje subsuperficial. R.U.S.L.E calcula el factor P basado en porcentajes de pendiente, longitud de pendiente, rugosidad, altura de bordes, distribución del grupo de suelos hidrológicos y el efecto de terrazas contra la pendiente. En nuestro caso se introducen los datos de aterramiento correspondientes a berma de 3 metros y las banquetas de infiltración.

```

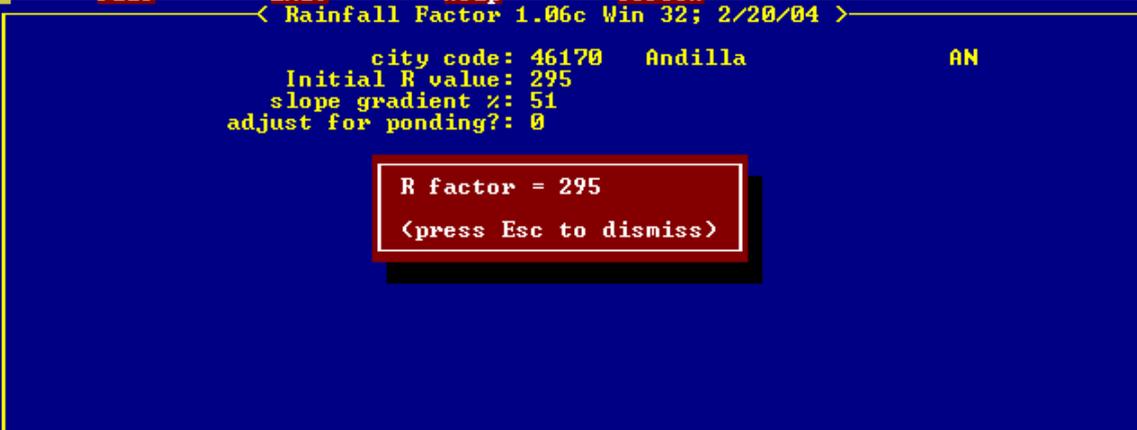
FILE      EXIT      HELP      SCREEN
< P Factor - Infrequent Disturbance 1.06c Win 32; 2/20/04 >

contour or other      terraced      P factor  |  SDR
mech. dist.
-----
1                   0.466          =  0.466  |  0.022
    
```

P = 0,466 y SY= 0,022

6.-Factor de erosividad de la lluvia R

Es el potencial erosivo de la lluvia que afecta el proceso de erosión del suelo. La erosión por gotas de lluvia incrementa con la intensidad de la lluvia. Una suave y prolongada lluvia puede tener la misma energía total que una lluvia de corta duración y más intensa.



```
< Rainfall Factor 1.06c Win 32; 2/20/04 >
city code: 46170 Andilla AN
Initial R value: 295
slope gradient %: 51
adjust for ponding?: 0
R factor = 295
<press Esc to dismiss>
```

R=295

1.7.- Resultados de la ecuación de las pérdidas de suelo

Finalmente aplicando la siguiente expresión matemática:

$$A = R * K * LS * C * P$$

Dónde:

- **A** = Pérdida de suelo promedio anual en [t/ha/año]
- **R** = Factor erosividad de las lluvias
- **K** = Factor erodabilidad del suelo
- **LS** = Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional
- **C** = Factor ordenación de los cultivos (cubierta vegetal), adimensional
- **P** = Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo), adimensional

```

< RUSLE 1.06c Win 32; 2/20/04 >
Soil Loss and Sediment Yield Computation Worksheet
filename      R   x   K   x   LS   x   C   x   [P   |   SDR] =   A   |   SY
?             295  0.07  26.1  0.01  0.47  0.022 = 3.2  0.15
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
NOTES:—? Input List was modified but never Saved
    
```

Debido a que los resultados están en tn/acre los convertimos a tn/ha, dividiendo entre 2,47. Por lo tanto, las pérdidas de suelo se estiman en 1,29 tn/Ha. Los factores más limitantes de las pérdidas de suelo son el factor topográfico conformado por una pendiente media de ladera de 27°, una cobertura herbácea al 90 fcc obtenida por hidrosiembra y la aplicación de terrazas o bermas de 3 metros.

Sin la aplicación de medidas correctoras relativas al aterrazamiento y la hidrosiembra los resultados de las pérdidas de suelo son las siguientes:

```

< RUSLE 1.06c Win 32; 2/20/04 >
Soil Loss and Sediment Yield Computation Worksheet
filename      R   x   K   x   LS   x   C   x   [P   |   SDR] =   A   |   SY
?             295  0.07  26.1  0.27  0.47  0.022 = 68   3.3
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
0             0     0     0     0     0     0     = 0     0
NOTES:—? Input List was modified but never Saved
          & factor value is not based upon current factor inputs
    
```

Sin la aplicación de medidas correctoras las pérdidas de suelo se estiman en 27,53 tn/ha

La calificación de las pérdidas de suelo establecidas por la F.A.O es la siguiente:

NIVEL	CLASIFICACIÓN	PERDIDAS DE SUELO (Tn/ha y año)
I	Nula o ligera	<10
II	Baja	10 - 25
II	Moderada	25 - 50
IV	Acusada	50 - 100
V	Alta	100- 200
VI	Muy alta	> 200

Como conclusión se estima, que las pérdidas de suelo mediante la aplicación de las medidas correctoras de mejora de suelos, corrección hidrológica y restauración de la vegetación son las admisibles pasando de unas pérdidas de suelo moderadas 27,53 tn/Ha a unas pérdidas de suelo ligeras 1,29 Tn/Ha.