

EROSIVIDAD DE LA LLUVIA

Por erosión del suelo se entiende el proceso que conlleva la pérdida de material edáfico por la acción del agua de lluvia (erosión hídrica) o del viento (erosión eólica). En este apartado estudiaremos la precipitación como factor causante de la erosión hídrica.

El método más utilizado para predecir la cantidad de suelo que se pierde por erosión hídrica es la USLE "Universal Soil Loss Equation" (Wischmeier *et al.*, 1965). Este modelo ofrece una indicación cuantitativa de la masa de suelo movilizada en los terrenos agrícolas por erosión entre regueros (o difusa) y en regueros, en función de las condiciones ambientales y el sistema de cultivo. Recientemente, se ha planteado una revisión profunda del modelo: RUSLE (Renard *et al.*, 1997) con el fin de mejorar la precisión y rigor en las estimaciones de los diferentes parámetros del modelo. El modelo USLE (RUSLE) responde a la siguiente formulación:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \text{ (t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}\text{)}$$

A: pérdida de suelo

R: erosividad de las precipitaciones

K: erosionabilidad del suelo

L: longitud de la ladera

S: pendiente de la ladera

C: cultivo y manejo del suelo

P: prácticas de conservación

8.2.1. FACTOR R . EROSIVIDAD DE LA LLUVIA

Para el cálculo de la erosividad de la precipitación se necesita el análisis de la banda del pluviógrafo, considerando un número suficiente de años para eliminar la variabilidad temporal de la lluvia. Esta información, además de que requeriría una larga elaboración, no es fácilmente disponible. A efectos prácticos, se puede conocer el factor R, en España, a partir del mapa de erosividad de la lluvia publicado por ICONA (1988), consultando directamente en el mapa o los valores tabulados. A continuación se muestran como ejemplo los valores del factor R para la Cuenca del Tajo de acuerdo con la indicada publicación.

Tabla. Valores medios de erosividad de la lluvia [$\text{hJ} \times \text{cm} \times \text{m}^{-2} \times \text{h}^{-1} \times \text{año}^{-1}$]. Cuenca del Tajo.
Fuente: ICONA, 1988.

Nº	OBSERVATORIO	R	Provincia	Nº	OBSERVATORIO	R	Provincia
3322	Burgohondo	109	Ávila	3189	Manzanares el Real	146	Madrid
3324	El Tiemblo	377	Ávila	3191	Colmenar Viejo	124	Madrid
3326	Presa de Burquillo	172	Ávila	3195	Madrid (Retiro)	65	Madrid
3337	Navalperal de Pinares	142	Ávila	3196	Madrid (Cuatro Vientos)	74	Madrid
3395	Casavieja	262	Ávila	3200	Getafe	53	Madrid
3385	El Gordo	108	Cáceres	3341	Presa de San Juan	105	Madrid
3469	Cáceres	75	Cáceres	3342	Villa del Prado	92	Madrid

3042	Vega del Codorno	152	Cuenca	3010	Ródenas	97	Teruel
3044	Cañizares "C.Vadillo"	142	Cuenca	3099	Ocaña	72	Toledo
3070	Villar del Saz de Navalón	128	Cuenca	3246	La Guardia	59	Toledo
3076	Villar de Domingo García	87	Cuenca	3249	Villaseca de la Sagra	58	Toledo
3010	Molina de Aragón	80	Guadalajara	3255	Cabañas de la Sagra	65	Toledo
3066	Escamillas	98	Guadalajara	3256	Mocejón de la Sagra	62	Toledo
3082	Almonacid Zorita. S. Bolarque	64	Guadalajara	3259	Toledo	52	Toledo
3086	Zorita de los Canes	61	Guadalajara	3280	Carranque	61	Toledo
3087	Salto de Almoguera	55	Guadalajara	3287	Rielves	71	Toledo
3103	Embalse de el Vado	130	Guadalajara	3291	Guadamur	82	Toledo
3213	Horche	70	Guadalajara	3296	La Puebla de Montalbán	68	Toledo
3105	Rascafría	133	Madrid	3304	Villarejo de Montalbán	67	Toledo
3109	Presa de Rio Sequillo	130	Madrid	3314	Espinoso del Rey	44	Toledo
3112	Presa Puentes Viejas	89	Madrid	3356	Val de Sto. Domingo	59	Toledo
3117	Talamanca del Jarama	69	Madrid	3358	Santa Olalla	77	Toledo
3119	Fuente el Saz	63	Madrid	3362	Real de San Vicente	145	Toledo
3170	El Encín	75	Madrid	3372	Puerto de San Vicente	220	Toledo
3175	Torrejón de Ardoz	80	Madrid	3377	La Estrella	102	Toledo
3183	Soto del Real	118	Madrid	3378	Alcolea del Tajo	77	Toledo

También se puede estimar el factor R [$\text{hJ} \times \text{cm} \times \text{m}^{-2} \times \text{h}^{-1} \times \text{año}^{-1}$] a partir de los datos de precipitaciones mensuales aportados por el INM mediante la aplicación de las formulaciones de la publicación anteriormente citada (ICONA, 1988. "Agresividad de la lluvia en España"). En esta publicación se seleccionan nueve parámetros deducidos de las mediciones de la red pluviométrica convencional y relacionados significativamente con el factor R de la USLE:

MANHO Lluvia media anual

MV Lluvia media del período junio-septiembre

MR Lluvia media del período octubre-mayo

PMEX Lluvia media de la máxima mensual de cada uno de los años de la serie.

T2 Lluvia máxima anual en 24 horas para un período de retorno de 2 años.

T5 Lluvia máxima anual en 24 horas para un período de retorno de 5 años.

T10 Lluvia máxima anual en 24 horas para un período de retorno de 10 años.

F Factor de Fournier calculado con una serie de datos de "N" años

$$N p_i^2$$

$$F = 1/N \sum_{i=1}^N P_i$$

$$i=1 P_i$$

P_i : precipitación anual del año "i" (mm)

p_i : precipitación mensual del mes más lluvioso del año "i" (mm)

F24 Factor de concentración de la máxima lluvia diaria. Se obtiene de forma análoga al factor de Fournier, mediante la división de la máxima lluvia en 24 horas del año, elevada al cuadrado, por la suma de las máximas en 24 horas de todos los meses del años.

La zonificación de la red pluviométrica que ofrece mejor solución estadística se indican en la tabla siguiente.

Tabla. Zonificación. Fuente: ICONA, 1988.

ZONA	C UENCAS Y ZONAS
3.1.	Cuencas del Norte de España Cuenca del Duero Norte, Duero Meseta Cuenca Ebro Noroeste Cuenca Duero, Sistemas Central e Ibérico Cuencas Tajo y Levante en el Sistema Ibérico Cuenca del Tajo excepto Sistema Ibérico, Cuenca Guadiana, Cuenca Guadalquivir excepto el Sureste Cuenca Levante Interior.
3.2.	Cuenca Guadalquivir Sudeste Cuenca Sur excepto zona de Almería Cuenca Segura, Cuenca Levante Sur y Cuenca Sur zona Almería Canarias
3.3.	7 Cuenca Levante costera, Ebro costero. Pirineo Oriental costero y Baleares 8 Zona Pirenáica de las cuencas del Ebro y Pirineo Oriental. 9 Cuenca Ebro Central.

Las ecuaciones de regresión obtenidas para las diferentes zonas delimitadas son:

$$3.1 R = e^{-0,834} \times [\text{PMEX}]^{1,314} \times [\text{MR}]^{-0,388} \times [\text{F24}]^{0,563} \quad r = 0,98$$

$$3.2 R = e^{-1,235} \times [\text{PMEX}]^{1,297} \times [\text{MR}]^{-0,511} \times [\text{MV}]^{0,366} \times [\text{F24}]^{0,414} \quad r = 0,96$$

$$3.3 R = e^{0,754} \times [\text{T2}]^{1,031} \times [\text{T10}]^{-0,828} \times [\text{F}]^{-0,482} \times [\text{PMEX}]^{1,628} \times [\text{MR}]^{-1,22} \times$$

$$[\text{MV}]^{0,536} \times [\text{F24}]^{0,8} \times [e]^{(Z.7) \times (0,211)} \times [e]^{(Z.9) \times (-0,157)} \quad r = 0,96$$

En la zona 3.3 hay que considerar la influencia de la variable de zona de las subcuencas 7, 8 y 9, que será 1 ó 0 en función de la subdivisión creada, es decir, los multiplicandos $[e]^{(Z.7) \times (0,211)} \times [e]^{(Z.9) \times (-0,157)}$ de la ecuación de regresión 3.3 adoptan los valores:

$e^{0,211}$ para los puntos de la zona 7

1 para los puntos de la zona 8

$e^{-0,157}$ para los puntos de la zona 9