

**CARTOGRAFÍA DE LA EROSIDIDAD DE LAS PRECIPITACIONES
A PARTIR DEL ANÁLISIS DE SUS EFECTOS SOBRE EL BALANCE
HÍDRICO.**

M^a Jesús PERLES ROSELLÓ
José M^a SENCIALES GONZÁLEZ
Dpto. de Geografía. Universidad de Málaga.

RESUMEN: La comunicación recoge los documentos cartográficos y el procedimiento estadístico utilizado para el análisis de la erosividad de las precipitaciones en la cuenca del río Vélez. El procedimiento considera la erosividad de las lluvias no sólo en razón de su intensidad, sino también las condiciones en que se encuentra el balance hídrico en el día en que se produce la precipitación.

ABSTRACT: The paper shows the maps and statistical procedures used to analyze the rain erosivity at Velez river bassin.

INTRODUCCIÓN.

En un ámbito erosivo como el Mediterráneo, en el que la torrencialidad e irregular distribución a lo largo del año de los episodios lluviosos son una de las principales causas de los altas tasas de erosión hídrica, adquiere un especial sentido la búsqueda de variables climáticas que sean expresivas de la erosividad de las lluvias. Variables exponentes de esta potencialidad, como por ejemplo el factor R de la USLE, están concebidas en condiciones climáticas ajenas a las de nuestro ámbito, por lo que no reflejan la incidencia que tiene el momento del año en que se produce la precipitación sobre el potencial erosivo de la misma.

Es en este contexto en el que hemos elaborado una cartografía de erosividad de las lluvias complementaría a otras variables expresivas de conceptos similares, adaptada, en la medida de lo posible y en base a fuentes tradicionales de información, a las condiciones de precipitación mediterráneas.

OBJETIVOS.

El objetivo final de la comunicación es la elaboración de una cartografía de la erosividad de las lluvias intensas que recoja la variación estacional de sus efectos. Para ello nos hemos marcado los siguientes objetivos intermedios:

- Caracterización de la evolución a lo largo del año del balance de precipitación y temperatura (ficha hídrica) de las estaciones seleccionadas en la zona de estudio.
- Individualización de diversos tipos dentro de las lluvias de alta intensidad en razón de sus diversos efectos sobre la situación concreta del balance hídrico en el momento en que se produce el episodio lluvioso.
- Estimación de la probabilidad de cada uno de los tipos de lluvia diferenciados.

ÁREA DE ESTUDIO.

Para la aplicación de la metodología se ha elegido la cuenca del Rfo Vélez, red de drenaje articuladora del sector oriental de la provincia de Málaga.

La cuenca constituye un espacio diverso en cuanto a unidades estructurales y litológicas, cuya principal peculiaridad desde un enfoque climático la constituye el elevado contraste de temperaturas y precipitaciones originado por el efecto de una tipografía de relieves prominentes muy próximos a la línea de costa.

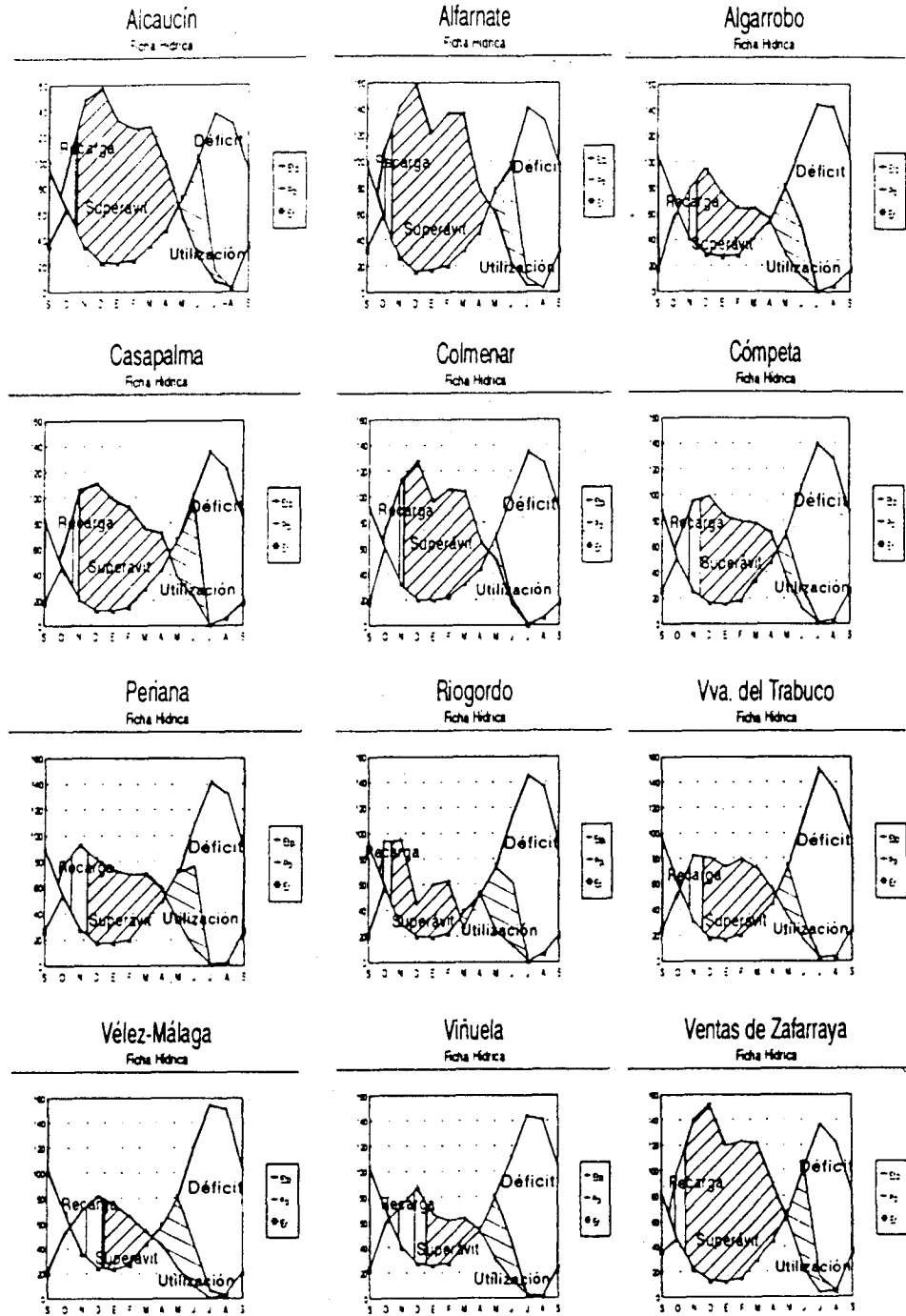
METODOLOGÍA.

Las fuentes utilizadas para la obtención de la cartografía han sido, por una parte, las fichas mensuales de datos diarios pluviométricos de la Confederación Hidrográfica del Sur, y por otra los datos mensuales de temperatura recogidos por el Centro Meteorológico Zonal.

A partir de estos valores se calculó la Ficha Hídrica para cada estación (C.E.O.T.M.A., 1.982) (Figura nº 1), con los valores de evapotranspiración potencial (Etp.) y real, así como los niveles de la reserva hídrica del suelo, y su déficit o superávit. Igualmente, se hallaron los valores medios de Etp. diaria en cada mes, con objeto de conocer el volumen evaporable en cada momento.

Esto permite calcular el número de días que tarda en evaporarse un volumen dado de agua de la reserva, con la ayuda de unas tablas elaboradas para tal fin

Fig.1.- Fichas hídricas de las estaciones



en cada estación. Con ello se persigue conocer cuánto tardará en agotarse la reserva hídrica del suelo a partir del momento en que se inicia un periodo seco, sea cual sea la época del año en que suceda.

Del mismo modo, se atendió al momento en el cual la reserva está saturada y comienza a existir un exceso hídrico, es decir, ante un volumen superior a 100 mm. almacenados, como término medio (FRONTANA GONZÁLEZ, 1.984).

Partiendo de este trabajo inicial, se analizaron los aguaceros superiores a 30 mm. día a día en cada estación pluviométrica, distinguiendo cuatro tipos de eventos según sus efectos sobre el balance hídrico:

1.- **Aguaceros sobre suelo seco:** aquéllos que se producen cuando la reserva hídrica está completamente agotada (salvo aportes acuíferos subterráneos, no cuantificables mediante la lectura de datos pluviométricos).

2.- **Aguaceros de recarga:** aquéllos que, pese a su intensidad, pasan únicamente a engrosar la reserva; tienen lugar cuando el suelo se encuentra húmedo, pero el volumen del aguacero no es aún suficiente para saturar la reserva y generar escorrentías de consideración.

3.- **Aguaceros de escorrentía:** aquéllos que suceden bien cuando el suelo está saturado, o bien cuando, aún no saturado, el volumen precipitado es suficiente para saturarlo y producir escorrentía.

4.- **Aguaceros de avenida:** son, básicamente, idénticos a los de escorrentía, pero el volumen de escorrentía generado es muy importante; hemos clasificado como tales aquellos que sobrepasen el nivel de saturación de la reserva en más de 100 mm. .

A partir de estas definiciones se identificaron los efectos de cada aguacero en cada estación mediante un seguimiento de los datos diarios de precipitación, puestos en relación con el estado del balance hídrico en ese momento; con estos datos se realizó una ficha de casos para ser procesada posteriormente en una Hoja de Cálculo.

Posteriormente se aplicó la distribución de Poisson para calcular la probabilidad de cada tipo de aguacero en cada estación (calculada en porcentajes). Los resultados fueron representados en histogramas de frecuencia (Figuras 2, 3 y 4).

Basados en esta primera tarea de diferenciación, representamos cartográficamente los tipos de aguacero que por las circunstancias en las que se producen, pueden tener una mayor repercusión sobre la erosión.

El potencial erosivo está en relación directa con la capacidad de generar una mayor escorrentía, concepto este que es función tanto de la intensidad de la

Fig.2.- Probabilidad mensual de los tipos de lluvias intensas.

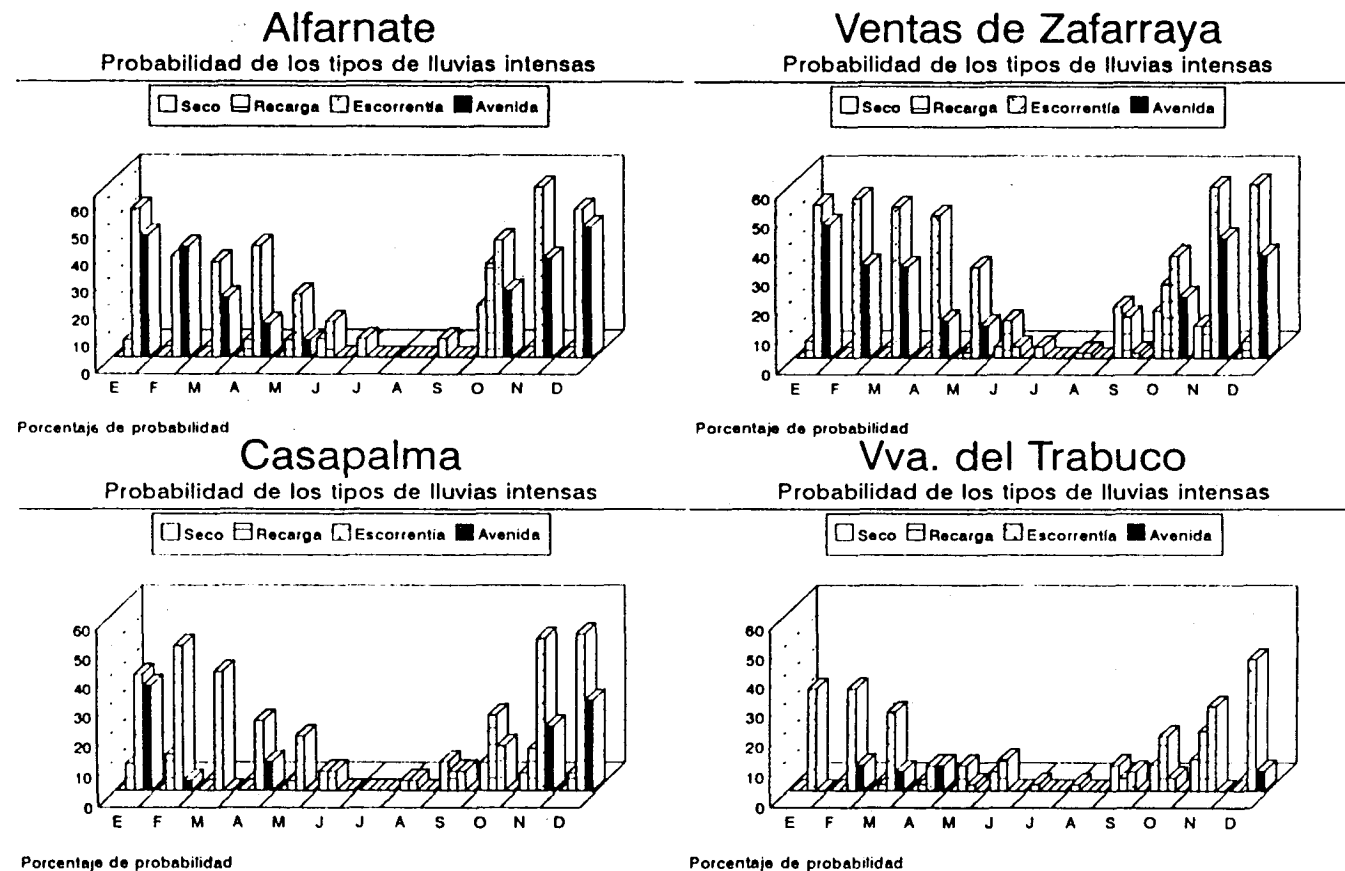


Fig.3.- Probabilidad mensual de los tipos de lluvias intensas.

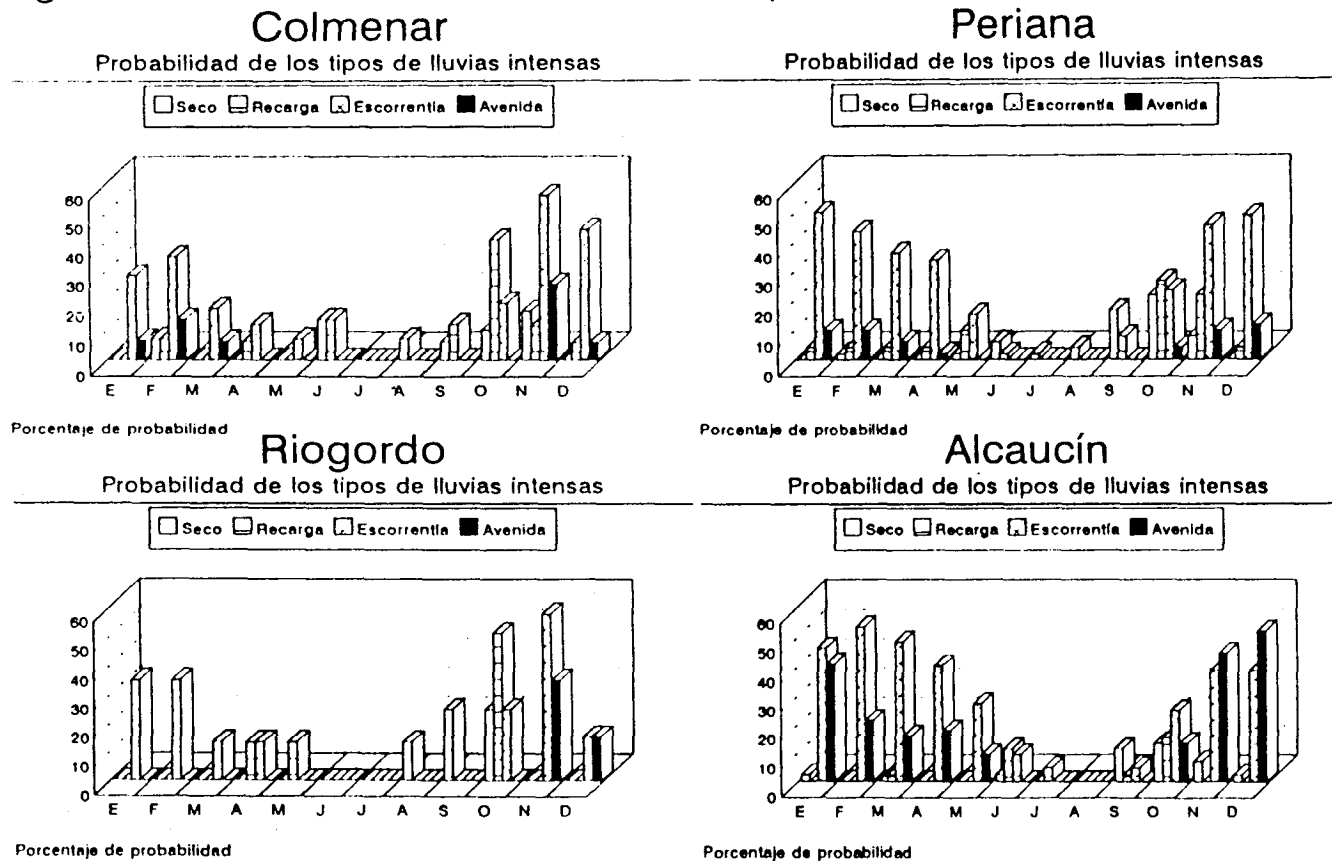
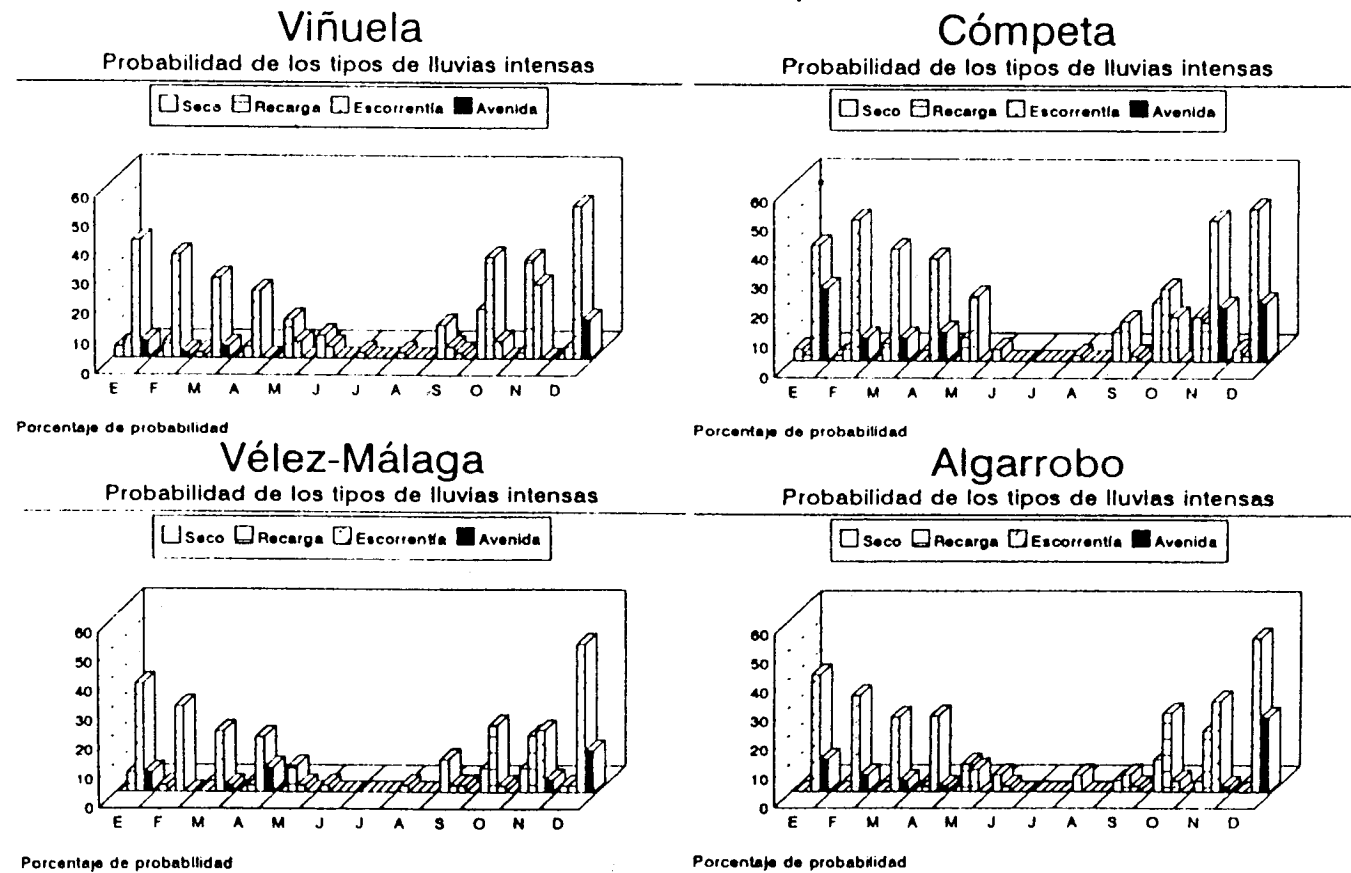


Fig.4.- Probabilidad mensual de los tipos de lluvias intensas.



lluvia como de las condiciones de infiltración del suelo.

Atendiendo a la intensidad y el volumen de precipitación, seleccionamos para la representación cartográfica los aguaceros producidos sobre suelo saturado.

Por otra parte, consideramos el hecho de que, con independencia de las características intrínsecas de permeabilidad del suelo, existen factores dependientes del balance hídrico que condicionan la capacidad de infiltración del mismo, como lo es la presencia de un periodo seco con anterioridad al aguacero.

En estos casos la generación de costras por golpeteo originan una barrera que dificulta la infiltración y favorece la escorrentía. Como recoge PUIGDEFÁ-BREGAS et al. (1992), *"la intensidad de la lluvia y el volumen precipitado por evento controlan significativamente y de forma directa la escorrentía. La humedad antecedente del suelo también la controla significativamente, si bien con efecto inverso"*.

Estimados ambos casos de aguaceros como los más erosivos potencialmente, se calculó la probabilidad anual para ambos en cada estación, trazándose una cartografía de probabilidad de suceso (Figuras nº 5 y 6).

RESULTADOS.

Las figuras obtenidas como resultado del procedimiento estadístico, tanto los histogramas como los mapas, han posibilitado un análisis tanto del régimen que presentan a lo largo del año de los distintos tipos de lluvia como de la distribución espacial de los resultados.

Haciendo un análisis de los histogramas utilizados para la representación mensual de la probabilidad de cada uno de los distintos tipos de lluvia, se aprecian como principales observaciones las siguientes:

- Los meses del año que presentan una mayor probabilidad de precipitación intensa tras periodo seco son, para la mayoría de las estaciones de la cuenca, y en orden descendente, los de septiembre, octubre y junio.

- Además de estos meses citados, situados, como era de esperar, en periodos transicionales por la alternancia de periodos secos con lluvias esporádicas (primavera-verano, verano-otoño), se cuentan casos menos frecuentes pero dignos de ser señalados, como es el caso de la alta probabilidad en las estaciones de Riogordo y Colmenar de lluvias de estas características en Agosto. Igualmente, destaca la alta probabilidad de las mismas en los propios meses de invierno, fundamentalmente en enero, en las estaciones de Viñuela, Cómpea y Alcaucín.

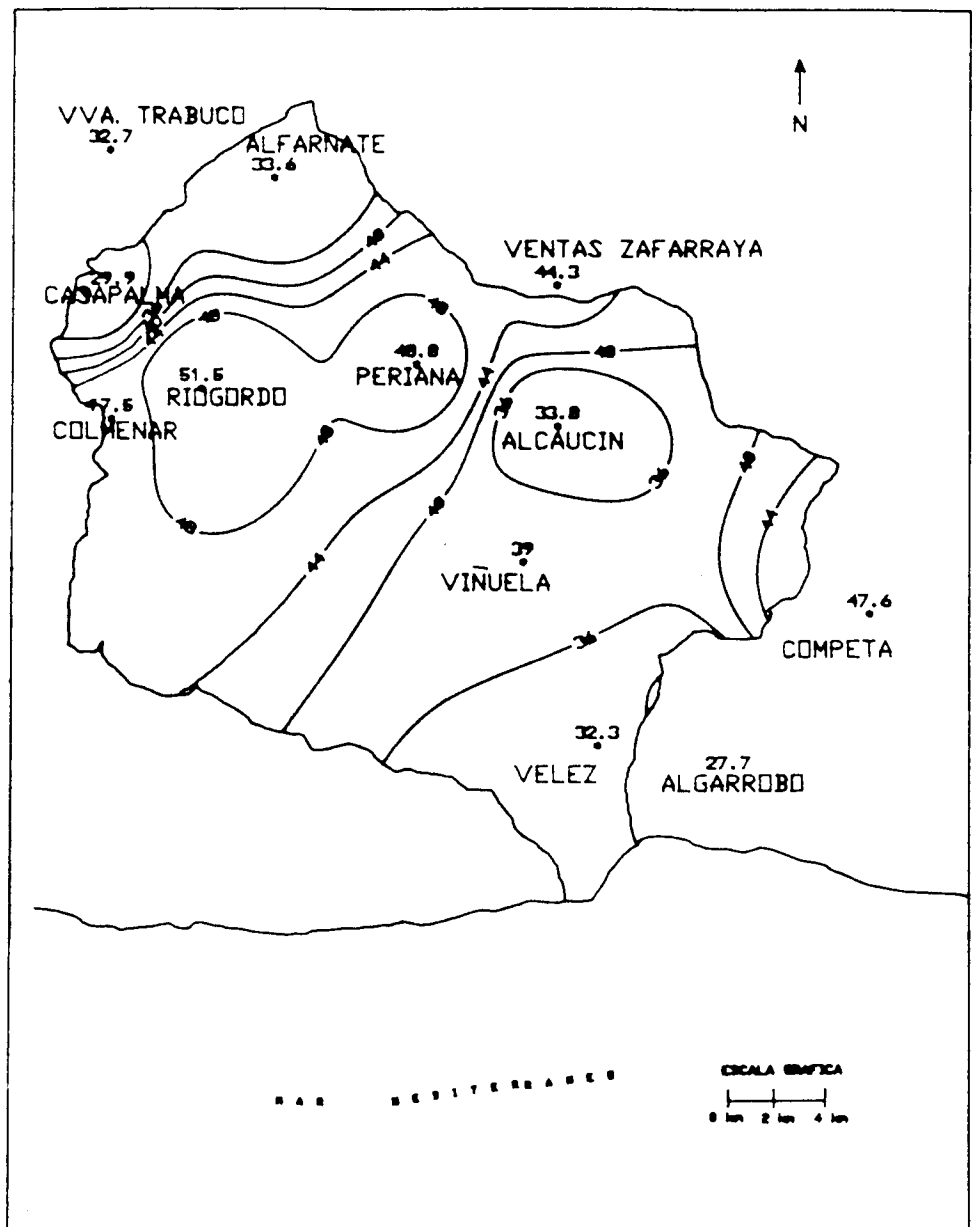


FIGURA N 5: PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE LLUVIAS DE MAS DE 30 mm. TRAS PERIODO SECO .

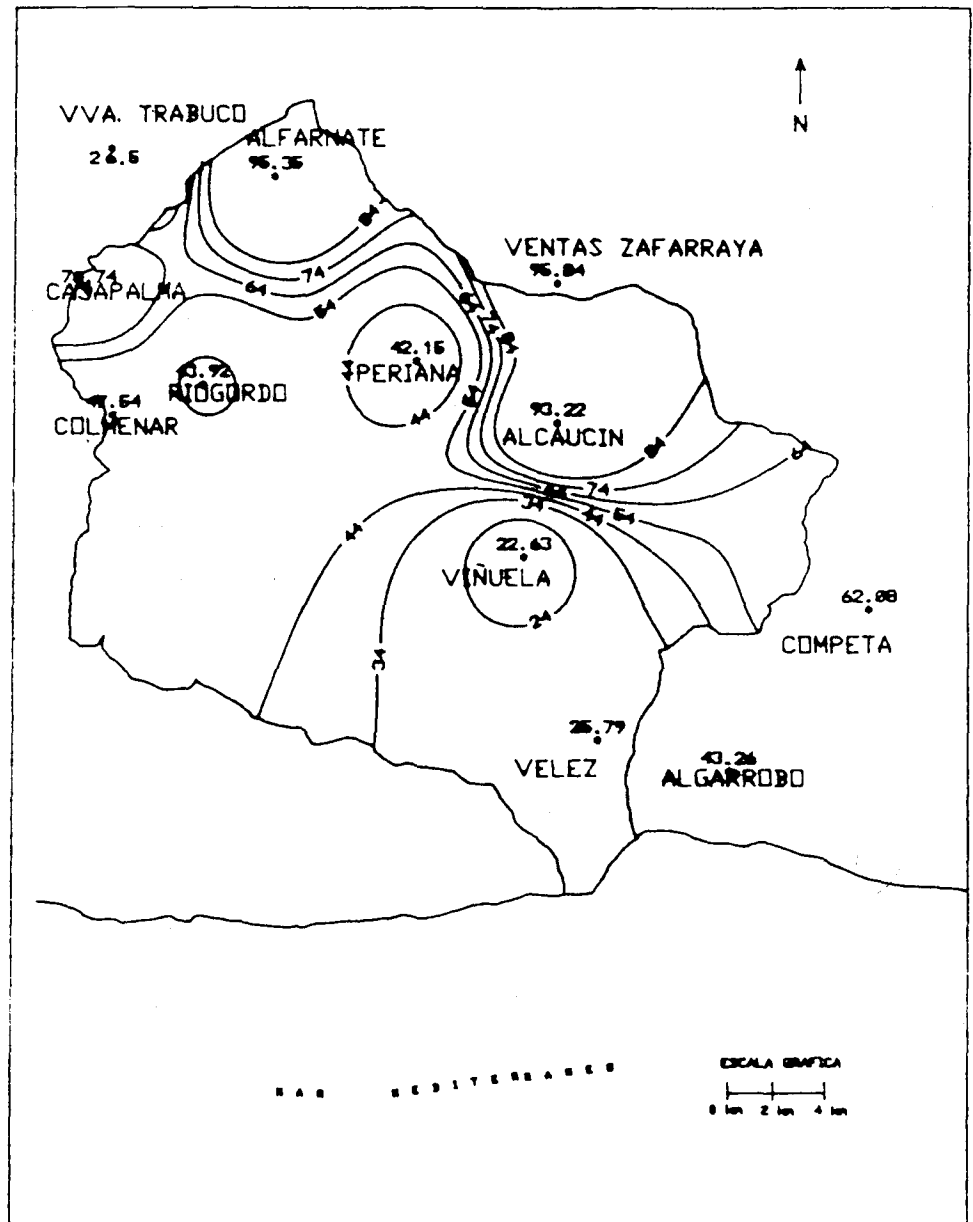


FIGURA N 6: PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE LLUVIAS GENERADORAS DE UN EXCESO SOBRE LA RECARGA SUPERIOR A 100 mm.

- En lo que respecta a la probabilidad de aguaceros de avenida (exceso sobre la recarga mayor a 100 mm.), los meses más frecuentes son los de noviembre, diciembre y enero.

- Las estaciones que presentan una mayor probabilidad anual de lluvias de este tipo (V. Zafarraya, Alfarnate, Alcaucín, Cómputa), extienden considerablemente el periodo con porcentajes considerables de probabilidad, conservando los valores altos desde octubre hasta mayo.

- Las lluvias de recarga de la reserva se producen con mayor probabilidad en las estaciones equinocciales, mientras que las de producción de escorrentía responden en su distribución al régimen habitual de precipitaciones medias de cada estación.

En lo que respecta a la información expresada en los mapas (figuras nº 5 y 6), observamos las siguientes reflexiones:

- La distribución espacial de los aguaceros sobre suelo seco, parece mostrar un aumento de la probabilidad en zonas de relieve deprimido y alejado de la costa (depresión Riogordo-Periana, polje de Zafarraya), por lo que es previsible que la naturaleza de la precipitación responda, puesto que las mayores probabilidades en estas estaciones se producen en el mes de agosto, a tormentas originadas por fenómenos de convección.

- La distribución espacial de los aguaceros de avenida responde con mayor precisión a la conformación topográfica del valle, produciéndose la mayor frecuencia de los mismos en la exposición oeste y sureste de las Sierras de Tejeda y Almirajara.

CONCLUSIONES.

Desde un punto de vista metodológico, pensamos que los resultados obtenidos mediante el procedimiento empleado presentan considerables ventajas como estimadores de la erosividad, entre las que citamos las siguientes:

- Recoge y contrasta espacial y temporalmente el fenómeno de la torrencialidad (probabilidad de lluvias mayores a 30 mm.).

- Selecciona, de entre el total de las lluvias con capacidad erosiva, diferentes tipos en razón de las circunstancias en la que se encuentre el balance hídrico en

el momento en que se produce el episodio lluvioso. De estas circunstancias, entre otras, dependerán las consecuencias de la precipitación sobre infiltración, la escorrentía y la generación de caudal, y en definitiva, sobre la capacidad real de erosionar.

- Permite seleccionar, de entre los tipos de precipitación definidos, los que poseen, en las condiciones climáticas mediterráneas, una mayor erosividad (lluvias intensas tras periodo seco y lluvias generadoras de excesos sobre la recarga superiores a 100 mm.).

- Posibilita igualmente localizar los meses en que se presenta una mayor probabilidad de estas lluvias altamente erosivas; este hecho resulta de una gran utilidad puesto que permite relacionar con mayor precisión la erosividad de las lluvias con el estadio vegetativo de la cubierta vegetal en el momento en que se producen las lluvias más agresivas.

REFERENCIAS.

- CENTRO METEOROLÓGICO ZONAL DE MÁLAGA, *Datos térmicos*.
C.E.O.T.M.A., 1992, *Guía para la elaboración de estudios del Medio Físico*.
Tomo I. M.O.P.U., Madrid.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SUR DE ESPAÑA ,
Datos pluviométricos. Servicio de Hidrología.
- FRONTANA GONZÁLEZ, J., 1984, *El clima de la Costa del Sol de Granada*.
Ed. Univ. de Granada. Granada, p. 188.
- PUIGDEFÁBREGAS, et al., 1992, *Factores que controlan la escorrentía en una zona semiárida sobre micasquistos*. Estudios de Geomorfología en España.
Sociedad Española de Geomorfología. Murcia.