

Dotaciones de riego máximas

JAVIER LUJAN GARCIA (*)
JOAQUIN RODRIGUEZ CHAPARRO (**)
JULIO MENENDEZ LOPEZ (***)

RESUMEN. El conocimiento ajustado de las dotaciones y demandas de riego —como información básica necesaria para la planificación, el diseño, la explotación y la rehabilitación de regadíos— constituye una materia de especial interés en países, como España, donde la demanda de riegos supone del orden del 80 % de las demandas consuntivas totales y el regadío genera aproximadamente el 50 % de la producción total agrícola.

Recientemente la Dirección General de Obras Hidráulicas —teniendo en cuenta la diversidad de los criterios y métodos empleados en la cuantificación de dotaciones de riego y la especial dificultad que, debido a esa diversidad, presenta la utilización conjunta con fines de planificación de cifras de distinta procedencia— consideró conveniente disponer de un conjunto de valores de referencia de las dotaciones de riego de los cultivos, determinados empleando unos criterios y una metodología únicos.

Estos valores han sido obtenidos en el Sector de Estudios y Planificación del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, formando parte, el trabajo realizado, de las actividades de «Asistencia Técnica a la Planificación Hidrológica» incluidas en el convenio suscrito entre la DGOH y el CEDEX actualmente vigente.

Los procedimientos utilizados y los resultados obtenidos han sido presentados en el documento «DOTACIONES DE RIEGO MAXIMAS». Valores medios netos anuales (m^3/ha), documento cuyo contenido se resume en este artículo.

MAXIMUM IRRIGATION REQUIREMENTS

ABSTRACT. Exact knowledge of irrigation requirements and demands — as basic information necessary for the planning, designing, management and reuse of irrigation land — is of particular interest in countries such as Spain, where irrigation accounts for 80 % of the total consumption, and where approximately 50 % of the total agricultural production requires irrigation.

Recently, the Hydraulic Works Administration — bearing in mind the wide variety of criteria and methods used in the quantifying of water requirements, and the special difficulties involved in joint use, with a view to planning the figures from different sources — considered it worthwhile to make available a set of reference values for crop watering requirements, these being established using one single methodology and identical criteria.

These values have been obtained in the Planning and Studies Department of the Centre for Hydrographic Studies of the CEDEX, as part of the Technical Assistance for Hydrological Planning, which is included in the current Agreement signed between the Hydraulic Works Administration and the CEDEX.

The procedures used and the results obtained, have been presented in the document «Maximum irrigation requirements. Average annual net values (m^3/ha)», and a summary is given in this article.

1. INTRODUCCION

La conveniencia de emplear en la planificación de recursos hidráulicos, en el diseño, en la explotación y en la rehabilitación de regadíos, valores ajustados de las dotaciones de riego se evidencia recordando que:

1. Actualmente la demanda hídrica de los regadíos supone, en España, aproximadamente el 80 % de las demandas consuntivas totales.

2. El valor de la producción obtenida en la superficie nacional de regadío, que ocupa solamente del orden del 15 % de la superficie agrícola total, es, aproximadamente, el 50 % de la producción total agrícola, y

3. Las dotaciones son un dato fundamental en:

- El dimensionamiento de los proyectos de riego y la valoración de sus requerimientos hídricos y, en su caso, energéticos.
- La organización de la explotación en las zonas de riego.
- El diagnóstico y la formulación del tratamiento en los proyectos de rehabilitación de regadíos.

El Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX ha prestado tradicionalmente una atención preferente a la cuantificación de las dotaciones de riego, atención que ha dado lugar a la producción de diversos documentos

(*) Doctor Ingeniero Agrónomo. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX IMOPTI.

(**) Ingeniero Agrónomo. Convenio Universidad de Córdoba-CEDEX IMOPTI.

(***) Ingeniero Técnico Agrícola. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX IMOPTI.

relacionados con esta materia, algunos de los cuales han sido de uso habitual en los organismos con competencias en materia de regadío y entre los técnicos dedicados a la ingeniería de riegos.

De entre los documentos producidos cabe citar, por su aportación metodológica o el interés de la información contenida en ellos, los siguientes:

1. Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración (1964).
2. Necesidades hídricas de los cultivos en los planes de regadío integrados en las cuencas del Norte, Duero, Tago, Guadiana, Guadalquivir, Sur de España, Segura, Júcar, Ebro y Pirineos Oriental (10 volúmenes, 1967).
3. Balance hídrico (1971).
4. Material básico para la redacción de un Manual del Servicio de Asesoramiento de Riegos (capítulo 1 a 8, 1975). Convenio DGOH-USBR.
5. Plan Hidráulico Acueducto de Santa Elena (Ecuador). Volumen V, Dotaciones de riego (1984).
6. Determinación de las dotaciones de riego en los planes de regadío de las cuencas del Guadalquivir, Segura y Sur de España (tres volúmenes, 1988) y Guadiana (un volumen, 1990). Convenio DGOH-CEDEX.

Recientemente la Dirección General de Obras Hidráulicas —teniendo en cuenta la diversidad de los criterios y métodos empleados habitualmente en la cuantificación de demandas de riego (1) y la especial dificultad que, debido a esa diversidad, presenta la utilización conjunta con fines de planificación de cifras de distinta procedencia— consideró conveniente disponer de un conjunto de valores de referencia de las dotaciones de riego de los cultivos, determinados empleando unos criterios y una metodología únicos.

Estos valores han sido obtenidos en el sector de Estudios y Planificación del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, formando parte, el trabajo realizado, de las actividades de «Asistencia Técnica a la Planificación Hidrológica» incluidas en el convenio suscrito entre la DGOH y el CEDEX actualmente vigente.

Los procedimientos utilizados para la determinación de las dotaciones y los resultados obtenidos han sido presentados en el documento «DOTACIONES DE RIEGO MAXIMAS. Valores medios anuales netos (m^3/ha año)», Madrid, diciembre de 1991.

En este artículo se resume el contenido del citado documento, que incluye, como principales aportaciones metodológicas, las siguientes:

1. El empleo de la expresión de Penman-Monteith para la determinación de la evapotranspiración del cultivo de referencia; expresión que ha sido conside-

rada por el grupo de expertos convocado por FAO para la revisión de las metodologías propuestas en su publicación n.º 24 «Necesidades de agua de los cultivos», como la más aconsejable por la ajustada coincidencia de sus resultados con medidas lisimétricas efectuadas en condiciones climáticas diversas.

2. La elaboración del programa de cálculo que permite la obtención de los parámetros que determinan las dotaciones de riego (evapotranspiración del cultivo de referencia, evapotranspiración del cultivo, precipitación efectiva y agua aportada por el suelo) y la realización, en términos mensuales, de los balances hídricos correspondientes, se ha realizado utilizando una hoja de cálculo.

Los valores de referencia que se presentan en este artículo han sido obtenidos conforme a los planteamientos que se expresan en su apartado 2, mediante los procedimientos que se describen en su apartado 3 y utilizando la información básica que se cita en su apartado 4. Los resultados obtenidos —que corresponden a los cultivos seleccionados según se indica en el apartado 5— figuran en los apartados 6, 7 y 8.

2. PLANTEAMIENTOS BASICOS

Considerando que la exigencia primordial que han de satisfacer, en el presente caso, los valores de referencia de las dotaciones de riego de los cultivos es la de ser conceptual y metodológicamente comparables, se han utilizado los siguientes planteamientos básicos:

1. Considerar que el concepto «dotación de riego máxima» (m^3/ha año) corresponde a las necesidades de agua de un cultivo que se desarrolla en condiciones óptimas y produce el rendimiento máximo (kg/ha año) (2). Así pues, este concepto, de utilización habitual en materia de planificación y diseño de regadíos, se emplea aquí con un significado coherente con el que se atribuye en el documento «Planificación Hidrológica. Objetivos, recomendaciones y medidas de coordinación» (DGOH, octubre 1990), a la expresión «demanda óptima o de diseño», que determina, a través de la orientación cultural y las características del sistema de riego, las «dotaciones máximas admisibles» en una zona de regadío.

Ciertamente, las condiciones óptimas de desarrollo del cultivo y de rendimiento máximo, que se establecen al utilizar el concepto «dotación máxima» tal y como antes ha sido definido, no son, en rigor, las que generalmente se dan en la explotación real de los cultivos de regadío. No obstante: 1) esas condiciones se corresponden también con el concepto «dotación máxima admisible»; 2) su consideración evita entrar en la casuística de

(1) En la publicación n.º 24 de la serie Riego y Drenaje de FAO, «Necesidades de agua de los cultivos» (Doorembos y Pruitt, Roma, reimprimación de 1986), se reseñan 31 métodos diferentes para predecir las necesidades hídricas. Los autores citados se refieren a la reseña que incluyen indicando que en ella se citan «algunos» de los métodos empleados.

(2) Se entiende por rendimiento máximo (R_m) el que corresponde a una variedad de gran producción, adaptada a un ambiente dado, sin limitaciones en los factores de desarrollo (agua, nutrientes, plagas, enfermedades, condiciones físicas del suelo, etc.) que evapotranspire la evapotranspiración máxima (ET_m) que genera la «dotación de riego máxima».

la gran variedad de posibles condiciones de cultivo y de manejo del agua, que conduciría, además, a valores difícilmente comparables, y 3) dichas condiciones son, también, las que implícitamente se consideran al utilizar los conceptos de evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) y evapotranspiración del cultivo (ET_c), de uso habitual en los cálculos de dotaciones de riego.

2. Obtener los valores de referencia, dada la escasa disponibilidad de valores reales de las demandas de riego de los cultivos convenientemente contrastados, mediante el empleo de procedimientos teóricos basados en el cálculo de la evapotranspiración.

En efecto, los valores reales de los que, en su caso, habría disponer, procederían principalmente: 1) de fincas de experimentación provistas de lisímetros para la determinación de necesidades hídricas, y 2) de zonas de riego en explotación.

Los valores actualmente disponibles procedentes de fincas experimentales son escasos y, además, corresponden a unas condiciones locales determinadas, por lo que su aplicación en ámbitos territoriales de condiciones diversas resultaría inadecuada.

Los valores reales procedentes de zonas de riego en explotación, ciertamente más abundantes, presentan los siguientes inconvenientes: 1) corresponden, en general, a un conjunto de cultivos, y no a valores individuales que puedan ser aplicados en otras zonas de condiciones similares; 2) se trata comúnmente de valores brutos en los que se incluyen las pérdidas en la red de conducción, en la red de distribución y en las parcelas de riego —pérdidas específicas de cada zona, que se caracterizan por su importancia, cuantitativa y su variabilidad—, lo que impide disponer de valores netos ajustados, y 3) corresponden a condiciones de desarrollo y a rendimientos de los cultivos que no coinciden con las establecidas en el numeral precedente (3).

3. Expresar los valores de referencia en magnitudes netas, evitando la asignación de coeficientes de eficiencia del riego representativos de las pérdidas, cuya dificultad de valoración, e incluso de estimación, es bien conocida.

Por otra parte, teniendo en cuenta el carácter «regional» de los valores de referencia que se desea obtener y considerando que en las áreas diferenciadas (véase apartado 4.1) frecuentemente están ubicadas varias zonas de riego de características diversas a efectos de asignación de coeficientes de eficiencia, resultaría de dudosa utilidad emplear un valor único difícilmente representativo.

Por el mismo motivo, se ha prescindido también de utilizar coeficientes correctores tendientes a considerar

el efecto de las diferencias entre las condiciones de las estaciones meteorológicas de que proceden los datos básicos y las de las zonas de riego, en los valores de la ET_0 (advección, etc.).

4. Obtener los valores de referencia en un plazo relativamente breve de modo que, en su caso, puedan ser utilizados como cifras orientativas en la valoración de las demandas de riego durante los trabajos de planificación hidrológica actualmente en curso.

A estos efectos se ha considerado conveniente utilizar, como información básica, los documentos producidos en los trabajos del Convenio DGOH-CEDEX para la «Determinación de las dotaciones de riego en los planes de regadío en las cuencas hidrográficas». Actualmente se dispone de los documentos correspondientes a las cuencas del Guadalquivir, Segura y Sur de España (julio, 1988) y del Guadiana (marzo, 1990) y se encuentran en proceso de elaboración los correspondientes a las cuencas del Júcar y del Duero.

Por otra parte, con objeto de disponer también de información referente a las cuencas hidrográficas del Ebro y del Tago, como fase previa a la elaboración de dichos documentos, se han realizado, en este trabajo, los cálculos correspondientes a estas cuencas.

En la cuenca del Duero, en proceso de elaboración, y en las citadas en el párrafo precedente (Ebro y Tago) se ha procedido con un nivel de detalle limitado y se han utilizado criterios de zonificación simplificados, por lo que, a los valores de dotaciones máximas correspondientes a esas cuencas que en este trabajo se presentan, se les atribuye el carácter de «avance de resultados».

No ha sido posible, por carecer de la información previa necesaria, incluir en este documento el cálculo de las dotaciones correspondientes a las cuencas de los ríos del norte y del noroeste de la península. Está previsto abordar estos trabajos próximamente.

3. PROCEDIMIENTO DE VALORACIÓN DE LA DOTACIÓN MÁXIMA DE RIEGO DE UN CULTIVO

3.1. BALANCE HÍDRICO

Las necesidades de riego de un cultivo expresan la cantidad de agua que es necesario aplicarle para compensar los déficits de humedad del suelo durante su período vegetativo. Sus necesidades de riego netas se calculan habitualmente estableciendo, para un determinado período, un balance entre las cantidades de agua requeridas para la evapotranspiración del cultivo y otros usos especiales, todo lo cual se contabiliza como «pérdidas», y las aportaciones naturales efectivas —tales como las precipitaciones durante el período de desarrollo, la humedad aportada por el suelo procedente de las precipitaciones anteriores a dicho período y cualquier otra contribución hídrica (inundaciones y aguas subterráneas)— que constituyen las «ganancias».

Entre los usos especiales, citados antes como «pérdidas», habría que incluir las aplicaciones de agua destinadas al lavado de los suelos salinos, a la modificación

(3) El comentario anterior no pretende poner en duda el interés de disponer de datos reales del consumo de agua en los regadíos, datos que resultan de inapreciable valor para numerosos trabajos, sino expresar las dificultades que presenta su utilización para valorar la «dotación de riego máxima» de los cultivos tal y como ha sido definida en el anterior punto 1.^o

del clima, a la aplicación de fertilizantes, a la protección contra las heladas, etc. Sin embargo, en el presente caso —considerando la índole de este documento, elaborado con fines de planificación general, y la escasa significación cuantitativa que, generalmente, tienen dichas aplicaciones— se ha prescindido de su valoración.

Por lo que se refiere a las aportaciones, se han cuantificado las que corresponden a la precipitación efectiva que tiene lugar durante el período de desarrollo de los cultivos y las procedentes del agua acumulada en el suelo debido a las lluvias acaecidas durante el período anterior a la implantación de los mismos.

Así pues, los parámetros que intervienen en el balance hídrico efectuado son: la evapotranspiración de los cultivos (ET_c), la precipitación efectiva durante su período de permanencia en el terreno (P_e) y el agua aportada por el suelo (A_s).

La diferencia entre el primer parámetro citado y los dos últimos, calculada en términos mensuales, determina las demandas mensuales netas de cada cultivo, cuya suma expresa su demanda anual neta de riego.

3.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO (ET_c)

Este parámetro se ha determinado utilizando los planteamientos expuestos al efecto en la publicación «Necesidades de agua de los cultivos» citada en el apartado 1.

Según lo expresado en dicha publicación, la evapotranspiración de cada cultivo (ET_c) se obtiene mediante el producto de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_r) por el coeficiente de cultivo correspondiente (k_c), respondiendo estos conceptos a las siguientes definiciones:

- Evapotranspiración del cultivo (ET_c): expresa el valor de la evapotranspiración que produce un cultivo exento de enfermedades, cultivado en una parcela extensa (de más de una hectárea), en condiciones de suelo óptimo (con fertilización y agua suficiente) y que alcanza su pleno potencial de producción en el medio vegetativo dado.
- Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_r): expresa el valor de la evapotranspiración que produce una superficie extensa de cubierta vegetal de cultivo uniforme (8-15 cm de altura), constituida por gramíneas verdes en crecimiento activo que proporciona al suelo una cobertura sombreada, y que no padece escasez de agua.
- Coeficiente de cultivo (k_c): relación entre la evapotranspiración del cultivo (ET_c) y la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_r) cuando ambas se dan en parcelas extensas y en condiciones de crecimiento óptimas.

En los párrafos siguientes se indican los procedimientos de cálculo empleados para la determinación de los parámetros citados en segundo y tercer lugar (ET_r y k_c).

3.2.1. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_r). De los cuatro procedimientos para la determinación de la

ET_r que se exponen en el documento «Necesidades de agua» —Blaney-Criddell adaptado, Radiación, Penman modificado y Evaporímetro de cubeta— el que en principio se considera más adecuado para obtener valores de referencia de las dotaciones de riego máximas es el citado en tercer lugar.

Este procedimiento —basado en la ecuación original de Penman, considerada como la más fiable y la que tiene una base física más sólida— únicamente ha sido el más utilizado debido a la gran difusión de la publicación de FAO y a su aceptación generalizada. Estos hechos han contribuido muy favorablemente a alcanzar una cierta homogeneidad en los procedimientos de cálculo, reduciendo en apreciable medida la inconveniente diversidad que, antes de producirse, existía en cuanto a la determinación de dotaciones de riego.

Así entre las conclusiones del «Simposio sobre necesidades hídricas de los cultivos y su abastecimiento» (Madrid, noviembre de 1987), se incluyó en primer lugar la recomendación de que «siempre que localmente se disponga de los datos climáticos necesarios, se utilice la fórmula de Penman modificada por la FAO por ser la que más se aproxima a los valores reales».

Sin embargo, tras el empleo generalizado del método Penman modificado la opinión más común en el ámbito técnico nacional es la de que dicho método da lugar frecuentemente a una sobreestimación de los resultados (4).

Esta opinión generalizada ha quedado recientemente refrendada en varios trabajos, entre los cuales conviene resaltar los que han dado lugar a dos documentos: 1) «Evaporation and irrigation water requirement» (Jensen, Bruman y Allen, ASCE 1990) y 2) «Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements» (Smith, Segeren, Santos Pereira, Perrie y Allen; FAO, febrero de 1991). Borrador.

En el primero de ellos se presenta un estudio sobre el grado de ajuste de los procedimientos de determinación de la ET_r de empleo más generalizado. La revisión de este trabajo, que ha sido realizada en el curso de las actividades del convenio de colaboración que actualmente desarrollan la Universidad de Córdoba y el CEDEX, ha puesto de manifiesto el interés del mismo y la relevancia de sus conclusiones.

El segundo de los documentos citados se refiere a las reuniones de trabajo organizadas por FAO con el fin de revisar su publicación «Necesidades de agua de los cultivos» e incorporar los recientes avances metodológicos obtenidos en esa materia. Participaron en las reuniones de trabajo citadas diez expertos, de reconocida autoridad en este tema, y representantes de FAO, WMO e ICRIST. Como fruto de ellas se formularon varias con-

(4) En efecto, la aplicación del citado procedimiento conduce, por ejemplo, en el caso de la alfalfa en las cuencas meridionales, a valores netos del orden de los 10.000 m³/ha/año que, en algún caso, se aproximan a los 12.000 m³.

clusiones y recomendaciones referentes a los métodos de valoración de la ET_c .

La conclusión más relevante que se extrae de la consideración conjunta de los dos trabajos citados es el gran interés que presenta la utilización de la expresión de Penman-Monteith para la determinación de la ET_c , por su ajustada coincidencia con medidas lisimétricas efectuadas en condiciones climáticas diversas.

Teniendo en cuenta lo expuesto en los párrafos precedentes, en el marco de los trabajos del Convenio DGOH-CEDEX para la determinación de las dotaciones de riego, se calcularon los valores correspondientes a 16 estaciones situadas en la cuenca del Duero por los métodos Penman modificado y Penman-Monteith (5). Dado que los valores obtenidos por el segundo de los procedimientos citados, tanto en cuanto a valores de ET_c como de ET_r , resultaron más coherentes y ajustados a los valores usuales que los correspondientes al primero, se consideró más conveniente utilizar, en este trabajo, el procedimiento de Penman-Monteith.

Así pues, la expresión utilizada en los cálculos para la determinación de la ET_c ha sido la propuesta en el documento, citado anteriormente, Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements (FAO, febrero de 1991. Borrador), que es la siguiente:

$$ET_c = \frac{\delta}{\delta + \gamma^*} \cdot (R_n - G) \cdot \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma^*} \cdot \frac{900}{T + 273} U_2 \cdot (e_n - e_d)$$

siendo:

ET_c = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

R_n = Radiación neta sobre la superficie del cultivo ($\text{MJ/m}^2 \text{ día}$).

G = Flujo de calor del suelo ($\text{MJ/m}^2 \text{ día}$).

T = Temperatura ($^{\circ}\text{C}$).

U_2 = Velocidad del viento medida a 2 m de altura.

$(e_n - e_d)$ = Déficit de presión de vapor (kPa).

δ = Pendiente de la curva de presión de vapor ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$).

λ = Calor latente de vaporización (MJ Kg^{-1}).

γ^* = Constante psicrométrica modificada ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Recientemente, una vez editado el documento «DOTACIONES DE RIEGO MAXIMAS. Valores anuales netos, m^3/ha año» (Madrid, diciembre de 1991), se ha podido disponer, a través del Comité Español de Riegos y Drenajes de la I.C.I.D., del nuevo documento de FAO «Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements».

Este documento, de fecha octubre de 1991, que se presenta con el mismo título que el editado en febrero de 1991, pero al que ya no se asigna el carácter de «borrador», ha sido elaborado por M. Smith con contribuciones de Allen, Monteith, Perrier, Santos Pereira y Segeren. En él se mantiene prácticamente lo expuesto en su documento antecedente, introduciéndose algunos ajustes numéricos de repercusión práctica irrelevante.

3.2.2. Coeficientes de cultivo (k_c). El parámetro k_c , correspondiente a un determinado cultivo expresa la relación entre su evapotranspiración (ET_c) y la del cultivo de referencia (ET_r) cuando ambos se desarrollan en condiciones de crecimiento análogas y óptimas. En su valor influyen las características fisiológicas de cada cultivo, la fecha de plantación, el ritmo de desar. 4.7. *Vita (veg)* ción del ciclo vegetativo y, especialmente durante la primera fase de desarrollo, la frecuencia de las lluvias o el riego.

3.2.2.1. Método de evaluación. La escasa disponibilidad de datos experimentales directamente utilizables obliga en este trabajo a adoptar coeficientes empíricos obtenidos en otros lugares; lo que hace necesario proceder con cierto detalle con objeto de emplear, en la medida de lo posible, valores ajustados a las características locales.

Se ha utilizado, como método general de determinación de coeficientes, el expuesto en la publicación de la FAO «Necesidades de agua de los cultivos», método que, si bien no tiene la misma garantía que el empleo de coeficientes experimentales determinados específicamente en las zonas objeto de los cálculos, presenta las ventajas que se derivan de que permite:

1. El cálculo directo de la ET_c mediante el producto del k_c por la ET_r obtenida a partir de la expresión de Penman-Monteith;
2. Tener en cuenta las condicionales locales, directamente a través de determinados parámetros climáticos (humedad relativa y viento) e indirectamente a través del valor de la ET_r y de la frecuencia de las lluvias o el riego.
3. Tomar en consideración la duración del ciclo del cultivo y de las fases que lo constituyen, parámetros en los que se reflejan las características de las variedades que se prevé han de ser utilizadas y las condiciones locales.

No obstante, en este trabajo, cuando se ha dispuesto de información localmente más contrastada, como es el caso de los coeficientes que se presentan en el documento «Necesidades hídricas de los cultivos» (6) para las zonas del Sur de España, se ha utilizado dicha información.

3.2.2.2. Fases del período de desarrollo en los cultivos anuales. A efectos de determinación de los coeficientes k_c , en el procedimiento propuesto en la publica-

(5) Almazán, Astorga, Avila, Burgo de Osma, Burgos, Catrojeiz, La Bañeza, León, Medina de Rioseco, Puebla de Sanabria, Riaño, Sahamún, Segovia, Soria, Valladolid y Zamora.

(6) E. Ferres. SIA y Universidad de Córdoba, Junta de Andalucía, 1987.

ción «Necesidades de agua» se distinguen cuatro fases en el período vegetativo de los cultivos anuales:

- Fase inicial: comprende desde la fecha de siembra hasta que tiene lugar la germinación y el crecimiento inicial del cultivo. Durante esta fase la superficie del suelo se encuentra prácticamente desprovista de cubierta vegetal.
- Fase de desarrollo: comprende desde la terminación de la fase inicial hasta que el cultivo cubre la superficie del terreno.
- Fase media: desde el final de la fase de desarrollo hasta el comienzo de la maduración, momento que se manifiesta a través de determinadas características que muestra el cultivo.
- Fase final: desde que termina la fase media hasta que se alcanza la plena maduración o se efectúa la recolección.

La duración de los ciclos y la amplitud de las fases que comprenden han sido establecidas a partir de las referencias técnicas disponibles, incluyendo entre las mismas las que figuran en el documento «Necesidades de agua».

3.2.2.3. Evaluación de los coeficientes. En los cultivos anuales la evaluación se ha efectuado, separadamente para cada una de las fases antes indicadas, de la siguiente forma:

- Fase inicial: el valor de los coeficientes de cultivo en este período se ha determinado, utilizando la información incluida en la publicación «Necesidades de agua», en función del valor medio de la ET_c durante el mismo y la frecuencia de los riegos. Esta última ha sido fijada considerando suelos medios y una profundidad radicular media del cultivo. Teniendo en cuenta la reducida magnitud que comparativamente corresponde a k_c y la limitada duración de la fase inicial, se ha considerado innecesario detallar más los cálculos.
- Fase de desarrollo: se ha considerado que, durante este período, el valor de k_c se incrementa linealmente desde el valor correspondiente a la fase inicial hasta el asignado a la fase media.
- Fase media: este período es numéricamente el de mayor significación, puesto que generalmente es el más largo y en el que el valor de k_c es más elevado. En él, el coeficiente permanece constante e igual, en cada caso, a valores que se han fijado, de acuerdo con la información que se incluye en la publicación «Necesidades de agua».
- Fase final: para este período se ha considerado que el valor de k_c en cada cultivo decrece linealmente desde el valor constante que mantenía en la fase media hasta el valor que, para cada cultivo, ha sido fijado de acuerdo con la información que incluye la publicación «Necesidades de agua».

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, los coeficientes de cultivo han sido valorados en términos

mensuales para cada uno de los cultivos anuales considerados.

En los cultivos herbáceos permanentes y semipermanentes (praderas y alfalfa), aunque el valor de K_c registra determinadas variaciones relacionadas con los cortes que recibe el cultivo, se ha considerado suficiente, a efecto de cálculo, utilizar un valor medio constante establecido considerando condiciones medias de humedad relativa y viento.

En los cultivos arbóreos, los valores de k_c se han asignado en términos mensuales, en base a la información contenida en la publicación «Necesidades de agua», teniendo en cuenta las condiciones climáticas (heladas y características de viento y humedad) y considerando árboles ya desarrollados y sin malas hierbas.

Como se ha indicado al final del apartado 3.2.2.1, en las cuencas meridionales se han utilizado para algunos cultivos los coeficientes propuestos en el documento «Necesidades hídricas de los cultivos», localmente más contrastados. Estos coeficientes están también expresados en términos mensuales.

3.3. PRECIPITACION EFECTIVA

Este parámetro se define como la fracción de la precipitación total utilizable para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; quedan por tanto excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo.

La determinación rigurosa de este parámetro encierra especiales dificultades, por lo que es necesario recurrir a métodos simplificados. En este trabajo se ha utilizado el elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos, en el que los valores de la precipitación efectiva mensual (mm) se obtiene mediante la expresión:

$$p_e = (1,25247 P_t^{0,82416} - 2,93522) \times 10^{0,00095U} \times f$$

En esta expresión:

P_e = Precipitación efectiva mensual (mm).

P_t = Precipitación total mensual (mm).

U = Uso consuntivo medio mensual.

$$f = 0,531747 + 0,011621D - 0,000089D^2 + 0,00000023D^3, \text{ siendo}$$

D = dosis de riego neta (mm).

En el procedimiento del S.C.S. la precipitación efectiva mensual queda limitada por los valores mensuales de U y P_e .

En este trabajo, en cada cultivo, el valor de U se ha asimilado al de la ET_c correspondiente y el de D se ha fijado, considerando condiciones de suelo medias, de la siguiente forma:

CULTIVOS	D (mm)
Hortícolas	55
Extensivos	75
Alfalfa, praderas y leñosas	125

3.4. AGUA APORTADA POR EL SUELO

La consideración de este parámetro en el balance hídrico tiene por objeto evaluar los excedentes de la precipitación efectiva sobre la evapotranspiración durante las épocas de lluvia, excedentes que, quedando almacenados en el suelo, pueden ser posteriormente aprovechados por los cultivos.

Cuando en los períodos sin cultivo coinciden las precipitaciones con los menores valores de la evapotranspiración, se produce un almacenamiento de agua en el suelo que, a veces, se asimila cuantitativamente a un riego y se deduce de las necesidades de agua calculadas. En este trabajo, en los casos en que existe capacidad de almacenamiento disponible, se ha preferido cuantificar los excesos mensuales de la precipitación efectiva sobre la evapotranspiración y tenerlos en los balances hídricos de los meses posteriores.

A estos efectos, la valoración de la evapotranspiración del terreno cuando está desprovisto de vegetación se ha estimado a partir de los valores correspondientes de la ET_0 y utilizando como valor de k_t el de la fase inicial de los cultivos considerando una frecuencia media de las lluvias de 20 días.

4. INFORMACION PREVIA

4.1. ÁREAS DE RIEGO DIFERENCIADAS

Con objeto de reflejar la diversidad que, en cuanto a dotaciones de riego, se producen en las diversas regiones que integran las cuencas, en cada una de éstas se han diferenciado varias «áreas de riego» que se relacionan en el cuadro 1. En los apartados 4.1.1 y 4.1.2 siguientes se expone la forma en que se ha procedido en cada caso para realizar dicha diferenciación.

4.1.1. Cuencas del Guadalquivir, Guadiana, Júcar, Segura y Sur de España. En los trabajos del Convenio DGOH-CEDEX para la «Determinación de las dotaciones de riego en los planes de regadíos», correspondientes a las cuencas del Guadalquivir, Guadiana, Júcar, Segura y Sur de España, se han diferenciado en cada una de esas cuencas, a efectos de realización de los cálculos y de presentación de los resultados, diversas zonas de riego.

Estas zonas han sido delimitadas considerando: 1) la proximidad geográfica, 2) la homogeneidad de las condiciones climáticas generales, 3) la situación de las estaciones meteorológicas disponibles y 4) según los casos, la zonificación hidrológica de las cuencas (zonas y subzonas en las cuencas del Guadalquivir y Segura), la situación de las zonas regables (Guadiana) o la delimitación en comarcas agrarias del mapa (Júcar y Sur).

En este trabajo se han utilizado como áreas diferenciadas a efectos de cálculo de dotaciones las zonas de riego que figuran en los documentos antes citados.

4.1.2. Cuenca del Duero, Ebro y Tago. En la obtención de las demandas de riego en los regadíos de las cuencas del Duero, Ebro y Tago, con objeto de utilizar un criterio de zonificación sencillo que facilitase la realización de los cálculos y la presentación de los resultados (véase el

punto 4 del apartado 2), y teniendo en cuenta la conveniencia de que en cada área diferenciada se dispusiera, al menos, de una estación meteorológica completa, se ha utilizado la delimitación provincial convencional.

4.2. DATOS METEOROLÓGICOS

Los datos meteorológicos empleados en el cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0), proceden básicamente de la red de estaciones del Instituto Nacional de Meteorología.

En los cálculos correspondientes a las cuencas del Guadalquivir, Guadiana, Júcar, Segura y Sur de España se han utilizado los siguientes datos:

1. De las estaciones completas: temperatura, precipitación, insolación, humedad relativa y velocidad del viento.
2. De las estaciones termopluviométricas seleccionadas: temperatura y precipitación.

La selección de estaciones se ha realizado procurando que de ella resulte una representatividad territorial y un período de datos disponibles aceptables.

En los cálculos referentes a las cuencas del Duero, Ebro y Tago, a los que, como se ha indicado en el punto 4 del apartado 2, PLANTEAMIENTOS BÁSICOS, corresponde un nivel de detalle limitado, se han utilizado únicamente las estaciones completas situadas en las capitales de provincia incluidas en las citadas cuencas. De ellas se han tomado los datos de temperatura, precipitación, insolación, humedad relativa y velocidad del viento.

En el cuadro 1 se indican las estaciones de que proceden los datos meteorológicos utilizados en el cálculo de las dotaciones correspondientes a cada área diferenciada.

5. CULTIVOS SELECCIONADOS

Con objeto de mantener el nivel de detalle de este trabajo dentro de los límites que corresponden a los objetivos propuestos, se ha juzgado conveniente considerar únicamente aquellos cultivos que se explotan en regadío en superficies de una extensión relativa razonable, prescindiéndose en cada caso de los que no cumplan con este requisito.

En el conjunto del estudio, los cultivos seleccionados —que a efectos de exposición y de tratamiento de resultados se han agrupado en cuatro categorías (Extensivos, Forrajeros, Hortícolas y Leñosos) son los siguientes:

En los apartados siguientes (5.1 y 5.2) se indica el criterio utilizado en las diversas cuencas para efectuar la selección de cultivos en las áreas de riego diferenciadas en ellas, señalándose que debido a limitaciones de información de diversa índole ha sido necesario prescindir de: 1) las flores, 2) los cultivos protegidos y 3) determinados cultivos hortícolas (espárrago, lechuga, col, etcétera).

1. EXTENSIVOS	2. FORRAJEROS	3. HORTALIZAS	4. LEÑOSOS
1.1. Algodón	2.1. Alfalfa/Pradera	3.1. Alcachofa	4.1. Aguacate
1.2. Arroz	2.2. Cereal invierno-forrajero	3.2. Cebolla	4.2. Almendro
1.3. Caña de azúcar	2.3. Maíz forrajero	3.3. Judía verde	4.3. Cítricos
1.4. Cereal invierno		3.4. Melón	4.4. Frutal hoja caduca 1 (7)
1.5. Girasol		3.5. Tomate	4.5. Frutal hoja caduca 2 (8)
1.6. Judía grano		3.6. Zucchini	4.6. Olivo
1.7. Maíz grano			4.7. Vainilla
1.8. Patata temprana			
1.9. Patata media estación			
1.10. Patata tardía			
1.11. Pimiento (pimentón)			
1.12. Remolacha			
1.13. Soja			
1.14. Tabaco			

5.1. CUENCAS DEL GUADALQUIVIR, GUADIANA, JUCAR, SEGURA Y SUR

En los documentos producidos en los trabajos del Convenio DGOH-CEDEX para la «Determinación de dotaciones de riego en los planes de regadío», en cada una de las zonas diferenciadas se indica la superficie regada de cada cultivo. De éstos se han seleccionado, en cada caso, los que ocupan una extensión no inferior a 2 % de la superficie total de la zona.

5.2. CUENCAS DEL DUERO, EBRO Y TAJO

En estas cuencas en las que a efectos de diferenciación de áreas de riego se han utilizado, como criterio simplificado, las demarcaciones provinciales, la selección de cultivos se ha realizado, empleando un criterio semejante al utilizado en el caso anterior, prescindiendo de aquellos cuya superficie en regadío no superaba al 2 % de la superficie total regada en cada provincia según los datos del Anuario de Estadística Agraria del año 1988 (MAPA).

6. DOTACIONES DE RIEGO MÁXIMAS DE LOS CULTIVOS

Teniendo en cuenta los planteamientos básicos que se expresan en el apartado 2, y utilizando los procedimientos y la información previa que se exponen en los apartados 3 y 4, se han obtenido, para los cultivos seleccionados en la forma indicada en el apartado 5, los valores referenciales de las dotaciones de riego máximas

(m³/ha año) correspondientes a cada una de las áreas de riego diferenciadas.

En cada una de éstas se han calculado, en términos mensuales, los valores correspondientes a cada año del período de cálculo considerado y, a partir de ellos, los valores mensuales medios y el valor anual medio.

En el cuadro 2 se incluyen los valores anuales medios de las dotaciones de los cultivos seleccionados en las áreas de riego diferenciadas en cada cuenca.

Los valores reseñados se refieren a las condiciones de desarrollo óptimo de los cultivos descritas en el punto 1 del apartado 2, PLANTEAMIENTOS BÁSICOS, que corresponden a los rendimientos potenciales (kg/ha año).

7. DOTACIONES MÁXIMAS DE LAS HECTÁREAS REPRESENTATIVAS DE LAS ÁREAS DE RIEGO

Designando «hectárea representativa» de un grupo de cultivos o de un área de riego a la que se presenta una distribución superficial de cultivos proporcional a la del grupo o área que representa, se han obtenido, para cada una de las áreas de riego diferenciadas en cada cuenca.

— La dotación máxima correspondiente a la hectárea representativa de cada grupo de cultivos (Extensivos, Forrajeros, Hortícolas y Leñosos).

(7) Manzana, cerezo.

(8) Melocotón, albaricoque, ciruelo y peral.

DOTACIONES DE RIEGO MAXIMAS

CUENCA	AREA DE RIEGO	DATOS CLIMATICOS	
		TEMP. Y PRECIP.	OTROS DATOS (2)
1. Duero	1.1. Soria 1.2. Burgos 1.3. Segovia 1.4. León 1.5. Palencia 1.6. Valladolid 1.7. Avila 1.8. Zamora 1.9. Salamanca	Soria Burgos Segovia León Palencia Valladolid Avila Zamora Salamanca	Soria Burgos Segovia León Palencia Valladolid Avila Zamora Salamanca
2. Tago	2.1. Guadalajara 2.2. Madrid 2.3. Aranjuez 2.4. Toledo 2.5. Talavera de la Reina 2.6. Valdecañas 2.7. Cáceres	Guadalajara Madrid (Getafe) Aranjuez Toledo Talavera de la Reina Valdecañas Cáceres	Guadalajara Madrid (Getafe) Madrid (Getafe) Toledo Toledo Cáceres Cáceres
3. Guadiana	3.1. La Mancha 3.2. Vegas Altas 3.3. Vegas Bajas 3.4. Piedra Aguda 3.5. Ardila 3.6. Huelva	Ciudad Real Villanueva de la Serena Talavera la Real Olivenza Jerez de los Caballeros Huelva	Ciudad Real Talavera la Real Talavera la Real Talavera la Real Talavera la Real Huelva/Sevilla (3)
4. Guadalquivir	4.1. Subzona 1 4.2. Subzona 2 4.3. Subzona 3 4.4. Subzona 4 4.5. Subzona 5 4.6. Subzona 6 4.7. Subzona 7 y 10 4.8. Subzona 8 y 12 4.9. Subzona 9 4.10. Subzona 11 4.11. Subzona 13 4.12. Subzona 14 4.13. Subzona 15 4.14. Subzona 16	Baza Villacarrillo Jaén Embalse del Rumbal Tomadonjmeno Embalse de la Breña Córdoba Embalse de Hornachuelos Granada Ecija Morón de la Frontera Sevilla Arcos de la Frontera San Fernando	Granada Granada Jaén Jaén Jaén Córdoba Córdoba Sevilla Granada Córdoba Morón de la Frontera Sevilla Morón de la Frontera San Fernando
5. Sur	5.1. Campo de Gibraltar 5.2. Antequera 5.3. Guadalhorce 5.4. Vélez Málaga/Costa Granadina 5.5. Iznájar 5.6. Alpujarras, Laujar y Alto Andarax 5.7. Almería, Dalías y Yera 5.8. Albox	San Fernando Bobadilla Málaga Torre del Mar Granada Laujar Almería Albox	San Fernando Granada Málaga Málaga Granada Granada Almería Granada
6. Segura	6.1. Sierra de Segura I (4) y Río Mundo I (5) 6.2. Sierra de Segura II (6) y Río Mundo II (7) 6.3. Noroeste de Murcia 6.4. Mula 6.5. Guadalestín 6.6. Rantillas del Nordeste 6.7. Vega Alta I (8) 6.8. Vega Alta II (9) y Vega Medio 6.9. Sur de Alicante 6.10. Sur de Murcia y Mar Menor 6.11. Yecla	Embalse de la Fuensanta Embalse de Talavera Caravaca Mula Lorca Jumilla Cieza Alcantarilla Ortúzar San Javier Yecla	Alcantarilla Alcantarilla Alcantarilla Alcantarilla Alcantarilla Alcantarilla Alcantarilla Alcantarilla Alcantarilla San Javier San Javier Alcantarilla

CUADRO 1. Áreas de riego diferenciadas en las cuencas hidrográficas (1)

1. En las inclusiones en este trabajo de la Cuenca del Norte ha obligado a utilizar para cada cuenca una designación numérica diferente de la habitual. 2. Humedad relativa, insolación y velocidad del viento. 3. Velocidad del viento. 4. Murcia, Alto Segura, Fuensanta. 5. Roper. 6. Tabla y Canas. 7. Talave, Taberna y Huelva. 8. Colosporo y. 9. Mofra.

DOTACIONES DE RIEGO MAXIMAS

CUENCA	AREA DE RIEGO	DATOS CLIMATICOS	
		TEMP. Y PRECIP.	OTROS DATOS (2)
7. Júcar	7.1. Cuenca 7.2. Teruel 7.3. Albacete 7.4. Castellón 7.5. Valencia I (10) 7.6. Valencia II (11) 7.7. Valencia III (12) 7.8. Valencia IV (13) 7.9. Alicante I (14) 7.10. Alicante II (15) 7.11. Alicante III (16)	Cuenca Teruel Albacete Castellón Turis Oriente Valencia Cullera Villena Alicante Elche	Cuenca Teruel Albacete Castellón Valencia Valencia Valencia Valencia Alicante Alicante Alicante
8. Ebro	8.1. La Rioja 8.2. Navarra 8.3. Huesca 8.4. Zaragoza 8.5. Sarriena 8.6. Lérida 8.7. Alcañiz 8.8. Tortosa	Logroño Pamplona Huesca Zaragoza Sarriena Lérida Alcañiz Tortosa	Logroño Pamplona/Huesca (17) Huesca Zaragoza Zaragoza Lérida Lérida Tortosa

CUADRO 1. Areas de riego diferenciadas en las cuencas hidrográficas (1). (Continuación)

10. Comarcas de Utiel, Requena y Hoya de Sanil. 11. Comarcas de Agón. 12. Comarcas de Segarra, Utiel, Huesca de Valencia y Ribera del Júcar. 13. Comarca de Gordo. 14. Comarca de Wera. 15. Comarcas del Marquesado y Cazorla. 16. Comarca Meridional. 17. Valadidad del viento.

CULTIVOS EXTENSIVOS	1. Cuenca del Duero AREAS DE RIEGO								
	1.1. Soria	1.2. Burgos	1.3. Segovia	1.4. León	1.5. Palencia	1.6. Valladolid	1.7. Ávila	1.8. Zamora	1.9. Salamanca
CEREAL INVERNO	1.060	760	1.100	1.150	1.700	1.600	1.580	1.870	1.680
GRASOL	1.840					2.710		2.850	2.630
JUDIA GRANO	2.170			2.500		3.010		3.260	3.110
MAIZ GRANO	2.690	2.290	2.890	3.000	3.600	3.640	3.370	3.890	3.630
PATATA MEDIA. EST.									2.980
PATATA TARDIA	860	650	1.060	1.000	1.500	1.550	1.380	1.640	
REMOLACHA	3.550	3.070	3.730	3.850	4.500	4.670	4.410	4.880	4.600
CULTIVOS FORRAJEROS									
ALFALFA	4.420	4.000	4.700	4.770	5.580	5.810	5.260	6.010	5.620
CEREAL INV. FORRAJERO									500
MAIZ FORRAJERO									3.360
CULTIVOS HORTICOLAS									
TOMATE	2.390	2.150	2.610	2.730	3.200	3.190	2.940	3.390	3.270
ZANAHORIA			2.490						
CULTIVOS LEÑOSOS									
FRUTAL HOJA CADUCA	3.340	2.790	3.610	3.570	4.490	4.430	4.350	4.820	4.540

CUADRO 2. Dotaciones de riego máximas de los cultivos (m³/ha/año).

DOTACIONES DE RIEGO MAXIMAS

CULTIVOS EXTENSIVOS	2. Cuenca del Tago ÁREAS DE RIEGO						
	2.1. Guadalupe	2.2. Madrid	2.3. Aranjuez	2.4. Toledo	2.5. Talavera	2.6. Valdecañas	2.7. Cáceres
CEREAL INVIERNO	1.840	2.470	2.220	2.400	1.750	1.840	2.280
GIRASOL	3.540						
MAIZ GRANO	4.250	5.100	4.800	5.000	4.240	4.750	5.040
PATATA MEDIA. EST.		2.280	2.040	2.220	1.730	1.810	1.920
PATATA TARDIA	1.140						
PIÑENTO (PIMENTON)						4.890	5.160
REMOLACHA				6.390	5.320		
TABACO						3.970	4.270
CULTIVOS FORRAJEROS							
ALFALFA	5.960	7.330	7.070	7.350	6.360	6.640	7.270
CEREAL INV. FORRAJERO				1.280	640		
MAIZ FORRAJERO				4.890	4.080	4.470	4.890
CULTIVOS HORTICOLAS							
CEBOLLA		5.150	4.990	5.060	4.430		
TOMATE	2.700	3.470	3.300	3.310	2.890	3.190	3.210
CULTIVOS LEÑOSOS							
FRUTAL HOJA CAD. 1	4.940	6.180	5.750	6.060	4.680	5.220	5.760
FRUTAL HOJA CAD. 2				5.130	3.890		

CULTIVOS EXTENSIVOS	3. Cuenca del Guadiana ÁREAS DE RIEGO					
	3.1. La Mancha	3.2. Vegas Altas	3.3. Vegas Bajas	3.4. Piedra Aguda	3.5. Arcila	3.6. Huelva
ARROZ		12.650				
CEREAL INVIERNO	2.030		2.070		1.550	
GIRASOL		4.270	4.050			
MAIZ GRANO	4.200	5.120	4.900	5.210	4.410	5.160
PATATA TARDIA						1.720
REMOLACHA	5.330		2.090	2.260		2.690
CULTIVOS FORRAJEROS						
ALFALFA	6.170	7.340	7.100	7.220	6.390	7.730
CULTIVOS HORTICOLAS						
CEBOLLA	4.290					
MELON	2.780	3.300				3.470
TOMATE	2.790	3.410	3.270	3.430	2.860	3.470
CULTIVOS LEÑOSOS						
CITRICOS						4.890
FRUTAL HOJA CADUCA	5.580	6.480	6.230	6.770	5.330	6.760
UVA	3.590					

CUADRO 2. Dotaciones de riego máximas de los cultivos (m³/ha a/af). (Continúa)

4. Cuenca del Guadalupe AREAS DE RIEGO														
	4.1. Subzona 1	4.2. Subzona 2	4.3. Subzona 3	4.4. Subzona 4	4.5. Subzona 5	4.6. Subzona 6	4.7. Subzona 7, 10	4.8. Subzona 8, 12	4.9. Subzona 9	4.10. Subzona 11	4.11. Subzona 13	4.12. Subzona 14	4.13. Subzona 15	4.14. Subzona 16
CULTIVOS EXTENSIVOS														
ARROZ											11.660	12.040		
ALGODON		5.680		5.830	5.970	6.080	6.100			6.330	5.900	5.960	6.020	
CRISTAL INFERNO	1.680	1.140	1.710	1.420	1.360	1.630	1.440		1.200	1.780	1.390	1.700	1.680	1.070
GRASAL	4.210			4.430	4.550	4.030	4.650		4.720	5.000	4.320	4.660		4.690
JOYA GRANDE	3.240	3.200				3.230			3.630					
MAIZ GRANDE	4.630	4.730	5.210	4.860	5.060	5.180	5.100	4.900	5.220	5.330	4.820	5.000	4.070	4.990
PATAJA TEMPRAHA						910	810					890		1.000
PATAJA MEDIA EST		1.110							1.780					
REMOQUACHA				2.000		2.270	2.210			2.460	1.990	2.290	2.200	2.590
SOJA							3.820							
TABACO									4.340					
CULTIVOS FORRAJEROS														
ALFALFA	6.500	6.590	7.420	7.090	7.400	7.280	7.370	7.090	7.440	7.600	7.190	7.390	7.300	7.700
MAIZ FORRAJERO									4.780		4.500		4.630	4.650
CULTIVOS HORTICOLAS														
CEBOLLA		5.300		5.750					6.040	6.260				5.920
LEÑA VERDE	350													
MELON						3.530					3.100	3.360		
TOMATE	4.650	4.700	5.220	4.910	5.100	5.220	5.120	4.840	5.190	5.380	4.680	5.060	4.800	5.010
CULTIVOS LENOSOS														
ALMONDO	2.180													
CERELOS							4.700			4.840	4.500	4.630	4.570	4.690
FRUTAL HOJA CADUCA	5.970	5.690	6.550	6.200	6.180	6.470	6.610	6.050	6.720	6.810	6.130	6.310	6.240	6.380
OLIVO	3.160	3.170	3.770	3.400	3.470		3.820		3.800		3.650	3.750		
UVA											4.270			

CUADRO 2. Dotaciones de riego máximas de los cultivos (m³/ha año). (Continuación)

DOTACIONES DE RIEGO MAXIMAS

CULTIVOS EXTENSIVOS	5. Cuenca del Sur ÁREAS DE RIEGO							
	5.1. Campo de Gibraltar	5.2. Antequera	5.3. Guadalhorce	5.4. Vélez Málaga/ Costa granadina	5.5. Lecrín	5.6. Alpujarra/ Laujar/Alto Andarax	5.7. Almería Dalias/Vera	5.8. Albox
ALGODON	6.030							
CAÑA DE AZÚCAR			8.310	8.210				
CEREAL INVIERNO		1.890		2.400		740	3.000	2.350
GIRASOL	4.690	4.770		4.680		3.110		
JUDIA GRANO	3.490					2.430		
MAIZ GRANO	4.990	5.200	4.900	5.060	5.220	3.620	5.880	5.280
PATATA TEMPRANA	1.050			1.310	1.000		1.950	1.500
PATATA MEDIA. EST.		1.870				680		
REMOLACHA	2.580							
CULTIVOS FORRAJEROS								
ALFALFA	7.700	7.600	7.660	7.420	7.440	5.320	8.660	7.760
CEREAL INV. FORRAJERO							940	
MAIZ FORRAJERO							5.460	
CULTIVOS HORTICOLAS								
ALCACHOFA			2.490					
CEBOLLA								5.890
JUDIA VERDE				750		230		900
TOMATE	5.010	5.180	4.870	4.980	5.190	3.740	5.730	5.280
CULTIVOS LEÑOSOS								
AGUACATE				6.960				
ALMENDRO							3.410	2.800
CITRICOS		4.810	4.990	4.800	4.670	3.160	5.730	5.110
FRUTAL HOJA CADUCA	6.580	6.840	6.680	6.600	6.730	4.290	8.060	7.200
OLIVO				3.860	3.800	2.520	4.660	4.130
UYA						2.740		5.100

CUADRO 2. Dotaciones de riego máximas de los cultivos (m³/ha año). (Continuación)

— La dotación máxima correspondiente a la hectárea representativa del área.

Estos valores se han calculado, en cada área, a partir de:

1. Las dotaciones individuales de cada cultivo (m³/ha año), que figuran en el cuadro 2.
2. La superficie que, en cada área de riego, corresponde a cada uno de los cultivos que integran su dedicación productiva.

6. Cuenca del Seguro AREAS DE RIEGO										
	6.1. Sierra de Segura I/Rio Mundo I	6.2. Sierra de Segura II/Rio Mundo II	6.3. Noroeste de Murcia	6.4. Mula	6.5. Guadalestín	6.6. Ramblas del Nordeste	6.7. Vega Alta I	6.8. Vega Alta II/ Vega Media	6.10. Sur de Murcia/ Mar Menor	6.11. Yecta
CULTIVOS EXTENSIVOS										
ALGODON					5.430				5.050	
CEREAL INVIERNO	2.610	2.920	3.060		3.400	2.930	3.040		3.350	
JUDIA GRANO	1.080									
MAIZ GRANO	3.490	3.800	3.770	4.050	4.020	3.780	3.750	3.900	3.650	3.660
PATATA TEMPRANA	1.760		2.060					2.260		
PATATA MEDIA EST.	2.470	2.730								
PATATA TARDIA	720									
PIMIENTO (PIMENTON)		4.740			4.920				4.560	
CULTIVOS FORRAJEROS										
ALFALFA	6.440	6.990	7.110	7.400	7.460	6.840	7.060	7.300	7.070	6.680
MAIZ FORRAJERO			4.270							
CULTIVOS HORTICOLAS										
ALCACHOFA									2.900	
CEBOLLA	4.440	4.800					4.760			4.640
JUDIA VERDE							1.020	1.090	1.350	
MELON					4.020	3.780	3.790	3.930	3.680	
TOMATE	1.880	2.190	2.220	2.350	2.430	2.120	2.200	2.290	2.310	1.970
CULTIVOS LENOSOS										
ALMENDRO					2.830	2.430	2.430	2.650	2.460	2.230
CITRICOS				4.850	4.900	4.330	4.730	4.720	4.710	
FRUTAL HOJA CADUCA	5.900	6.540	6.560	6.900	6.930	6.410	6.510	6.790	6.460	6.130
UVA					4.440	4.080	4.100	4.320		

CUADRO 2. Dotaciones de riego máximas de los cultivos (m³/ha año). (Continuación)

7. Cuenca del Júcar
ÁREAS DE RIEGO

CULTIVOS EXTENSIVOS	7.1. Cuenca	7.2. Teruel	7.3. Albacete	7.4. Castellón	7.5. Valencia I	7.6. Valencia II	7.7. Valencia III	7.8. Valencia IV	9.9. Alicante I	7.10. Alicante II	7.11. Alicante III
ARROZ							11.860				
ALGODÓN											5.240
CEREAL INVIERNO	1.070	1.500	1.930		2.450	2.260			2.220		3.070
GRASOL	2.630		3.960								
JUDIA GRANO	2.120										
MAIZ GRANO	3.170	3.270	4.740	3.080	3.160	3.190	3.240	3.130	3.230	3.600	4.050
PATATA TEMPRANA											2.160
PATATA MEDIA, EST.	1.450										
PATATA TARDÍA	700	710							1.240		
PIRMENTO IPIMENTONI											4.860
CULTIVOS FORRAJEROS											
ALFALFA	4.860	4.740	6.430	6.070	6.220	6.110	6.380	6.040	5.980	6.670	7.370
CULTIVOS HORTICOLAS											
ALCACHOFA				2.250	2.390	2.190	2.400				2.890
CEBOLLA	3.240		4.650		3.980	3.950	4.130		3.970		
MELÓN				2.150			2.340	2.020			
TOMATE	2.270	2.290	3.400	2.920	2.920	2.850	2.940	2.810	2.820	3.230	3.520
CULTIVOS LEÑOSOS											
ALMENDRO					1.880				1.950	2.340	2.820
CITRICOS				3.870	4.050	3.800	4.050	3.840		4.350	4.840
FRUTAL HOJA CADUCA	3.930	4.180	5.850	5.130	5.260	5.200	5.440	5.080	5.320	5.890	6.610
OLIVO										3.460	
UVA					3.240					3.950	4.460

CUADRO 2. Dotaciones de riego máximas de los cultivos (m³/ha año). (Continuación)

DOTACIONES DE RIEGO MÁXIMAS

CULTIVOS EXTENSIVOS	B. Cuenca del Ebro ÁREAS DE RIEGO							
	8.1. La Rioja	8.2. Navarra	8.3. Huesca	8.4. Zaragoza	8.5. Sarriena	8.6. Lérida	8.7. Alcañiz	8.8. Tortosa
ARROZ								11.550
CEREAL INVIERNO	1.920	820	1.920	2.910	2.770	2.070	2.130	
GIRASOL			3.020		3.530	2.820	2.830	
MAIZ GRANO	3.610	2.730	4.180	5.070	4.850	3.920	3.914	3.240
PATATA MEDIA. EST.		1.840						2.310
PATATA TARDÍA	1.570							
REMOLACHA	4.660							
CULTIVOS FORRAJEROS								
ALFALFA	5.610	4.290	6.520	7.820	7.440	6.000	5.953	5.980
CULTIVOS HORTICOLAS								
ALCACHOFA	1.700							2.190
TOMATE	3.030	2.360	3.640	4.280	4.200	3.490	3.419	2.910
CULTIVOS LEÑOSOS								
FRUTAL HOJA CAD. 1	4.700	3.270	5.360	6.560	5.980	4.920	5.036	4.660
FRUTAL HOJA CAD. 2	3.940	2.550	4.470	5.620	5.060	4.160	4.281	3.830
OLIVO				3.820			2.875	2.850
UVA	3.310	2.070						

CUADRO 2. Dotaciones de riego máximas de los cultivos (m^3/ha año). (Continuación)

La información utilizada en la elaboración de los datos correspondientes al anterior punto 2, ha sido la misma que se empleó para efectuar la selección de cultivos que se expuso en el apartado 5 y en éste se indica su procedencia. Cabe añadir, en relación con dicha información, que, en los cálculos realizados: 1) tanto las praderas como los prados naturales se han incorporado a las superficies de alfalfa, y 2) en los casos en que en una determinada provincia coinciden dos áreas diferenciadas, se ha considerado la más representativa.

Los resultados obtenidos para cada área de riego, tanto los referentes a la hectárea representativa de cada grupo de cultivos como los correspondientes a la totalidad del área en cuestión, se presentan en el cuadro 3.

Se considera que los resultados obtenidos para la hectárea representativa de cada área diferenciada, son,

a efectos prácticos, realmente representativos de cada una de ellas, puesto que, en cada caso, reflejan conjuntamente la incidencia de las dotaciones individuales de los cultivos y la de la dedicación productiva del área de riego, y su magnitud expresa sus requerimientos de riego unitarios (m^3/ha año).

No obstante, conviene resaltar que: 1) tales valores, al depender de la dedicación productiva, variarán anualmente según las alteraciones que ésta presente, si bien normalmente la variación no será de gran entidad; 2) en el presente caso la información referente a la dedicación productiva de las áreas de riego, especialmente por lo que se refiere a las cuencas del Duero, Ebro y Tago, convendría que hubiese sido más ajustada, y 3) han quedado excluidos de los cálculos los cultivos que en cada área ocupan una superficie inferior al 2 % de la superficie total (véase apartado 5).

DOTACIONES DE RIEGO MÁXIMAS

	1. Cuenca del Duero AREAS DE RIEGO								
	1.1. Soria	1.2. Burgos	1.3. Segovia	1.4. León	1.5. Palencia	1.6. Valladolid	1.7. Ávila	1.8. Zamora	1.9. Salamanca
CULT. EXTENSIVOS	1.436	1.649	2.776	2.417	2.258	2.782	2.848	3.133	2.568
CULT. FORRAJEOS	4.420	4.000	4.700	4.770	5.580	5.810	5.260	6.010	5.030
CULT. HORTICOLAS	2.390	2.150	2.493	2.730	3.200	3.190	2.940	3.390	3.270
CULT. LEÑOSOS	3.340	2.790	3.610	3.570	4.490	4.430	4.350	4.820	4.510
AREA DE RIEGO	1.963	2.080	3.104	3.479	3.047	3.165	4.343	4.053	3.531
	2. Cuenca del Tago AREAS DE RIEGO								
	2.1. Guadalojara		2.2. Aranjuez		2.3. Talavera		2.4. Valdecañas		
CULT. EXTENSIVOS	2.708		3.520		2.820		4.065		
CULT. FORRAJEROS	5.960		7.070		5.472		6.432		
CULT. HORTICOLAS	2.700		3.300		3.603		3.190		
CULT. LEÑOSOS	4.940		5.750		4.249		5.220		
AREA DE RIEGO	3.331		4.727		3.846		4.742		
	3. Cuenca del Guadiana AREAS DE RIEGO								
	3.1. La Mancha	3.2. Vegas Altas	3.3. Vegas Bajas	3.4. Arcila	3.5. Piedra Aguda	3.6. Huelva			
CULT. EXTENSIVOS	3.012	5.965	4.455	3.840	4.672	2.494			
CULT. FORRAJEROS	6.170	7.340	7.100	6.390	7.220	7.730			
CULT. HORTICOLAS	3.014	3.389	3.270	2.860	3.430	3.470			
CULT. LEÑOSOS	3.672	6.480	6.230	5.330	6.760	4.984			
AREA DE RIEGO	3.472	5.770	4.580	4.963	5.002	5.361			

CUADRO 3. Dotaciones de riego máximas de las hectáreas representativas de las áreas de riego diferenciadas (m³/ha/año).

DOTACIONES DE RIEGO MAXIMAS

	4. Cuenca del Guadalquivir AREAS DE RIEGO													
	4.1. Sub- zona 1	4.2. Sub- zona 2	4.3. Sub- zona 3	4.4. Sub- zona 4	4.5. Sub- zona 5	4.6. Sub- zona 6	4.7. Sub- zonas 7, 10	4.8. Sub- zonas 8, 12	4.9. Sub- zona 9	4.10. Sub- zona 11	4.11. Sub- zona 13	4.12. Sub- zona 14	4.13. Sub- zona 15	4.14. Sub- zona 16
CULT. EXTENSIVOS	2.267	2.461	2.536	3.170	3.739	3.429	4.090	4.900	3.287	4.010	6.404	6.051	3.258	3.367
CULT. FORRAJEROS	6.590	6.590	7.420	7.090	7.080	7.280	7.370	7.370	6.750	7.600	5.765	7.390	5.215	5.221
CULT. HORTICOLAS	2.117	5.000	5.220	5.315	5.100	4.192	5.120	4.840	5.786	5.944	4.084	3.947	4.830	3.436
CULT. LEÑOSOS	3.591	3.365	3.748	3.781	3.715	6.470	4.568	6.050	5.268	5.532	4.368	4.743	5.085	5.018
AREA DE RIEGO	3.009	3.522	3.762	3.535	3.864	3.612	4.328	6.828	4.364	4.288	5.675	5.733	3.720	3.764
	5. Cuenca del Sur AREAS DE RIEGO													
	5.1. Campo de Gibraltar	5.2. Antequera	5.3. Guadalhorce	5.4. Vélez Málaga/ Costa granadina	5.5. Lecrín	5.6. Alpujarra/ Laujar/Alto Andarax	5.7. Almería Dalias/Yera	5.8. Albox						
CULT. EXTENSIVOS	4.184	2.832	7.585	3.651	1.000	1.511	2.703	2.444						
CULT. FORRAJEROS	7.700	7.600	7.660	7.420	7.440	5.320	5.715	7.760						
CULT. HORTICOLAS	5.010	5.180	3.030	961	5.190	1.876	5.730	4.903						
CULT. LEÑOSOS	6.580	6.612	4.364	6.465	4.658	2.985	5.902	5.101						
AREA DE RIEGO	6.117	4.315	6.268	4.724	4.470	2.331	5.331	4.508						
	6. Cuenca del Segura AREAS DE RIEGO													
	6.1. Sierra de Segura (Río Mundo I)	6.2. Sierra de Segura (Río Mundo II)	6.3. Nordeste de Murcia	6.4. Mula	6.5. Guadalest	6.6. Rombas del Nordeste	6.7. Vega Alta I	6.8. Vega Alta II/ Vega Media	6.9. Sur de Alicante	6.10. Sur de Murcia/ y Mar Menor	6.11. Torla			
CULT. EXTENSIVOS	2.384	3.110	2.998	4.050	4.531	3.095	3.349	2.734	3.665	4.314	3.660			
CULT. FORRAJEROS	6.440	6.990	6.282	7.400	7.460	6.840	7.060	7.300	7.230	7.070	6.680			
CULT. HORTICOLAS	3.486	4.267	2.220	2.350	3.281	3.019	2.963	2.528	2.862	2.740	3.499			
CULT. LEÑOSOS	5.900	6.540	6.560	6.228	4.112	5.109	6.084	5.346	4.587	4.301	5.348			
AREAS DE RIEGO	3.533	4.593	5.683	6.235	4.478	4.984	5.472	4.910	4.238	4.019	5.226			

CUADRO 3. Dotaciones de riego máximas de las hectáreas representativas de las áreas de riego diferenciadas (m³/ha año). (Continuación)

DOTACIONES DE RIEGO MAXIMAS

	7. Cuenca del Júcar AREAS DE RIEGO										
	7.1. Cuenca	7.2. Teruel	7.3. Albacete	7.4. Castellón	7.5. Valencia I	7.6. Valencia II	7.7. Valencia III	7.8. Valencia IV	9.9. Alicante I	7.10. Alicante II	7.11. Alicante III
CULT. EXTENSIVOS	2.014	1.653	3.015	3.080	2.841	2.772	1.104		2.248	3.690	3.953
CULT. FORRAJEROS	4.890	4.740	6.430	6.070	6.220	6.110	6.380		5.980	6.670	7.370
CULT. HORTICOLAS	2.956	2.290	4.470	2.557	3.086	2.982	2.947	2.352	3.741	3.230	3.019
CULT. LEÑOSOS	3.930	4.180	5.850	3.956	4.233	4.182	4.152	3.853	4.745	3.774	3.953
AREA DE RIEGO	3.107	2.257	3.991	3.824	4.020	3.990	5.012	3.790	4.196	3.762	4.006

	8. Cuenca del Ebro AREAS DE RIEGO						
	8.1. La Rioja	8.2. Navarra	8.3. Huesca	8.4. Zaragoza	8.5. Lérida	8.6. Alcañiz (Teruel)	8.7. Tortosa (Tarragona)
CULT. EXTENSIVOS	2.470	2.035	2.481	2.910	2.822	1.653	9.747
CULT. FORRAJEROS	5.610	4.290	6.520	6.520	6.000	5.953	5.990
CULT. HORTICOLAS	2.294	2.360	3.640	3.640	3.490	3.414	2.404
CULT. LEÑOSOS	4.038	2.560	4.637	5.761	4.458	4.180	3.711
AREA DE RIEGO	3.194	2.260	3.331	4.746	4.039	3.818	6.529

CUADRO 3. Dotaciones de riego máximas de las hectáreas representativas de las áreas de riego diferenciadas (m³/ha año). (Continuación)

GEC ALSTHOM PONE ALAS AL TREN.



SABIAMOS QUE ESTABAMOS ANTE UN RETO HISTORICO. PERO TAMBIEN SABIAMOS QUE PODIAMOS CUMPLIR. Y POR SUPUESTO QUE HEMOS CUMPLIDO. LE HEMOS PUESTO ALAS AL TREN. NO PODIAMOS HACER MENOS.


GEC ALSTHOM

EN TRASMEDITERRANEA TODOS LOS DIAS SON AZULES.



Todos los días nuestros barcos
surcan el intenso azul verdoso del mar.
Y el profundo azul celeste del horizonte.
Y el intenso azul oscuro de la noche
en alta mar. Bajo las estrellas.
Todos los días de Trasmediterranea
son azules. A la ida y a la vuelta.
Aprovéchelos. Consulte en su agencia
de viajes o en las delegaciones
de Trasméditerránea.



TRASMEDITERRANEA