

# Análisis del regadío I: ¿qué se entiende por “uso” y “consumo” del agua de riego?

S. Lecina, D. Isidoro, E. Playán, R. Aragüés

## Índice

1. Agua y regadío .....	2
2. La necesidad de diferenciar entre uso y consumo de agua .....	2
3. El destino del agua utilizada en el regadío .....	3
4. La contabilidad del agua utilizada en el regadío .....	5
5. Eficiencia del riego, contabilidad y ahorro de agua .....	5
6. Resumen y conclusiones .....	10

Hoja Técnica  
**01/2010**

---



Centro de Investigación y Tecnología  
Agroalimentaria de Aragón -  
Gobierno de Aragón  
Unidad de Suelos y Riegos (asociada al CSIC)  
Avenida de Montañana 930  
50059 Zaragoza (España)  
<http://www.cita-aragon.es/>



Estación Experimental de Aula Dei -  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
Departamento de Suelo y Agua  
Apdo. Correos 13.034  
50080 Zaragoza (España)  
<http://eead.csic.es/>

## 1. Agua y regadío

El mensaje general que llega a la sociedad es que el regadío es el primer usuario del agua y uno de los máximos responsables de su creciente escasez. Algunas informaciones que aparecen en los medios de comunicación destacan que “al campo se le escapa el agua a chorros”, y que por lo tanto **es necesario mejorar la eficiencia del riego para reducir las pérdidas y “ahorrar” agua**. Por ello, se exige que los regadíos se modernicen, adoptando nuevas infraestructuras, agronomía y sistemas de riego más eficientes.

La eficiencia del riego se define como el porcentaje del agua de riego aplicada que es utilizada por los cultivos. Por ejemplo, si a una parcela de 1 ha se le aplican 10.000 m<sup>3</sup> y el cultivo utiliza (“evapotranspira”) 8.000 m<sup>3</sup>, la eficiencia del riego es del 80%. Lógicamente, cuanto más elevada es la eficiencia del riego, mejor uso se está haciendo del agua aplicada. El concepto de eficiencia del riego es sencillo, y su comprensión es directa e intuitiva. Ello ha favorecido su difusión y uso por parte de la Administración y de los medios de comunicación.

Parece lógico pensar que cuanto mayor sea la eficiencia del riego, mayor será el “ahorro” de agua producido en la agricultura de regadío y en su modernización. Sin embargo, ¿es todo esto realmente cierto? **¿La modernización de regadíos implica en todos los casos un ahorro de agua?**

Merece la pena profundizar más en estas cuestiones, y que el sector agrario explique a la sociedad, de forma clara y transparente, cómo usa el agua de riego para evitar que se produzcan interpretaciones alejadas de la realidad.

## 2. La necesidad de diferenciar entre uso y consumo de agua

Si **el agua** se usa pero no se consume, **puede reutilizarse**. Por ejemplo, el agua que se usa pero no se consume en los hogares de la ciudad de Zaragoza retorna al río Ebro después de su depuración. Desde Zaragoza, a estas aguas les queda todavía un largo “viaje” de más de 250 km por el río Ebro hasta su desembocadura en el mar Mediterráneo. Durante este recorrido existen otros usuarios de las aguas del Ebro que reutilizan estas aguas usadas y depuradas en Zaragoza.

Es decir, el agua es un recurso reutilizable. Sin embargo, ¿es esto siempre cierto? La respuesta es que no, ya que si al usar el agua la evaporamos a la atmósfera, la

contaminamos en exceso, o la vertemos directamente al mar o a un acuífero no explotable, no podrá ser reutilizada por otros usuarios, al menos directamente. Por tanto, **es fundamental distinguir entre aquellos usos que consumen agua (“uso consuntivo”)**, es decir, que no permiten que se pueda reutilizar, **y los que no consumen agua (“uso no consuntivo”)**.

¿Cómo podemos saber si un uso del agua es consuntivo o no consuntivo en el contexto de la agricultura de regadío? Averiguando cuál es el destino del agua que hemos usado y cuál es su calidad. Si asumimos por el momento que la calidad no limita su reutilización, **la pregunta clave es ¿cuál es el destino del agua utilizada en los regadíos?**

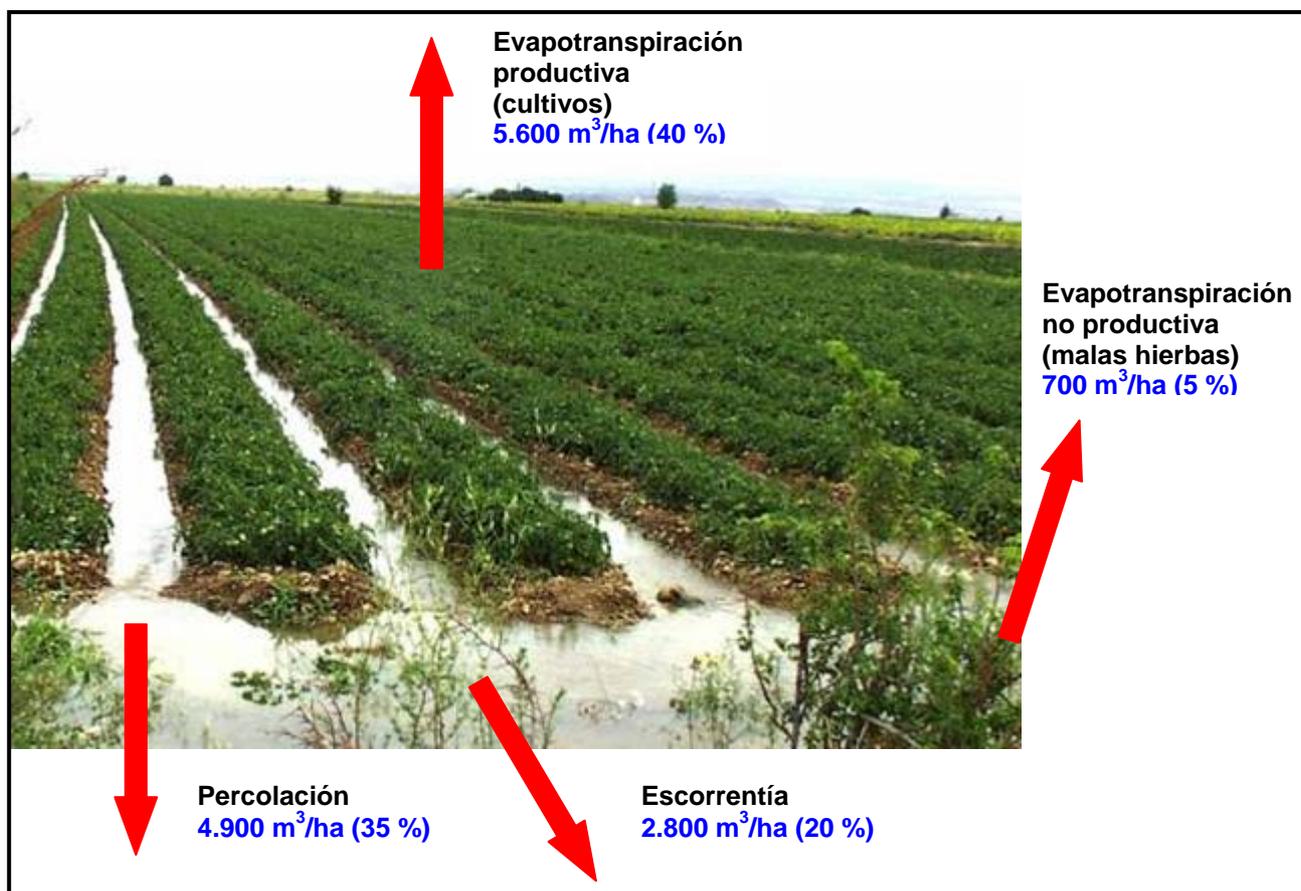
### **3. El destino del agua utilizada en el regadío**

En la Figura 1 se muestra un ejemplo de los distintos destinos del agua aplicada a una parcela cultivada de 1 ha. La evaporación y transpiración del agua por parte de los cultivos (término conocido como “evapotranspiración” o ET) constituye un uso consuntivo, ya que desaparece físicamente al tener por destino la atmósfera. Gracias a esta ET los cultivos producen las cosechas. Por este motivo, a la ET de los cultivos se le denomina **“evapotranspiración productiva”**. En el ejemplo de la Figura 1, el agua aplicada es de 14.000 m<sup>3</sup> y la ET productiva es de 5.600 m<sup>3</sup>, es decir, la ET supone el 40 % ( $100 \cdot 5.600 / 14.000$ ) del agua aplicada. Este porcentaje sería equivalente a la eficiencia de riego.

Existe otra fracción del agua aplicada que también se evapora a la atmósfera, por lo que supone otro uso consuntivo. Esta fracción corresponde a la evaporación del agua en embalses, canales, acequias, azarbes, etc., y a la evapotranspiración de las malas hierbas de los campos o de la vegetación que circunda los canales. A esta ET se le denomina **“evapotranspiración no productiva”** (700 m<sup>3</sup> o el 5 % del agua aplicada en el ejemplo de la Figura 1), ya que no contribuye a la producción agraria. Aunque esta fracción constituye una pérdida de agua desde el punto de vista agrario, puede favorecer el desarrollo de una vegetación con valores paisajísticos y medioambientales apreciados por la sociedad.

El agua que sale de la parcela por escorrentía y percolación (7.700 m<sup>3</sup> o el 55 % del agua aplicada en el ejemplo de la Figura 1) se denomina **“retornos de riego”** y no contribuye a la producción de los cultivos, por lo que según el concepto de eficiencia del riego se considera una pérdida. Sin embargo, **¿constituyen estos retornos un**

**consumo de agua?** Únicamente con la imagen de la Figura 1 no puede saberse: es necesario conocer **la localización** de la parcela para poder determinar si esos retornos suponen o no un uso consuntivo, es decir si son o no reutilizables.



**Figura 1.** Imagen de un cultivo regado por inundación. En este ejemplo, se aplican anualmente 14.000 m<sup>3</sup>/ha de agua, los cuales se reparten según los destinos indicados mediante las correspondientes flechas.

Un primer escenario es que la parcela de la Figura 1 esté localizada en un **regadío del valle medio del Ebro** cuyos retornos desembocan al río Ebro. Como sucedía en el ejemplo de los usos domésticos del agua en Zaragoza, desde esta parcela hasta el mar existe un largo recorrido en el que los retornos de riego pueden ser **reutilizados**. Así, aunque la eficiencia del riego de esta parcela es del 40 %, para el conjunto de la cuenca únicamente se consume de forma improductiva el 5 % del agua aplicada (la correspondiente a la ET no productiva de las malas hierbas), pues **los retornos de riego** (el 55 % del agua aplicada en el ejemplo de la Figura 1) **pueden reutilizarse** aguas abajo de la parcela **si su calidad lo permite**. Este análisis de la calidad es importante, ya que si los retornos de riego se degradan a unos niveles de calidad que impiden o limitan su

reutilización por otros usuarios, dichos retornos se consideran entonces como “uso consuntivo” ya que, junto con la ET productiva y no productiva, son unas aguas que a efectos prácticos se “pierden” para la cuenca.

Un segundo escenario es que la parcela de la Figura 1 esté localizada en el **Delta del Ebro**, junto a la costa. En este caso, **los retornos de riego** fluyen directamente al mar, por lo que dichas aguas **no son reutilizables**. Esta localización junto al mar determina que estos retornos supongan un consumo no productivo de agua que, junto a la ET no productiva, totaliza un 60 % del agua aplicada, en contraste con el 5 % del primer escenario. Por supuesto, cuando se califica esta agua de no productiva, se hace desde el punto de vista agrario. Los retornos de riego de este caso particular pueden ser importantes para mantener el medio ambiente.

#### **4. La contabilidad del agua utilizada en el regadío**

La determinación de estos destinos del agua mediante el correspondiente balance constituye lo que se llama **contabilidad del agua**. En esta contabilidad, a diferencia del concepto de eficiencia, se considera la capacidad de reutilización del agua, que depende de la **localización** del regadío y de la **calidad** de sus retornos. A tal fin, es necesario distinguir entre **uso (volumen de agua de riego aplicado a una parcela o zona regable)** y **consumo (fracción del volumen de agua de riego que deja de estar disponible para la cuenca tras su uso)**.

En la contabilidad del agua, la “**fracción consuntiva**” está compuesta por la evapotranspiración productiva y no productiva, y por los retornos de riego no recuperables por destino o calidad. Por lo tanto, sólo el **consumo no productivo del agua (evapotranspiración no productiva y retornos no recuperables)** pueden considerarse como **pérdidas de agua** de la agricultura, ya que el resto es reutilizable a nivel cuenca. A la fracción de **retornos de riego recuperables** o reutilizables se le denomina “**fracción no consuntiva**”.

#### **5. Eficiencia del riego, contabilidad y ahorro de agua**

Supongamos que estamos interesados en ahorrar agua en los regadíos de la cuenca del Ebro con sistemas de riego similares al representado en la Figura 1. En dicha parcela, la eficiencia de riego es del 40 %.

Si aplicásemos el concepto de eficiencia para determinar el ahorro potencial de agua que supondría la modernización de estos regadíos, consideraríamos que:

- En la actualidad el 40% del agua de riego aplicada ( $14.000 \text{ m}^3/\text{ha}$  en el ejemplo de la Figura 1) va a evapotranspiración productiva (esto es,  $5.600 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) y el 60% restante (esto es,  $8.400 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) “se pierde” (no es aprovechada por los cultivos).
- Si con la modernización de estos regadíos planteásemos como objetivo alcanzar una eficiencia de riego del 80 % con una evapotranspiración productiva igual a la del caso actual ( $5.600 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), el volumen de riego aplicado sería de  $7.000 \text{ m}^3/\text{ha}$ . En este caso, se perdería el 20% del agua aplicada (esto es,  $1.400 \text{ m}^3/\text{ha}$ , de los que  $700 \text{ m}^3/\text{ha}$  irían a evapotranspiración no productiva, como en el caso actual, y los otros  $700 \text{ m}^3/\text{ha}$  irían a percolación/escorrentía). Por lo tanto, el “ahorro” de agua que se podría conseguir sería de  $7.000 \text{ m}^3/\text{ha}$  (diferencia entre  $14.000$  aplicados en la actualidad y  $7.000$  aplicados tras la modernización). Esto es, **la modernización produciría un “ahorro” de agua del 50% respecto a la situación actual.**

Sin embargo, aplicando la **contabilidad** del agua, que distingue entre uso y consumo, los **resultados** serían **totalmente diferentes**. En efecto, considerando que la calidad de los retornos del riego (escorrentía/percolación) permite su completa reutilización aguas abajo de la parcela en consideración, el análisis se diferenciaría en función de la localización de los regadíos:

- **Regadíos del interior de la cuenca** (localización A, Figura 2): en la situación actual, el consumo de agua representa el 45 % del volumen aplicado (usado). Únicamente el 5 % de dicho volumen usado (esto es,  $700 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) son pérdidas reales de agua para la cuenca (evapotranspiración no productiva de las malas hierbas), al poderse reaprovechar íntegramente el agua de escorrentía/percolación que supone un volumen de  $7.700 \text{ m}^3/\text{ha}$ . En la situación del regadío modernizado (volumen de riego =  $7.000 \text{ m}^3/\text{ha}$ ),  $5.600 \text{ m}^3/\text{ha}$  irían a evapotranspiración productiva,  $700 \text{ m}^3/\text{ha}$  (el mismo volumen que en la situación no modernizada) irían a evapotranspiración no productiva, y el resto ( $700 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) serían aguas de escorrentía/percolación reutilizables aguas abajo. Por tanto, la modernización no supone un margen de ahorro real de agua, ya que en la situación actual se podrían reaprovechar los  $7.700 \text{ m}^3/\text{ha}$  de escorrentía/percolación, mientras que tras la modernización se podrían reaprovechar los  $7.000 \text{ m}^3/\text{ha}$  del agua de riego no aplicada más los  $700 \text{ m}^3/\text{ha}$  de escorrentía/percolación (esto es, en ambos casos se pueden reaprovechar

7.700 m<sup>3</sup>/ha). Este ejemplo ilustra cómo, en este caso, **la modernización no ahorraría agua en la cuenca**. Existiría, no obstante, una diferencia de calidad entre los recursos reutilizables en un caso y otro: en la situación modernizada, se dispondría de 7.000 m<sup>3</sup>/ha no utilizados, es decir con su calidad original, y 700 m<sup>3</sup>/ha de aguas de escorrentía/percolación, más cargadas de sales y agroquímicos, y por tanto de menor calidad; mientras que en la situación sin modernizar los 7.700 m<sup>3</sup>/ha serían aguas de escorrentía/percolación. Esta diferencia se analiza en las siguientes Hojas Técnicas.

- **Regadíos próximos al litoral** (localización B, Figura 3): las aguas de escorrentía/percolación se vierten directamente al mar, no pudiéndose por lo tanto reaprovechar para otros usos. Debido a esto, se perdería un volumen de agua de 8.400 m<sup>3</sup>/ha en la situación actual frente a un volumen de 1.400 m<sup>3</sup>/ha en la situación modernizada, ahorrándose por lo tanto un volumen de agua de riego de 7.000 m<sup>3</sup>/ha. En estos regadíos próximos al litoral **la modernización constituiría un importante potencial de ahorro real de agua**.

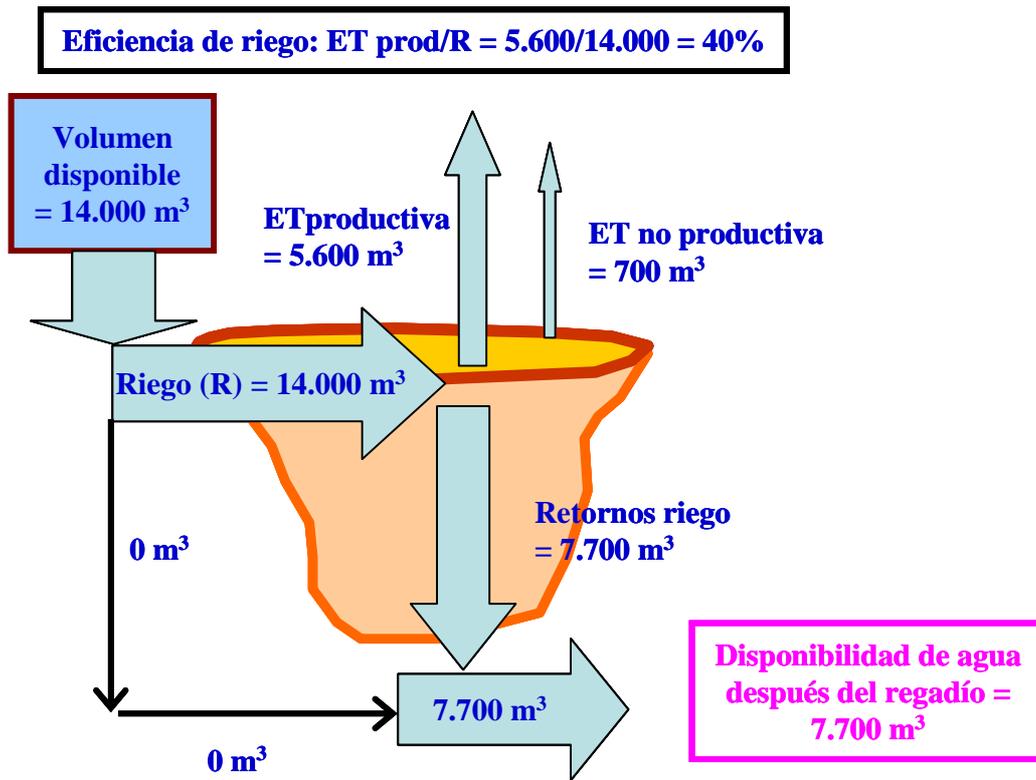
Como podemos comprobar con este ejemplo, el concepto de eficiencia hace una simplificación de la realidad que puede conducir a una interpretación errónea de la misma, y a generar unas falsas expectativas de ahorros de agua derivados de la modernización de regadíos situados en el interior.

**Para el caso de la cuenca del Ebro**, la contaminación de las aguas que provoca el regadío, en general, no limita seriamente su reutilización con fines productivos o de abastecimiento. Además, la mayor parte de los regadíos se encuentran alejados del mar. Ello implica que, a pesar de que las eficiencias de riego en parcela son bajas en buen número de zonas regadas por gravedad, el consumo no productivo (ET no productiva + retornos no recuperables) de la mayor parte de los regadíos es en general bajo, ya que **la mayor parte de los retornos son reutilizables**.

¿Quiere esto decir que no es necesario cambiar esta situación, que no es necesaria la modernización de regadíos? La respuesta es que es muy necesario modernizar los regadíos, ya que hay otras consideraciones importantes a tener en cuenta que se discuten en siguientes Hojas Técnicas.

• **Localización A: regadíos del interior de la cuenca**

**SITUACIÓN ACTUAL (VALORES PARA 1 HA): EFICIENCIA DE RIEGO = 40%**



**SITUACIÓN MODERNIZADA (VALORES PARA 1 HA): EFICIENCIA DE RIEGO = 80%**

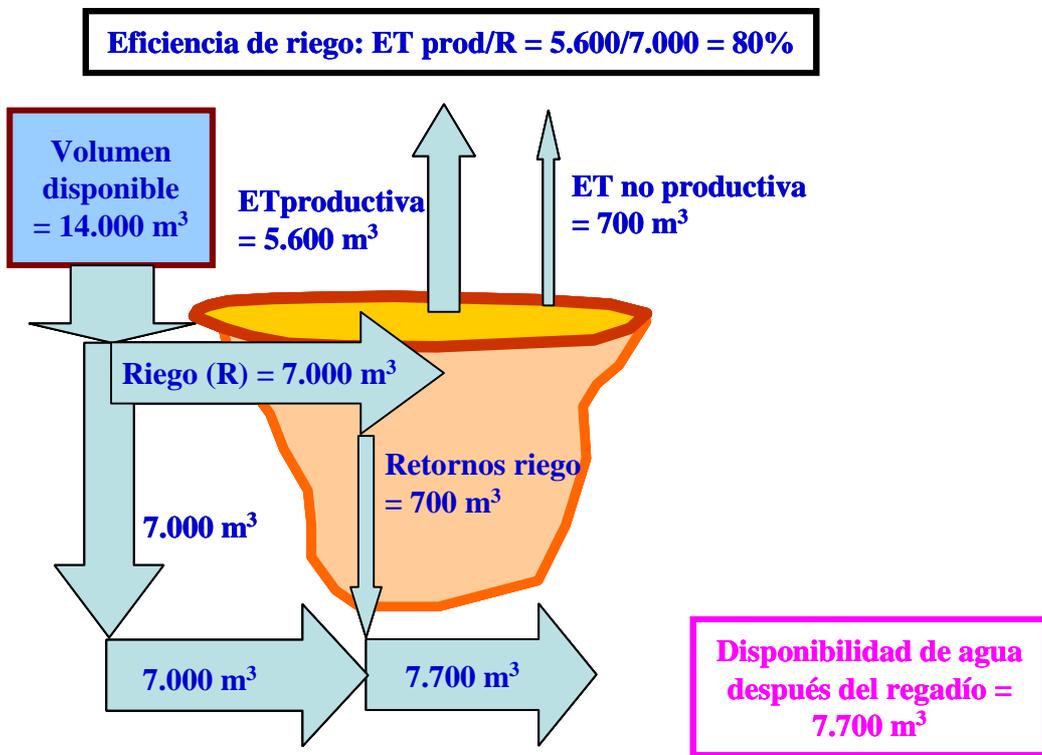
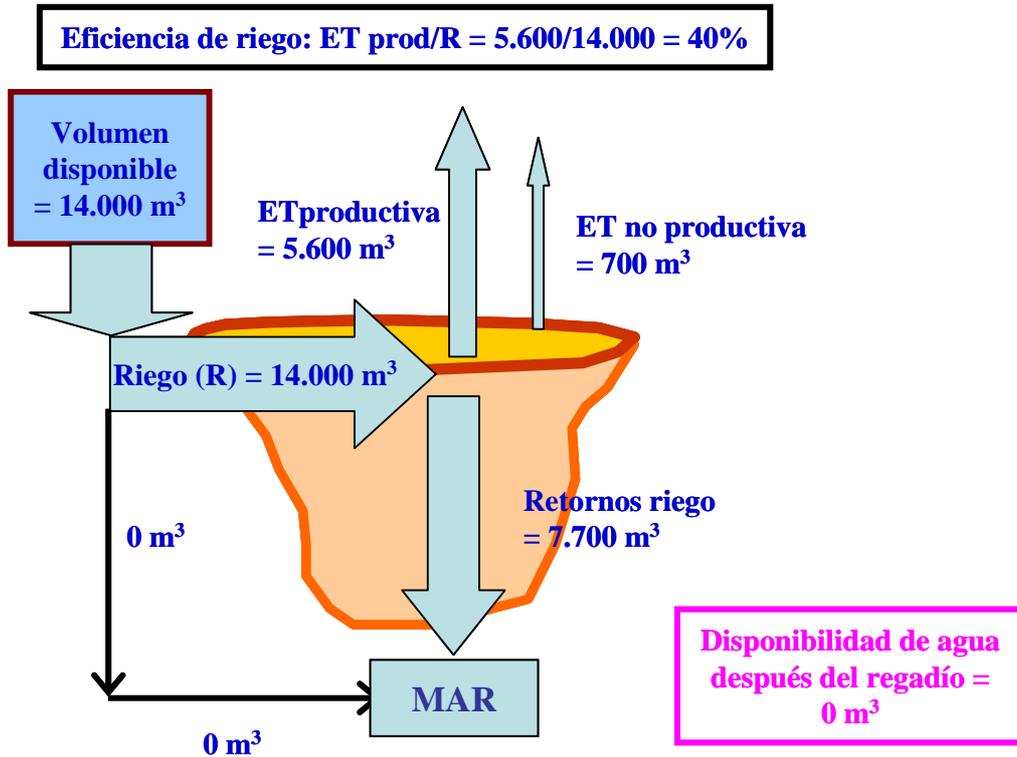


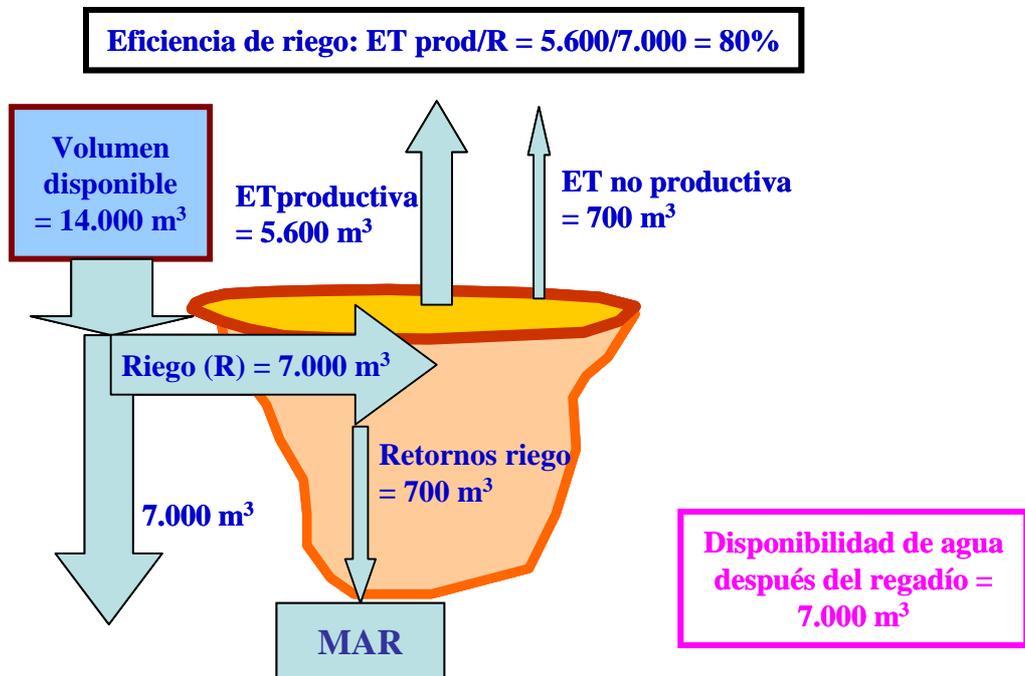
Figura 2. Ejemplo esquemático del balance de agua para un regadío localizado en el interior de una cuenca en una situación anterior y posterior a su modernización.

**• Localización B: regadíos próximos al litoral**

**SITUACIÓN ACTUAL (VALORES PARA 1 HA): EFICIENCIA DE RIEGO = 40%**



**SITUACIÓN MODERNIZADA (VALORES PARA 1 HA): EFICIENCIA DE RIEGO = 80%**



**Figura 3.** Ejemplo esquemático del balance de agua para un regadío localizado próximo al litoral en una situación anterior y posterior a su modernización.

## 6. Resumen y conclusiones

1. **Para analizar la utilización del agua en el regadío es fundamental diferenciar entre** los usos que consumen agua o “**usos consuntivos**” (aguas que tras su uso no se pueden reutilizar en la cuenca, como la evapotranspiración y los retornos de riego no reutilizables) y los que no consumen agua o “**usos no consuntivos**” (aguas que tras su uso pueden reutilizarse en la cuenca, como los retornos reutilizables por otros usuarios).
2. **Para determinar si los retornos** del riego (aguas de escorrentía y percolación) **pueden o no reutilizarse**, es necesario conocer la **localización** de las zonas regables (respecto al mar, lagos salados o acuíferos no explotables) y la **calidad** de las aguas de retorno.
3. **Sólo una reducción del uso consuntivo supone un ahorro** real de agua, ya que el agua no consumida queda disponible para ser utilizada de nuevo.
4. **El incremento de la eficiencia del riego**, y la consiguiente reducción en el volumen de agua aplicado en una zona regable, **ahorra agua únicamente en aquellos regadíos cuyos retornos del riego no son aprovechables** (por ejemplo, regadíos próximos al litoral que vierten sus retornos al mar). **El incremento de la eficiencia del riego**, y la consiguiente reducción en el volumen de los retornos de riego, **no ahorra agua en aquellos regadíos cuyos retornos son aprovechables** (por ejemplo, regadíos del interior de la cuenca que vierten sus retornos a un río).
5. **El concepto de contabilidad del agua**, y la definición de usos consuntivos y no consuntivos, **tiene en cuenta el potencial de reutilización de los retornos del riego**, por lo que es el más apropiado que el concepto de eficiencia del riego para evaluar el impacto del regadío sobre la disponibilidad de los recursos hídricos a escala de cuenca. El concepto de eficiencia puede generar falsas expectativas de ahorro de agua, por lo que su uso debería limitarse al diseño de infraestructuras y a la programación de riegos.