

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS PARA EL RIEGO DE APOYO DE LA VID DE VINIFICACIÓN EN LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN PROTEGIDA UTIEL-REQUENA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

ALUMNO: Carlos Parrado Abad

TUTOR: Dr. Vicente Castell Zeising

Curso Académico: 2014/2015

VALENCIA, MAYO 2015

Licencia Creative Commons "Reconocimiento no Comercial –Sin Obra Derivada"



Título del Trabajo Final de Grado:

DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS PARA EL RIEGO DE APOYO DE LA VID DE VINIFICACIÓN EN LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN PROTEGIDA UTIEL-REQUENA

Resumen:

El Real Decreto 595/2014, de 11 de julio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar, es la normativa de referencia para fijar las dotaciones de agua para el riego de los diferentes cultivos, en las diferentes zonas de la cuenca del Júcar.

La dotación neta de las diferentes zonas de la cuenca para vid de vinificación varía entre 1.388 m³ ha⁻¹ y 3.100 m³ ha⁻¹, siendo su media aritmética de 2.169,67 m³ ha⁻¹.

Para el riego de apoyo en viña, la misma normativa, establece también como dotación bruta genérica un volumen de 1.250 m³ ha⁻¹, exceptuando a la zona de la Mancha Oriental con 1.500 m³ ha⁻¹ y a la zona de la DOP Utiel-Requena donde se reduce hasta 450 m³ ha⁻¹.

Con el presente trabajo se pretende calcular las necesidades de riego de la vid de vinificación en la zona de actuación de la Denominación de Origen Protegida Utiel-Requena, para poder determinar si las dotaciones brutas asignadas, las más bajas en este cultivo con diferencia de toda la cuenca, llegan al umbral mínimo para cubrir sus necesidades hídricas.

Los valores obtenidos en el cálculo, se encuentran muy próximos a la media aritmética de todas las zonas del cultivo de vid de vinificación de la cuenca hidrográfica del Júcar, por lo que no existe razón para no aplicar la dotación bruta genérica de 1.250 m³ ha⁻¹, para el riego de apoyo.

Palabras claves: necesidades hídricas, vid de vinificación, Denominación de Origen Protegida Utiel-Requena, riego de apoyo, evapotranspiración

Abstract:

By the Royal Decree 595/2014 of July 11th, by which the River Júcar Hydrological Plan is approved, is the standard reference for setting water allocations for irrigation of different crops in different areas of the Jucar basin.

The net amount allocated of the different areas of the basin dedicated to vine wine range from 1,388 m³ ha⁻¹ and 3,100 m³ ha⁻¹, and its arithmetic average is 2169.67 m³ ha⁻¹.

For the vineyard irrigation support, the same law also establishes a generic amount allocated of a volume of 1,250 m³ ha⁻¹, except for the area of the Eastern La Mancha with 1,500 m³ ha⁻¹ and the area of the PDO Utiel-Requena where it's reduced to 450 m³ ha⁻¹.

The present work aims to calculate the irrigation needs of the vine grapes in the area of activity of the PDO Utiel-Requena, to determine whether the gross amounts allocated, the lowest of all the basin in this crop type, reach the minimum threshold to meet their water needs.

The values obtained in the calculation, are very close to the average of all areas of growing vine wine of the Júcar watershed, so there is no reason not to apply the generic brute allocation of 1,250 m³ ha⁻¹ to support irrigation.

Keywords: irrigation needs, vine grapes, PDO Utiel-Requena, support irrigation, evapotranspiration

Autor: Carlos Parrado Abad

Localidad y fecha: Valencia, mayo de 2015

Tutor Académico: Dr. Vicente Castell Zeising

Agradecimientos

- Al Dr. Vicente Castell Zeising por dejarse embarcar en este proyecto.
- A La Unió de Llauradors i Ramaders por darme la posibilidad de aprender.
- A Luis Javier Navarro Berlanga, por los contactos y los datos prácticos del cultivo en Utiel-Requena.
- Al Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Utiel-Requena, por su atención y amabilidad.

Agradecimientos especiales

- A mi hijo Adrián, a mi compañera de viaje, Mari Carmen, a mi madre, a mi padre, a mi hermana y a mi cuñado, por su cariño, apoyo y ayuda constante e incondicional.

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. MARCO NORMATIVO	1
1.2. ANTECEDENTES.....	2
1.2.1. DOTACIONES PARA EL CULTIVO DE VID EN D.O.P. UTIEL-REQUENA.....	2
1.2.2. IMPORTANCIA DE LA VID DE VINIFICACIÓN EN ESPAÑA Y COMUNITAT VALENCIANA	3
1.2.3. DATOS TÉCNICOS DE LA D.O.P. UTIEL-REQUENA	3
1.2.4. EL CULTIVO DE LA VID	5
1.2.5. RÉGIMEN HÍDRICO. NECESIDADES DE AGUA.....	7
2. OBJETIVOS	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1. DATOS METEOROLÓGICOS.....	9
3.1.1. ELECCIÓN DE OBSERVATORIOS.....	9
3.1.2. DATOS CLIMÁTICOS	9
3.2. ÍNDICES TERMOPLUVIOMÉTRICOS Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	12
3.2.1. ÍNDICE DE LANG	12
3.2.2. CRITERIO UNESCO-FAO	12
3.2.3. ÍNDICE DE MARTONNE	13
3.2.4. ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE DANTÍN CERECEDA-REVENGA	13
3.2.5. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHTWAITE	14
3.3. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN	16
3.3.1. RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE	18
3.3.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO.....	19
3.4. CORRECCIÓN POR EFECTO DE LA LOCALIZACIÓN (KL).....	20
3.5. CORRECCIÓN POR VARIACIÓN CLIMÁTICA (KVC).....	21
3.6. CORRECCIÓN POR EFECTO DE ADVENCIÓN	21
3.7. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE RIEGO NETAS	21
3.7.1. PRECIPITACIÓN EFECTIVA	21
3.7.2. BALANCE HÍDRICO	22
3.8. NECESIDADES TOTALES DE RIEGO	22
3.8.1. REQUERIMIENTOS DE LIXIVACIÓN	22
3.8.2. PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN PROFUNDA	24
3.8.3. PÉRDIDAS POR FALTA DE UNIFORMIDAD EN EL RIEGO.....	25
3.8.4. CÁLCULO NECESIDADES TOTALES DE RIEGO	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	25
4.1. ÍNDICES TERMOPLUVIOMÉTRICOS Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	26
4.1.1. ÍNDICE DE LANG	26
4.1.2. CRITERIO UNESCO-FAO	26
4.1.3. ÍNDICE DE MARTONNE	26
4.1.4. ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE DANTÍN CERECEDA-REVENGA	26
4.1.5. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHTWAITE	27
4.2. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	27
4.3. COEFICIENTES CORRECTORES.....	28

4.3.1.	CORRECCIÓN POR EFECTO DE LA LOCALIZACIÓN (KL).....	28
4.3.2.	CORRECCIÓN POR VARIACIÓN CLIMÁTICA (KVC).....	28
4.3.3.	CORRECCIÓN POR EFECTO DE ADVENCIÓN.....	29
4.4.	DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE RIEGO NETAS	29
4.4.1.	PRECIPITACIÓN EFECTIVA	29
4.4.2.	BALANCE HÍDRICO	30
4.4.3.	NECESIDADES DE RIEGO NETAS.....	31
4.5.	NECESIDADES TOTALES DE RIEGO	31
4.5.1.	REQUERIMIENTOS DE LIXIVACIÓN	31
4.5.2.	PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN PROFUNDA	32
4.5.3.	PÉRDIDAS POR FALTA DE UNIFORMIDAD EN EL RIEGO.....	32
4.6.	NECESIDADES HÍDRICAS DEMARCACIÓN CUENCA DEL JÚCAR	34
5.	CONCLUSIONES	35
6.	BIBLIOGRAFÍA	36
7.	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1.- Temperatura media anual y mensual en el periodo 1990-2013 (°C) Utiel	10
Tabla 3.2.- Precipitación media anual y mensual en el periodo de 1990-2013 (mm) Utiel	10
Tabla 3.3.- Temperatura media anual y mensual en el periodo 1990-2013 (°C) Requena	11
Tabla 3.4.- Precipitación media anual y mensual en el periodo de 1990-2013 (mm) Requena	11
Tabla 3.5.- Índice de Lang	12
Tabla 3.6.- Criterio Unesco-FAOa	12
Tabla 3.7.- Criterio Unesco-FAOb	13
Tabla 3.8.- Índice de Martonne	13
Tabla 3.9.- Índice de Dantín Cereceda-Revenga	14
Tabla 3.10.- Índice de humedad	14
Tabla 3.11.- Variación estacional de la humedad	15
Tabla 3.12.- Eficacia térmica	15
Tabla 3.13.- Concentración de la eficacia térmica en verano	15
Tabla 3.14.- Valores de la R_a , para latitud 40°, en $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$	18
Tabla 3.15.- Factores de conversión para expresar evapotranspiración	18
Tabla 3.16.- Valores de la R_a , para latitud 40°, en mm día^{-1}	19
Tabla 3.17.- Valores de K_C para la vid según el Servicio de Tecnología del Riego-IVIA	20
Tabla 3.18.- Valores de K_C para la vid según Williams & Ayars (2005)	20
Tabla 3.19.- Eficiencia de aplicación climas áridos	24
Tabla 3.20.- Eficiencia de aplicación climas húmedos	24
Tabla 3.21.- Coeficiente de uniformidad para zonas áridas	25
Tabla 4.1.- Valores ET_0 Utiel	27
Tabla 4.2.- Valores ET_0 Requena	27
Tabla 4.3.- Valores ET_C Utiel Servicio Tecnología del Riego	27
Tabla 4.4.- Valores ET_C Requena Servicio Tecnología del Riego	28
Tabla 4.5.- Valores ET_C Utiel Williams & Ayars (2005)	28
Tabla 4.6.- Valores ET_C Requena Williams & Ayars (2005)	28
Tabla 4.7.- Valores K_C Utiel Servicio Tecnología del Riego	29
Tabla 4.8.- Valores K_C Utiel Williams & Ayars (2005)	29
Tabla 4.9.- Valores K_C Requena Servicio Tecnología del Riego	29
Tabla 4.10.- Valores K_C Requena Williams & Ayars (2005)	29
Tabla 4.11.- Precipitación efectiva Utiel	29
Tabla 4.12.- Precipitación efectiva Requena	30
Tabla 4.13.- Balance hídrico Servicio Tecnología del Riego – Utiel	30
Tabla 4.14.- Balance hídrico Williams & Ayars (2005) – Utiel	30
Tabla 4.15.- Balance hídrico Servicio Tecnología del Riego – Requena	30
Tabla 4.16.- Balance hídrico Williams & Ayars (2005) – Requena	31
Tabla 4.17.- Necesidades de riego netas – Utiel	31
Tabla 4.18.- Necesidades de riego netas – Requena	31
Tabla 4.19.- Necesidades de riego totales Servicio Tecnología del Riego- Utiel	32
Tabla 4.20.- Necesidades de riego totales Williams & Ayars (2005) – Utiel	33

Tabla 4.21.- Necesidades de riego totales Servicio Tecnología del Riego- Requena	33
Tabla 4.22.- Necesidades de riego totales Williams & Ayars (2005) – Requena	33
Tabla 4.23.- Necesidades de riego totales – Utiel	33
Tabla 4.24.- Necesidades de riego totales – Requena	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. – Dotaciones brutas para riego de apoyo Plan Hidrológico del Júcar	2
Figura 3.1. – Ecuación método Penman-Monteith	17
Figura 3.2. – Ecuación método Hargreaves	17
Figura 3.3. – Factor de corrección por advención en función de la superficie de la explotación	21
Figura 3.4. – Tolerancia de los cultivos a la salinidad en relación con al % producción	23

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MARCO NORMATIVO

La planificación hidrológica se encuentra regulada, a nivel europeo por la Directiva 2000/60/CE, de 23 de octubre de 2000, del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

A nivel estatal existe numerosa normativa que regula este aspecto, destacando el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, que en su artículo 40.1 establece que la planificación hidrológica tendrá como objetivos generales conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas, la satisfacción de las demandas de agua, el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales. En este sentido, el citado artículo, en su apartado 3, establece que la planificación hidrológica se realiza mediante los planes hidrológicos de cuenca y el Plan Hidrológico Nacional, este último aprobado por la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

Cada Demarcación Hidrográfica, a nivel estatal, elabora, también, sus propios Planes Hidrológicos. El artículo 40.3 del texto refundido de la Ley de Aguas, establece que el ámbito territorial de cada plan hidrológico será coincidente con el de la Demarcación Hidrográfica correspondiente. De este modo, el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, delimita la Demarcación Hidrográfica del Júcar, como el territorio de las cuencas hidrográficas intercomunitarias comprendido entre la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura y la desembocadura del río Cenia, incluido su cuenca; y además la cuenca endorreica de Pozohondo, junto con las aguas de transición. Las aguas costeras tienen como límite sur la línea con orientación 100,00 °, que pasa por el límite costero entre los términos municipales de Elche y Guardamar del Segura, y como límite norte la línea con orientación 122,50 ° que pasa por el extremo meridional de la playa de Alcanar.

La normativa de referencia de esta Demarcación Hidrográfica es el Real Decreto 595/2014, de 11 de julio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar, que es la figura legal que aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. DOTACIONES PARA EL CULTIVO DE VID EN D.O.P. UTIEL-REQUENA

El Plan Hidrológico del Júcar, establece en su artículo 19 el siguiente orden de preferencias de los usos:

- a) Abastecimiento de población
- b) Regadíos y usos agrarios
- c) Usos industriales para producción de energía
- d) Otros usos industriales no incluidos en el apartado anterior
- e) Acuicultura
- f) Navegación y transporte acuático
- g) Usos recreativos
- h) Otros usos

El uso definido como "b) Regadíos y usos agrarios", ocupa el segundo lugar en importancia, siendo compatible con el uso de abastecimiento a la población.

El Plan Hidrológico del Júcar, indica en su artículo 38 que en los expedientes de concesión o revisión de características, y salvo justificación en contrario, se utilizarán las dotaciones netas de cultivo por zona agraria establecidas en el Apéndice 7.3 del mismo.

En concreto, las zonas agrarias 0903005 y 0903304, son las amparadas por el Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Utiel-Requena para la uva de vinificación, en el citado Apéndice 7.3. Estas dos zonas agrarias tienen una dotación bruta para el riego de apoyo a la vid de vinificación, según el Apéndice 7.3 del Plan Hidrológico del Júcar, de $450 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

Así mismo, el Apéndice 7.4 del Plan Hidrológico del Júcar, tiene el siguiente contenido:

Nombre del cultivo	Dotación bruta (riego apoyo) ($\text{m}^3 / \text{ha.año}$)
Leñosos (olivos, almendros, vid)	1.250
Especies trufícolas	1.000

En la zona de la Mancha Oriental la dotación de leñosos de la tabla anterior podrá ser hasta $1.500 \text{ m}^3/\text{ha.año}$, mientras que en la zona de la denominación de origen Utiel-Requena, la dotación bruta de apoyo para vid podrá reducirse hasta $450 \text{ m}^3/\text{ha.año}$.

Figura 1.1. – Dotaciones brutas para riego de apoyo Plan Hidrológico del Júcar

1.2.2. IMPORTANCIA DE LA VID DE VINIFICACIÓN EN ESPAÑA Y COMUNITAT VALENCIANA

Según datos del Anuario de Estadística 2013 del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la superficie total, en España, cultivada de viñedo de uva para vinificación es de 930.204 ha, de las cuales el 20,70 % corresponden a regadío.

En la Comunidad Valenciana existen 64.143 ha cultivadas de uva de vinificación, de las cuales 48.007 ha se cultivan en secano y 16.136 en regadío, según datos del Anuario de Estadística 2013 del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

1.2.3. DATOS TÉCNICOS DE LA D.O.P. UTIEL-REQUENA

La Denominación de Origen Protegida Utiel-Requena, engloba nueve municipios del interior de la provincia de Valencia: Caudete de las Fuentes, Camporrobles, Fuenterrobles, Requena, Siete Aguas, Sinarcas, Utiel, Venta del Moro y Villargordo del Cabriel.

Según datos publicados en la Memoria 2013 del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Utiel-Requena, hay un total de 34.312 hectáreas inscritas, 5.604 viticultores registrados y un total de 95 bodegas acogidas a DOP Utiel-Requena.

La DOP Utiel-Requena se encuentra en la zona más interior de la Comunitat Valenciana. Goza de una identidad geográfica homogénea y unos rasgos climáticos comunes. Su relieve forma una pequeña meseta, de perímetro casi circular, ligeramente inclinada hacia el Mediterráneo y dista del mismo unos 65 kilómetros en línea recta.

El clima se clasifica como Mediterráneo con rasgos de continentales importantes. La pluviometría es escasa e irregular, con mínimos de 150 mm al año y media de 400 mm, aunque en los últimos años con tendencia a la baja. La insolación media se sitúa en las 2.700 horas al año y la altitud varía entre 600 y 900 metros sobre el nivel del mar.

Su relieve topográfico es peculiar por un desnivel constante de las tierras, con formación de los llamados "vallejos" y la presencia de "cerritos" de escasa elevación. Este perfil del terreno dota a muchos viñedos de singularidad, al ser poco inundables y con muy baja capacidad para retener agua.

En referencia a los suelos, en general, predominan los suelos de textura franca, con buen equilibrio de arena, limo y arcilla, con caliza abundante y pobres en materia orgánica, fósforo y magnesio.

En cuanto a las variedades de uva, predomina la variedad bobal que es la autóctona de la DOP Utiel-Requena, ocupando un 74% de la superficie de viñedo inscrito. Esta variedad cultivada tradicionalmente, singulariza los vinos de la Denominación, tanto los tintos jóvenes y de guarda, así como los rosados.

El cultivo en Utiel-Requena de otras variedades, tanto tintas como blancas con buenas aptitudes vitícolas y enológicas, ha dado lugar a que se diversifique y complemente la tipicidad de la DOP. Así, es también reseñable la calidad y diversidad de los vinos blancos, espumosos y cavas producidos en esta DOP.

Las variedades de uva autorizadas para elaborar vinos DOP Utiel-Requena son las siguientes:

Variedades tintas:

'Bobal' (autéctona)
'Tempranillo'
'Garnacha Tinta'
'Garnacha Tintorera'
'Cabernet Sauvignon'
'Merlot'
'Syrah'
'Pinot Noir'
'Petit Verdot'
'Cabernet Franc'

Variedades blancas:

'Macabeo'
'Merseguera'
'Tardana' (autéctona)
'Chardonnay'
'Sauvignon Blanc'
'Parellada'
'Verdejo'
'Moscatel de grano menudo'

1.2.4. EL CULTIVO DE LA VID

La vid (*Vitis vinifera* L.) es un arbusto formado por las raíces, el tronco y los brazos, que soportan los pámpanos, con sus hojas insertas en los nudos que van provistos en posición alternativamente opuesta. En algunos nudos, y en posición opuesta a las hojas, se sitúan los racimillos de flor que pasaran a ser racimillos de frutos y los zarcillos.

Al final del ciclo vegetativo anual los pámpanos agostan, perdiendo las hojas, los racimos de uvas y los zarcillos, pasando a ser sarmientos. Los trozos de sarmientos, con una o dos yemas generalmente, que se dejan en las poda se denominan pulgares, y si tienen más yemas se denominan varas.

Las flores de vid son, normalmente, hermafroditas y, excepcionalmente, unisexuales masculinas o femeninas, con la corola de pétalos soldados superiormente, constituyendo la caliptra de apertura ínfera, conteniendo la cavidad ovárica cuatro óvulos de placentación parietal.

En las bayas o uvas, se distingue el hollejo que corresponde el epicarpio del fruto y la pulpa que corresponde al mesocarpio del fruto. Dentro de la pulpa, sin distinguirse de ella, se sitúan las pepitas, en número de cuatro en las variedades pirenas, pudiendo estar en menor número e incluso faltar en las apirenas.

En nuestro climas templados, la vid recorre en el año diferentes fases: reposo invernal, lloro, brotación, floración, parada de verano, enverado, maduración (vendimia) y caída de la hoja. De la brotación a la parada de verano constituye la fase de crecimiento; de la parada de verano a la caída de la hoja, la formación de reservas y de la caída de la hoja al floro, la fase de reposo.

Se estima que la *Vitis vinifera* L. apareció en la península ibérica hace de 3.000 a 4.000 años. Considerándose al pueblo fenicio, precursor de la producción industrial de vino en la península. Con la llegada de los romanos, se difundió el cultivo, por ser éste afín a sus costumbres, entre ellas el hábito de consumir vino. Aunque fenicios y griegos habían comercializado ya con vino, los romanos fueron también los grandes impulsores de su exportación fundamentalmente desde Tarraco (Tarragona), la antigua Zacinto (Sagunto) y Gades (Cádiz).

En el periodo de dominación visigoda de la península y hasta los árabes en el año 711, se recuperó el cultivo de la vid alrededor de los monasterios, santuarios y pequeñas ermitas que supieron cuidar la vid y elaborar vino. No obstante, el periodo árabe supuso un gran retroceso en la viticultura, pero no su desaparición, por quedar restringida a manos mozárabes y haber incluso árabes con la costumbre de beber vino. La actividad monástica, a partir del fin de los siete siglos en que los árabes estuvieron en la península ibérica, supuso la recuperación y expansión de la viticultura.

La evolución de la viticultura desde el siglo XVI al XIX fue decisiva y se caracterizó por su gran riqueza, pero fue frenada por la aparición de enfermedades de la vid de origen americano: Oidio (*Uncinula necator*) en 1950 y el Mildiu (*Plasmopara viticola*) en 1884, pero sobretudo por la filoxera, iniciada en 1876. La reconstitución del viñedo filoxerado con nuevas plantaciones de portainjertos resistentes fue lenta y laboriosa. La expansión de la viticultura en España, fue continuando, desde aquellas fechas, hasta 1.717.000 ha en 1976-1980. La entrada de España en la Comunidad Económica Europea en 1986, obligó a una ordenación general del sector vitivinícola, dando lugar a una contracción de la superficie, llegando en el año 2000 a 1.174.000 ha. Actualmente, la superficie de viñedo se encuentra estabilizada con una tecnificación creciente y modernización de las bodegas, dirigidas a una mejora significativa en la calidad de los vinos.

La vid es una planta exigente en calor y sensible a las heladas de invierno y primavera, necesitando, no solamente para su desarrollo vegetativo, sino para la maduración de sus frutos, que precisan una iluminación y temperaturas adecuadas altas. Considerándose, como regla general, que las temperaturas medias anuales no deben ser inferiores a los 9 °C, situándose el óptimo entre 11 y 18 °C.

La vid es muy resistente a la falta de humedad, pudiendo vegetar con escasas lluvias, una vez cubiertas sus necesidades mínimas. Se ha llegado a considerar que una pluviometría de 350 a 600 mm es adecuada para la producción de vinos de calidad. En el caso particular de España, la precipitación total media oscila de 1.377 mm en Galicia a 322 mm en Canarias y la evapotranspiración potencial se mueve en el rango de 704 mm y 909 mm, respectivamente. La escasez o falta de humedad es el principal factor limitativo de la producción de vid, aún cuando su calidad es excelente.

La vid precisa de una iluminación elevada, mínima de 1.500 a 1.600 horas anuales, de las que deben corresponder mínimo de 1.200 horas al periodo de vegetación, dependiendo todo ello de la latitud del viñedo.

Los terrenos más adecuados para el cultivo de la vid son los arenosos-francos, sueltos silíceo-calizos y profundos. Los terrenos en los que predominan los limos y las arcillas son menos adecuados para el cultivo de la vid, dando buenas producciones pero generalmente, menos finos; confiriéndoles dureza, cuerpo y pastosidad, entre otras características.

La vid extrae de los suelos cantidades relativamente importantes de los denominados elementos mayores (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro y azufre) y muy pequeñas de elementos menores (boro, molibdeno, manganeso, zinc, cobre, sodio y cloro). La resistencia a la salinidad es restringida, depende las condiciones, no recomendándose la plantación con salinidad superior al 1,5-2 ‰, expresada en sales solubles de NaCl.

El abonado en el viñedo puede ser de fondo o de restitución, aplicando el primero después del subsolado o desfonde, antes de la plantación, y el segundo, generalmente, después de la poda, en los meses de enero-febrero para nuestras situaciones.

El principal destino de la uva, además del consumo como uva de mesa, zumos, pasa de uva y mostos de uva, es la producción de vino.

1.2.5. RÉGIMEN HÍDRICO. NECESIDADES DE AGUA

La vid, se cultiva en prácticamente todas las situaciones, tanto bajo climas húmedos con 800-1.000 mm y más mm de precipitación, como en extremadamente secos, rozando incluso los 250-300 mm, naturalmente con muy bajas producciones, por lo que se considera más real considerar un mínimo de 400 mm, todo ello supeditado, fundamentalmente, a la textura del suelo. El consumo medio de agua de la vid tiene la siguiente distribución: periodo invernal 2%, de la brotación al cuajado 10%, del cuajado al envero 43% y del envero a la caída de la hoja 45%. Las labores profundas de invierno tienen como objetivo principal captar e incrementar las reservas de agua en el suelo procedente de la lluvia y las labores superficiales el de mantenerla en verano.

2. OBJETIVOS

Actualmente, tal y como se ha comentado anteriormente, se utiliza como referencia, para las dotaciones hídricas de los diferentes cultivos, los datos del Real Decreto 595/2014, de 11 de julio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar que sitúan las dotaciones brutas para el riego de apoyo en la vid, en ámbito de la DOP Utiel-Requena, en $450 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Esta dotación, según consultas realizadas al Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Utiel-Requena, resulta totalmente insuficiente para cubrir las necesidades hídricas para el riego de apoyo de la viña de vinificación en su zona de actuación, más aún si cabe en las condiciones actuales con largos periodos de falta de pluviometría. Se adjunta, en el Anexo I, documentación del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Utiel-Requena, de los años 2011 y 2013, explicando esta situación y solicitando el aumento correspondiente a la Confederación Hidrográfica del Júcar.

En toda la demarcación de la Confederación Hidrográfica del Júcar, según la normativa referenciada, las dotaciones netas de riego para uva de vinificación varían entre $3.100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y $1.388 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Por otra parte, se establece, como dotación bruta genérica, para el riego de apoyo en viña una dotación de $1.250 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Siendo, por tanto, la dotación para la zona de actuación de la DOP Utiel-Requena, una clara excepción diferenciada del resto.

El objetivo principal de este trabajo es calcular las necesidades hídricas de la vid de vinificación, en el territorio amparado bajo la Denominación de Origen Protegida Utiel-Requena, para poder determinar si la dotación bruta del riego de apoyo fijada por la normativa de referencia se ajusta a las necesidades reales del cultivo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DATOS METEOROLÓGICOS

3.1.1. ELECCIÓN DE OBSERVATORIOS

Los datos correspondientes a temperaturas y pluviometría que se exponen, son todos provenientes de "Información elaborada por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente"

El periodo que se ha tomado como referencia para las distintas clasificaciones climáticas ha sido el comprendido entre 1990 y 2013, según los datos termométricos y pluviométricos.

Como estaciones de referencia, se ha optado por elegir los datos correspondientes a las estaciones climáticas de Utiel y Requena, por ser representativas de la zona de estudio y ser las únicas que disponen de los datos necesarios y completos para el cálculo, así como con una serie de años actualizada, reciente y continua.

3.1.2. DATOS CLIMÁTICOS

- Térmicos
 - Temperaturas medias de las medias
 - Temperaturas medias de las máximas
 - Temperatura media de las mínimas

- Pluviométricos
 - Precipitación total mensual
 - Precipitación total año medio



Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
 Agencia Estatal de Meteorología
 Delegación Territorial en la Comunidad Valenciana

C/Botánico Cabanilles nº 3
 46071 Valencia
 Tfno 96 39 32 284



Indicativo: 8311 UTIEL		Provincia: VALENCIA
Altitud: 740m	Latitud: 39°34'12"N	Longitud: 01°12'08"W

Tabla 3.1.- Temperatura media anual y mensual en el periodo 1990-2013 (°C) Utiel

	Media anual	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	des
Medias mensuales	12,25	4,22	5,40	8,00	10,23	14,20	18,72	21,83	21,90	17,61	12,82	7,53	4,62
Medias de las máximas	18,93	9,64	11,60	14,55	16,69	21,00	26,62	30,55	30,23	24,55	18,89	13,01	9,83
Medias de las mínimas	5,55	-1,25	-0,86	1,41	3,72	7,37	10,80	13,09	13,52	10,65	6,70	2,01	-0,62

Tabla 3.2.- Precipitación media anual y mensual en el periodo de 1990-2013 (mm) Utiel

Estación	Total anual	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	des
8311 Utiel	385,24	29,15	22,79	27,79	45,92	46,71	22,44	9,52	19,48	48,09	50,27	29,96	33,13



Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
 Agencia Estatal de Meteorología
 Delegación Territorial en la Comunidad Valenciana

C/Botánico Cabanilles nº 3
 46071 Valencia
 Tfno 96 39 32 284



Indicativo: 8313 REQUENA	Provincia: VALENCIA
Altitud: 691m	Longitud: 01°06'00"W
Latitud: 39°29'19"N	

Tabla 3.3.- Temperatura media anual y mensual en el periodo 1990-2013 (°C) Requena

	Media anual	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	des
Medias mensuales	14,64	5,95	7,63	10,75	13,05	16,92	21,75	24,95	24,98	19,40	14,72	9,38	6,28
Medias de las máximas	20,18	10,12	12,81	16,61	19,04	23,04	28,46	32,12	31,88	24,92	19,40	13,62	10,10
Medias de las mínimas	9,07	1,76	2,40	4,84	7,01	10,74	14,99	17,73	18,02	13,83	10,02	5,10	2,41

Tabla 3.4.- Precipitación media anual y mensual en el periodo de 1990-2013 (mm) Requena

Estación	Total anual	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	des
8313 Requena	396,26	25,28	33,16	44,61	41,70	25,91	14,60	12,86	39,70	46,35	37,35	40,02	34,72

3.2. ÍNDICES TERMOPLUVIOMÉTRICOS Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

A continuación, se describe la metodología de varios índices de referencia:

3.2.1. ÍNDICE DE LANG

El índice anual de Lang se define como $I = P/T$, siendo:

- P = precipitación media anual en mm
- T = temperatura media anual en °C

Tabla 3.5.- Índice de Lang

Índice de Lang	Clima	Zona
0 – 20	Árido	Desértica
20 – 40	Árido	Árido
40 – 60	Húmedo	Húmedo de estepas
60 – 100	Húmedo	Húmedo de bosques claros
100 – 160	Húmedo	Húmedo de grandes bosques
+ 160	Perhúmedo	Perhúmedo de prados y tundras

3.2.2. CRITERIO UNESCO-FAO

- a) Según temperatura media de las máximas del mes más frío T_1

Tabla 3.6.- Criterio Unesco-FAO a)

Grupo I:

Mayor de 15 °C	Clima árido
Entre 15 y 10 °C	Clima templado cálido
Entre 10 y 0 °C	Clima templado medio

Grupo II:

Entre 0 y -5 °C	Clima templado frío
Menor -5 °C	Clima frío

b) Según temperatura media de las mínimas del mes más frío T2

Tabla 3.7.- Criterio Unesco-FAO

T2 > 11 °C	Sin invierno
7 < T2 < 11 °C	Invierno cálido
3 < T2 < 7 °C	Invierno suave
-1 < T2 < 3 °C	Invierno moderado
-5 < T2 < -1 °C	Invierno frío
T2 < -5 °C	Invierno muy frío

3.2.3. ÍNDICE DE MARTONNE

El Índice de Martonne se define como $I = P / (T+10)$ siendo:

- P = precipitación media anual en mm
- T = temperatura media anual en °C

Los valores orientativos del índice de Martonne son:

Tabla 3.8.- Índice de Martonne

Índice de Martonne	Zona
$I \leq 40$	Regiones muy húmedas
$30 < I < 40$	Regiones subhúmedas
$20 < I < 30$	Regiones del olivo y cereales
$10 < I < 20$	Regiones secas - estepas
$5 < I < 10$	Regiones desérticas

3.2.4. ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE DANTÍN CERECEDA-REVENGA

El índice termopluiométrico de Dantín Cereceda-Revenga define a las zonas como húmedas, semiáridas y áridas en función de la siguiente fórmula matemática:

$$I = (T \times 100) / P$$

- P = precipitación media anual en mm.
- T = temperatura media anual en °C

Los valores orientativos del Índice de Dantín Cereceda-Revenga quedan definidos por la siguiente tabla:

Tabla 3.9.- Índice de Dantín Cereceda-Revenga

Índice Dantín-Revenga	Zona
$2 > I$	Húmeda
$2 < I < 3$	Semiárida
$3 < I < 6$	Árida

3.2.5. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE

Está basada en el concepto de evapotranspiración potencial y en el balance de vapor de agua. La fórmula utilizada para caracterizar un clima, según Thornthwaite, está compuesta por cuatro letras y unos subíndices. Las letras mayúsculas, se refieren al "Índice de humedad", la primera, y a la "Eficacia térmica" de la zona, la segunda. Las letras minúsculas, corresponden a la "Variación estacional de la humedad", la primera, y a la "Concentración de la eficiencia térmica en verano", la segunda, y quedan definidas en las siguientes tablas:

Tabla 3.10.- Índice de humedad.

Climas Húmedos		
Símbolos	Tipos de Clima	Índice hídrico
A	Súper húmedo	mayor a 100
B4	Muy húmedo	80 a 100
B3	Húmedo	60 a 80
B2	Moderadamente húmedo	40 a 60
B1	Ligeramente húmedo	20 a 40
C2	Sub húmedo húmedo	0 a 20
Climas secos		
C1	Sub húmedo seco	0 a -20
D	Semiárido o seco	-20 a -40
E	Árido	-40 a -60

Tabla 3.11.- Variación estacional de la humedad.

Para climas Húmedos (índice de aridez (Ia))		
Símbolos	Tipos de variación	Índice de variación
r	Nula o pequeña deficiencia de agua	0 a 16,7
s	Moderada deficiencia en verano	16,7 a 33,3
w	Moderada deficiencia en invierno	16,7 a 33,3
s ₂	Gran deficiencia en verano	Más de 33,3
w ₂	Gran deficiencia en invierno	Más de 33,3
Para climas secos (índice humedad (Ih))		
d	Nula o pequeño exceso de agua	0 a 10
s	Moderado exceso en verano	10 a 20
w	Moderado exceso en invierno	10 a 20
s ₂	Gran exceso en verano	Más de 20
w ₂	Gran exceso en invierno	Más de 20

Tabla 3.12.- Eficacia térmica.

Símbolos	Región térmica	ETP (mm)
A'	Megotérmica o cálida	1.140 y más
B'4	Mesotérmica semi cálida	997 a 1.140
B'3	Mesotérmica templada cálida	855 a 997
B'2	Mesotérmica templada fría	712 a 855
B'1	Mesotérmica semi fría	570 a 712
C'2	Microtérmica fría moderada	427 a 570
C'1	Microtérmica fría acentuada	285 a 427
D'	Tundra	142 a 285
E'	Helado o glacial	Menos de 142

Tabla 3.13.- Concentración de la eficacia térmica en verano.

Tipo de clima	% verano año⁻¹
a'	Menos del 48
b'4	48 a 51,9
b'3	51,9 a 56,3
b'2	56,3 a 61,6
b'1	61,6 a 68,0
c'2	68,0 a 73,6
c'1	73,6 a 88,0
d'	Más de 88

3.3. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

La determinación de las necesidades del agua de los cultivos es el paso previo para establecer los volúmenes de agua que será necesario aportar con el riego.

Entre los métodos investigados para predeterminar estas necesidades, quizás sean los más utilizados los que se basan en la evapotranspiración. El concepto de evapotranspiración como suma de la transpiración de la planta y de la evaporación en suelo y planta, ha dado lugar a numerosas fórmulas de uso frecuente ante las dificultades que plantean las determinaciones directas.

Para la determinación de la ET_0 , utilizaremos la metodología descrita en el Estudio FAO riego y drenaje 56, publicado en 2006, por ser el organismo de referencia en este ámbito.

En esta publicación, se analizan y comparan los resultados de los diferentes métodos para el cálculo de la ET_0 . Entre otras se obtiene las siguientes conclusiones:

- Dado el mejor comportamiento y consistencia del método FAO Penman-Monteith en el ámbito global, este es el único que se recomienda como método estándar de cálculo.

- Los métodos basados en la temperatura del aire al ser empíricos, requieren cuidadosas calibraciones locales para alcanzar resultados satisfactorios. Una excepción posible es el método de Hargreaves (1985) que ha producido resultados razonables de ET_0 con cierta validez global.

La ecuación Penman-Monteith utiliza datos climáticos de radiación solar, temperatura del aire, humedad y velocidad del viento. Para asegurar la precisión del cálculo, los datos climáticos deben ser medidos o ser convertidos a 2 m de altura, sobre una superficie extensa de pasto verde, cubriendo completamente el suelo y sin limitaciones de agua. No se puede esperar que ninguna ecuación formulada para el cálculo de la evapotranspiración y basada en datos climáticos, determine la evapotranspiración perfectamente, bajo diferentes situaciones climáticas específicas. Esto es debido principalmente a la simplificación en la formulación y los errores en la recopilación de los datos climáticos. Es probable que instrumentos de precisión, bajo condiciones ambientales y biológicas completamente controladas, demuestren que la ecuación de FAO Penman-Monteith se desvía ocasionalmente de mediciones reales de la ET_0 del pasto.

Sin embargo, el panel de expertos acordó utilizar la definición hipotética del cultivo de referencia sobre el que se basa la ecuación FAO Penman-Monteith como un valor de comparación homogeneizado de tal manera que los datos de diferentes zonas del mundo sean comparables entre sí.

La ecuación propuesta por el método FAO Penman-Monteith presenta numerosas variables, de las que, en la mayoría de las estaciones climáticas, no existe registro de estos datos:

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

donde:

ET_o	evapotranspiración de referencia (mm día ⁻¹)
R_n	radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m ⁻² día ⁻¹)
R_a	radiación extraterrestre (mm día ⁻¹)
G	flujo del calor de suelo (MJ m ⁻² día ⁻¹)
T	temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)
u_2	velocidad del viento a 2 m de altura (m s ⁻¹)
e_s	presión de vapor de saturación (kPa)
e_a	presión real de vapor (kPa)
$e_s - e_a$	déficit de presión de vapor (kPa)
Δ	pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C ⁻¹)
γ	constante psicrométrica (kPa °C ⁻¹)

Figura 3.1. – Ecuación método Penman-Monteith

Por otra parte, en el documento del Estudio FAO riego y drenaje 56, publicado en 2006, se propone, también, la posibilidad de estimar los datos meteorológicos de radiación solar, humedad relativa o velocidad del viento. Sin embargo, el panel de expertos, propuso utilizar como opción alternativa para el cálculo de la ET_o , la ecuación de Hargreaves, que es la que utilizaremos en el presente estudio, por disponer, las estaciones de referencia, de los datos requeridos, de todas las variables, para la realización del cálculo:

$$ET_o = 0,0023(T_{media} + 17,8)(T_{max} - T_{min})^{0,5} R_a$$

Figura 3.2. – Ecuación método Hargreaves

3.3.1. RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE

Los valores adoptados para la Radiación solar extraterrestre (R_a) en $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ (Allen *et al.*, 1998) vendrán dados por la latitud y el hemisferio en que nos encontremos. Para el caso que nos encontramos será latitud Norte y latitud 40° . Se muestra a continuación los valores adoptados según tabla:

Tabla 3.14.- Valores de la R_a , para latitud 40° , en $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$

Lat. Norte	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
40°	15,0	20,4	27,2	34,7	39,7	41,9	40,8	36,7	30,0	22,5	16,3	13,6

La evapotranspiración se expresa normalmente en milímetros (mm) por unidad de tiempo. Esta unidad expresa la cantidad de agua perdida de una superficie cultivada en unidades de altura de agua. La unidad de tiempo puede ser una hora, día, 10 días, mes o incluso un completo período de cultivo o un año. Como una hectárea tiene una superficie de 10.000 m^2 y 1 milímetro es igual a $0,001 \text{ m}$, una pérdida de 1 mm de agua corresponde a una pérdida de 10 m^3 de agua por hectárea. Es decir 1 mm día^{-1} es equivalente $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$. La altura del agua se puede también expresar en términos de la energía recibida por unidad de área. Esto último se refiere a la energía o al calor requerido para vaporizar el agua. Esta energía, conocida como el calor latente de vaporización (λ), es una función de la temperatura del agua. Por ejemplo, a 20°C , λ tiene un valor de cerca de $2,45 \text{ MJ kg}^{-1}$. Es decir $2,45 \text{ MJ}$ son necesarios para vaporizar 1 kilogramo ó $0,001 \text{ m}^3$ de agua. Por lo tanto, un aporte de energía de $2,45 \text{ MJ m}^{-2}$ puede vaporizar $0,001 \text{ m}$ ó 1 milímetro de agua, y entonces 1 milímetro de agua es equivalente a $2,45 \text{ MJ m}^{-2}$. La evapotranspiración expresada en unidades del $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ se representa por $\lambda \text{ ET}$, el flujo del calor latente.

La tabla siguiente resume las unidades usadas para expresar la evapotranspiración y los factores de conversión entre ellas:

Tabla 3.15.- Factores de conversión para expresar evapotranspiración (FAO 2006)

	Altura de agua	volumen por unidad de área		energía por unidad de área *
	mm día^{-1}	$\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$	$\text{l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$	$\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$
1 mm día^{-1}	1	10	0,116	2,45
$1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$	0,1	1	0,012	0,245
$1 \text{ l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$	8,640	86,40	1	21,17
$1 \text{ MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$	0,408	4,082	0,047	1

* Para el agua con una densidad de $1.000 \text{ kilogramos m}^{-3}$ y a 20°C .

Según lo indicado en la tabla 3.2 para transformar las unidades de los valores de la R_a de la tabla 3.2, hay que multiplicar el factor de conversión 0,408, quedando:

Tabla 3.16.- Valores de la R_a , para latitud 40°, en mm dia^{-1} .

Lat. Norte	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
40°	6,12	8,32	11,10	14,16	16,20	17,10	16,65	14,97	12,24	9,18	6,65	5,55

3.3.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

De acuerdo al enfoque del coeficiente del cultivo, la evapotranspiración del cultivo ET_c se calcula como el producto de la evapotranspiración del cultivo de referencia, ET_0 y el coeficiente del cultivo K_c :

$$ET_c = K_c ET_0$$

ET_c evapotranspiración del cultivo [mm d^{-1}]

K_c coeficiente del cultivo [adimensional]

ET_0 evapotranspiración del cultivo de referencia [mm d^{-1}]

La mayoría de los efectos de los diferentes factores meteorológicos se encuentran incorporados en la estimación de ET_0 . Por lo tanto, mientras ET_0 representa un indicador de la demanda climática, el valor de K_c varía principalmente en función de las características particulares del cultivo, variando solo en una pequeña proporción en función del clima. El factor K_c representa el resumen de las diferencias físicas y fisiológicas entre los cultivos y la definición de cultivo de referencia.

Esto permite la transferencia de valores estándar del coeficiente del cultivo entre distintas áreas geográficas y climas. Este hecho constituye la razón principal de la aceptación general y utilidad de la metodología del coeficiente del cultivo.

En este caso, se utilizan dos K_c diferentes, en cada una las estaciones de referencia, para poder comparar los resultados.

Los valores de K_C para la vid según el Servicio de Tecnología del Riego-IVIA (Conselleria de Presidencia y Agricultura, Pesca y Alimentación) son los siguientes:

Tabla 3.17.- Valores de K_C para la vid según el Servicio de Tecnología del Riego-IVIA

	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
K_C	0	0	0	0,29	0,29	0,33	0,40	0,41	0,42	0,37	0	0

Los valores de K_C para la vid, según resultados de Williams & Ayars (2005) son los siguientes:

Tabla 3.18.- Valores de K_C para la vid según Williams & Ayars (2005)

	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
K_C	0	0	0	0,15	0,25	0,35	0,55	0,55	0,40	0,25	0	0

3.4. CORRECCIÓN POR EFECTO DE LA LOCALIZACIÓN (KL)

En un cultivo con riego localizado, el efecto de la localización hace que la evaporación sea menor que en un cultivo convencional. Para la aplicación de este parámetro, se han propuesto numerosos procedimientos que corrigen la ET_c por el efecto de localización. Entre ellos, se han seleccionado como más prácticos los que se basan en la "fracción de área sombreada por el cultivo", a la que se le denomina A_s y se define como la "fracción de la superficie del suelo sombreada por la cubierta vegetal a mediodía en el solsticio de verano, respecto a la superficie total". A efectos prácticos se puede considerar la proyección sobre el terreno de la masa vegetal del cultivo.

Estos métodos suponen que a efectos de evapotranspiración el área sombreada se comporta casi igual que la superficie del suelo en riegos no localizados, mientras que el área no sombreada elimina agua con una intensidad mucho menor. El coeficiente K_l se calcula a partir de las siguientes fórmulas empíricas. Eliminando los valores extremos y calculando la media aritmética de los valores centrales tenemos:

Keller	$K_l = A_s + 0,15 (1-A_s)$
Decroix	$K_l = A_s + 0,1$
Hooare	$K_l = A_s + 0,5 (1-A_s)$
Aljibury	$K_l = 1,34 * A_s$

3.5. CORRECCIÓN POR VARIACIÓN CLIMÁTICA (KVC)

Los datos climáticos que se toman son valores medios, por lo que para considerar posibles variaciones en años de escasa precipitación, se introduce un coeficiente mayorante corrector.

3.6. CORRECCIÓN POR EFECTO DE ADVENCIÓN

El factor de corrección viene definido por la siguiente figura:

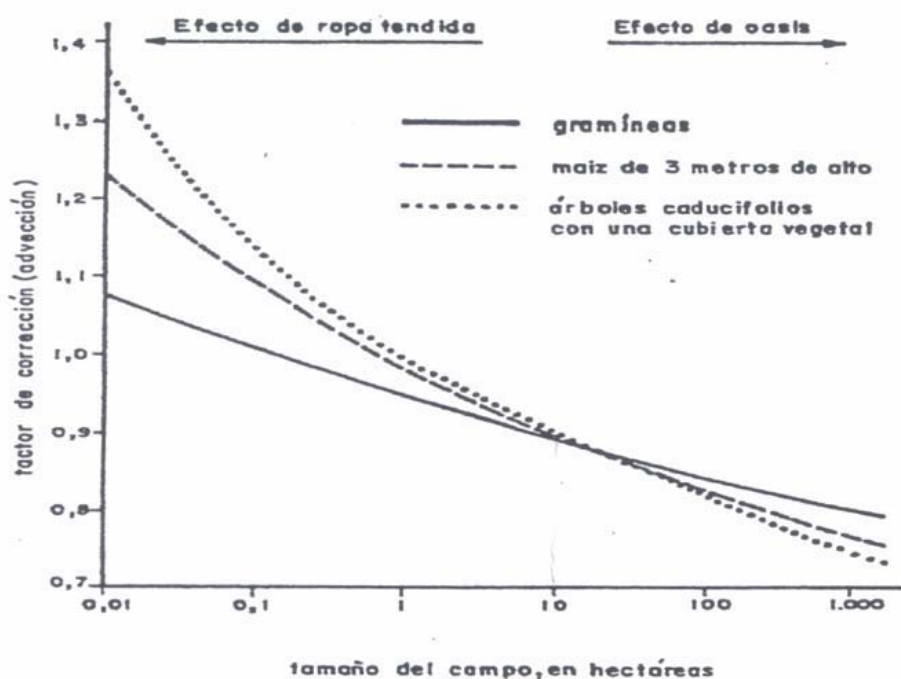


Figura 3.3. – Factor de corrección por advección en función de la superficie de la explotación (FAO, 1989)

3.7. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE RIEGO NETAS

3.7.1. PRECIPITACIÓN EFECTIVA

La P_e se calcula en función de la precipitación caída durante el mes, con las fórmulas siguientes, válidas para climas secos en zonas áridas, según Fuentes (1998), estando estas fórmulas avaladas por la FAO:

$$\begin{aligned} \text{Si } P > 75 \text{ mm} & \quad P_e = 0,8P - 25 \\ \text{Si } P < 75 \text{ mm} & \quad P_e = 0,6P - 10 \end{aligned}$$

3.7.2. BALANCE HÍDRICO

Así pues una vez obtenidos los valores de la ET_{cc} , se dispone de la información relativa a cuantos mm de agua se han perdido por la evapotranspiración, para conocer el agua necesaria para el riego, necesidades de riego, se restarán los valores de precipitación, P , producidos en el periodo de la determinación, así como la cantidad de agua almacenada en el suelo capaz de ser aprovechada por el cultivo.

Lo más lógico es trabajar con datos mensuales, ya que si no las determinaciones resultan muy laboriosas. Por otra parte las necesidades se refieren a condiciones medias, para de esta manera tener consideradas todas las opciones, ya sean máximas en los meses más calurosos o mínimas en los meses lluviosos, aunque, después, en la práctica, cada mes se regará arreglo a las necesidades puntuales de cada época del año.

Según Thornthwaite, para un suelo de textura media, las reservas de agua para una profundidad media de 1 m estarían en torno a 150 mm. No obstante, no conviene llegar a este límite y es necesario regar antes de que se haya rebasado el 50% de la totalidad del agua útil; por lo tanto, las máximas reservas de agua en el suelo fácilmente disponible para la viña, se cuantifican en 75 mm.

3.8. NECESIDADES TOTALES DE RIEGO

La dosis neta de riego a aplicar debe ser incrementada debido a las pérdidas que se producen para compensar el lavado de sales, las pérdidas por percolación profunda y la falta de uniformidad en la aplicación del agua de riego.

3.8.1. REQUERIMIENTOS DE LIXIVIACIÓN

Se requiere un volumen de agua extra (fracción de lavado) para lavar las sales fuera de la zona donde se concentran las raíces, tanta mayor cuanto más salina sea el agua de riego.

Para el caso del riego localizado, la fracción de lavado se calcula por la fórmula:

$$LR = \frac{CE_w}{2 \times CE_{es}}$$

CEw: es la conductividad eléctrica del agua de riego (mmhos/cm)

Cees: es la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo que provoca una merma del rendimiento del 100%.

La Figura 3.4, descrita a continuación, se obtiene de aplicar la fórmula de Maas-Hoffman, obtenida a partir de datos reales, y refleja la relación lineal entre las producciones de los cultivos y la salinidad del suelo. La expresión es la siguiente:

$$P = 100 - b (CEe - a) \leq 100$$

P = Productividad del cultivo en % respecto al máximo.

CEe = Salinidad del suelo expresada como conductividad eléctrica del extracto de saturación en mmho cm⁻¹ (dS m⁻¹).

a y b = dos parámetros, cuyos valores son constantes para cada cultivo.

Cultivo	a	b	Valores de CE _e (mmhos/cm) para una P (%) de:											
			100	90	75	50	0							
FRUTALES														
Palmera datilera (<i>Phoenix dactylifera</i>)	4,0	4,50	4,0	6,8	10,9	17,9	32,0							
Granado (<i>Punica granatum</i>)	2,7	8,77	2,7	3,8	5,5	8,4	14,0							
Higuera (<i>Ficus carica</i>)														
Olivo (<i>Olea europaea</i>)														
Vid (<i>Vitis spp</i>)														
Pomelo (<i>Citrus paradisi</i>)	1,8	16,13	1,8	2,4	3,4	4,9	8,0							
Peral (<i>Pyrus communis</i>)	1,7	16,13	1,7	2,3	3,3	4,8	8,0							
Manzano (<i>Malus sylvestris</i>)														
Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)														
Limonero (<i>Citrus limón</i>)														
Nogal (<i>Juglans regia</i>)	1,7	20,83	1,7	2,2	2,9	4,1	6,5							
Melocotonero (<i>Prunus persica</i>)														
Ciruelo (<i>Prunus domestica</i>)														
Almendro (<i>Prunus dulcis</i>)														
Albaricoquero (<i>Pyrus armeniaca</i>)														
Zarzamora (<i>Rubus spp</i>)														
Aguacate (<i>Persea americana</i>)														
Frambuesa (<i>Rubus idaeus</i>)														
Fresa (<i>Fragaria spp.</i>)														
								1,5	19,23	1,5	2,0	2,8	4,1	7,0
								1,6	23,81	1,6	2,0	2,6	3,7	6,0
								1,5	21,74	1,5	2,0	2,6	3,8	6,0
								1,3	20,83	1,3	1,8	2,5	3,7	6,0
								1,0	22,73	1,0	1,4	2,1	3,2	5,5
								1,0	33,33	1,0	1,3	1,8	2,5	4,0

Figura 3.4: Tolerancia de los cultivos a la salinidad en relación con al % producción (Maas-Hoffman 1977)

La fórmula, para calcular la cantidad de agua a aplicar para el lavado de sales, será:

$$V = \frac{NRn}{1 - LR}$$

3.8.2. PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN PROFUNDA

Se producen pérdidas cuando el agua alcanza en el suelo una profundidad mayor que la radicular. Estas pérdidas son menores en el caso del riego localizado, pero son inevitables, pues unos emisores arrojarán más caudal que otros.

Para evaluar las pérdidas se introduce un coeficiente llamado de eficiencia de aplicación (EA), que representa el agua aprovechada frente a la realmente aplicada.

La eficiencia de aplicación depende fundamentalmente del clima, de la profundidad y de la textura del suelo. Para la estimación de Ea hay que distinguir dos casos: Climas áridos en donde no se ha tenido en cuenta la precipitación efectiva para el cálculo de las necesidades netas (Nn), se utiliza la Tabla 3.15, y climas húmedos, en los que si se ha tenido en cuenta, se llevará a cabo con la Tabla 3.16, (Séller 1978).

Tabla 3.19.- Eficiencia de aplicación climas áridos

Profundidad raíces (m)	Textura			
	Muy porosa	Arenosa	Media	Fina
< 0,75	0,85	0,90	0,95	0,95
0,75-1,50	0,90	0,90	0,95	1,00
>1,50	0,95	0,95	1,00	1,00

Tabla 3.20.- Eficiencia de aplicación climas húmedos

Profundidad de raíces (m)	Textura			
	Muy porosa	Arenosa	Media	Fina
< 0,75	0,65	0,75	0,85	0,90
0,75-1,50	0,75	0,80	0,90	0,95
>1,50	0,80	0,90	0,95	1,00

Las pérdidas por percolación profunda serían:

$$V = \frac{NRn}{EA}$$

3.8.3. PÉRDIDAS POR FALTA DE UNIFORMIDAD EN EL RIEGO

No todos los emisores arrojan el mismo caudal a igualdad de presión. Por otra parte, diferentes emisores de una misma subunidad no soportan la misma presión de entrada. Esta falta de uniformidad en el riego se evalúa mediante el Coeficiente de uniformidad (CU). En el diseño, el CU es una condición que se impone y que viene determinada por factores económicos. Un CU elevado exige mayor coste inicial de la instalación (mayores diámetros de las tuberías, laterales más cortos, mayor número de reguladores de presión, etc.), mientras que un CU más bajo trae como consecuencia un mayor consumo de agua.

Los valores de CU que suelen recomendarse para el diseño de riego localizado para zonas áridas, en zonas húmedas este dato se rebaja un 10 %, se especifican en la tabla 3.17:

Tabla 3.21.- Coeficiente de uniformidad para zonas áridas

Emisor	Topografía y pendiente (i)	CU
Espaciados menos de 1 m	Uniforme (i<2%)	0,80-0,90
	Uniforme (i>2%) u ondulada	0,70-0,85

3.8.4. CÁLCULO NECESIDADES TOTALES DE RIEGO

Teniendo en cuenta la fracción de lavado (LR), la eficiencia de aplicación (EA) y la uniformidad de distribución (CU), las necesidades totales de riego (NRt) pueden calcularse como:

$$NRt = \max imo \left(\frac{NRn}{CU \times (1 - LR)} ; \frac{NRn}{EA \times CU} \right)$$

Debiendo elegirse el máximo, bien por lavado de sales, o bien por eficiencia de aplicación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ÍNDICES TERMOPLUVIOMÉTRICOS Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Como resultado del cálculo, obtendríamos los siguientes resultados:

4.1.1. ÍNDICE DE LANG

$$I_{\text{Utiel}} = 385,24 / 12,25 \quad I = 31,45$$

$$I_{\text{Requena}} = 396,26 / 14,64 \quad I = 27,07$$

En los dos casos estaríamos en una zona árida con clima árido.

4.1.2. CRITERIO UNESCO-FAO

a) Según temperatura media de las máximas del mes más frío T_1

Utiel, $T_1 = 9,64$ °C (enero), nos encontramos en el grupo I, clima templado medio.

Requena, $T_1 = 10,10$ °C (diciembre), sería grupo I, clima templado cálido.

b) Según temperatura media de las mínimas del mes más frío T_2

Utiel, $T_2 = -1,25$ °C (enero), nos encontramos en invierno frío.

Requena, $T_2 = 1,76$ °C (enero), nos encontramos en invierno moderado.

4.1.3. ÍNDICE DE MARTONNE

$$I_{\text{Utiel}} = 385,24 / (12,25+10) = 17,31 \quad I_{\text{Requena}} = 396,26 / (14,64+10) = 16,08$$

Por tanto, en los dos casos, nos encontraríamos en la franja de regiones secas-estepas.

4.1.4. ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE DANTÍN CERECEDA-REVENGA

$$I_{\text{Utiel}} = 1225 / 385,24 = 3,18$$

$$I_{\text{Requena}} = 1464 / 396,26 = 3,69$$

El Índice objeto de estudio queda situado en la franja con índice entre 3 y 6, por tanto se trata de una zona Árida.

4.1.5. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE

La clasificación climática Thornthwaite para las dos localidades objeto de estudio, viene definida como sigue (Soriano *et al.*, 1992):

$$\text{Requena} = D d B^2 b^3$$

$$\text{Utiel} = D d B^1 b^4$$

4.2. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

Aplicando la fórmula de Hargreaves, después de la transformación de las unidades de la R_a , obtenemos los siguientes resultados para la ET_0 , para Utiel y para Requena:

Tabla 4.1.- Valores ET_0 Utiel

Utiel	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
ET_0 mm/mes	31,70	43,91	73,99	98,60	136,40	171,31	196,51	173,27	111,49	69,97	38,56	28,67
ET_0 mm/día	1,02	1,57	2,39	3,29	4,40	5,71	6,34	5,59	3,72	2,26	1,29	0,92

Tabla 4.2.- Valores ET_0 Requena

Requena	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
ET_0 mm/mes	29,96	43,97	77,48	104,49	140,63	171,18	192,46	170,03	104,60	65,19	36,40	26,42
ET_0 mm/día	0,97	1,57	2,50	3,48	4,54	5,71	6,21	5,48	3,49	2,10	1,21	0,85

En este punto no tenemos más que aplicar la ecuación 3, con los valores de K_c correspondientes y ET_0 , y obtendremos la ET_c quedando en el caso de la K_c STR-IVIA:

Tabla 4.3.- Valores ET_c Utiel Servicio Tecnología del Riego

Utiel (K_c STR)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
ET_c mm/mes	0,00	0,00	0,00	28,59	39,55	56,53	78,60	71,04	46,83	25,89	0,00	0,00

Tabla 4.4.- Valores ET_c Requena Servicio Tecnología del Riego

Requena (Kc STR)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
ET_c mm/mes	0,00	0,00	0,00	28,59	39,55	56,53	78,60	71,04	46,83	25,89	0,00	0,00

Para la Kc de Williams & Ayars (2005) los resultados serán los siguientes en cada una de las estaciones de referencia:

Tabla 4.5.- Valores ET_c Utiel Williams & Ayars (2005)

Utiel (Kc W&A)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
ET_c mm/mes	0,00	0,00	0,00	14,79	34,10	59,96	108,08	95,30	44,60	17,49	5,78	0,00

Tabla 4.6.- Valores ET_c Requena Williams & Ayars (2005)

Requena (Kc W&A)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
ET_c mm/mes	0,00	0,00	0,00	15,67	35,16	59,91	105,85	93,52	41,84	16,30	5,46	0,00

4.3. COEFICIENTES CORRECTORES

4.3.1. CORRECCIÓN POR EFECTO DE LA LOCALIZACIÓN (KL)

Utilizando las fórmulas empíricas descritas y teniendo en cuenta que al ser cultivo en espaldera no puede considerarse ni como un cultivo herbáceo, ni como uno arbóreo, tomaremos en estas condiciones como valor de $A_s = 0,7$.

Eliminando los valores extremos y calculando la media aritmética de los valores centrales tenemos:

Keller	$KI = A_s + 0,15 (1-A_s) = 0,745$	}	KI = 0,825
Decroix	$KI = A_s + 0,1 = \mathbf{0,800}$		
Hooare	$KI = A_s + 0,5 (1-A_s) = \mathbf{0,850}$		
Aljibury	$KI = 1,34 * A_s = 0,938$		

4.3.2. CORRECCIÓN POR VARIACIÓN CLIMÁTICA (KVC)

Siguiendo el criterio de Hernández Abreu, se utiliza para el cálculo una $Kvc = 1,2$.

4.3.3. CORRECCIÓN POR EFECTO DE ADVENCIÓN

Para el caso que nos ocupa, consideraremos que el factor de corrección es igual a 1, por estar considerando una zona muy extensa de estudio, con diversidad de características en relación con la superficie.

Aplicando los tres coeficientes, quedaría lo siguiente en cada estación de referencia:

$$ET_{CC} = ET_C \times KI \times K_{VC} \times K_{EA}$$

Tabla 4.7.- Valores K_C Utiel Servicio Tecnología del Riego

Utiel (K_C STR)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
ET_{CC} mm/mes	0,00	0,00	0,00	28,31	39,16	55,97	77,82	70,33	46,36	25,63	0,00	0,00

Tabla 4.8.- Valores K_C Utiel Williams & Ayars (2005)

Utiel (K_C W&A)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
ET_{CC} mm/mes	0,00	0,00	0,00	14,64	33,76	59,36	107,00	94,35	44,15	17,32	5,73	0,00

Tabla 4.9.- Valores K_C Requena Servicio Tecnología del Riego

Requena (K_C STR)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
ET_{CC} mm/mes	0,00	0,00	0,00	30,00	40,38	55,92	76,21	69,02	43,49	23,88	0,00	0,00

Tabla 4.10.- Valores K_C Requena Williams & Ayars (2005)

Requena (K_C W&A)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
ET_{CC} mm/mes	0,00	0,00	0,00	15,52	34,81	59,31	104,79	92,58	41,42	16,13	5,40	0,00

4.4. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE RIEGO NETAS

4.4.1. PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Siguiendo el criterio adoptado, para cada una de las localidades, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 4.11.- Precipitación efectiva Utiel (mm)

Utiel	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
P_e	7,49	3,68	6,68	17,55	18,03	3,47	0,00	1,69	18,86	20,16	7,98	9,88

Tabla 4.12.- Precipitación efectiva Requena (mm)

Requena	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
P _e	5,17	9,90	16,77	15,02	5,55	-1,24	0,00	13,82	17,81	12,41	14,01	10,83

4.4.2. BALANCE HÍDRICO

Planteando el correspondiente balance hídrico, obtenemos las necesidades netas que resultan del cálculo, para cada mes, en cada zona y K_C de estudio:

Tabla 4.13.- Balance hídrico Servicio Tecnología del Riego – Utiel (mm)

Utiel (K _C STR)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
Balance	7,49	3,68	6,68	-10,76	-21,13	-52,50	-77,82	-68,64	-27,50	-5,47	7,98	9,88
Reserva	75,00	75,00	75,00	64,24	43,11	-9,39	-77,82	-68,64	-27,50	-5,47	7,98	17,85
Nec. Netas	0	0	0	0,00	0,00	9,39	77,82	68,64	27,50	5,47	0,00	0,00

Tabla 4.14.- Balance hídrico Williams & Ayars (2005) – Utiel (mm)

Utiel (K _C W&A)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
Balance	7,49	3,68	6,68	2,91	-15,73	-55,89	-107,00	-92,66	-25,30	2,84	2,25	9,88
Reserva	75,00	75,00	75,00	77,91	62,18	6,28	-100,72	-92,66	-25,30	2,84	2,25	12,12
Nec. Netas	0	0	0	0,00	0,00	0,00	100,72	92,66	25,30	0,00	0,00	0,00

Tabla 4.15.- Balance hídrico Servicio Tecnología del Riego – Requena (mm)

Requena (K _C STR)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
Balance	5,17	9,90	16,77	-14,98	-34,83	-57,17	-76,21	-55,19	-25,68	-11,47	14,01	10,83
Reserva	75,00	75,00	75,00	60,02	25,19	-31,98	-76,21	-55,19	-25,68	-11,47	14,01	24,84
Nec. Netas	0	0	0	0,00	0,00	31,98	76,21	55,19	25,68	11,47	0,00	0,00

Tabla 4.16.- Balance hídrico Williams & Ayars (2005) – Requena (mm)

Requena (K _c W&A)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
Balance	5,17	9,90	16,77	-0,50	-29,26	-60,56	-104,79	-78,76	-23,61	-3,73	8,61	10,83
Reserva	75,00	75,00	75,00	74,50	45,24	-15,31	-104,79	-78,76	-23,61	-3,73	8,61	19,44
Nec. Netas	0	0	0	0,00	0,00	15,31	104,79	78,76	23,61	3,73	0,00	0,00

4.4.3. NECESIDADES DE RIEGO NETAS

Convirtiendo los valores de necesidades de riego netas a $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$, obtenemos los siguientes resultados, según estación de referencia y K_c estudiada:

Tabla 4.17.- Necesidades de riego netas - Utiel

Utiel	K_c STR-IVIA	K_c Williams & Ayars (2005)	Media Aritmética
NRn	1.888,20 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$	2.186,70 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$	2.037,45 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$

Tabla 4.18.- Necesidades de riego netas - Requena

Requena	K_c STR-IVIA	K_c Williams & Ayars (2005)	Media Aritmética
NRn	2.005,40 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$	2.262,10 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$	2.133,75 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$

Por lo que, sin más que realizar la media aritmética de los valores de las dos estaciones de referencia en la DOP Utiel-Requena, con el objetivo de obtener un único valor, para poder extrapolar los datos a toda la zona que abarca el estudio, obtendremos un resultado de **2.085,60 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$** .

4.5. NECESIDADES TOTALES DE RIEGO

4.5.1. REQUERIMIENTOS DE LIXIVACIÓN

Para el caso concreto que nos ocupa, por el principio de prudencia, tomaremos como conductividad eléctrica del agua de riego el valor de CE_w de 1,1 mmho/cm.

Para la vid, el valor de CEes que provoca una pérdida del 100% del rendimiento es de 12 mmho/cm, según FAO, luego los requerimientos de lixiviación son:

$$LR = \frac{1,10}{2 \times 12} = 0,046$$

4.5.2. PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN PROFUNDA

La eficiencia de aplicación depende fundamentalmente del clima y la precipitación efectiva, de la profundidad y de la textura del suelo. En nuestro caso, según las tablas descritas, quedando del lado de la seguridad, se adopta una eficiencia de aplicación de 0,95.

4.5.3. PÉRDIDAS POR FALTA DE UNIFORMIDAD EN EL RIEGO

Esta falta de uniformidad en el riego se evalúa mediante el Coeficiente de uniformidad (CU), que para el caso de emisores espaciados menos de 1,00 metros, en función de la topografía y pendiente del suelo y clima árido, los valores oscilan entre 0,70 y 0,90, por lo que se fija un valor de CU de 0,85.

Aplicando las fórmulas ante expuestas, obtenemos el siguiente resultado:

$$NRt = \max(1,233 \times NRn; 1,238 \times NRn)$$

Por lo que utilizaremos el mayor de los dos, que es el de eficiencia de aplicación:

$$NRt = (1,238 \times NRn)$$

Obteniendo los siguientes resultados, según estación de referencia y K_c estudiada:

Tabla 4.19.- Necesidades de riego totales Servicio Tecnología del Riego- Utiel

Utiel (K_c STR)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
NRt(mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,63	96,34	84,98	34,05	6,77	0,00	0,00

Tabla 4.20.- Necesidades de riego totales Williams & Ayars (2005) - Utiel

Utiel (K _C W&A)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
NRt(mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	124,69	114,71	31,32	0,00	0,00	0,00

Tabla 4.21.- Necesidades de riego totales Servicio Tecnología del Riego- Requena

Requena (K _C STR)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
NRt(mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,59	94,35	68,33	31,80	14,20	0,00	0,00

Tabla 4.22.- Necesidades de riego totales Williams & Ayars (2005) - Requena

Requena (K _C W&A)	enero	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	ago	sep	oct	nov	dic
NRt(mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,96	129,74	97,51	29,23	4,61	0,00	0,00

Por lo tanto las necesidades de riego anuales, derivadas de los cálculos para garantizar una cosecha óptima en las diferentes zonas de estudio y según la K_C estudiada, son las siguientes:

Tabla 4.23.- Necesidades de riego totales - Utiel

Utiel	K_C STR	K_C Williams & Ayars (2005)	Media Aritmética
NRt	2.367,65 m ³ ha ⁻¹	2.707,14 m ³ ha ⁻¹	2.537,40 m³ ha⁻¹

Tabla 4.24.- Necesidades de riego totales - Requena

Requena	K_C STR	K_C Williams & Ayars (2005)	Media Aritmética
NRt	2.482,68 m ³ ha ⁻¹	2.800,47 m ³ ha ⁻¹	2.641,58 m³ ha⁻¹

Por lo que, sin más que realizar la media aritmética de los valores de las dos estaciones descritas, con el objetivo de obtener un valor de referencia para poder extrapolar los datos a toda la zona que abarca el estudio, obtendremos un resultado de **2.589,49 m³ ha⁻¹**.

4.6. NECESIDADES HÍDRICAS DEMARCACIÓN CUENCA DEL JÚCAR

Tal y como se ha descrito anteriormente, en toda la demarcación de la Confederación Hidrográfica del Júcar, según la normativa referenciada, las dotaciones netas de riego para vid de vinificación varían entre $1.388 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y $3.100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. La media aritmética de las dotaciones netas del cultivo de vid, para uva de vinificación, de todas las zonas agrarias de la demarcación de la cuenca del Júcar, es de $2.169,67 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

A partir de los valores anteriores, se establece en la citada normativa, como dotación bruta genérica, para el riego de apoyo en viña un volumen de $1.250 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Excepción hecha de la zona de la Mancha Oriental, donde podrá ser de hasta $1.500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y en la zona de la Denominación de Origen Protegida Utiel-Requena donde se reduce hasta $450 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

El Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Utiel-Requena, considera, según estudio acerca de las necesidades de riego de la vid para vinificación en la DOP Utiel-Requena, ver Anexo I, que la dotación suficiente para el riego de apoyo debería situarse entre 1.200 y $1.500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, en el caso del riego por goteo de alta frecuencia.

5. CONCLUSIONES

1) Las necesidades de riego netas calculadas para la zona de estudio, $2.085,60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, se encuentran en el intervalo de necesidades de riego netas del Real Decreto 595/2014, de 11 de julio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar, que oscila entre $1.388 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y $3.100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$

2) Las necesidades de riego netas calculadas en el presente estudio, $2.085,60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, aún siendo inferiores, están muy próximas a la media aritmética de las dotaciones netas del cultivo de vid, para uva de vinificación, de todas las zonas agrarias de la demarcación de la cuenca del Júcar, $2.169,67 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

3) Las necesidades brutas totales de riego para el ámbito de la zona de estudio son de $2.589,49 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, más del doble de la dotación bruta genérica para el riego de apoyo en viña que es de $1.250 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

4) La dotación bruta de riego para vid de vinificación en la zona amparada por la DOP Utiel-Requena, está establecida por el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar en $450 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Esta dotación representa el 17,38 % sobre los $2.589,49 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ obtenidos en el presente estudio como necesidades hídricas brutas de ese cultivo en la zona de estudio.

5) Teniendo en cuenta el resultado del presente estudio, así como la postura, avalada por criterios técnicos del CRDOP Utiel-Requena, la dotación bruta para el riego de apoyo de la vid de uva de vinificación, no debería ser una excepción diferenciada del resto de zonas vitivinícolas de la demarcación de la cuenca del Júcar.

6) La dotación bruta para el riego de apoyo a la vid de vinificación en el ámbito amparado por el CRDOP Utiel-Requena, debería establecerse en los $1.250 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ marcados para el resto de zonas de la demarcación de la cuenca del Júcar.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R.; Pereira, L.; Raes, D. y Smith, M., 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, 56. FAO
- Arviza, J. 1996. Riego Localizado. Servicio de Publicaciones UPV. Valencia.
- CRDOP Utiel-Requena. 2014. Memoria 2013 DOP Utiel-Requena
- Fuentes, JL 1998 (3ª Edición). Técnicas de riego. Editorial Mundi-prensa. Madrid.
- Hidalgo, L. 2002 (3ª Edición). Tratado de viticultura general. Editorial Mundi-prensa. Madrid.
- Mateo Box, J.M., Hidalgo. L. 2005. Prontuario de Agricultura. Editorial Mundi-prensa. Madrid. 905-916.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2014. Anuario de Estadística 2013.
- Pascual, B. 1999. Regs de gravetat i de pressió. Servei de publicacions UPV. Valencia.
- Real Decreto 595/2014, de 11 de julio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.
- Soriano, M.D., Salvador, P., Pons, V., Molina, M.J. 1992. Análisis y distribución de los tipos climáticos aplicados al estudio de los suelos de la provincia de Valencia. Cuaderno de geografía 51. Valencia. 83-93
- Urbano P. 1992 (2ª Edición). Fitotecnia general. Editorial Mundi-prensa. Madrid.

Referencias electrónicas

- Salas, A. F., Salas, A. F., Urrestarazu, L. P. (2008, August 05). tutorial_13. Retrieved March 28, 2015, from ocwus Web site: http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%2010.Riego%20goteo/tutorial_13.htm.

- <http://www.chj.es> (diciembre 2014)

- <http://www.magrama.gob.es> (diciembre 2014)

- http://www.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioJimenez/02-Memoria.PDF (enero 2015)

- <http://www.riegos.ivia.es> (febrero 2015)

- <http://es.scribd.com/doc/16567801/PRACTICA-5-CLASIFICACION-CLIMATICA-THORNTWHAITE#scribd> (mayo 2015)

7. ANEXOS

ANEXO I Documentación CRDOP Utiel-Requena

14 OCT. 2013

Nº ENTRADA: 196
Nº SALIDA: 309

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA
DEL JUCAR
019071 14.OCT 2013
REGISTRO GENERAL DE ENTRADA
HORA:

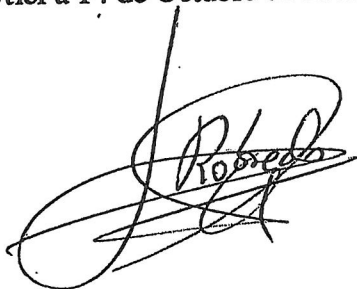
José Luis Robredo Hernández, con DNI. 22514531S, en calidad de Presidente del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Utiel Requena, comparece ante su Ilma. Y como mejor proceda.
EXPONE:

Que con fecha 26 de Abril de 2011, entregamos escrito en esa Confederación Hidrográfica, (del que le adjuntamos copia) y como quiera que a fecha de hoy no hemos recibido respuesta y todos los agricultores que pertenecen a este Consejo Regulador, nos instan constantemente, para que reivindicemos que se modifique la cuantía del regadío y de los metros cúbicos por hectárea del viñedo de esta zona del interior, con escasa pluviometría y que de no conceder las cantidades que los viñedos necesitan y lo atestiguan los estudios hechos al respecto, se condenará a ser la única zona de España que todo será seco, porque 450 m3 por Ha, es seco y mal seco dado el tipo de suelo que predomina en la zona, es por lo que.
SUPPLICAMOS.

A su Ilma. Se digno considerar cuanto decimos, y hechas las oportunas diligencias apruebe la correspondiente modificación que mas bien es una corrección de algo que en su día no debió haberse producido, y se concedan las cantidades recomendadas para obtener una optima cantidad y a su vez una buena calidad de los frutos, algo que sin esa agua es imposible.

Le adjunto algunos de los documentos que ya se enviaron en el escrito de Abril de 2011.

Utiel a 14 de Octubre de 2013



ILMA. PRESIDENTA DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRAFICA
DEL JUCAR VALENCIA.

26 ABR. 2011

☞ Nº ENTRADA: _____
☞ Nº SALIDA: 90

CARMEN-LORETO CARCEL PEREZ, EN CALIDAD DE SECRETARIA PROVISIONAL DEL CONSEJO REGULADOR DE LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN PROTEGIDA "UTIEL-REQUENA"

CERTIFICA:

Que según consta en acta de la sesión del Pleno del Consejo Regulador celebrada en Utiel el 11 de Febrero de 2011, en su punto 6º del orden del día: Estudio y aprobación si procede sobre la solicitud de informe de este Consejo Regulador referente a las necesidades hídricas del riego en viña en esta Comarca para enviarlo a la Confederación Hidrográfica del Júcar a instancias de las Comunidades de Regantes de Los Ruices y de Campo Arcís, se acuerda por unanimidad:

Indicar a quien corresponda que la dotación que se estima suficiente para el riego de la viña debe situarse entre 1.200 a 1500 m³ por hectárea en el caso del riego por goteo y 3.460 m³ por hectárea en el caso del riego a manta, autorizando al Presidente para realizar las comunicaciones que estime oportunas.

Y PARA QUE CONSTE DONDE PROCEDA Y SURTA LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMO LA PRESENTE CERTIFICACIÓN EN LA CIUDAD DE UTIEL, A VEINTISEIS DE ABRIL DE DOS MIL ONCE.

VºBº- José Luis Robredo Hernández
PRESIDENTE

Fdo.- Carmen-Loreto Cárcel Pérez
SECRETARIA PROVISIONAL





GENERALITAT
VALENCIANA

CONSELLERIA D'AGRICULTURA,
PESCA I ALIMENTACIÓ

INSTITUTO VALENCIANO DE
INVESTIGACIONES AGRARIAS

Apartado Oficial
46113 MONCADA - VALENCIA
Tel. 96 342 40 00
Fax. 96 342 40 01

2 Marzo, 2011

D. José Luis Robredo Hernández
Presidente C.R.D.O.P. Utiel-Requena
Consejo Regulador Denominación Origen Protegida
Utiel-Requena
c/. Sevilla, 12
46300 Utiel (Valencia)

Estimado Sr. Robredo

En relación con la carta que nos envía solicitándonos información sobre los ensayos y estudios realizados por este Instituto sobre el regadío de viñedos, adjunto le remito informe y documentación científica que ha elaborado el Equipo de Riego del IVIA sobre las necesidades de riego en la vid para vinificación en la D.O. Utiel-Requena.

Esperamos que esta documentación les sea de utilidad y no duden en solicitarnos cualquier otra que necesiten.

Un cordial saludo,



Florentino Juste
Director IVIA



ESTUDIO ACERCA DE LAS NECESIDADES DE RIEGO EN LA VID PARA VINIFICACIÓN EN LA D.O. UTIEL-REQUENA

D.S. Intrigliolo^{1*}, L. Bonet², P. Ferrer², J.R. Castel¹

¹ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Centro Desarrollo Agricultura Sostenible

² Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Servicio Tecnología del Riego

** email: intrigliolo_die@ivia.gva.es*

1. Objetivos

Cuantificar las necesidades de riego de la vid para vinificación cultivada dentro de la circunscripción de la Denominación de Origen (D.O.) Utiel-Requena desde dos perspectivas:

1. Riego para cubrir las necesidades potenciales (óptimas) de la vid.
2. Riego deficitario encaminado a optimizar la eficiencia en el uso del agua y la composición final de la uva.

2. Metodología empleada

Las estimaciones se han llevado a cabo mediante el método del balance hídrico propuesto por la FAO según la metodología de Allen et al. (1998).

Los datos agroclimáticos (evapotranspiración de referencia (ET_o) y precipitación) han sido obtenidos a partir de una serie histórica de 11 años registrada en la estación de Requena-Cerrito, perteneciente a la red de estaciones agroclimáticas del Servicio de Tecnología del Riego <http://estaciones.ivia.es/>.

El consumo hídrico de la vid, es decir la evapotranspiración del cultivo (ET_c), se ha determinado como el producto ET_o*K_c, siendo K_c el coeficiente de cultivo obtenido en función del desarrollo del área foliar de la vid según resultados de Williams y Ayars (2005).

Para el cálculo final de las dotaciones de riego se ha supuesto que la precipitación efectiva (P_e) es un 70% de la precipitación total. Además, se supone una eficiencia del sistema de riego de un 95% para el riego localizado (goteo) y de un 65% para el riego a manta.

3. Resultados y conclusiones

3.1 Determinación de las necesidades hídricas potenciales de la vid

Para determinar las necesidades de riego, a fin de cubrir las necesidades hídricas potenciales (óptimas) de las vid, se considera que en el año medio durante los meses de abril, mayo, octubre y noviembre la precipitación puede cubrir las necesidades hídricas

(Tabla 1). Por lo tanto, los aportes del riego deberían circunscribirse solo a los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

Según se resume en la Tabla 1, las necesidades totales de riego son del orden de 211 mm ($2110 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) en el caso de riego por goteo y 271 mm ($2710 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) en el caso del riego a manta.

Mes	ET _o (mm)	K _c	ET _c (mm)	Pe (mm)	ET _c -Pe (mm)	Riego goteo (mm)	Riego manta (mm)
Enero	31	0	0	16	0	0	0
Febrero	41	0	0	20	0	0	0
Marzo	78	0	0	26	0	0	0
Abril	104	0.15	16	35	0	0	0
Mayo	134	0.25	33	33	0	0	0
Junio	162	0.35	57	19	38	40	51
Julio	180	0.55	99	8	91	96	123
Agosto	155	0.55	85	16	69	72	93
Septiembre	98	0.4	39	36	3	3	4
Octubre	62	0.25	15	38	0	0	0
Noviembre	37	0.15	6	18	0	0	0
Diciembre	25	0	0	25	0	0	0
<i>Total</i>	<i>1107</i>		<i>350</i>	<i>288</i>	<i>202</i>	<i>211</i>	<i>271</i>

Tabla 1: Resumen de los componentes del balance hídrico de un viñedo situado en la circunscripción de la Denominación de Origen Utiel-Requena. ET_o, evapotranspiración de referencia; K_c, coeficiente del cultivo; ET_c, evapotranspiración del cultivo; Pe, precipitación efectiva.

ANEXO II Datos meteorológicos AEMET



Indicativo: 8311 UTIEL	Provincia: VALENCIA
Altitud: 740m	Longitud: 01°12'08"W
Latitud: 39°34'12"N	

AÑO	MES	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
1990	1	115	5	60
1990	2	171	4	88
1990	3	150	15	83
1990	4	151	35	93
1990	5	218	68	143
1990	6	276	116	196
1990	7	308	134	221
1990	8	304	132	218
1990	9	268	121	194
1990	10	181	69	125
1990	11	139	13	76
1990	12	91	-22	35
1991	1	96	-16	40
1991	2	97	-17	40
1991	3	133	38	86
1991	4	157	21	89
1991	5	189	44	117
1991	6	269	108	189
1991	7	310	133	221
1991	8	327	138	233
1991	9	262	122	192
1991	10	171	53	112
1991	11	139	8	74
1991	12	105	9	57
1992	1	89	-36	27
1992	2	123	-24	50
1992	3	147	22	85
1992	4	195	48	122
1992	5	228	82	155
1992	6	213	90	152
1992	7	300	132	216
1992	8	314	136	225
1992	9	259	117	188
1992	10	169	68	118
1992	11	169	24	97
1992	12	103	15	59
1993	1	117	-42	38
1993	2	99	3	51
1993	3	150	4	78
1993	4	168	34	102
1993	5	199	75	137
1993	6	266	105	185
1993	7	299	142	221
1993	8	301	134	218
1993	9	238	93	166
1993	10	156	62	109
1993	11	122	28	75
1993	12	121	-6	58
1994	1	105	-8	49
1994	2	124	4	64
1994	3	187	10	98
1994	4	164	38	101
1994	5	230	85	157
1994	6	282	101	192
1994	7	340	144	242
1994	8	326	146	236
1994	9	238	96	167
1994	10	180	95	137
1994	11	159	44	102
1994	12	120	-9	55
1995	1	112	6	60



Indicativo: 8311 UTIEL	Provincia: VALENCIA
Altitud: 740m	Longitud: 01°12'08"W
Latitud: 39°34'12"N	

AÑO	MES	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
1995	2	150	12	81
1995	3	159	10	85
1995	4	188	18	103
1995	5	241	83	162
1995	6	250	118	184
1995	7	315	141	228
1995	8	295	151	223
1995	9	234	106	170
1995	10	216	72	144
1995	11	164	47	106
1995	12	118	33	76
1996	1	110	31	71
1996	2	108	-5	52
1996	3	141	14	78
1996	4	182	42	112
1996	5	205	78	142
1996	6	267	105	186
1996	7	303	123	213
1996	8	289	134	211
1996	9	223	93	158
1996	10	198	56	127
1996	11	137	28	82
1996	12	94	20	57
1997	1	89	13	51
1997	2	154	4	79
1997	3	185	6	95
1997	4	187	50	118
1997	5	210	85	148
1997	6	246	122	184
1997	7	281	119	200
1997	8	293	139	216
1997	9	257	120	188
1997	10	211	89	151
1997	11	130	51	91
1997	12	108	17	62
1998	1	109	16	62
1998	2	137	13	75
1998	3	177	21	99
1998	4	157	37	97
1998	5	190	79	135
1998	6	275	123	199
1998	7	325	140	233
1998	8	317	142	230
1998	9	256	126	191
1998	10	203	48	126
1998	11	146	31	89
1998	12	111	-22	45
1999	1	107	-9	49
1999	2	122	-7	57
1999	3	148	23	85
1999	4	190	41	116
1999	5	239	95	167
1999	6	274	114	194
1999	7	317	141	229
1999	8	314	149	232
1999	9	245	118	182
1999	10	181	84	133
1999	11	115	5	60
1999	12	97	0	49
2000	1	85	-37	24
2000	2	173	2	88



Indicativo: 8311 UTIEL	Provincia: VALENCIA
Altitud: 740m	Longitud: 01°12'08"W
Latitud: 39°34'12"N	

AÑO	MES	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
2000	3	164	13	89
2000	4	151	51	101
2000	5	223	90	157
2000	6	279	107	193
2000	7	309	130	219
2000	8	311	135	224
2000	9	268	102	185
2000	10	183	69	126
2000	11	108	26	67
2000	12	102	9	55
2001	1	93	18	55
2001	2	117	-1	58
2001	3	163	52	107
2001	4	179	37	108
2001	5	198	69	133
2001	6	297	97	197
2001	7	299	115	207
2001	8	314	138	226
2001	9	255	134	195
2001	10	210	94	152
2001	11	116	23	70
2001	12	89	-18	36
2002	1	108	8	58
2002	2	150	1	76
2002	3	155	37	96
2002	4	177	51	114
2002	5	201	74	138
2002	6	278	112	195
2002	7	284	124	204
2002	8	267	122	195
2002	9	230	94	162
2002	10	179	56	118
2002	11	123	29	76
2002	12	97	19	58
2003	1	76	-8	34
2003	2	79	-19	31
2003	3	135	1	68
2003	4	154	31	93
2003	5	207	68	138
2003	6	282	116	200
2003	7	305	122	214
2003	8	299	120	210
2003	9	218	97	158
2003	10	149	60	105
2003	11	113	12	63
2003	12	85	-24	31
2004	1	103	-16	43
2004	2	102	-34	35
2004	3	108	-1	54
2004	4	138	17	78
2004	5	159	45	102
2004	6	266	102	184
2004	7	282	114	198
2004	8	290	125	208
2004	9	247	106	177
2004	10	186	52	119
2004	11	118	-14	52
2004	12	75	-8	34
2005	1	86	-61	13
2005	2	66	-45	11
2005	3	126	0	63



Indicativo: 8311 UTIEL	Provincia: VALENCIA
Altitud: 740m	Latitud: 39°34'12"N
	Longitud: 01°12'08"W

AÑO	MES	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
2005	4	162	27	95
2005	5	226	74	150
2005	6	274	109	191
2005	7	296	132	214
2005	8	285	123	204
2005	9	224	80	152
2005	10	172	56	114
2005	11	93	-6	44
2005	12	72	-30	21
2006	1	50	-37	7
2006	2	83	-37	23
2006	3	136	10	73
2006	4	173	36	105
2006	5	215	78	147
2006	6	251	105	178
2006	7	310	136	223
2006	8	287	126	207
2006	9	245	99	172
2006	10	204	77	141
2006	11	131	35	83
2006	12	92	-25	34
2007	1	93	-33	31
2007	2	105	14	59
2007	3	123	4	64
2007	4	136	40	88
2007	5	202	74	138
2007	6	257	112	185
2007	7	307	129	219
2007	8	287	144	216
2007	9	240	111	175
2007	10	178	68	123
2007	11	137	-16	60
2007	12	98	-17	41
2008	1	115	-7	54
2008	2	110	2	56
2008	3	152	17	85
2008	4	173	46	110
2008	5	186	77	132
2008	6	243	108	175
2008	7	301	131	216
2008	8	304	142	223
2008	9	234	110	172
2008	10	173	75	124
2008	11	113	3	58
2008	12	87	-9	39
2009	1	83	-13	35
2009	2	107	-11	49
2009	3	153	6	80
2009	4	159	34	96
2009	5	238	72	155
2009	6	285	109	197
2009	7	316	132	224
2009	8	309	130	219
2009	9	235	116	176
2009	10	222	75	149
2009	11	164	34	99
2009	12	98	5	52
2010	1	74	-2	36
2010	2	92	3	48
2010	3	121	5	63
2010	4	164	39	102



Indicativo: 8311 UTIEL	Provincia: VALENCIA
Altitud: 740m	Latitud: 39°34'12"N
	Longitud: 01°12'08"W

AÑO	MES	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
2010	5	197	62	129
2010	6	245	107	176
2010	7	315	140	227
2010	8	295	145	220
2010	9	250	103	176
2010	10	192	48	120
2010	11	115	5	60
2010	12	86	-9	39
2011	1	93	-16	39
2011	2	131	-10	61
2011	3	116	21	69
2011	4	194	57	126
2011	5	213	84	149
2011	6	261	110	186
2011	7	298	138	218
2011	8	309	128	219
2011	9	263	91	177
2011	10	206	56	132
2011	11	126	29	78
2011	12	103	-18	43
2012	1	105	-36	35
2012	2	94	-53	21
2012	3	148	-16	66
2012	4	151	33	92
2012	5	239	73	156
2012	6	296	110	203
2012	7	310	125	218
2012	8	327	134	231
2012	9	248	94	171
2012	10	191	56	124
2012	11	114	32	73
2012	12	103	-21	41
2013	1	101	-19	41
2013	2	91	-6	43
2013	3	115	27	71
2013	4	156	30	93
2013	5	186	55	120
2013	6	256	86	171
2013	7	301	124	213
2013	8	292	132	212
2013	9	256	108	182
2013	10	223	70	147
2013	11	132	11	72
2013	12	103	-38	32
2014	1	96	1	49
2014	2	97	-1	48
2014	3	143	1	72
2014	4	210	51	131
2014	5	223	73	148
2014	9	268	123	196



Indicativo: 8313 REQUENA	Provincia: VALENCIA
Altitud: 691m	Longitud: 01°06'00"W
Latitud: 39°29'19"N	

AÑO	MES	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
1990	1	109	23	66
1990	2	185	48	117
1990	3	165	43	104
1990	4	173	51	112
1990	5	242	95	169
1990	6	300	147	223
1990	7	324	161	243
1990	8	321	166	244
1990	9	275	147	211
1990	10	194	95	144
1990	11	153	39	96
1990	12	99	6	53
1991	1	106	9	58
1991	2	108	11	59
1991	3	151	57	104
1991	4	177	50	114
1991	5	199	50	125
1991	6	284	142	213
1991	7	322	165	244
1991	8	345	171	258
1991	9	278	143	211
1991	10	186	72	129
1991	11	154	37	95
1991	12	103	31	67
1992	1	95	-8	44
1992	2	138	6	72
1992	3	160	40	100
1992	4	215	68	142
1992	5	245	108	176
1992	6	230	111	171
1992	7	321	156	239
1992	8	340	167	254
1993	3	155	26	91
1993	4	179	47	113
1993	5	206	91	149
1993	6	270	132	201
1993	7	300	159	230
1993	8	302	164	233
1993	9	244	120	182
1993	10	160	71	116
1993	11	121	40	81
1993	12	107	10	58
1994	1	108	1	55
1994	2	133	18	76
1994	3	194	40	117
1994	4	173	52	113
1994	5	239	109	174
1994	6	285	130	208
1994	7	341	186	264
1994	8	330	184	257
1994	9	247	124	186
1994	10	183	110	147
1994	11	159	64	112
1994	12	117	17	68
1995	1	121	15	68
1995	2	158	34	96
1995	3	166	37	101
1995	4	198	54	126
1995	5	246	109	178
1995	6	252	139	196
1995	7	315	176	246



Indicativo: 8313 REQUENA	Provincia: VALENCIA
Altitud: 691m	Longitud: 01°06'00"W
Latitud: 39°29'19"N	

AÑO	MES	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
1995	8	300	173	237
1995	9	242	123	182
1995	10	210	103	157
1995	11	165	68	117
1995	12	114	49	82
1996	1	109	45	77
1996	2	114	9	62
1996	3	150	41	96
1996	4	202	76	139
1996	5	225	105	165
1996	6	286	146	216
1996	7	317	174	246
1996	9	238	131	185
1996	10	216	96	156
1996	11	155	67	111
1996	12	115	48	82
1997	1	105	44	75
1997	2	173	44	109
1997	3	205	52	129
1997	4	202	81	142
1997	5	222	115	169
1997	6	261	149	205
1997	7	290	159	225
1997	8	301	174	238
1997	9	256	156	206
1997	10	217	118	168
1997	11	146	70	108
1997	12	115	37	76
1998	1	120	37	78
1998	2	152	43	98
1998	3	194	55	125
1998	4	171	58	115
1998	5	201	102	152
1998	6	282	157	219
1998	7	326	184	255
1998	8	315	178	247
1998	9	258	155	207
1998	10	208	84	146
1998	11	155	53	104
1998	12	109	1	55
1999	1	115	11	63
1999	2	137	14	76
1999	3	164	45	105
1999	4	207	72	140
1999	5	248	129	189
1999	6	270	141	206
1999	7	307	170	239
1999	8	306	178	242
1999	9	235	126	181
1999	10	174	99	136
1999	11	118	15	67
1999	12	94	8	51
2000	1	77	-24	27
2000	2	176	23	100
2000	3	170	39	105
2000	4	161	65	113
2000	5	222	116	169
2000	6	279	143	211
2000	7	311	168	240
2000	8	313	174	244
2000	9	276	143	210



Indicativo: 8313 REQUENA	Provincia: VALENCIA
Altitud: 691m	Longitud: 01°06'00"W
Latitud: 39°29'19"N	

AÑO	MES	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
2000	10	204	104	154
2000	11	134	53	94
2000	12	123	47	85
2001	1	119	45	82
2001	2	147	39	93
2001	3	197	88	143
2001	4	211	84	148
2001	5	225	113	169
2001	6	324	165	245
2001	7	325	181	253
2001	8	332	198	265
2001	9	268	163	216
2001	10	231	128	180
2001	11	137	44	91
2001	12	94	3	49
2002	1	106	20	63
2002	2	162	24	93
2002	3	159	47	103
2002	4	177	60	119
2002	5	203	87	145
2002	6	280	148	214
2002	7	301	170	235
2002	8	289	166	228
2002	9	258	144	201
2002	10	206	100	153
2002	11	149	63	106
2002	12	120	50	85
2003	1	95	5	50
2003	2	98	6	52
2003	3	158	40	99
2003	4	179	63	121
2003	5	226	103	164
2003	6	301	166	234
2003	7	327	182	254
2003	8	323	179	252
2003	9	246	140	193
2003	10	179	96	138
2003	11	139	55	97
2003	12	110	22	66
2004	1	133	30	82
2004	2	137	22	80
2004	3	141	44	93
2004	4	173	60	117
2004	5	184	81	133
2004	6	291	156	224
2004	7	299	170	235
2004	8	311	182	247
2004	9	270	158	214
2004	10	213	109	161
2004	11	146	37	92
2004	12	102	32	67
2005	1	113	-12	50
2005	2	104	-3	51
2005	3	167	43	105
2005	4	198	67	133
2005	5	257	112	185
2005	6	299	157	228
2005	7	323	178	251
2005	8	308	168	238
2005	9	250	127	188
2005	10	200	107	154



Indicativo: 8313 REQUENA	Provincia: VALENCIA
Altitud: 691m	Longitud: 01°06'00"W
Latitud: 39°29'19"N	

AÑO	MES	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
2005	11	117	40	79
2005	12	91	14	53
2006	1	74	10	42
2006	2	108	12	60
2006	3	172	58	115
2006	4	207	86	146
2006	5	241	123	183
2006	6	274	148	211
2006	7	330	191	261
2006	8	305	171	238
2006	9	263	146	205
2006	10	221	125	173
2006	11	147	78	113
2006	12	103	19	61
2007	1	100	12	56
2007	2	131	48	90
2007	3	168	47	107
2007	4	179	91	136
2007	5	244	128	186
2007	6	286	167	227
2007	7	324	189	257
2007	8	308	190	249
2007	9	256	153	205
2007	10	188	104	146
2007	11	137	27	82
2007	12	99	17	58
2008	1	120	27	74
2008	2	130	42	86
2008	3	191	53	122
2008	4	216	88	152
2008	5	224	116	171
2008	6	278	150	215
2008	7	326	183	254
2008	8	318	188	253
2008	9	250	146	198
2008	10	191	109	150
2008	11	129	38	84
2008	12	95	26	60
2009	1	93	19	56
2009	2	125	33	79
2009	3	169	49	109
2009	4	167	56	111
2009	5	249	111	180
2009	6	294	154	224
2009	7	329	183	256
2009	8	323	186	255
2009	9	243	141	192
2009	10	226	110	168
2009	11	161	71	116
2009	12	90	23	57
2010	1	79	24	52
2010	2	103	37	70
2010	3	140	51	96
2010	4	197	88	142
2010	5	235	111	173
2010	6	284	155	220
2010	7	347	203	275
2010	8	328	199	264
2010	9	277	160	219
2010	10	199	101	150
2010	11	130	54	92



Indicativo: 8313 REQUENA	Provincia: VALENCIA
Altitud: 691m	Latitud: 39°29'19"N
	Longitud: 01°06'00"W

AÑO	MES	TM_MAX	TM_MIN	TM_MES
2010	12	102	38	70
2011	1	107	35	71
2011	2	137	38	88
2011	3	142	64	103
2011	4	221	104	163
2011	5	242	125	184
2011	6	291	159	225
2011	7	325	186	255
2011	8	339	192	266
2011	9	293	158	226
2011	10	215	116	166
2011	11	137	74	106
2011	12	106	27	67
2012	1	106	17	62
2012	2	104	-4	50
2012	3	168	41	105
2012	4	196	86	141
2012	5	279	137	209
2012	6	338	188	263
2012	7	349	197	273
2012	8	365	214	290
2012	9	287	165	226
2012	10	215	125	170
2012	11	145	89	117
2012	12	123	42	83
2013	1	118	37	77
2013	2	114	33	74
2013	3	140	62	102
2013	4	190	76	133
2013	5	226	102	164
2013	6	291	148	220
2013	7	330	185	258
2013	8	310	182	246
2013	9	271	151	211
2013	10	219	122	171
2013	11	134	48	91
2013	12	94	11	53
2014	1	99	34	67
2014	2	116	37	77
2014	3	167	56	112
2014	4	249	108	179
2014	5	256	123	190
2014	9	293	179	236



Indicativo: 8311 UTIEL	Provincia: VALENCIA
Altitud: 740m	Latitud: 39°34'12"N
	Longitud: 01°12'08"W

AÑO	MES	PMES77
1990	1	210
1990	2	0
1990	3	70
1990	4	450
1990	5	200
1990	6	5
1990	7	80
1990	8	115
1990	9	590
1990	10	965
1990	11	545
1990	12	45
1991	1	410
1991	2	805
1991	3	470
1991	4	805
1991	5	160
1991	6	105
1991	7	210
1991	8	170
1991	9	410
1991	10	120
1991	11	260
1991	12	245
1992	1	30
1992	2	210
1992	3	150
1992	4	50
1992	5	305
1992	6	565
1992	7	225
1992	8	80
1992	9	330
1992	10	385
1992	11	5
1992	12	270
1993	1	45
1993	2	305
1993	3	395
1993	4	210
1993	5	220
1993	6	65
1993	7	30
1993	8	95
1993	9	60
1993	10	390
1993	11	345
1993	12	10
1994	1	190
1994	2	30
1994	3	20
1994	4	490
1994	5	215
1994	6	0
1994	7	50
1994	8	35
1994	9	515
1994	10	715
1994	11	160
1994	12	35
1995	1	25



Indicativo: 8311 UTIEL	Provincia: VALENCIA
Altitud: 740m	Latitud: 39°34'12"N
	Longitud: 01°12'08"W

AÑO	MES	PMES77
1995	2	20
1995	3	10
1995	4	100
1995	5	230
1995	6	215
1995	7	25
1995	8	1025
1995	9	200
1995	10	140
1995	11	270
1995	12	660
1996	1	475
1996	2	180
1996	3	85
1996	4	190
1996	5	755
1996	6	50
1996	7	30
1996	8	100
1996	9	795
1996	10	65
1996	11	735
1996	12	980
1997	1	1230
1997	2	15
1997	3	5
1997	4	470
1997	5	520
1997	6	885
1997	7	110
1997	8	335
1997	9	585
1997	10	505
1997	11	370
1997	12	545
1998	1	455
1998	2	215
1998	3	235
1998	4	285
1998	5	1005
1998	6	250
1998	7	0
1998	8	180
1998	9	335
1998	10	40
1998	11	65
1998	12	575
1999	1	375
1999	2	45
1999	3	340
1999	4	280
1999	5	225
1999	6	130
1999	7	210
1999	8	5
1999	9	800
1999	10	630
1999	11	80
1999	12	190
2000	1	130
2000	2	0



Indicativo: 8311 UTIEL	Provincia: VALENCIA
Altitud: 740m	Latitud: 39°34'12"N
	Longitud: 01°12'08"W

AÑO	MES	PMES77
2000	3	145
2000	4	575
2000	5	560
2000	6	35
2000	7	5
2000	8	40
2000	9	230
2000	10	1530
2000	11	125
2000	12	585
2001	1	395
2001	2	160
2001	3	215
2001	4	280
2001	5	265
2001	6	20
2001	7	10
2001	8	5
2001	9	660
2001	10	490
2001	11	375
2001	12	310
2002	1	180
2002	2	10
2002	3	300
2002	4	850
2002	5	640
2002	6	270
2002	7	0
2002	8	715
2002	9	305
2002	10	320
2002	11	360
2002	12	430
2003	1	195
2003	2	525
2003	3	335
2003	4	365
2003	5	730
2003	6	175
2003	7	25
2003	8	570
2003	9	600
2003	10	520
2003	11	80
2003	12	90
2004	1	10
2004	2	410
2004	3	750
2004	4	580
2004	5	1025
2004	6	5
2004	7	190
2004	8	0
2004	9	500
2004	10	380
2004	11	90
2004	12	250
2005	1	0
2005	2	385
2005	3	150



Indicativo: 8311 UTIEL	Provincia: VALENCIA
Altitud: 740m	Latitud: 39°34'12"N
	Longitud: 01°12'08"W

AÑO	MES	PMES77
2005	4	400
2005	5	170
2005	6	460
2005	7	215
2005	8	35
2005	9	820
2005	10	465
2005	11	670
2005	12	145
2006	1	510
2006	2	225
2006	3	130
2006	4	210
2006	5	310
2006	6	545
2006	7	20
2006	8	50
2006	9	750
2006	10	175
2006	11	565
2006	12	0
2007	1	255
2007	2	280
2007	3	520
2007	4	1195
2007	5	60
2007	6	90
2007	7	0
2007	8	395
2007	9	245
2007	10	735
2007	11	90
2007	12	285
2008	1	220
2008	2	255
2008	3	10
2008	4	445
2008	5	850
2008	6	635
2008	7	100
2008	8	0
2008	9	1160
2008	10	1515
2008	11	240
2008	12	440
2009	1	370
2009	2	185
2009	3	585
2009	4	150
2009	5	115
2009	6	45
2009	7	35
2009	8	20
2009	9	830
2009	10	195
2009	11	90
2009	12	1005
2010	1	805
2010	2	615
2010	3	405
2010	4	640



Indicativo: 8311 UTIEL	Provincia: VALENCIA
Altitud: 740m	Latitud: 39°34'12"N
	Longitud: 01°12'08"W

AÑO	MES	PMES77
2010	5	870
2010	6	500
2010	7	85
2010	8	490
2010	9	132
2010	10	510
2010	11	220
2010	12	595
2011	1	110
2011	2	130
2011	3	375
2011	4	595
2011	5	1155
2011	6	81
2011	7	100
2011	8	0
2011	9	345
2011	10	315
2011	11	780
2011	12	0
2012	1	260
2012	2	5
2012	3	270
2012	4	415
2012	5	45
2012	6	140
2012	7	40
2012	8	0
2012	9	305
2012	10	930
2012	11	600
2012	12	0
2013	1	110
2013	2	460
2013	3	700
2013	4	990
2013	5	580
2013	6	115
2013	7	490
2013	8	215
2013	9	40
2013	10	30
2013	11	70
2013	12	260
2014	1	145
2014	2	375
2014	3	85
2014	4	155
2014	5	125
2014	6	330
2014	7	20
2014	8	0
2014	9	1095



Indicativo: 8313 REQUENA	Provincia: VALENCIA
Altitud: 691m	Latitud: 39°29'19"N
	Longitud: 01°06'00"W

AÑO	MES	PMES77
1990	1	317
1990	2	0
1990	3	168
1990	4	489
1990	5	310
1990	6	0
1990	7	108
1990	8	148
1990	9	621
1990	10	783
1990	11	351
1990	12	111
1991	1	803
1991	2	1188
1991	3	442
1991	4	713
1991	5	199
1991	6	169
1991	7	157
1991	8	133
1991	9	105
1991	10	228
1991	11	320
1991	12	350
1992	1	40
1992	2	457
1992	3	179
1992	4	38
1992	5	379
1992	6	867
1992	7	30
1992	8	9
1993	1	210
1993	2	378
1993	3	454
1993	4	63
1993	5	202
1993	6	111
1993	7	53
1993	8	110
1993	9	469
1993	10	686
1993	11	521
1993	12	8
1994	1	154
1994	2	40
1994	3	12
1994	4	578
1994	5	235
1994	6	0
1994	7	20
1994	8	253
1994	9	682
1994	10	1017
1994	11	173
1994	12	17
1995	1	43
1995	2	13
1995	3	15
1995	4	80
1995	5	424



Indicativo: 8313 REQUENA	Provincia: VALENCIA
Altitud: 691m	Latitud: 39°29'19"N
	Longitud: 01°06'00"W

AÑO	MES	PMES77
1995	6	542
1995	7	75
1995	8	621
1995	9	85
1995	10	61
1995	11	240
1995	12	882
1996	1	622
1996	2	227
1996	3	86
1996	4	390
1996	5	660
1996	6	120
1996	7	22
1996	9	615
1996	10	43
1996	11	804
1996	12	1162
1997	1	1351
1997	2	18
1997	3	20
1997	4	633
1997	5	564
1997	6	680
1997	7	99
1997	8	462
1997	9	573
1997	10	256
1997	11	261
1997	12	520
1998	1	745
1998	2	171
1998	3	95
1998	4	270
1998	5	570
1998	6	298
1998	7	0
1998	8	324
1998	9	371
1998	10	83
1998	11	54
1998	12	916
1999	1	340
1999	2	60
1999	3	321
1999	4	211
1999	5	271
1999	6	40
1999	7	256
1999	8	0
1999	9	1065
1999	10	532
1999	11	93
1999	12	215
2000	1	120
2000	2	0
2000	3	198
2000	4	514
2000	5	602
2000	6	20
2000	7	4



Indicativo: 8313 REQUENA	Provincia: VALENCIA
Altitud: 691m	Latitud: 39°29'19"N
	Longitud: 01°06'00"W

AÑO	MES	PMES77
2000	8	5
2000	9	23
2000	10	1560
2000	11	167
2000	12	533
2001	1	445
2001	2	251
2001	3	254
2001	4	470
2001	5	244
2001	6	40
2001	7	2
2001	8	91
2001	9	399
2001	10	560
2001	11	596
2001	12	521
2002	1	318
2002	2	2
2002	3	303
2002	4	703
2002	5	803
2002	6	251
2002	7	0
2002	8	371
2002	9	594
2002	10	319
2002	11	223
2002	12	403
2003	1	149
2003	2	536
2003	3	378
2003	4	441
2003	5	674
2003	6	70
2003	7	86
2003	8	270
2003	9	697
2003	10	431
2003	11	87
2003	12	99
2004	1	13
2004	2	346
2004	3	790
2004	4	937
2004	5	713
2004	6	114
2004	7	120
2004	8	0
2004	9	391
2004	10	350
2004	11	43
2004	12	360
2005	1	0
2005	2	375
2005	3	108
2005	4	352
2005	5	46
2005	6	223
2005	7	126
2005	8	105



Indicativo: 8313 REQUENA	Provincia: VALENCIA
Altitud: 691m	Latitud: 39°29'19"N
	Longitud: 01°06'00"W

AÑO	MES	PMES77
2005	9	616
2005	10	353
2005	11	749
2005	12	97
2006	1	745
2006	2	282
2006	3	158
2006	4	299
2006	5	177
2006	6	168
2006	7	0
2006	8	21
2006	9	242
2006	10	299
2006	11	714
2006	12	38
2007	1	245
2007	2	362
2007	3	294
2007	4	1308
2007	5	31
2007	6	94
2007	7	0
2007	8	441
2007	9	391
2007	10	864
2007	11	70
2007	12	273
2008	1	186
2008	2	274
2008	3	15
2008	4	499
2008	5	895
2008	6	820
2008	7	132
2008	8	0
2008	9	817
2008	10	1221
2008	11	152
2008	12	475
2009	1	454
2009	2	128
2009	3	741
2009	4	229
2009	5	154
2009	6	21
2009	7	82
2009	8	0
2009	9	768
2009	10	258
2009	11	58
2009	12	1096
2010	1	760
2010	2	482
2010	3	459
2010	4	798
2010	5	687
2010	6	329
2010	7	220
2010	8	310
2010	9	138



Indicativo: 8313 REQUENA	Provincia: VALENCIA
Altitud: 691m	Longitud: 01°06'00"W
Latitud: 39°29'19"N	

AÑO	MES	PMES77
2010	10	536
2010	11	177
2010	12	530
2011	1	92
2011	2	129
2011	3	396
2011	4	329
2011	5	870
2011	6	378
2011	7	149
2011	8	0
2011	9	146
2011	10	265
2011	11	965
2011	12	20
2012	1	344
2012	2	6
2012	3	372
2012	4	430
2012	5	90
2012	6	147
2012	7	0
2012	8	0
2012	9	379
2012	10	756
2012	11	536
2012	12	6
2013	1	168
2013	2	457
2013	3	754
2013	4	928
2013	5	266
2013	6	116
2013	7	418
2013	8	221
2013	9	30
2013	10	12
2013	11	66
2013	12	335
2014	1	142
2014	2	246
2014	3	55
2014	4	136
2014	5	0
2014	6	276
2014	7	80
2014	8	0
2014	9	848