

El cambio climático
y la repercusión
en las necesidades de riego
de la zona regable del Canal de Navarra

Servicio de Asesoramiento al Regante

Julio 2007

ÍNDICE

1.-	LAS NECESIDADES DE RIEGO DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE NAVARRA	3
2.-	INFORMACIÓN SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPAÑA	5
3.-	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS NECESIDADES DE RIEGO DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE NAVARRA CON EL AUMENTO DE LA TEMPERATURA	6
4.-	CONCLUSIONES.....	9
5.-	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	10

1.- LAS NECESIDADES DE RIEGO DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE NAVARRA

Las necesidades de riego de la zona regable del Canal de Navarra se recogen en el proyecto titulado “Anteproyecto Constructivo (Proyecto Básico) del área regable de la 1ª Fase del Canal de Navarra”⁽¹⁾, que forma parte de la documentación pública aportada por Riegos del Canal de Navarra en el concurso concesional de la zona regable del Canal de Navarra 1ª Fase desarrollado entre el 28 de diciembre de 2005 y el 28 de enero de 2006.

La metodología utilizada en el trabajo mencionado se resume a continuación.

- Se empleó información climática de seis observatorios meteorológicos manuales distribuidos en la zona regable y que disponían de datos mensuales de temperatura y lluvia desde el año 1974 hasta el año 2003.
- Se realizó el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_0) mediante el método de Hargreaves.¹
- Se promediaron los datos mensuales de ET_0 y de lluvia de los años disponibles, obteniendo la distribución mensual de la ET_0 y de la lluvia en un año medio.²
- Se definieron alternativas de cultivos en cada uno de los 15 sectores en los que se divide la zona regable.
- Se obtuvieron las necesidades de riego mensuales de cada cultivo según la siguiente fórmula:

$$NR_{mes} = \frac{Kc_{mes} \cdot ET_0 - P_{mes}}{\text{Eficiencia de riego}}$$

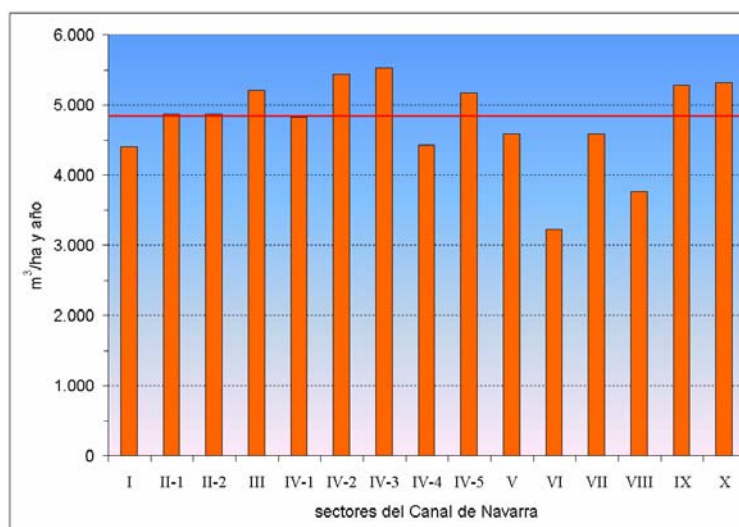
¹ El método estándar que la Organización de Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas establece para la estimación de la ET_0 es la ecuación de Penman-Monteith (FAO-56. Crop evapotranspiration, 1998). Sin embargo, al no disponer de datos de todas las variables climáticas necesarias (temperatura y humedad relativa del aire, velocidad del viento y radiación solar) se optó por estimar la ET_0 mensual mediante el método de Hargreaves ya que se considera una alternativa muy adecuada cuando únicamente se dispone de datos de temperatura del aire. No obstante, la precisión de la ecuación de Hargreaves puede variar en función de las condiciones del viento; cuando la velocidad del viento supera el valor de 2 m/s la ecuación de Hargreaves empieza a subestimar la ET_0 respecto a la fórmula de Penman-Monteith.

² En el estudio “Análisis estadístico de la variabilidad de los consumos de la zona regable del Canal de Navarra 1ª Fase, agosto 2004”, que también se aportó en el concurso concesional ya mencionado, se calcularon las necesidades de riego para cada año de la serie 1974-2003 y el valor de los percentiles o deciles de la serie. Como cabría esperar el valor del percentil 50, 5.016 m³/ha, resultó parecido pero no idéntico al promedio de 4.858 m³/ha utilizado en el Anteproyecto Constructivo.

Las necesidades de riego mensuales se acumularon obteniendo las necesidades de riego de cada cultivo en cada año.

- Por último, para cada sector de la zona regable, se calculó las necesidades de riego de la alternativa de cultivos según las proporciones de los cultivos que la conforman.

Los valores de las necesidades de riego anuales que resultan en la zona regable del Canal de Navarra oscilan entre 3.224 m³/ha del sector VI y 5.526 m³/ha del sector IV-3, siendo la media ponderada, en función de la superficie **actual** de cada sector, 4.842 m³/ha.³



³ La superficie regable de cada sector va variando a lo largo del tiempo conforme avanzan los procesos de concentración parcelaria y las obras. En el estudio “Análisis estadístico de la variabilidad de los consumos de la zona regable del Canal de Navarra 1ª Fase, agosto 2004” al que anteriormente se hacía referencia las superficies utilizadas, válidas en agosto de 2004, fueron las que aparecen en la siguiente tabla. Actualmente, se manejan otras cifras que se muestran, asimismo, en la tabla.

Sector	ha. Agosto-2004	Ha. Julio 2007
I	1.220	1.164
II-1	1.186	1.057
II-2	3.363	3.107
III	1.387	1.172
IV-1	2.751	2.339
IV-2	1.542	946
IV-3	1.743	1.402
IV-4	3.264	2.500
IV-5	2.616	1.950
V	1.354	1.219
VI	913	822
VII	1.724	1.552
VIII	260	234
IX	2.137	1.923
X	774	697
	26.234	22.084

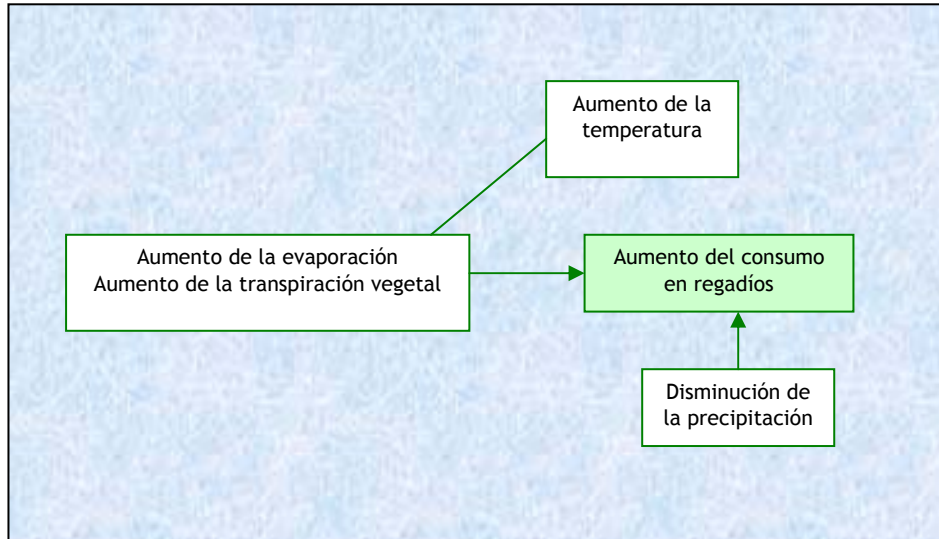
2.- INFORMACIÓN SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPAÑA

Según el documento *"Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático"*⁽²⁾, elaborado en 2005 por la Oficina española de cambio climático del Ministerio de Medio Ambiente, el clima venidero de España sufrirá cambios más que notorios, sobre todo en su temperatura, y se volverá más cálido. También son esperables cambios significativos en las precipitaciones, con una tendencia a la baja, aunque la certeza de cuánto, dónde y en qué momentos del año cambiará es menor.

La tendencia del clima futuro resulta de la aplicación de modelos climáticos globales y está condicionada por diversas fuentes de incertidumbre. Entre ellas destaca la propia evolución de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero y de aerosoles azufrados. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) ha establecido un conjunto de escenarios de emisiones, en función de diversos supuestos acerca del crecimiento de la población, de la evolución de las actividades socio-económicas y del progreso tecnológico a lo largo del siglo XXI. Entre estos escenarios se considera uno de los más aplicados a los modelos climáticos, el A2 del IPCC, que supone una evolución de las emisiones tal que el año 2100 la concentración media de CO₂ llegaría a 850 ppm, un 120% más que la actual.

Para este escenario, a lo largo del siglo XXI se produciría un incremento relativamente uniforme de la temperatura, de 0,4 °C/década en invierno y de 0,7 °C/década en verano. Para el último tercio del siglo XXI y en el interior peninsular los incrementos de temperatura con respecto al clima actual alcanzan valores de 5 a 7 °C en verano y de 3 a 4 °C en invierno.

Por lo que respecta a las precipitaciones existen notables discrepancias entre los diferentes modelos climáticos globales. No obstante, todos ellos coinciden en una reducción significativa de las precipitaciones totales anuales. Dichas reducciones resultan máximas en la primavera.



3.- ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS NECESIDADES DE RIEGO DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE NAVARRA CON EL AUMENTO DE LA TEMPERATURA

El cambio climático va a suponer para el regadío en general y para la zona regable del Canal de Navarra en particular, un incremento de la demanda con motivo de las mayores tasas evapotranspirativas de los cultivos.

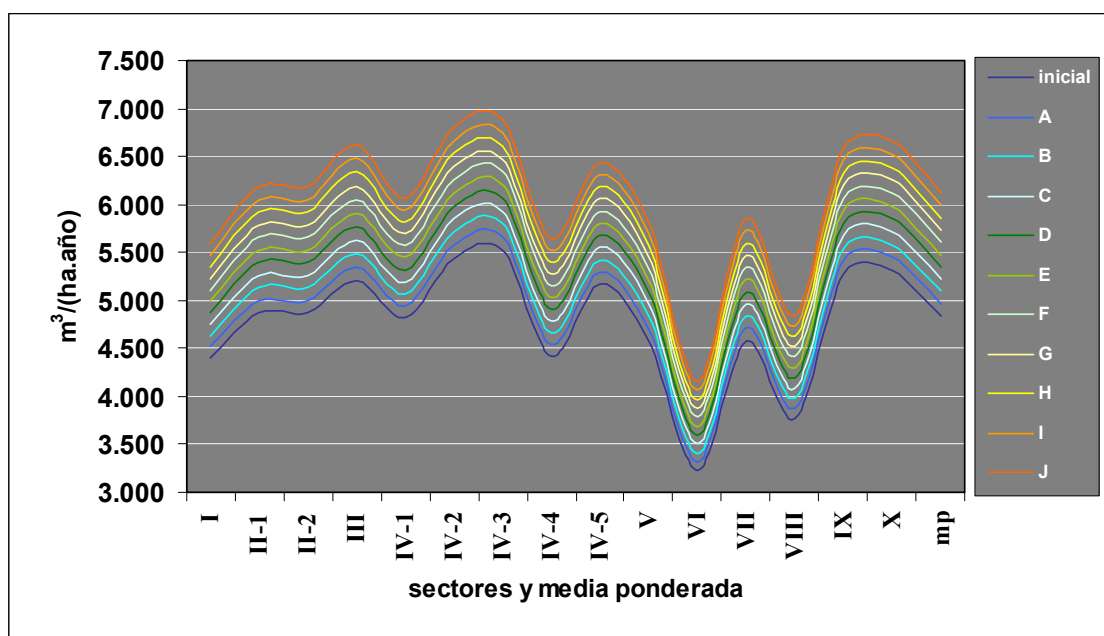
Para analizar este incremento en las necesidades de riego se ha recalculado la ET_0 usando datos crecientes de temperatura, con una escala mensual, como principal factor que determina la evapotranspiración.

Escenarios	Incremento de la temperatura respecto escenario inicial	
	en meses invernales	en meses estivales
A	0,4 °C	0,7 °C
B	0,8 °C	1,4 °C
C	1,2 °C	2,1 °C
D	1,6 °C	2,8 °C
E	2,0 °C	3,5 °C

F	2,4 °C	4,2 °C
G	2,8 °C	4,9 °C
H	3,2 °C	5,6 °C
I	3,6 °C	6,3 °C
J	4,0 °C	7,0 °C

En cada escenario se han estimado las necesidades de riego de cada sector, y se ha calculado una media para el total de la zona regable, ponderando las necesidades en función de la superficie de cada sector (mp).

3.1.- Necesidades de riego anuales



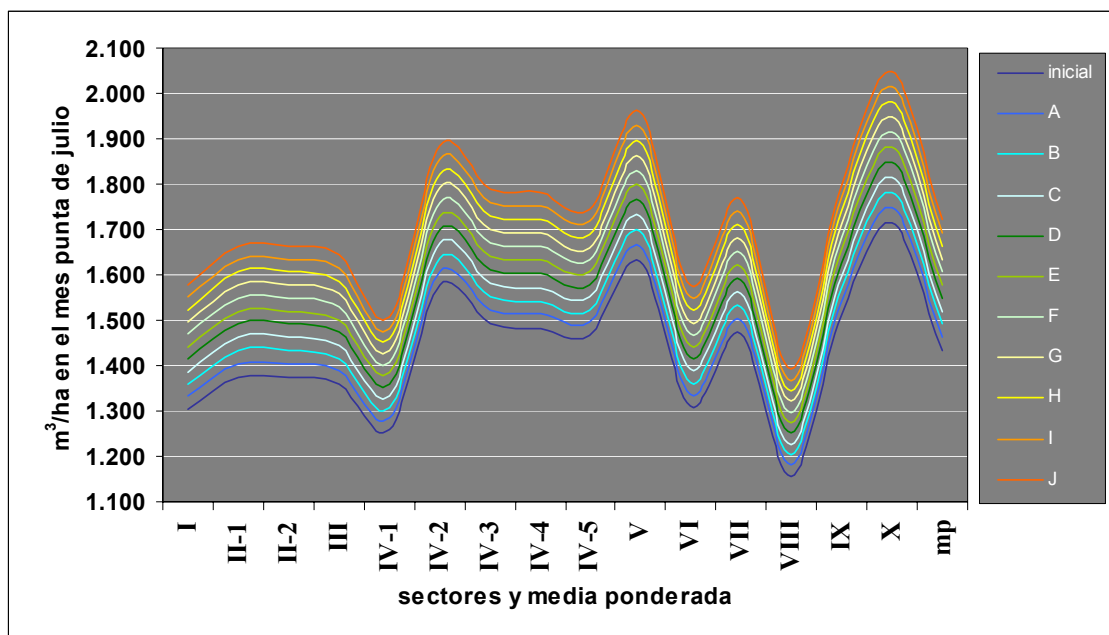
Cada escenario supone un incremento en las necesidades de riego anuales de 127 m³/ha, respecto el escenario anterior (un 2,6% sobre el escenario inicial).

El sector VI, con más viña, se ve menos afectado por el cambio climático y cada escenario supone, solamente, un incremento de 93 m³/ha y año. Por otra parte, el sector IV-3 es el más consuntivo y el más afectado con un incremento de 136 m³/ha.

3.2.- Necesidades de riego en el mes punta

En cuanto a las necesidades de riego del mes punta, julio, cada escenario supone un incremento de 29 m³/ha (un 2,0% sobre el escenario inicial).

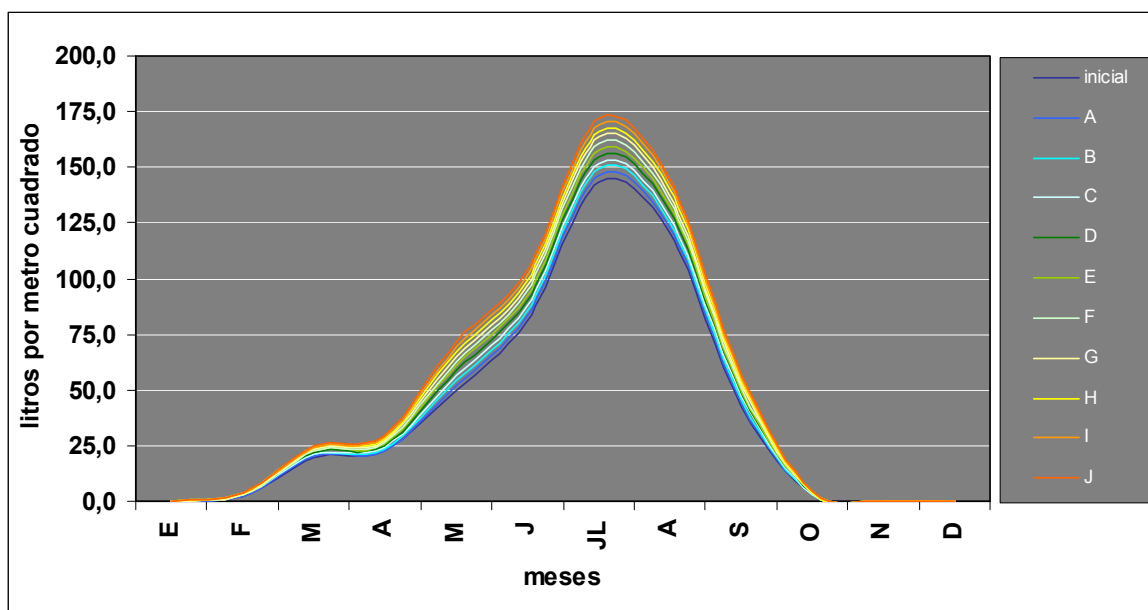
Es importante evaluar el impacto del cambio climático sobre el mes punta, debido a que los caudales de toma del Canal de Navarra en cada sector se han fijado seleccionando el mes de máximas necesidades de riego o mes punta.



El sector VIII, con menor presencia de cultivos en el mes de julio, se ve menos afectado ($\Delta = 23$ m³/ha y mes punta). El sector X, con importante presencia de maíz y tomate (cultivos con altos K_c en el mes de julio), se ve más afectado por el cambio climático que la media ($\Delta = 33$ m³/ha y mes punta).

3.3.- Distribución mensual de las necesidades de riego

El siguiente gráfico muestra la distribución a lo largo del año de las necesidades de riego medias en la zona regable del Canal de Navarra, y la repercusión de los distintos escenarios:



La repercusión en las necesidades de riego de la variación de la temperatura es más acusada en los meses centrales del año (mayo, junio, julio y agosto) con un peso, respecto del total anual, de 17, 18, 23 y 19% respectivamente.

4.- CONCLUSIONES

- Las necesidades de riego de la zona regable, en base a datos de los últimos 30 años (1974-2003), oscilan entre 3.224 y 5.526 m³/(ha.año).
- A lo largo del siglo XXI en España se incrementará la temperatura a razón de 0,4 °C/década en invierno y de 0,7 °C/década en verano, de manera que en el último tercio del siglo XXI los incrementos de temperatura con respecto al clima actual pueden alcanzar 7 °C en verano y 4 °C en invierno.
- Estos incrementos de temperatura van a suponer un aumento de las necesidades de riego en la zona regable del Canal de Navarra. Las grandes obras hidráulicas tienen vidas útiles de 100 años. Si consideramos este horizonte de 100 años, en el escenario más desfavorable (+4 °C en invierno/+7 °C en verano) las necesidades oscilarán entre 4.155 y 6.882 m³/(ha.año), en torno a un 26% por encima del escenario inicial. Si consideramos un plazo menor de 30 años, correspondiente a la duración de la concesión de la zona regable del

Canal de Navarra, las necesidades oscilarán entre 3.504 y 5.932 m³/(ha.año), un 7,8% por encima del escenario inicial.

- La repercusión del cambio climático será incluso mayor debido a la previsible disminución de la precipitación. Para el horizonte 2030, la disminución de precipitación media en España podría ser de un 5%.
- Con este panorama, la gestión eficiente de los recursos hídricos será más necesaria que nunca. Incluso pueden llegar condiciones futuras que hagan necesario adecuar las rotaciones de cultivos.

5.- BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- 1) “*Anteproyecto Constructivo (Proyecto Básico) del área regable de la 1ª Fase del Canal de Navarra*”. Riegos de Navarra, 2005.
<http://www.riegosdenavarra.com/concursoconcesional/documentacion.htm>
- 2) “*Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*”. Oficina española del cambio climático del Ministerio de Medio Ambiente, 2005.
http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico/documentacion_cc/divulgacion/pdf/conclusiones_impactos.pdf
- 3) “*Uso del indicador agroclimático PSMD para la representación y evaluación del impacto del cambio climático en las necesidades de agua de riego en España*”. J.A. Rodríguez Díaz, J.W. Knox y E. K. Weatherhead. Artículo publicado en la revista Ingeniería del Agua vol. 13 nº 4, de diciembre de 2006.
- 4) “*Impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos en España y viabilidad de Plan Hidrológico Nacional 2000*”. El autor Francisco J. Ayala-Carcedo publica esta ponencia en el II Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua. Sevilla, octubre 2002.
http://www.mma.es/secciones/agua/pdf/informesphncon/francisco_ayala_carcedo.pdf
- 5) “*Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España*”. Este informe ha sido realizado con contribuciones del INM, INM C.M.T Andalucía Occidental y Ceuta, Fundación Investigación del Clima, Univ. Castilla-La Mancha y Univ. Rovira i Virgili, en febrero de 2007.

<http://www.inm.es/izq/noticias/meteonoti/20070417.html>