

Estudio de las bandas térmicas del sensor AVHRR del satélite NOAA-14 en masas de agua continentales

E. PÉREZ GONZÁLEZ y P. GARCÍA RODRÍGUEZ (*)

1. INTRODUCCION

En el presente trabajo se han analizado varias imágenes del sensor AVHRR-2 correspondiente a la serie del satélite NOAA de la agencia oceanográfica de Estados Unidos. Este es un satélite polar con órbita heliosincrona situado a una distancia entre 833 y 870 km de la Tierra. Dicho sensor ofrece información de cinco bandas del espectro electromagnético entre el rango del visible y los infrarrojos térmicos (0,58-12,5 μm). Su resolución espacial de 1100 m y su resolución radiométrica de 1023 niveles de grises, permite trabajar a escala regional y nacional. La gran ventaja de este satélite es su alta resolución temporal con unas cuatro imágenes diarias en latitudes medias, que posibilita la selección de imágenes con poca cobertura nubosa y su posterior análisis visual y digital.

El objetivo del estudio es conocer el comportamiento térmico de diferentes masas de agua continentales y su relación con sus entornos próximos utilizando, para ello, los canales térmicos 4 y 5 (10,3-11,3 μm y 11,5-12,5 μm) de este sensor. Se han escogido cuarenta y siete muestras representativas, de las cuales diez corresponden a masas naturales de agua (higrocoras) y treinta y siete a embalses repartidos por la España Peninsular, evitando los humedales o masas de agua artificiales litorales afectados por la influencia térmica del mar. Los diferentes cuerpos de agua seleccionados se discriminan bien en los canales del visible (1, rojo) e infrarrojos próximos (2 y 3), por tratarse, en el caso de los embalses, de masa de agua suficientemente extensas y profundas (del orden kilométrico y con varios metros de profundidad) y, respecto a los humedales, de peor diferenciación visual y digital por las altas interferencias con la vegetación y el sustrato, por conocer en detalle sus características fisionómicas, hídricas, edáficas, litológicas y, especialmente, la gran variabilidad temporal de sus láminas de agua y la calidad de las mismas.

(*) Proyecto de Investigación Complutense PR64/99-8521.

La localización de las muestras analizadas se representa en la figura 1 sobre el canal 1, 0,58-0,68 μm , de la imagen NOAA del 21 de agosto de 1999 tomada sobre la Península Ibérica a las 15 horas. En dicha figura los espacios seleccionados se ordenan conforme a la latitud, desde el embalse del Ebro en el norte hasta el embalse del Conde de Guadalhorce en el sur.

El análisis de las bandas térmicas del sensor AVHRR permite una visión global de las temperaturas superficiales en diferentes masas de agua, que posibilita definir distintos microclimas higronómicos en función de sus características físicas (tamaño, localización geográfica, cantidad de agua, tipo de litología o cubierta del suelo adyacente, etc.) y actuaciones antrópicas. Este estudio a pequeña escala debe complementarse con otros a mayor detalle y comparar los resultados con los obtenidos por satélites con sensores de mayor resolución espacial (Pérez González y García Rodríguez, 1999 y 2000) y datos de campo.

A partir de la visualización de todas las imágenes NOAA diarias de 1999 se han seleccionado las correspondientes a tres fechas contrastadas, 30 de marzo, 22 de agosto y 30 de septiembre, excluyendo imágenes de invierno por presentar escasa visibilidad y numerosas interferencias atmosféricas. Se han escogido las imágenes en torno a las 15 horas de Greenwich, pues las diferencias térmicas entre el agua y el suelo en horas de elevada insolación es máxima y el sensor permite captarlas en todo el territorio español. Por ello, las diferencias térmicas agua-suelo aquí presentadas, en días de escasa nubosidad, son las temperaturas máximas esperadas para las distintas épocas del año, con las desviaciones lógicas provocadas por las distintas situaciones sinópticas.

A esta hora las masas de agua, independientemente de su localización, presentan en general menor temperatura máxima diaria que el suelo seco, debido a su mayor calor específico e inercia térmica.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las imágenes originales del sensor AVHRR seleccionadas han sido corregidas geométrica y radiométricamente*; para obtener una mejor visualización se ha cortado el área correspondiente a la Península Ibérica y Baleares. Se han efectuado diversas mezclas de bandas y se han tomado los valores digitales de las bandas 4 y 5 en las cuarenta y siete masas de agua y sus entornos inmediatos, con distancias inferiores a dos kilómetros. Estos números digitales han sido transformados a valores de temperatura en grados kelvin mediante la fórmula siguiente:

* Agradecemos al CREPAD (Maspalomas, Gran Canarias), el tratamiento de las imágenes NOAA originales.

Fig. 1. Localización de embalses y lagunas en la imagen NOAA-14, banda 1, 22-8-1999.



$$T = T1 + A (T1-T2) + B \text{ (Caselles et al., 1997)}$$

Siendo:

T = temperatura de la superficie del suelo o del mar en ° K

T1 = canal 4 del AVHRR

T2 = canal 5 del AVHRR

A = 1.0 + 0,58 (T1-T2)

B = 0,51 + 40 (1-ε) - 75 ((

ε = (ε₁ + ε₂)/2

ε₁ = valor de la emisividad en el canal 1

ε₂ = valor de la emisividad en el canal 2

Δε = ε₁ - ε₂

Las temperaturas kelvin se transforman en grados centígrados para obtener las temperaturas superficiales de los distintos medios. Con el fin de resaltar la amortiguación térmica de la temperatura máxima de los espacios acuáticos respecto a sus entornos inmediatos, se ha realizado un cuadro que muestra las diferencias entre ambos medios —suelo-agua— (ver Cuadro 1). Dichas diferencias se denominan aquí “anomalías térmicas” ya que marcan el contraste térmico entre ambos ecosistemas. Este cuadro resume los datos de los cuarenta y siete espacios seleccionados, ordenados en función de la latitud de forma decreciente. En la segunda columna se indica la longitud respecto a Greenwich, ordenado de oeste a este y, las columnas restantes muestran los valores de las anomalías térmicas de las superficies acuáticas respecto a los suelos no inundados, obtenidas a partir de los canales 4 y 5 del sensor AVHRR para los tres meses muestreados. En los meses de agosto y septiembre no se han podido obtener algunos datos debido a la presencia de nubes.

Del análisis de este cuadro se deduce que el comportamiento térmico de los humedales y embalses es notablemente distinto. Como cabría esperar, a mayor superficie y profundidad de agua el contraste térmico es más acusado. Cabe destacar que el lago natural —Sanabria— y las lagunas profundas —de Ruidera— presentan un régimen de temperaturas similar al de los embalses, diferenciándose bien de los humedales propiamente dichos, siempre con una altura en su lámina de agua inferior a 6 m y, en el caso español inferiores a 2,5 m.

Al observar las anomalías de todos los puntos muestreados que se recogen en el cuadro 1, se descaca que la temperatura del agua llega a ser 20 °C menor que la del suelo (en el embalse de la Vega del Jabalón al sur de Ciudad Real), si bien los valores medios de todos los puntos oscilan entre 8,1 °C en el mes de marzo, 7, 56 °C en agosto y 4,02 °C en septiembre, siempre con

Cuadro 1
Anomalías térmica del agua

<i>Masas de agua</i>	<i>Localización</i>		<i>Anomalías T °C en agua</i>		
	<i>Lat.</i>	<i>Long.</i>	<i>Marzo</i>	<i>Agos.</i>	<i>Sept.</i>
1. E. Ebro (Cantabria)	43°01'	3°50'	-5,54	-1,31	-2,45
2. E. Riaño (León)	42°58'	5°01'	-10,48	Nubes	Nubes
3. E. Porma (León)	42°57'	5°16'	-9,44	Nubes	Nubes
4. E. Portodemeburos (Coruña)	42°52'	8°08'	-4,27	-7,67	-4,71
5. E. Barrios de Luna (León)	42°52'	5°52'	-5,83	-16,87	-4,86
6. E. Aguilar Campoo (Pa)	42°48'	4°17'	-8,31	Nubes	Nubes
7. E. Barcena (Orense)	42°37'	6°32'	-5,8	-14,87	-1,48
8. E. Uzquiza (Burgos)	42°18'	3°14'	-9,04	Nubes	Nubes
9. E. Cernadilla (Zamora)	42°01'	6°35'	-4,41	-7,22	-5,72
10. Lago Sanabria (Zamora)	42°07'	6°35'	-3,77	-8,59	-7,15
11. E. Das Portas (Orense)	42°05'	7°14'	-4,82	-5,89	-4,27
12. L. Villafáfila.Grande (Z)	41°51'	5°05'	-2,36	-2,73	1,59
13. E. Cuerza del Pozo (Soria)	41°51'	2°44'	-3,21	-7,97	-3,26
14. E. Ricobayo (Zamora)	41°39'	5°47'	-6,81	-8,88	-1,80
15. E.Almendra-Agua (Sa)	41°20'	6°10'	-9,41	-9,22	-6,27
16. E. Tranquera (Zaragoza)	41°14'	1°47'	-9,08	-12,49	Nubes
17. Gallocanta (Za-Te)	40°58'	1°30'	-0,38	1,29	-6,12
18. E. Entrepeñas (Gu)	40°30'	2°43'	-14,74	-11,91	Nubes
19. E. Santa Teresa (Sa)	40°35'	5°35'	-5,54	-7,08	-4,23
20. E. Buendía (Cuenca)	40°20'	2°38'	-17,77	-11,36	-2,01
21. E. Gabriel y Galán (CC)	40°15'	6°08'	-10,14	-3,42	-5,84
22. E. Navalcán (Toledo)	40°02'	5°07'	-5,28	-3,4	-3,51
23. E. Valdecañas (Cáceres)	39°49'	5°26'	-9,66	-8,38	-4,44
24. E.Alcántara (Cáceres)	39°43'	6°28'	-14,22	-9,8	-5,81

Cuadro 1
Anomalías térmica del agua
(continuación)

<i>Masas de agua</i>	<i>Localización</i>		<i>Anomalías T °C en agua</i>		
	<i>Lat.</i>	<i>Long.</i>	<i>Marzo</i>	<i>Agos.</i>	<i>Sept.</i>
25. E. Alarcón (Cuenca)	39°40'	2°10'	-7,87	-17,19	-3,93
26. E. Contreras (Cuenca)	39°38'	1°30'	-4,53	-13,51	-2,50
27. L. Del Taray (Toledo)	39°33'	3°19'	-8,2	-1,94	0,21
28. L. Grande Villafranca (To)	39°27'	3°20'	-14,49	-3,76	1,14
29. L. C.º Villafranca (CR)	39°25'	3°25'	-9,21	-5,92	-0,33
30. Laguna Manjavacas (Cu)	39°25'	2°53'	-2,78	-0,91	-0,09
31. E. Torre Abrahan (CR)	39°24'	4°15'	-3,76	-14,84	-4,69
32. E. Cijara (Badajoz)	39°20'	4°45'	-7	-12,1	-7,12
33. E. Gasset (CR)	39°08'	3°57'	-16,71	-8,91	-5,77
34. Tablas Daimiel (CR)	39°08'	3°14'	3,1	4,75	-0,62
35. E. Orellana	39°01'	5°25'	-12,69	-8,92	-9,70
36. Lagunas de Ruidera (CR)	38°58'	2°43'	-6,08	-3,04	-4,49
37. E. Zujár (Badojoz)	38°46'	5°10'	-9,32	-15,07	-9,86
38. E. Vega del Jabalón (CR)	38°47'	3°48'	-20,73	-9,05	-2,13
39. E. Alange (Badajoz)	38°46'	6°15'	-6,58	-5,74	-7,89
40. E. Cenajo (Albacete)	38°43'	1°51'	-13,08	-4,77	Nubes
41. E. Guadalmellato (Co)	38°04'	4°41'	-5,77	-16,16	-4,62
42. E. Aracena (Huelva)	37°57'	6°28'	-12,28	-8,98	Nubes
43. E. Bembezar (Córdoba)	37°55'	5°15'	-9,97	-3,6	-5,97
44. E. Negrátin (Granada)	37°34'	2°45'	-7,55	-10,38	-3,99
45. E. Iznájar (Co-Gr)	37°15'	4°11'	-7,51	-6,61	Nubes
46. L. Fuente Piedra (Ma)	37°07'	4°46'	-7,23	4,52	Nubes
47. E. Conde Guadalhorce	36°57'	4°38'	-10,34	-5,56	Nubes

valores más bajos en el agua, y unas desviaciones típicas de 9,04, 9,64 y 8,70 respectivamente.

El hecho más destacado al analizar los valores recogidos en el cuadro 1 es la notable diferencia entre el comportamiento térmico de los embalses y los humedales (espacios de agua someros y con importantes interferencias con la vegetación, las sales y las fluctuaciones en la altura de la lámina de agua). Esto queda claramente reflejado en las figuras 2, 3 y 4.

En marzo, todos los puntos seleccionados tienen agua y por tanto, presentan valores con temperaturas más bajas en la superficie de agua que en su entorno próximo, independientemente del tipo de cubierta que tenga el suelo. Se advierten los mayores contrastes térmicos (entre $-20,7$ y $-9,5$ °C) en los embalses localizados en latitudes inferiores a los 41 ° N, debido a su mayor insolación. Entre estos valores ($-14,49$ °C) sólo destaca un humedal —la laguna Grande de Villafranca (Toledo)— que, gracias a los aportes adicionales de aguas del río Cigüela por parte del hombre, alcanza una altura de agua en torno a los 2,5 m. En contraposición a los valores térmicos de esta laguna, las higrocoras más someras —Manjavacas (Cuenca), Villafáfila (Zamora) y Gallocanta (entre Zaragoza y Teruel)— destacan por tener la amortiguación térmica más baja (inferior a 3 °C) o, incluso mostrar temperaturas superficiales máximas más elevadas, como es el caso de Las Tablas de Daimiel, con 3 °C; posiblemente debido a la escasez de agua y elevado caldeoamiento diurno en un área deprimida topográficamente, muy horizontal y con importantes masas de vegetación arbustiva (*Phragmites* sp, *Cladium mariscus*, etc.) que ejerce de barrera al viento y su consiguiente aumento de la temperatura superficial.

Durante el mes de agosto, los doce embalses que tienen mayores diferencias térmicas con sus entornos inmediatos (de $-17,19$ °C a $-10,38$ °C), no presentan preferencia latitudinal ni longitudinal, pues se distribuyen desde León (embalse de Barrios de Luna) hasta Córdoba (embalse de Guadalmellato) y, desde Orense (embalse de Bárcena) hasta Cuenca (embalse de Contreras). El 42 % de las muestras analizadas presentan anomalías entre -5 y -10 °C, destacando el Lago de Sanabria, por su profunda lámina de agua y, sólo un humedal propiamente dicho —la laguna del Camino de Villafranca, Ciudad Real— por el aporte de aguas residuales depuradas del pueblo de Alcázar de San Juan y, por ende, alejada de su régimen hídrico natural de aguas estacionales y ausentes en verano.

El resto de humedales tienen un contraste térmico muy aminorado y, tres de ellos —Las Tablas de Daimiel, Gallocanta y Fuente de Piedra— secos, con temperaturas superiores a su entorno.

En el mes de septiembre la inercia térmica del agua junto a la escasez de precipitaciones conlleva a que en las anomalías térmicas sean las más bajas del año, entre $-9,86$ °C en el embalse de Zújar y menos de 1 °C de diferen-

Fig.2. Anomalías térmicas

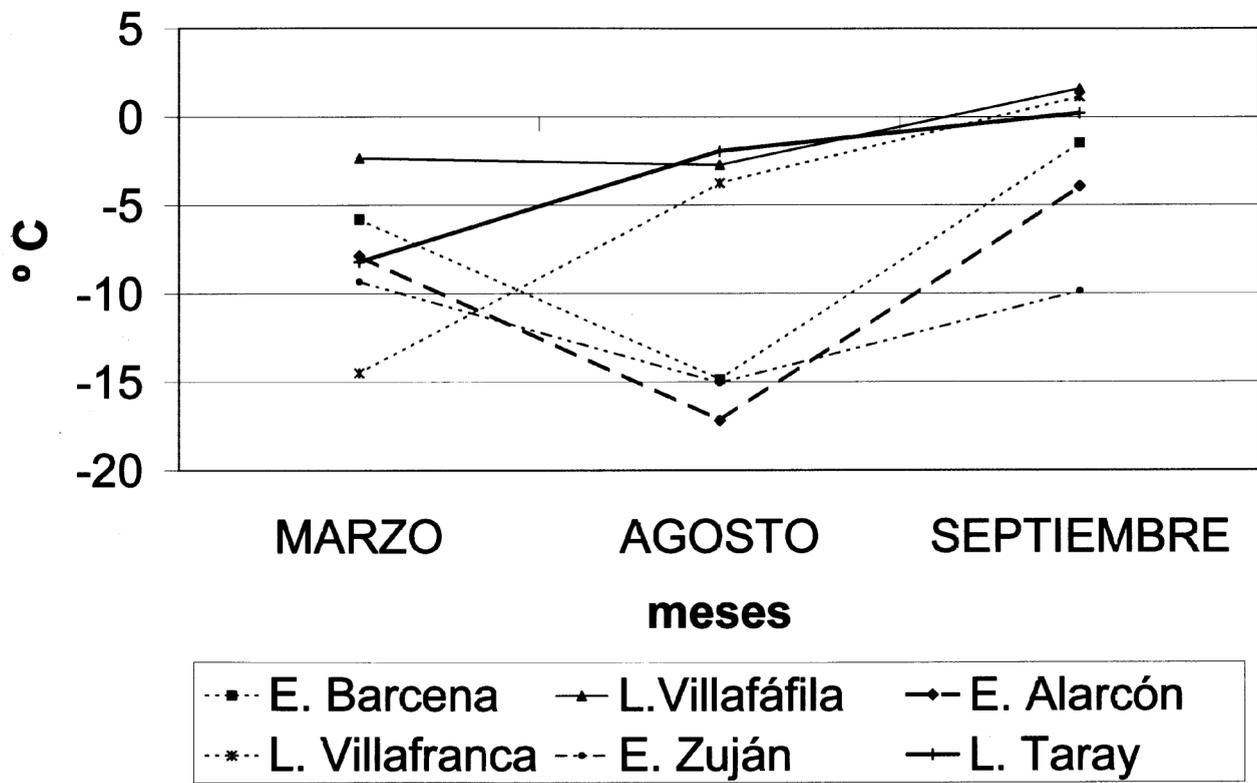


Fig.3 .

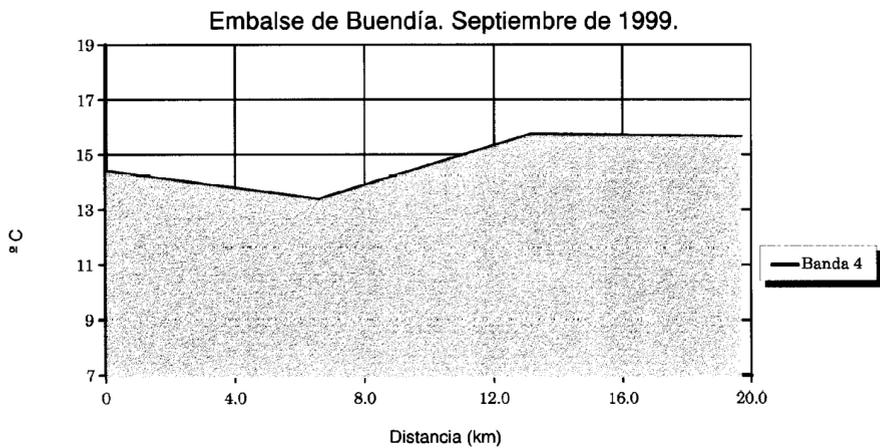
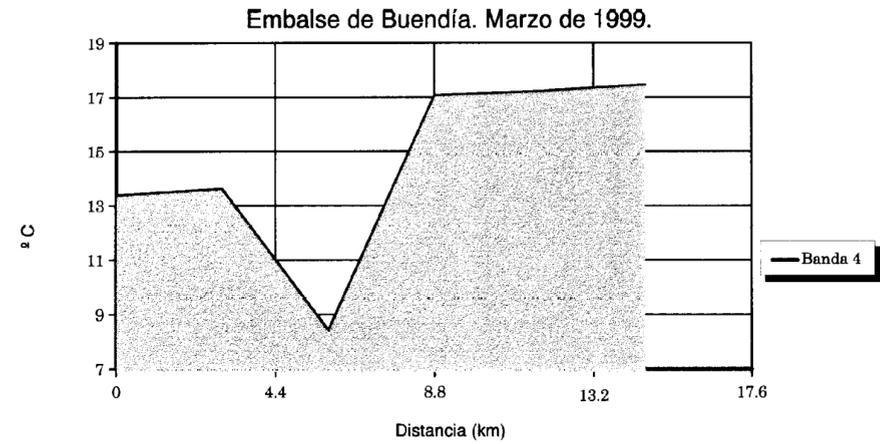
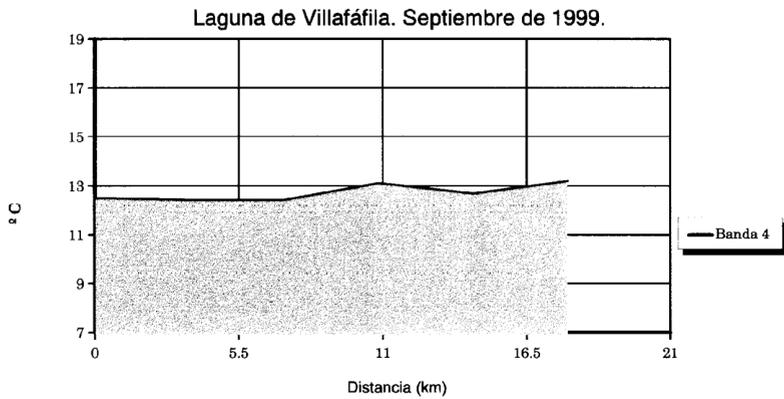
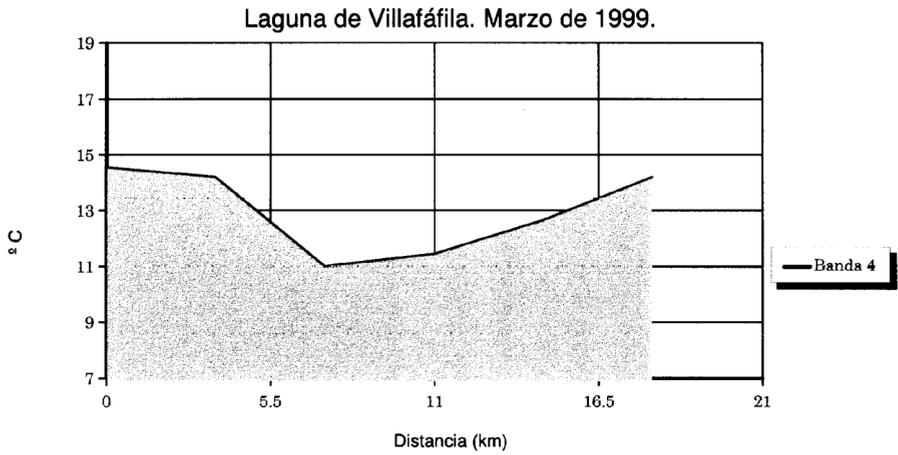


Fig.4 .



cia en todos los humedales, con valores positivos en tres de ellos (lagunas de Villafranca de los Caballeros, de Villafáfila y en el Taray de Toledo). En ningún caso se advierte un comportamiento térmico influido por su posición geográfica sino por otros condicionantes ambientales: inercia térmica, composición y calidad de las aguas, salinidad, presencia de vegetación, actividades antrópicas, etc.

En la figura 2 se han seleccionado tres embalses y tres higrocoras; los primeros son representativos de áreas climáticas contrastadas: Bárcena (Orense), Zuján (Badajoz) y Alarcón (Cuenca) y, los humedales tienen diferentes tipología y calidad de aguas, superficies de vegetación y distintos usos por parte del hombre. La laguna de Villafáfila (Zamora) es un humedal de aguas someras, salinas y con cultivos cerealistas en suelos afectados por salinización; Villafranca de los Caballeros (Toledo), es una laguna salobre, de aguas permanentes y con una altura variable de 1 a 2 m, que posibilita usos recreativos (baños, vela, balnearios, etc.) y, la laguna del Taray (Toledo) de aguas dulces, de corta estacionalidad y con importantes masas de vegetación higrófila en su interior y en sus riberas, está dedicada a usos cinegéticos.

Los tres humedales muestran un contraste grande en primavera con valores de temperatura más bajos que su entorno, que en la laguna más profunda—Villafranca de los Caballeros— alcanza los $-14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, diferencias superiores incluso a las alcanzadas por la mayoría de los embalses. Posiblemente esto sea debido al predominio de suelos desnudos en el entorno de la laguna y una notable altura de la lámina de agua, frente a la laguna de Villafáfila de similares características pero con aguas someras.

A finales del verano y principios del otoño la amortiguación térmica en las lagunas es mínima, inferior a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, de signo negativo en el mes de agosto y positivo en el de septiembre, debido a la ausencia de agua y presencia de sales. Por el contrario los tres embalses muestran una gran diferencia térmica entre el suelo y el agua, comportándose como auténticas islas de frío, hecho que se resalta especialmente en los meses estivales, con temperaturas inferiores en el agua a los $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ respecto a las alcanzadas en el suelo. Las anomalías térmicas son más bajas en el embalse de Bárcena (Orense), localizado a mayor latitud y con un clima mediterráneo con clara influencia atlántica frente a los embalses de Alarcón (Cuenca) y Zújar (Badajoz), con un evidente matiz continental.

En la figura 3 se representan dos cortes espaciales correspondientes al día 30 de marzo de 1999 y 30 de septiembre del mismo año, en el canal 4 del sensor AVHRR, en el que se presenta la temperatura superficial del embalse de Buendía (Cuenca) y su entorno en grados centígrados, con una orientación oeste-este. En el corte del mes de marzo se refleja con claridad el contraste térmico suelo-agua, con un notable descenso térmico en la lámina de agua, que alcanza los $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ frente a $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ en los suelos de la margen este del embal-

se. Por el contrario, el corte espacial del mes de septiembre es mucho menos contrastado, con diferencias en torno a 3 °C entre ambos medios, debido a la gran inercia térmica del agua y al rápido enfriamiento del suelo y su cubierta vegetal. En ambos casos los embalses ejercen como amortiguadores térmicos y muestran un microclima claramente higrónico (Pérez González y Sanz Donaire, 1998).

La figura 4 muestra un corte espacial de laguna de Villafáfila NW-SE en las mismas fecha que el anterior. El mes de marzo, aunque con una lámina de agua no superior a 50 cm, sí muestra un nítido contraste de temperatura agua-suelo, si bien estas diferencias son menores que en el embalse anteriormente descrito, ya que la temperatura del agua en la laguna no desciende de los 11 °C y en el suelo no alcanza los 15 °C en la banda 4 del sensor del satélite NOAA. Durante el mes de septiembre, sin agua en la laguna, el corte térmico espacial en esta banda es radicalmente distinto, obteniéndose los máximos valores en la superficie del humedal por su posición topográfica deprimida y acumulación de sales. En este corte no es posible establecer el contorno de la laguna. Bajo estas condiciones debería aplicarse el término de “islas de calor” al menos para las temperaturas máximas y, reservarse la denominación de “islas de frío” a los períodos inundados o masas de agua artificiales.

Así, el perfil de estos gráficos confirma también el distinto comportamiento térmico de lagunas y embalses a lo largo del año.

La comparación de los valores térmicos del satélite NOAA frente a los obtenidos con el sensor TM del satélite LANDSAT-5 (Pérez González y García Rodríguez, 1999 y 2000) con mayor resolución espacial (120 m en el canal térmico) confirma la disminución de las temperaturas en invierno y las oscilaciones térmicas dependiendo de los distintos factores ambientales en verano. Así, en la laguna de Manjavacas (Cuenca) se obtienen anomalías entre -7 y -10 °C en febrero de 1997; por el contrario, en agosto de 1995, el sensor TM permite distinguir en esta laguna dos sectores claramente diferenciados: en el desagüe las temperaturas son 5 °C inferiores al área adyacente, mientras que en la mitad meridional, seca, la temperatura asciende unos 3 °C respecto al entorno.

3. CONCLUSIONES

Las masas de agua, tanto naturales como artificiales, se comportan como “islas de frío” en las horas de temperaturas máximas, presentando las mayores anomalías durante el mes de marzo.

Los humedales muestran un doble comportamiento térmico, ya que su posición topográfica deprimida, presencia de vegetación higrófila, salinidad

y variabilidad hídrica, da lugar a épocas u horas del día con temperaturas sensiblemente superiores a su entorno.

En este estudio se observa un marcado contraste entre la variabilidad térmica de embalses, lagos e higrócoras naturales. Los humedales con claros aportes hídricos adicionales se comportan térmicamente como los embalses, de manera que para extrapolar los resultados a otros humedales debe tenerse en cuenta su gestión hídrica.

A principios de primavera la localización geográfica de los embalses influye notablemente en las anomalías térmicas, siendo éstas mayores a menor latitud y mayor insolación.

La gran inercia térmica del agua conduce a que la temperatura del agua superficial sea más elevada a finales de septiembre por lo que las anomalías térmicas respecto a su entorno son mínimas.

El sensor AVHRR del satélite NOAA resulta de gran utilidad para estudios microclimáticos a nivel regional.

BIBLIOGRAFÍA

- Caselles, V.; Coll, C.; Rubio, E.; Sospedra, F. y Valor, E. (1997): "La medida de la temperatura y de la emisividad desde satélites: estado actual y perspectivas futuras". En *Teledetección: usos y aplicaciones* (Casanova, J. L. y Sanz, J., eds.), 487-492. Ed. Univ. Valladolid.
- Pérez González, M.^a E. y Sanz Donaire, J. J. (1998): "Clima y microclima de la Mancha Húmeda". *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, n.º 18, 205-237.
- Pérez González, M.^a E. y García Rodríguez, M.^a P. (1999): *Análisis de la banda térmica del sensor TM del Landsat-5 de La Mancha (provincias de Toledo, Ciudad Real y Cuenca)*. En: Raso, J. M. y Martín, J. (eds.), Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A, n.º 1, 391-398.
- Pérez González, M.^a E. y García Rodríguez, M.^a P. (2000): "Estudio Microclimático de La Mancha utilizando la banda térmica del sensor TM". *Observatorio Medioambiental*, número 3, 213-225.

RESUMEN

El objetivo del trabajo es analizar las anomalías térmicas que introducen las masas de agua continentales a partir de los canales del IR térmico del sensor NOAA en un área del centro peninsular español y comparar sus resultados con los obtenidos mediante el sensor TM del Landsat 5. La alta resolución temporal del satélite NOAA permite obtener una serie continua de medidas de temperatura, lo que facilita un seguimiento de estas anomalías. Por el contrario, este sensor, muy utilizado

en estudios de temperatura superficial del mar, puede tener dificultades en áreas pequeñas (lagunas o embalses) ya que su baja resolución espacial hace que la influencia del suelo o de la vegetación próxima introduzcan interferencias en los valores radiométricos.

Palabras clave: NOAA, bandas térmicas, islas de frío, espacios acuáticos.

ABSTRACT

The aim of this paper is to analyse the thermal anomalies that introduce continental water bodies starting from the thermal channels from NOAA-AVHRR in surface area it in the Spanish peninsular centre and to compare its results with the obtained ones by means Landsat 5-TM. The temporary high resolution gives NOAA it allows to obtain a continuous surface temperature series measurements, what facilitates a pursuit gives these anomalies. On the contrary, this sensor, very utilised in mean sea surface temperature, it can have difficulties in small areas (wetlands or reservoirs) since their space low resolution makes that the influence gives the soils or give the next vegetation they introduce interference in the radiometric values.

Key words: NOAA, thermal channel, cool island, water environment.

RÉSUMÉ

Le but de ce papier est analyser les anomalies thermiques qui introduisent des corps de l'eau continentaux qui commencent des canaux thermiques de NOAA-AVHRR dans la surface dans le centre péninsulaire espagnol et comparer ses résultats avec les obtenus par Landsat 5-TM. L'haute définition temporaire donne NOAA il autorise à obtenir un dimensions de la série de la température de la surface continues, ce qui facilite une poursuite donne ces anomalies. Au contraire, cette sonde, très utilisé dans température moyenne de la surface de la mer, il peut avoir des difficultés dans les petites régions (marécages ou réservoirs) depuis que leur bas résolution de l'espace fait que l'influence donne les sols ou donne la végétation prochaine introduisent intervention dans les valeurs radiométriques.

Mots clé: NOAA, canal thermique, île fraîche, environnement de l'eau.