

# Aplicabilidad del uso de un panel de PTFE (politetrafluoroetileno) como blanco de referencia

M. Guillén<sup>1</sup>, R. Montorio<sup>2</sup>, F. Pérez-Cabello<sup>2</sup> y M. A. Casterad<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Suelos y Riegos (asociada a EEAD-CSIC). Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Avda Montañana 930, 50059 Zaragoza. E-mail: [acasterad@aragon.es](mailto:acasterad@aragon.es)

<sup>2</sup>Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza. C/Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. E-mail: [montorio@unizar.es](mailto:montorio@unizar.es)

## RESUMEN

El teflón (politetrafluoroetileno, PTFE) es un material inerte, impermeable y flexible que no se altera por la acción de la luz. Su utilidad como panel de referencia ya se ha demostrado. Sus características y precio hacen que sea una alternativa cuando se necesitan paneles de referencia de ciertas dimensiones. En este trabajo se presentan ventajas e inconvenientes de usar un panel de teflón de 3 mm de grosor como panel de referencia. A partir de medidas de reflectividad realizadas con un espectro-radiómetro Ocean Optics 2000, en un rango de 400-900 nm, se determina el comportamiento espectral y la sensibilidad del panel de teflón en tres escenarios diferentes, sobre superficie blanca, lisa y homogénea (*Escenario 1*), superficie negra, lisa y homogénea (*Escenario 2*); y superficie blanca, rugosa y heterogénea (*Escenario 3*). Se constata que el espesor del mismo es insuficiente confiéndole propiedades translúcidas y una flexibilidad que supone una pérdida de homogeneidad cuando la superficie base no es lisa. Pese a ello, el panel es una buena alternativa siempre y cuando se utilice en condiciones óptimas en términos de geometría de iluminación y observación. Los resultados obtenidos indican que la reflectividad del panel de teflón sobre fondo blanco es aproximadamente entre un 10% y 18% menor que la del Spectralon, dándose las mayores diferencias en el infrarrojo cercano.

**Palabras clave:** PTFE, panel de referencia, radiometría.

## ABSTRACT

*PTFE is an inert, impermeable and flexible material, not altered by the sunlight. Its usefulness as reference panel has already been tested. Due to its properties and low cost it is a good alternative when a large size panel is needed. This research shows the advantages and disadvantages of using PTFE as reference panel. Reflectance measures have been taken using an Ocean Optics 2000 spectroradiometer in the 400-900 nm range. Three different scenes (1: white, smooth and homogenous surface; 2: black, smooth and homogenous surface; and 3: white, rough and heterogeneous surface) have been used for proving the spectral behaviour and the sensitivity of the PTFE panel. It has been shown that the thickness (3 mm) is not enough and the flexibility causes a loss of homogeneity when the surface is not plain. However, the PTFE is a good option when used under optimal illumination and observation geometric conditions. The results show that reflectance of the PTFE on a white surface is around 10-18% lower than the Spectralon, especially in the near infrared region.*

**Keywords:** PTFE, reference panel, radiometry.

## INTRODUCCIÓN

En ocasiones para calibraciones radiométricas en campo y/o de sensores aeroportados se precisan paneles de referencia de grandes dimensiones (> 0.5 m<sup>2</sup>). El precio de dichos paneles, si son estándar y están constituidos según las especificaciones del NIST (National Institute of Standards and Technology) es elevado por lo que se siguen buscando otras alternativas. Los

paneles de teflón (politetrafluoroetileno, PTFE) son una de ellas (Camacho de Coca y col., 1999).

El objetivo de este trabajo es mostrar las ventajas e inconvenientes de usar un panel de teflón de 3 mm de grosor como panel de referencia. Para ello, se analiza su comportamiento espectral bajo distintos escenarios.

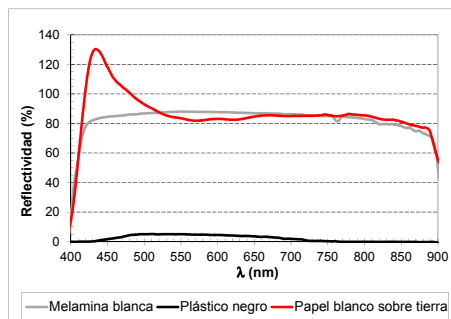
## PROCEDIMIENTO

Con un espectro-radiómetro Ocean Optics HR2000 se han realizado medidas de reflectividad en campo sobre un panel cuadrado de teflón de 60 cm de lado y 3 mm de grosor. Se eligió un panel de estas características por su fácil manejabilidad en campo (peso y dimensiones adecuadas) y por su económico precio. Además, presenta la ventaja de poder limpiarse fácilmente al ser de un material lavable.

Aunque el rango de medida del espectro-radiómetro va de 200 nm a 1100 nm, se han seleccionado las longitudes de onda entre 400-900 nm por ser en las que se tiene seguridad de obtener medidas libres de ruido. Como panel de referencia se ha utilizado el estándar de referencia *Spectralon SRM-99* (*Labsphere*, North Sutton, NH, USA).

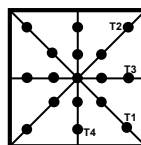
Las medidas se realizaron próximas al mediodía solar el 14 y 25 de febrero de 2011. Para minimizar efectos ligados a la geometría de iluminación y observación, las medidas se tomaron con un campo de visión (FOV) de 25° desde el nadir y a una distancia de 5 cm. Los dos días fueron soleados y la radiación solar en el momento de medida, según datos semihorarios de la Estación Montañana (Zaragoza) de la red 'SIAR' próxima del área de estudio, era de 2.07 y 2.14 MJ m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Esto supone respectivamente un 98.7% y un 94.6% de la radiación solar teórica.

Se establecieron tres escenarios diferentes para la evaluación del comportamiento del panel de teflón: *Escenario 1* superficie blanca, lisa y homogénea (conglomerado chapado con melamina blanca); *Escenario 2* superficie negra, lisa y homogénea (plástico negro grueso de alta densidad sobre Escenario 1); *Escenario 3* superficie blanca, rugosa y heterogénea (papel blanco sobre suelo irregular de tierra seca marrón). Las medidas radiométricas del teflón se tomaron colocando el mismo sobre cada uno de los escenarios descritos. Los espectros que presentan los distintos escenarios se muestran en la Figura 1.



**Figura 1:** Espectros de los diferentes escenarios sobre los que se ha colocado el panel de teflón.

Sobre el *Escenario 1* se realizaron medidas en distintos puntos del teflón (Figura 2) para comprobar su homogeneidad a lo largo de su superficie.

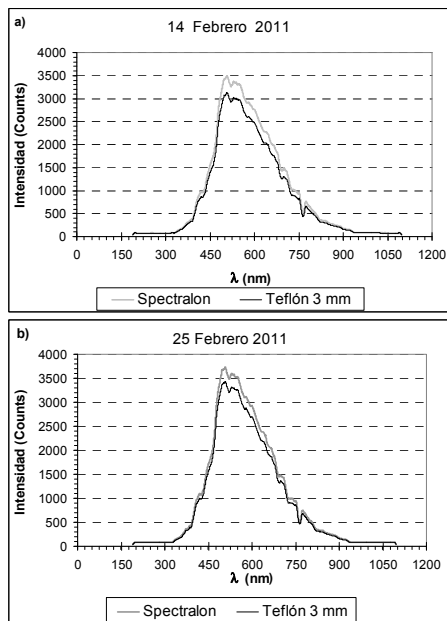


**Figura 2:** Esquema de los transectos (T) y puntos de medida (●) tomados en el panel de teflón.

## RESULTADOS

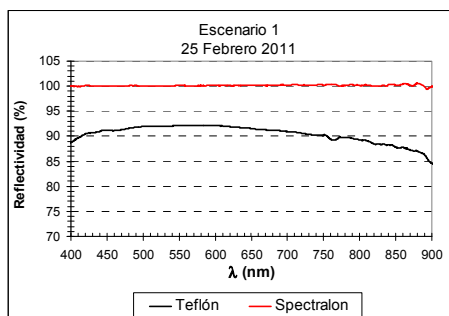
En la franja horaria en la que se tomaron las medidas, la radiación solar del día 25 fue en torno a un 5% mayor que la del día 14. Sin embargo, con el ajuste de los parámetros de medición se obtuvieron configuraciones similares, tal como se muestra en las Figuras 3a y 3b que presentan las curvas de intensidad del Spectralon y del panel de teflón. Estos ajustes consisten en la sustracción de la corriente oscura, la configuración del tiempo de integración en función de las condiciones de iluminación y la realización de un promedio de espectros por cada medida, todo ello dirigido a obtener la mayor ratio señal/ruido posible.

Como puede apreciarse el comportamiento del teflón respecto al Spectralon es similar en ambos días, con diferencias de intensidad máximas del 8-10%.



**Figura 3:** Curvas de intensidad.

En términos de reflectividad, los datos disponibles muestran que el panel de teflón (*Escenario 1*) es aproximadamente entre un 10-18% menor que la del Spectralon. Estas diferencias varían en función de la longitud de onda, siendo más acusadas en el infrarrojo cercano (Figura 4).



**Figura 4:** Reflectividad del panel de teflón obtenida con el estándar de referencia Spectralon. Comparación con el comportamiento perfectamente reflectivo del panel Spectralon.

Sobre el *Escenario 1* se realizaron tres medidas de reflectividad del panel de teflón en diferentes horas comprendidas en el periodo del máximo solar (11h, 12h y 13h), siendo las diferencias siempre menores al 3 %.

En la Figura 5a se muestran las variaciones en la reflectividad que se producen entre los *Escenarios 1* y 2. La única diferencia entre ambos escenarios es el color del fondo, blanco y negro respectivamente. Se considera que la superficie registrada, de 2.2 cm de diámetro, no se ve afectada por la reflectividad difusa procedente de las superficies de cada escenario, debido a su reducida dimensión y su posición central en el panel de teflón (panel cuadrado de 60 cm de lado).

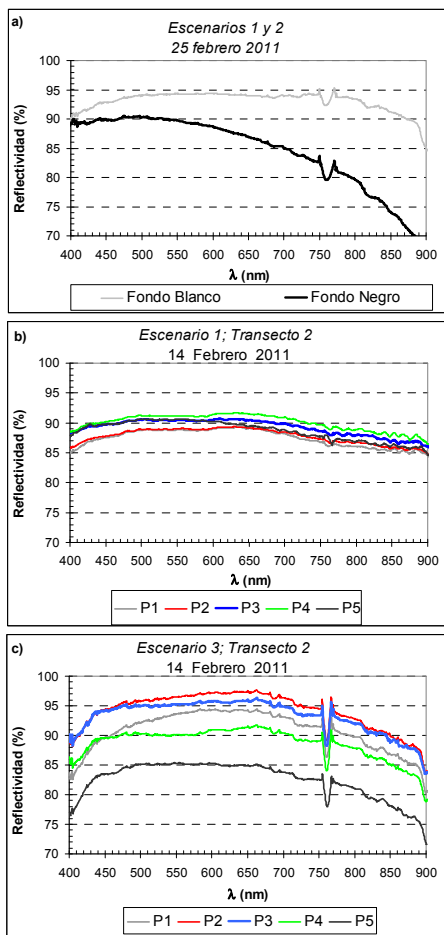
La curva de reflectividad presenta valores más bajos cuando el fondo es negro lo que indica que el panel de teflón es translúcido. Con el aumento de la longitud de onda se agudizan las diferencias en los valores de reflectividad, siendo éstas especialmente acusadas en el infrarrojo cercano.

Las curvas de reflectividad de los puntos del transecto 2 obtenidas en el *Escenario 1* (Figura 5b) son muy similares en su forma y valores de reflectividad. La mayor diferencia entre ellas no supera para ninguna longitud de onda el 10%, estando generalmente entre 3% y 6%.

Dado que todas las medidas se han tomado manteniendo la geometría de observación e iluminación los resultados obtenidos apuntan a que bajo estas condiciones el panel de teflón presenta un comportamiento uniforme en toda su superficie.

Sin embargo, cuando se sigue el mismo patrón de muestreo considerando el *Escenario 3* (Figura 5c) se observa heterogeneidad en el comportamiento del panel. Si bien las curvas de reflectividad son similares en cuanto a su forma, los valores registrados por los mismos puntos fluctúan en un orden de magnitud entre el 8 y 19%.

Estas diferencias se deben a las diferentes características de los *Escenarios 1* y 3 (lisa y rugosa, respectivamente).



**Figura 5:** Reflectividad del teflón en *Escenario 1*, superficie blanca, lisa y homogénea; *Escenario 2*, superficie negra, lisa y homogénea; y *Escenario 3*, superficie blanca, rugosa y heterogénea. **a)** Comparación entre los escenarios 1 y 2; **b)** Reflectividad de los 5 puntos del transecto 2 en el escenario 1; y **c)** Reflectividad de los 5 puntos del transecto 2 en el escenario 3.

## CONCLUSIONES

Se constata que los 3 mm de espesor del panel de teflón son insuficientes, confiriéndole propiedades translúcidas y una flexibilidad que implica una pérdida de homogeneidad cuando la superficie base no es lisa.

Pese a ello, el panel de teflón, dadas sus propiedades reflectivas, su bajo coste y su disponibilidad de tamaños, constituye una buena alternativa como panel de referencia siempre y

cuando se disponga sobre una base lisa y se mida en condiciones óptimas en términos de geometría de iluminación y visión.

## BIBLIOGRAFÍA

CAMACHO DE COCA, F., GILABERT M.A. y MELIÀ, J., 1999. *Utilidad del PTFE como panel de referencia en mediadas de radiometría*. En: Castaño y Quintanilla, (Ed.). *Teledetección. Avances y Aplicaciones*. pp 355-358. Asociación Española de Teledetección. I.D.R. Sección de Teledetección y S.I.G. Universidad de Castilla-La Mancha. Diputación de Albacete. 462 pp.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de actividades desarrolladas en los proyectos RTA08-083-C02-02 y AGL2009-12891-C02-02.