

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES RADIANTES DE BALDOSAS CERÁMICAS

**A. Gozalbo⁽¹⁾ , M. J. Orts⁽¹⁾, S. Arrufat⁽¹⁾, V. Cantavella⁽¹⁾,
M.A. Bengochea⁽²⁾ , L. Guaita⁽²⁾**

⁽¹⁾ Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE). Universitat Jaume I. Castellón. España.

⁽²⁾ KERABEN GRUPO, S.A. Nules, España.

1. INTRODUCCIÓN

Muchos núcleos urbanos tienen temperaturas medias significativamente más altas que las de sus alrededores, constituyendo lo que se denomina islas de calor urbanas (urban heat island, UHI). Las superficies oscuras, particularmente tejados y pavimentos, absorben radiación solar durante el día y la irradian como calor, tanto durante el día como durante la noche¹. Para utilizar materiales oscuros en el exterior de edificios (disminuyendo el UHI y el consumo energético asociado al aire acondicionado²), hay que tratar de maximizar su reflectancia en el NIR, que no afecta al color y constituye aproximadamente el 52% de la energía solar total.

COOL-Coverings es un proyecto europeo para desarrollar materiales de construcción de mayor reflectancia en el NIR. Para ello es necesario caracterizar el comportamiento a la exposición solar de las baldosas que se utilizan en fachadas y establecer métodos de medida apropiados para simular y predecir este comportamiento.

2. EXPERIMENTAL

Se ha seleccionado una serie de 19 baldosas de gres porcelánico, utilizadas en fachadas, con diferentes colores y texturas.

Se ha medido la temperatura que alcanzaban las baldosas en exposición solar, en un tejado plano en Castellón, España (39°59'44.49"N - 0° 3'53.22"W) durante julio de 2010. El montaje experimental consistía en una base aislante, sobre la cual se situaban probetas de 15x15 cm² de las distintas baldosas. La temperatura de la cara inferior de la baldosa (T_{inf}) se registraba continuamente con un termopar tipo T, mientras la temperatura de la superficie expuesta (T_{sup}) se medía manualmente cada hora, con un termopar tipo K. Asimismo, se registró la irradiación solar, la temperatura efectiva del cielo y la temperatura y velocidad del aire.

La absorptancia solar de las baldosas se ha medido utilizando dos métodos diferentes³: a) un reflectómetro de espectro solar, SSR-ER v6 de Devices & Services Company (norma ASTM C1549) y b) un espectrofotómetro UV-Visible-NIR, V-670 from JASCO Co, equipado con una esfera integradora (norma ASTM E903). En ambos casos se han utilizado las tablas de irradiación solar de *ASTM G-173-03: Hemispherical Solar Spectral Irradiance at Air Mass 1.5 for a 37° Tilted Surface*. La emitancia térmica a temperatura ambiente se ha determinado con un emisómetro de Devices & Services Company (norma ASTM C1371).

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos para las propiedades radiantes de las 19 muestras se detallan en la tabla 1, junto con la máxima temperatura alcanzada el 27 de julio de 2010, en la cara interna del azulejo (T_{inf}). Se ha encontrado un amplio intervalo de valores de absorptancia (0.32 a 0.9); cuanto más oscura la tonalidad de la baldosa, mayor su absorptancia. Sin embargo, los valores de emitancia que se han medido son prácticamente constantes (0.79 a 0.83) e independientes de la tonalidad.

Las temperaturas medidas en la superficie expuesta (T_{sup}) y en la inferior (T_{inf}) prácticamente coinciden, por lo que ambas medidas pueden utilizarse para seguir la evolución de las piezas bajo exposición solar. Si se plantea el balance de energía al sistema, considerando que la temperatura efectiva del cielo, de los alrededores y del aire son muy similares, y que la emitancia es constante para todas las baldosas, se llega a una relación lineal entre la temperatura de la superficie (T_s) y la absorptancia solar (α_s)

$$T_s = T_{aire} + \frac{G_s}{h_R + h_c} \alpha_s$$

donde T_{aire} es la temperatura del aire, G_s es la irradiación solar, h_R y h_c son respectivamente los coeficientes de transmisión de calor por radiación y por convección. La Figura 1 muestra que la relación entre la temperatura máxima alcanzada por las piezas (T_{max}) y su absorptancia solar es lineal, confirmando la exactitud de las medidas.

Muestra	$\alpha_{S,JASCO}^a$	$\alpha_{S,SSR-ER}^b$	ϵ	T_{max}
1	0.90	0.863	0.79	68.1
2	0.69	0.65	0.81	61.7
3	0.43	0.39	0.81	51.1
4	0.56	0.54	0.81	57.9
5	0.87	0.86	0.83	71.5
6	0.68	0.66	0.83	62.4
7	0.41	0.40	0.83	49.6
8	0.54	0.52	0.83	55.6
9	0.86	0.85	0.82	69.7
10	0.72	0.70	0.83	63.1
11	0.33	0.32	0.84	46.8
12	0.75	0.72	0.83	64.3
13	0.34	0.34	0.83	49.0
14	0.60	0.58	0.83	58.6
15	0.79	0.81	0.83	67.4
16	0.41	0.40	0.83	50.8
17	0.74	0.71	0.83	61.7
18	0.55	0.55	0.83	57.2
19	0.77	0.75	0.83	64.6

Tabla 1.

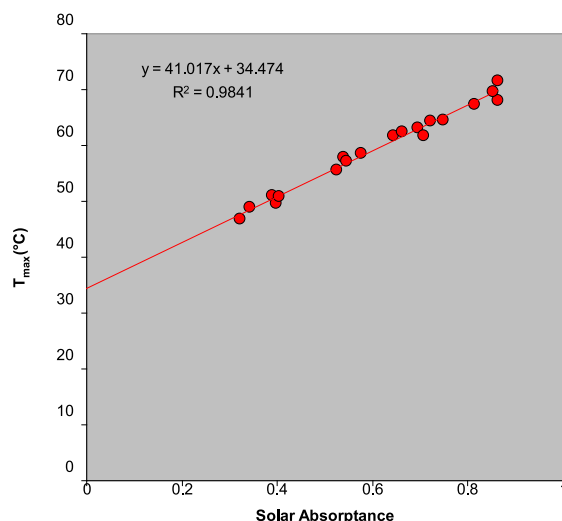


Figura 1.

4. CONCLUSIONES

El parámetro que determina el comportamiento de las baldosas bajo exposición solar es la absorptancia solar. Se ha obtenido una buena correlación lineal entre $T_{\max}$ y las absorptancias medidas con los equipos JASCO V-670 y SSR-ER v6, lo que implica que no sólo hay una excelente correlación entre los dos métodos, sino también que los valores obtenidos son realmente representativos de la absorptancia solar de las muestras y pueden utilizarse para predecir su comportamiento bajo exposición solar.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Comunidad Europea en el Séptimo Programa Marco (FP7/2007-2013), proyecto COOL-COVERINGS: FP7-2010-NMP-ENV-ENERGY-ICT-EeB 260132.

Agradecemos a los profesores Dr. Guillermo Monrós y Dr. Mario Llusar (Departamento de Química Orgánica e Inorgánica, Universitat Jaume I, Castellón) su contribución a la medida de las reflectancias espectrales.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] AKBARI, H.; BRETZ, S.; KURN, D. M. ; HANFORD J. Peak power and cooling energy savings of high-albedo roofs. *Energy and Buildings* 25, 117- 126, 1997.
- [2] SYNNEFA, A.; SANTAMOURIS; M.; APOSTOLAKIS, K. On the development, optical properties and thermal performance of cool colored coatings for the urban environment. *Solar Energy* 81, 488-497, 2007.
- [3] LEVINSON, R.; AKBARI, H.; BERDAHL, P. Measuring solar reflectance—Part II: Review of practical methods. *Solar Energy* 84, 1745-1759, 2010.