

INTRODUCCIÓN

Utilizar superficies coloreadas de alta capacidad de reflexión de la radiación solar tiene una consecuencia inmediata sobre el consumo de energía de climatización en zonas cálidas, una envolvente reflectora de la radiación solar en un edificio evita el calentamiento de su interior desarrollando un efecto refrescante, además las bajas temperaturas de la superficie preserva tanto al propio recubrimiento (pintura o vidrio coloreado) como al substrato que del estrés térmico que la fuerte insolación supone (1). Sin embargo, la utilización de recubrimientos refrescantes de alta reflectividad solar no solo afecta positivamente al propietario del edificio, el ambiente urbano de las ciudades y paredes tapizadas con colores refrescantes mejora la calidad del aire cuya temperatura se modera por los cubrimientos refrescantes, disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero y se mitiga el efecto de isla de calor urbano (2,3). La evolución de la intensidad de radiación solar, incluso en climas moderados y fríos, hace que las envolventes refrescantes siempre presentan un análisis de ciclo de vida positivo (4). Algunos estados americanos como California o Florida ya prescriben características reflectoras mínimas para la superficie de los edificios (4) con planteamientos que no deberían tardar en implementarse de forma global (5).

INDICE DE REFLEXIÓN SOLAR DE UN REVESTIMIENTO

En el equilibrio térmico de una superficie insolada se define el coeficiente de reflexión solar SRI, por sus siglas en inglés, al valor:

$$SRI = \frac{T_b - T_s}{T_b - T_w} 100$$

T_s = temperatura absoluta de la superficie insolada en el equilibrio.

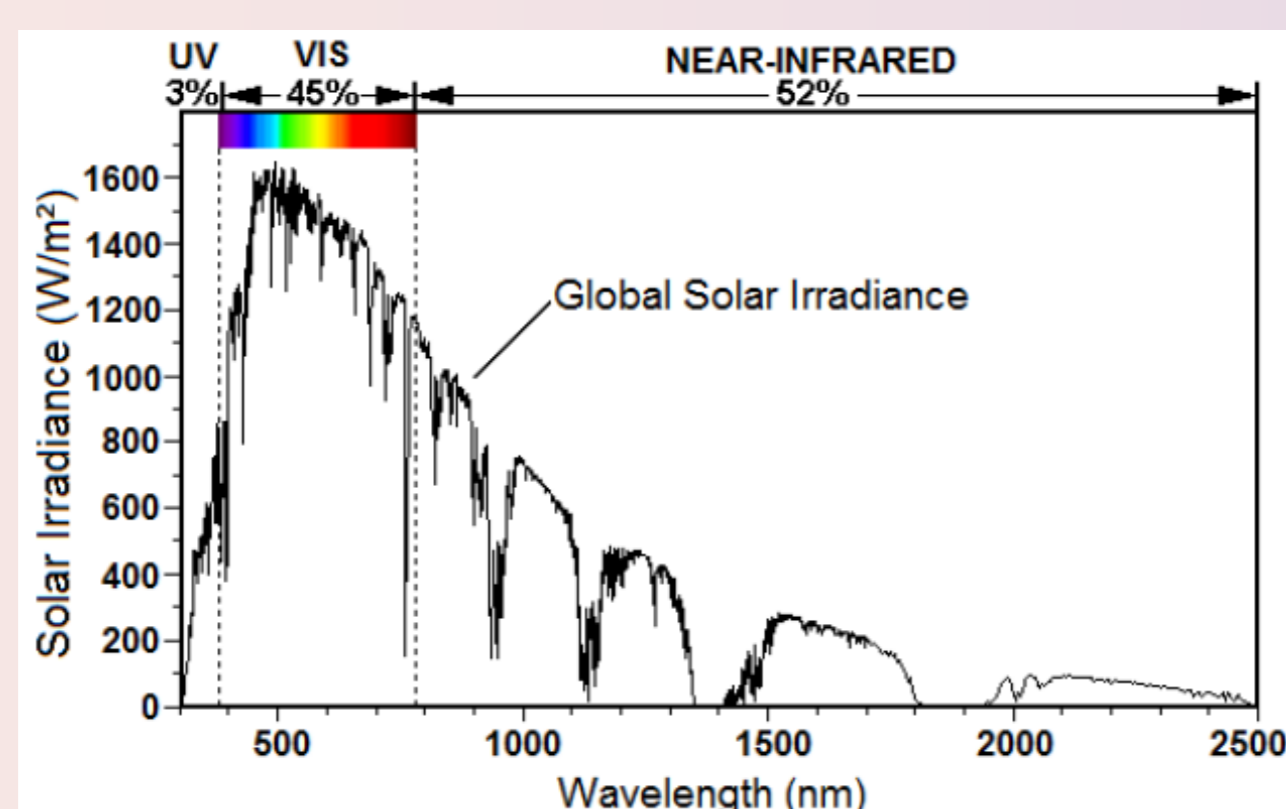
T_b = temperatura del cuerpo negro ideal, 355.61K (82.6°C)

T_w = temperatura del cuerpo blanco ideal 317.76K (44.7°C).

La medida de SRI también se puede hacer por ponderación basada en la medida de la reflectividad total R de la superficie mediante la técnica de espectrometría por reflectancia difusa UV-Vis-NIR (300-2500 nm) referida a la del espectro solar estándar (fracción total de energía solar reflejada en condiciones atmosféricas estándar anteriormente descritas). El espectro solar utilizado es el de la American Society for Testing and Materials (ASTM G173-03, 2003), que se presenta en la Figura 1.

$$R = \frac{3 \int_{0.4}^{2.5} (\lambda) i(\lambda) d\lambda}{3 \int_{0.4}^{2.5} (\lambda) d\lambda}$$

Donde $r(\lambda)$ es la medida de la reflectancia espectral a cada longitud de onda de la superficie estudiada y $i(\lambda)$ es la irradiancia espectral a la longitud de onda considerada, del espectro solar estándar de American Society for Testing and Materials (ASTM G173-03, 2003) de la Figura.



OBJETIVO

El objetivo es describir las pautas o criterios para obtener una cuatricromía de pigmentos CMYK de alta capacidad colorante, con altos valores de SRI para cada gama de color y que presenten alta capacidad fotocatalítica adecuadamente activados en pinturas, vidrios y cerámica lo que les confiere capacidad autolimpiante y de eliminación de contaminante.

EXPERIMENTAL

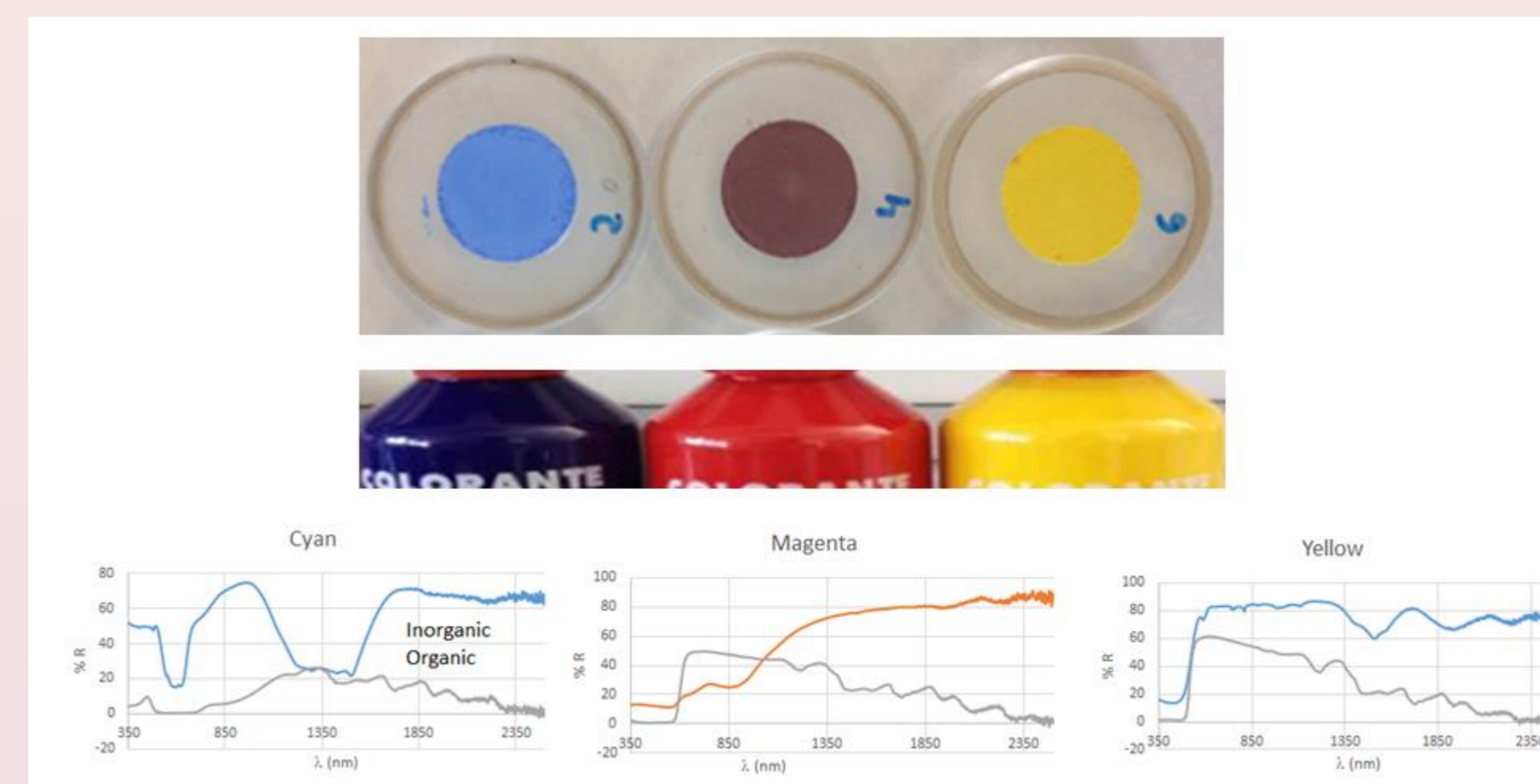
La evaluación de la actividad fotocatalítica se ha realizado mediante la medida de la degradación de Naranja II en disolución acuosa y de eliminación de NO_x del aire por oxidación a nitratos. El Naranja II es un persistente colorante sulfonato monoazo $\text{C}_{16}\text{H}_{11}\text{N}_2\text{SO}_4\text{Na}$ que se irradia con una lámpara de mercurio de media presión de 125 W de potencia. La degradación de Naranja II se siguió por colorimetría a 480 nm. Las curvas de fotodegradación se analizan según el modelo de Langmuir-Hinshelwood (8).

Para seguir la fotocatalisis de NO_x del aire por oxidación a nitratos., 2,00 g del polvo fotocatalizador se depositan sobre un embudo cerrado con algodón poroso e irradiado con lámpara UVA de 75W con circulación continua de una corriente aire de NO_x conocido de 6 L/min durante 48 h.



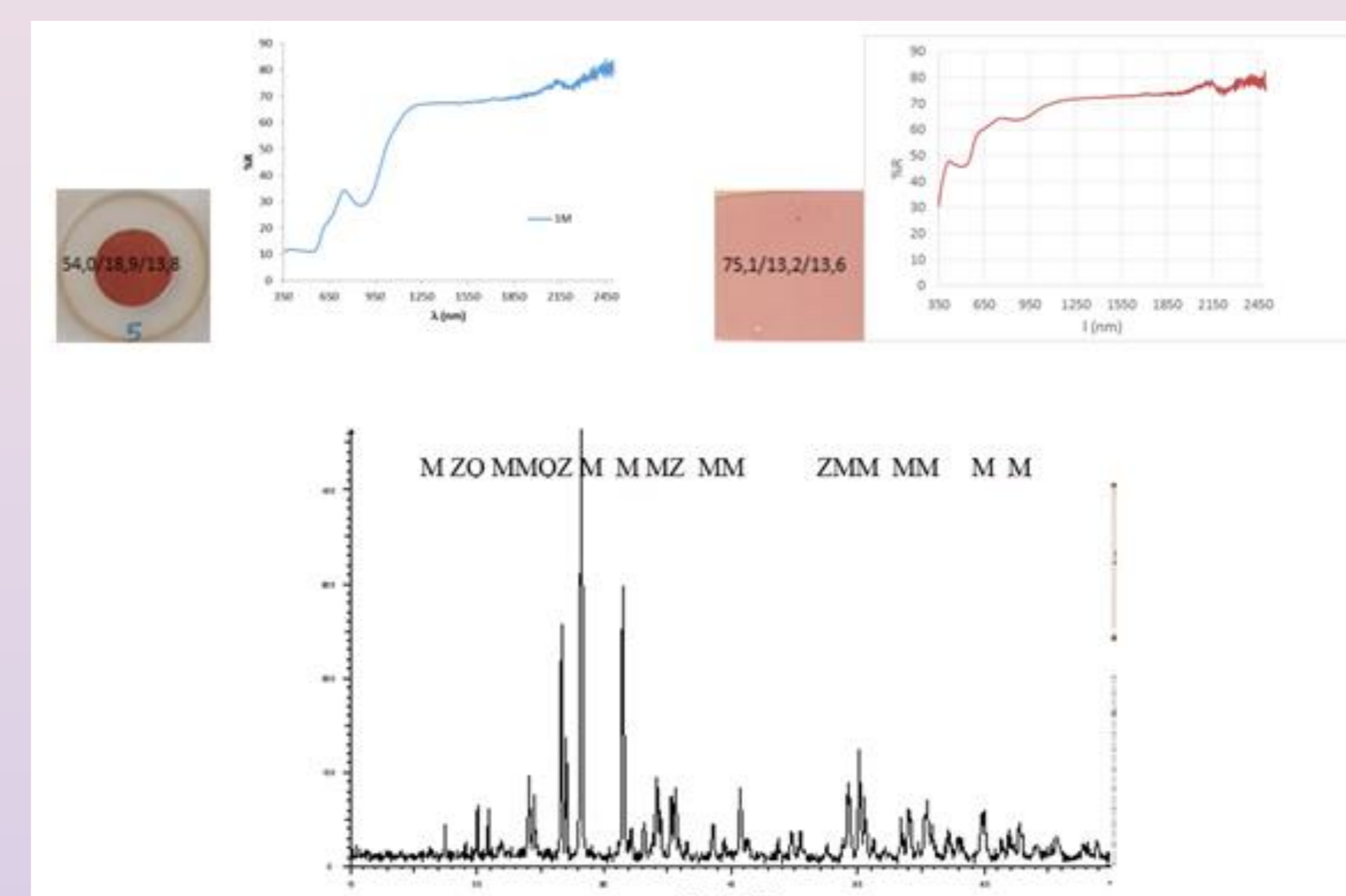
CARACTERÍSTICAS DE UNA PALETA CMYK REFRESCANTE (COOL) FOTOCATALÍTICA

1. SON PIGMENTOS INORGÁNICOS.



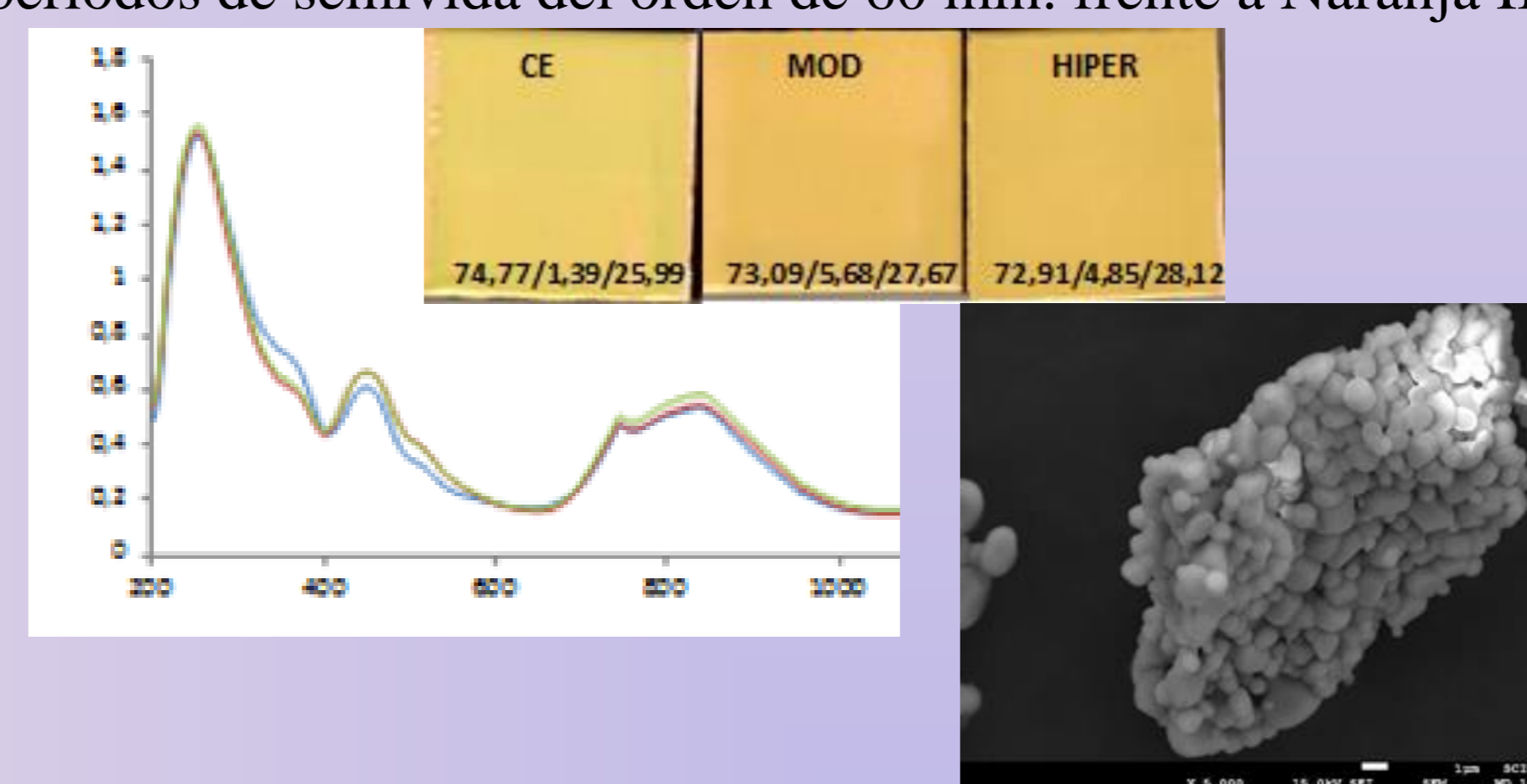
2. EFECTO COMPOSITE.

Los pigmentos refrescantes presentan naturaleza compuesta a nivel submicrométrico, con interacciones sinérgicas entre los componentes (efecto composite): ej. pigmento refrescante basado en el pink koral de hierro en circón (polvo y esmaltado) y la difracción de rayos X del polvo mostrando la naturaleza compuesta con circona y cuarzo libre: FASES CRISTALINAS Z(circón), M(circona monoclínica), Q(cuarzo).

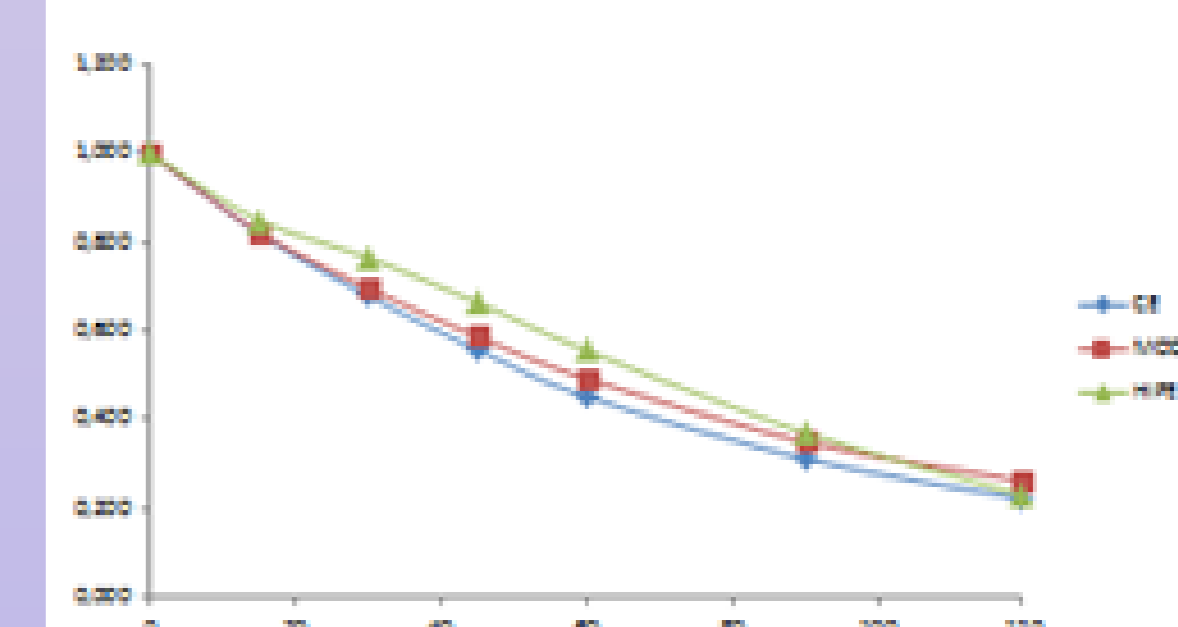


3. SON SEMICONDUCTORES DE BANDA PROHIBIDA RELATIVAMENTE ANCHA (E_g ENTRE 3,4 Y 2,0 eV).

Ej. pigmento de base ilmenita dopada con Ni amarillo obtenido por el método cerámico CE tradicional, un método de descomposición orgánica con citratos MOD y un método de hipermineralización con NaCl. Los espectros UV-Vis de Absorción presentan un hombro en la zona UV bloqueante y también uno en la zona del azul de band gap del orden de 532 nm. El espectro de reflectancia Vis-NIR indica un TSR del orden del 52% ($SRI=61$, $T_s=59^\circ\text{C}$). En estas condiciones la capacidad fotocatalítica es alta, con periodos de semivida del orden de 60 min. frente a Naranja II

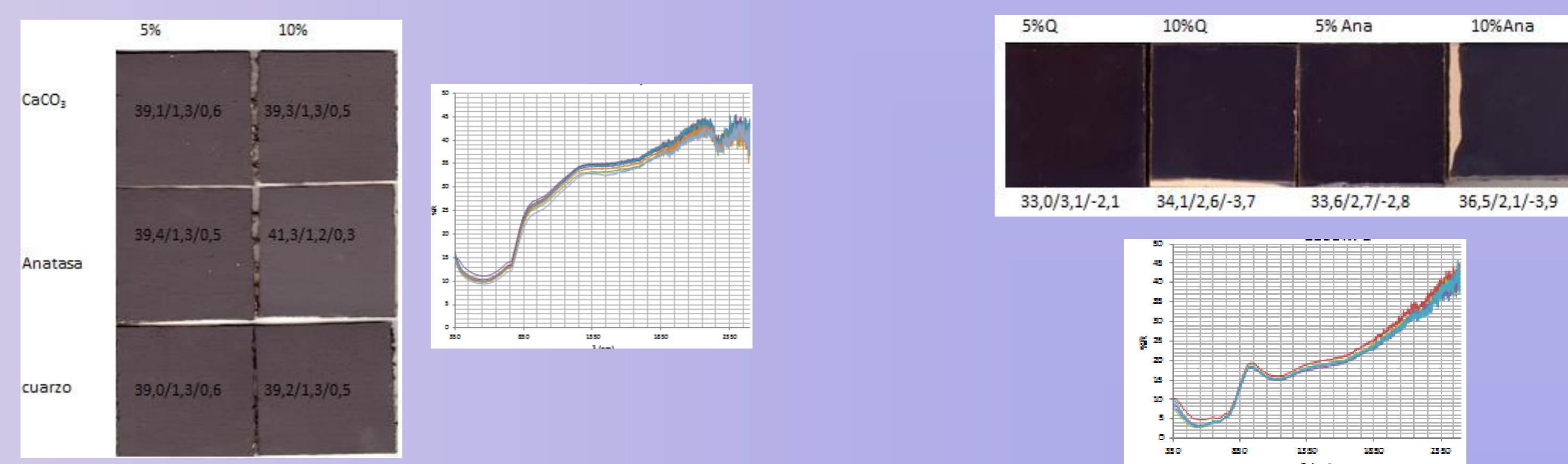


MUESTRA	$\tau_{1/2}$	R^2
CE 1000	55	0,9991
MOD 1000	62	0,9987
HIPER 1000	58	0,9787



4. CASO DEL PIGMENTO "COOL" NEGRO.

El negro tiene poco interés en edificios pero en cambio es de gran interés en obra pública (asfaltos de carreteras y ciudades). En el mercado se comercializan recubrimientos en base al pigmento comercial Paliogen® Black L 0086 (23) un polvo que naturaleza química basada en el perileno, un hidrocarburo aromático policíclico HAP, que según el productor presenta un valor de Total Solar Reflectance (TSR) del 42%, admitiendo que la matriz del recubrimiento presenta una emitancia del orden del 0,9 su SRI sería del orden de 48 (frente al 5 del negro de carbón ampliamente utilizado en pinturas), con $T_s=64^\circ\text{C}$. Su naturaleza orgánica lo hace inutilizable en matrices cerámicas y su naturaleza como HAP podría inducir efectos ambientales negativos (7). Una alternativa inorgánica esta basada en la disolución sólida $(\text{FeCr})_2\text{O}_3$: su valor TSR es del 23% en polvo, 31% en pintura y del 22% en el vidrioado con valores de SRI de 23 ($T_s=73,8^\circ\text{C}$), 33 ($T_s=70^\circ\text{C}$) y 22 ($T_s=74,3^\circ\text{C}$).



Pigmento inorgánico negro comercial $(\text{FeCr})_2\text{O}_3$ aplicado al 5% sobre pintura transparente vinílica convencional y esmaltado en fritada de bicocción (1050°C) con las modificaciones indicadas

Referencias:

- UEMOTO, K. L.; SATO, N. M. N.; JOHN, V. M., Estimating thermal performance of cool colored paints. Energy and Buildings, 42(2010)17-22.
- TAHA, H.; AKBARI, H.; ROSENFELD, A.; HUANG, J., Residential cooling loads and the urban heat island – the effects of albedo, Building and Environment, 23,4 (1988)271-283.
- GIVONI, B., Climate considerations in building and urban design. Van Nostrand Reinhold, New York. (1998).
- SYNNEFA, A.; SANTAMOURIS, M.; AKBARI, H., Estimating the effect of using cool coatings on energy loads and thermal comfort in residential buildings in various climatic conditions. Energy and Buildings, 39(2007)1167-1174.
- Hashem Akbari and Ronnen Levinson, Evolution of Cool-Roof Standards in the US, Advances in Building Energy Research, 2(2008)1-32.
- UEMOTO, K. L.; SATO, N. M. N.; JOHN, V. M., Estimating thermal performance of cool colored paints. Energy and Buildings, 42(2010)17-22
- BASF, Pigments for solar heat management in paints: <https://www.dispersions-pigments.basf.com/portal/streamer?fid=560474>

Agradecimientos. Los autores agradecen la financiación de la Universidad Jaume I (Proyecto P1.1B2015-19), al Ministerio de Educación (Proyecto MAT2015-69443-P) y al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) a través de REDISA.