

# Developing a complete cool color solution for the coatings industry

## Sviluppare una soluzione colore che mantenga una temperatura moderata per l'industria produttrice di rivestimenti



D. Lladó

Daniel Lladó, Patricia Pérez and Jordi Fernández Urbán - FERRO PIGMENTS



### INTRODUCING THE "COOL CONCEPT"

It is well known that dark surfaces heat up under the sun, while white surfaces remain cool. This heat build-up is related to the level of absorption of incident sunlight that is converted into heat, thus the degree of absorption/reflection of incoming sunlight will determine the heat built up on a surface.

This daily experience which associates dark colors with hot temperatures influences our color choices in everything from clothes to house paints and cars.

If we analyze in detail the incident sunlight that reaches the Earth's surface, it ranges over a broad spectrum of wavelengths (of about 280 to 2500 nm) and it can be divided into three different regions:

- Ultraviolet (UV): <400nm. UV light can cause damage to our skin and it is responsible for polymer degradation.
- Visible: from 400 to 700nm. The visible region is the portion of the spectrum that is visible to the human eye, and contains all the colors that we can distinguish.
- Near Infrared (NIR): from 700 to 2500 nm. IR light causes chemical bonds to vibrate, which translates into a temperature increase.

So, when sunlight reaches a material, part of the radiation is absorbed, heating the surface and the surrounding air by convection. Heat is also transported by conduction into the material, increasing the temperature on the other side by convection.

As commented, the typical scenario is comparing a dark with a white roof. While a white roof can reflect up to 80% of incident light, a dark roof absorbs much more sunlight that is transferred in heat as shown in Fig. 1 (left)<sup>(1)</sup>

The use of "cool" materials, which reduce the heating effect



### LA TECNOLOGIA "COOL"

*E' noto che le superfici scure si surriscaldano quando sono esposte al sole, mentre le superfici bianche mantengono temperature moderate. Questo accumulo di calore è correlato al grado di assorbimento della luce incidente che è convertita in calore, in modo che il livello di assorbimento/riflettanza della luce solare in entrata determini l'accumulo di calore su una superficie.*

*Questa esperienza quotidiana che associa i colori scuri alle temperature elevate influenza la scelta del colore in tutto, a partire dagli indumenti fino alle pitture utilizzate a casa e per le automobili.*

*Se si analizza nei dettagli la luce solare incidente che raggiunge la superficie della terra, essa varia su un ampio spettro di lunghezze d'onda (da circa 280 a 2500 nm) e può essere divisa in tre diverse aree:*

- ultravioletta (UV): < 400 nm. La luce UV può danneggiare la cute ed è responsabile della degradazione del polimero.
- Visibile: da 400 a 700 nm. L'area visibile è la parte dello spettro visibile all'occhio umano e comprende i colori che l'occhio umano può distinguere.
- Quasi Infrarosso (NIR): da 700 a 2500 nm. La luce IR causa la vibrazione dei legami chimici, il che si traduce in un incremento della temperatura.

*Di conseguenza, quando la luce del sole raggiunge un materiale, parte della radiazione viene assorbita, riscaldando la superficie e l'aria circostante per convezione.*

*Il calore viene anche trasportato nel materiale per conduzione, aumentando la temperatura dall'altra parte per convezione. Come già detto, lo scenario tipico mette a confronto un tetto scuro con uno bianco. Mentre il tetto bianco può riflettere fino all'80% di luce incidente, un*



of sunlight, can provide benefits in different areas such as global warming mitigation, by reducing atmospheric temperatures in urban areas and countering some anticipated temperature increases due to Global Warming<sup>(2)</sup>, energy savings by reducing the electricity demand to cool heat island effects<sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup> or reducing the cabin temperature, fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions in cars<sup>(5)</sup>. But it also will have advantages in coatings and coated materials performance in use.

#### HOW COOL PROPERTIES ARE CALCULATED

There are different ways to measure the interaction of solar radiation with a material, and therefore to evaluate its “cool” effect. One of the most common is to measure the energy reflected by using the Total Solar Reflectance (TSR) parameter, but there are other ways such as Solar Reflectance Index (SRI, ASTM E1980<sup>(7)</sup>), Surface Temperature or even Energy savings (as seen in reference<sup>(8)</sup>). As the data on this study is based on TSR, we will only detail this methodology.



tetto scuro assorbe molta più luce solare che viene poi trasferita sotto forma di calore come mostrato in Fig. 1 (a sinistra).

L'utilizzo di materiali “freschi”, che riducono l'effetto riscaldante della luce del sole, può arrecare vantaggi in differenti aree come l'attenuazione del riscaldamento globale, per riduzione delle temperature atmosferiche nelle aree urbane, e controbilanciare alcuni incrementi di temperatura a causa del surriscaldamento globale<sup>(2)</sup>, così come promuovere risparmi di energia riducendo la domanda di energia per contrastare l'effetto isola di calore<sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup> o ancora ridurre la temperatura in cabina, i consumi di combustibile e le emissioni di CO<sub>2</sub> nelle automobili<sup>(5)</sup>. Oltre a questo, arreca vantaggi alla prestazione dei rivestimenti e dei materiali rivestiti in uso.

#### COME CALCOLARE ALCUNE PROPRIETA' COOL

Esistono diverse modalità per misurare l'interazione fra la radiazione solare e il materiale, quindi per valutare il suo effetto “cool”. Uno dei più comuni è misurare l'energia



**TOTAL SOLAR REFLECTANCE (TSR)**

TSR is the percentage of the incident solar energy which is reflected by a material surface. Its calculation requires taking the raw reflectance data and applying solar weighting factors for each wavelength collected. These factors and calculations are contained within the respective norms (e.g. ASTM G173)<sup>(6)</sup>. It gives a 0-100 scale, where the higher the TSR, the cooler the surface. As a reference:

- o A cool white surface can show a TSR > 65% (that means that less than 35% of solar energy is absorbed)
- o And a conventional dark surface usually shows a TSR between 5-15% (85-95% of solar energy is absorbed)

For example, figure 1 (right) shows the reflectance curves of two coatings, black and white, pigmented with Titanium Dioxide and Carbon black pigments, with TSR values of %TSR=84 and %TSR=5 respectively.

**EXPERIMENTAL WORK**

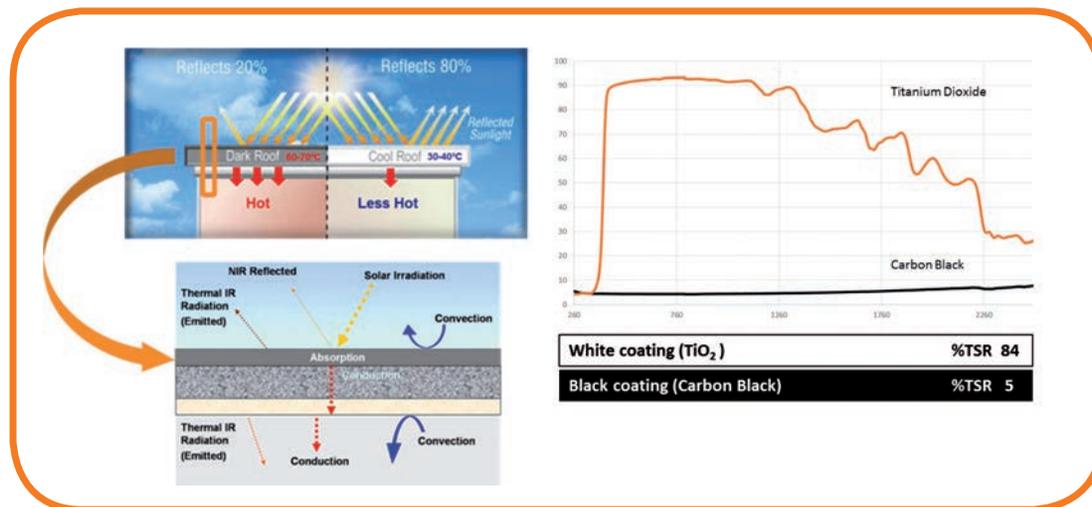
A coil coating PVDF-Acrylic (70:30) was prepared and applied on a black and white substrate 20µ dry film thickness, with the pigment percentage specified in each case. The reflectance curve of each application was measured on a white and on a black background and the TSR determined.

Different pigments have been used in this project such as Chrome Antimony Titanium Buff Rutile (Pigment Brown 24, PS-10406), Chrome Iron Brown Hematite (Pigment Brown 29, V-785), Cobalt Aluminate Blue Spinel (Pigment Blue 28, PS-10446) and Ultramarine Blue (Pigment Blue 29). In the case of Ultramarine Blue, Nubicoat HRD has been used, being this the reddest Ultramarine in the market specially recommended for this purpose. Reflectance curves and TSR values were mainly measured using a spectrophotometer UV-Vis/NIR with internal diffuse reflectance accessory and PMT/PbS detectors, which covers a wavelength range from 250 to 2500nm. It reports reflectance curves, and also total TSR and the TSR values in each region.



riflessa utilizzando il parametro Riflettanza Solare Totale (TSR), ma ne esistono di altri quali l'Indice di Riflettanza Solare (SRI, ASTM E1980<sup>(7)</sup>), la Temperatura della Superficie o anche i risparmi Energetici (come si osserva in rif. <sup>(8)</sup>).

**Fig. 1 Scheme of how sunlight is transformed into heat (left). TSR of a white coating compared to a black coating (right)**



**Fig. 1 Schema di come la luce del sole si trasforma in calore (a sinistra). La TSR di un rivestimento bianco è comparata con un rivestimento nero (destra)**

Dal momento che i dati di questo studio si basano su TSR, qui di seguito si descrive nei dettagli questa metodologia.

**RIFLETTANZA SOLARE TOTALE (TSR)**

La TSR è la quantità percentuale dell'energia solare incidente che viene riflessa dalla superficie del materiale. Il calcolo richiede l'utilizzo dei dati di riflettanza applicando i fattori di rilevanza per ogni lunghezza d'onda considerata. Questi fattori e calcoli sono contenuti nelle rispettive norme (ad es. ASTM G173)<sup>(6)</sup>. Si ottiene così una scala 0-100, dove quanto più alta è la TSR, tanto più fresca è la superficie. Ad esempio:

- o una superficie bianca fresca può mostrare una TSR > 65% (il che significa che l'energia solare viene assorbita meno del 35%).
- o E una superficie scura convenzionale solitamente presenta una TSR fra il 5 e il 15% (85-95% di energia solare assorbita)

Per esempio, Fig. 1 (a destra) presenta le curve di riflettanza dei due rivestimenti, nero e bianco, pigmentati con biossido di titanio e pigmenti carbon black, con valori TSR di % TSR = 84 e % TSR = 5 rispettivamente.



**WHAT TO TAKE INTO ACCOUNT WHEN FORMULATING COOL COATINGS**

When formulating with cool pigments some considerations must be taken into account in order to obtain the best possible results; the pigment chemistry used and its dosage is one of the main effects on the cool behavior of the coating, but the resin type, thickness, number of layers, whether or not there is a primer and the type of substrate will also have an impact on the final result of the whole system. It is clear that the main effect on the TSR value seems to be color, taking into account that visible light corresponds to 40% of the total sun radiation.

We are all used to thinking that white color is always cool and a dark color is always hot; this is usually true but with a few observations. As seen before, only one part of the spectral curve of a pigment is related to color, the visible part between 400-700 nm, and all the wavelengths from 700 nm absorbed or reflected will have a big impact on the TSR value of the pigment, so it is in this area where the different pigment chemistry will have an impact when comparing similar color spaces.

We can then compare different black pigments and observe that their TSR values may be different. In Fig. 2 different black pigments are compared showing that depending on their chemistry, a whole range of TSR value can be obtained.

Another thing to take into account then is the substrate where the coating is applied and its color, as well as the thickness of the coating. As sunlight can reach the substrate through the coating it is important to control the thickness of the coating or the type of substrate if the cool performance of the whole system has to be maximized.

In Fig. 3 (right), this effect can be seen when applying a coil coating at different thicknesses over a white and a black substrate, in this case using an unpigmented coating and a Pigment Brown 24.

When there is no pigment in the coating (dark lines) there is a clear difference between both substrates, being the white one cooler than the black, as expected. Also notice that in the case of a white substrate, as the thickness increases there is a slight decrease in the TSR



**LAVORO SPERIMENTALE**

E' stato preparato un coil coating PVDF-Acrylic (70:30) e applicato su un substrato nero e bianco con spessore del film secco di 20 µm, con una quantità percentuale di pigmento specificata in ogni caso. La curva di riflettanza di ogni applicazione è stata misurata su uno sfondo bianco e nero e determinata la TSR.

Sono stati utilizzati pigmenti differenti in questo progetto come il Cromo Antimonio Titanio Rutilo (Pigment Brown 24, PS-10406), Cromo Marrone ferro Ematite (Pigment Brown 29, V-785) l'Alluminato Blu cobalto Spinello (Pigment Blue 28, PS-10446) e Blu Oltremare Pigment Blue 29). Nel caso del blu oltremare, è stato utilizzato Nubicoat HRD, il colore rosso più intenso della tinta oltremare presente sul mercato e consigliato in special modo per questo scopo.

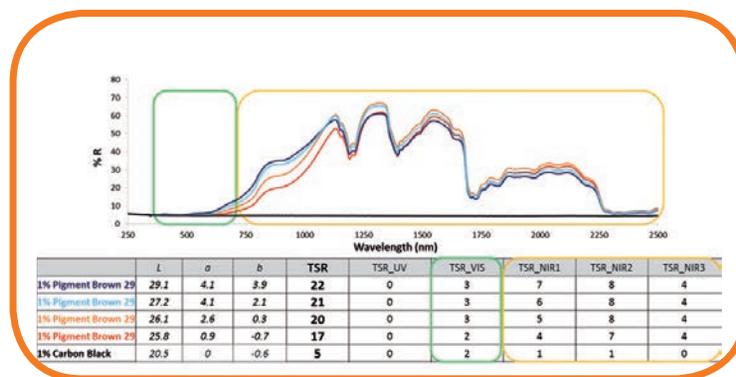
Le curve di riflettanza e i valori TSR sono stati misurati con l'ausilio di uno spettrofotometro UV-Vis/NIR con accessori di riflettanza diffusa interna e rilevatori PMT/PbS, che coprono un range di lunghezza d'onda variabile dai 250 ai 2500 nm. Essa riporta le curve di riflettanza e anche i valori TSR di ogni area.

**QUALI ASPETTI CONSIDERARE QUANDO SI FORMULANO I RIVESTIMENTI**

Quando si procede alla formulazione con pigmenti che mantengono temperature fresche si deve tenere conto di alcuni aspetti, al fine di ottenere i risultati migliori; il processo chimico dei pigmenti utilizzati e le quantità in uso rappresentano gli effetti principali sulla risposta del rivestimento alle temperature fresche, ma il tipo di resina, lo spessore, il numero di strati, l'utilizzo o il non utilizzo di un primer e il tipo di substrato esercitano anch'essi un impatto sui risultati finali di tutto il sistema.

E' evidente che l'effetto primario sul valore TSR sembra essere il colore, tenendo conto che la luce visibile corrisponde al 40% dell'irraggiamento solare totale. Si è soliti pensare che il colore bianco è sempre fresco e che i colori scuri sono sempre caldi; questo è quasi sempre vero, ma è bene fare alcune osservazioni. Come detto sopra, soltanto una parte della curva dello spettro di un pigmento è relativa al

**Fig. 2 Carbon Black TSR vs different grades of Pigment Brown 29**



**Fig. 2 TSR del carbon black in funzione di alcune varianti di Pigmento Brown 29**



value due to certain absorbance of the coating.  
For the pigmented coating (yellow lines) the results in this case show that when the thickness is small there is some influence of the substrate on the TSR value, being the TSR higher when the coating is applied on a white substrate.

When we increase the thickness of the coating, the influence of the substrate is minimized and the two substrates trend to the same TSR value. This effect correlates with an increase in pigment dosage for a constant thickness because in both cases it is more difficult for sunlight to reach the substrate.

If we do the same evaluations using a Pigment Blue 29 (Ultramarine Blue) and a Pigment Blue 28 (Cobalt Aluminate Blue), as shown in Fig. 3 (left), some different behaviors may be seen. In the case of Pigment Blue 28 on a white surface the pigment absorbance, where the thickness increases, makes the TSR decrease a little, while on a black surface the TSR increases with thickness; also because of its reflectance.

The behavior of Pigment Blue 29 in this case is different; while on a white substrate it has a similar effect to Pigment Blue 28 when applied over a black substrate, the TSR does not increase with the thickness because there is no reflectance. Thus we can assume that Pigment Blue 29 is non-reflecting and transparent to NIR radiation and the nature of the substrate is a key point for the final properties of the whole system.

According to these observations, Ultramarine Blue can be recognized as a cool pigment due to its low absorption in the NIR, and thus it is suitable for cool paints, preferably



colore, la parte visibile fra i 400 e i 700 nm e tutte le lunghezze d'onda dai 700 nm assorbite o riflesse esercitano un notevole impatto sul valore TSR del pigmento; quindi è questa l'area in cui i differenti processi chimici del pigmento esercitano il loro impatto, quando si confrontano simili spazi colore.

È possibile inoltre confrontare diversi pigmenti neri e osservare che i loro valori TSR potrebbero essere differenti. In Fig. 2 è rappresentata l'analisi comparata di differenti pigmenti neri, in cui si mostra che, a seconda del loro processo chimico, è possibile ottenere una serie completa di valori TSR.

Un'altra tematica di cui è bene tenere conto è il substrato su cui si applica il rivestimento e il suo colore, oltre allo spessore. Poiché la luce del sole raggiunge il substrato attraverso il rivestimento, è importante controllarne lo spessore oppure il tipo di substrato se l'effetto di freschezza di tutto il sistema deve essere aumentato al massimo.

In Fig. 3 (a destra), questo effetto può essere osservato quando si applica un coil coating con differenti spessori su un substrato bianco e nero, in questo caso usando un prodotto non pigmentato e un pigmento Brown 24. Quando non vi è pigmento nel rivestimento (linee scure), si osserva una chiara differenza fra i substrati, il bianco è più fresco del nero, come previsto.

Quando nel rivestimento non vi è pigmento (linee scure) si osserva una chiara differenza fra entrambi i substrati, e quello bianco è più fresco di quello nero, come facilmente prevedibile. Si noti inoltre che nel caso del substrato bianco, con l'aumentare dello spessore diminuiscono in parte i valori TSR a causa di una certa assorbanza del rivestimento.

Fig. 3 TSR of unpigmented and yellow paints (Coil Coating) at different thicknesses and different substrates (right), TSR of different Blues at different thicknesses and substrates (left).

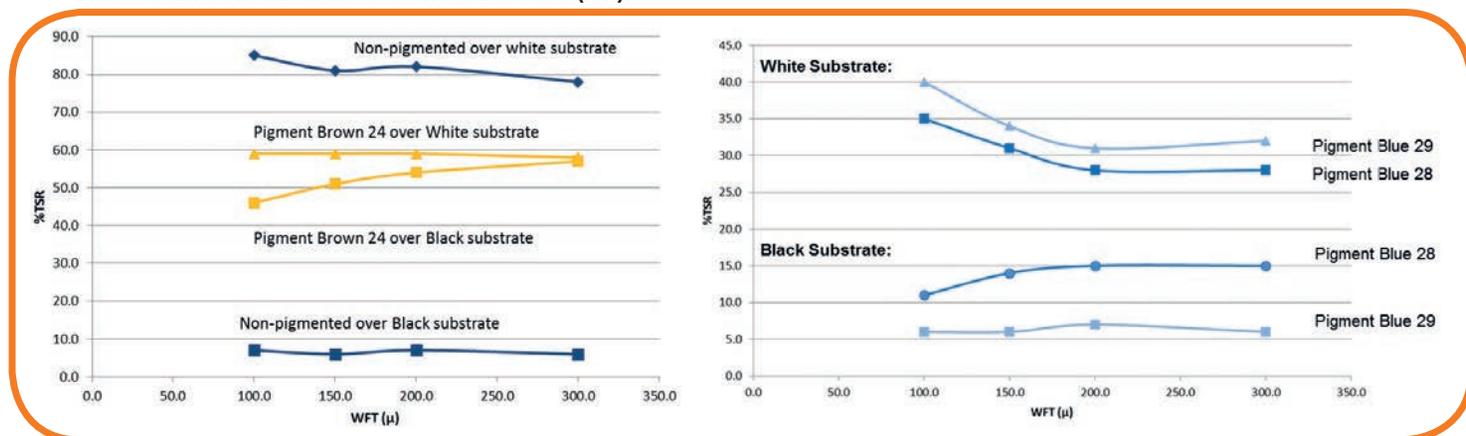


Fig. 3 TSR di pitture non pigmentate e gialle (Coil Coating) con differenti spessori e vari substrati (a destra); TSR di vari Blue con vari spessori e substrati (a sinistra)



applied on white or NIR reflective surfaces, or in combination with NIR-scattering pigments. Similar results can be found in the bibliography<sup>(9)</sup> <sup>(10)</sup>.

If we look in detail at the TSR curves for both blues for a given thickness (Fig. 4), we can observe that in both blue shades the TSR values are similar, being slightly higher the one using Pigment Blue 28.

**PIGMENT COMBINED WITH TiO<sub>2</sub>**

What is the effect of mixing a pigment with TiO<sub>2</sub> to obtain different shades? In Fig. 5 and 6, Pigment Brown 29 (a cool black) and Pigment Blue 29 are combined with TiO<sub>2</sub> at different dosage, using the same white



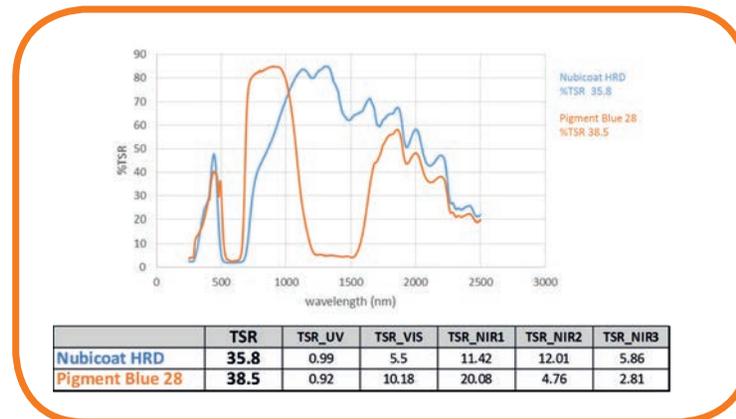
Per quanto riguarda il rivestimento pigmentato (line gialle), i risultati in questo caso mostrano che quando lo spessore è ridotto, il substrato esercita un influsso sui valori TSR in quanto questi sono più elevati

quando il rivestimento è applicato su un substrato bianco.

Quando si aumenta lo spessore del rivestimento, l'influsso esercitato dal substrato è ridotto al minimo e i due substrati tendono ad avere lo stesso valore TSR.

Questo effetto è correlato all'incremento della quantità di pigmento usato, dato un certo spessore, perché in entrambi i casi è più difficile che la luce del sole raggiunga il substrato.

**Fig. 4 TSR curves comparing Nubicoat HRD and Pigment Blue 28 at same dosage**



**Fig. 4 Curve della TSR dell'analisi comparata di Nubicoat HRD e il Pigmento Blue 28 con uguali quantità**



substrate, to cover different shades, from pastel to dark colors. In both cases there is a clear correlation between the L value and the TSR value obtained for each shade. This is mainly due to the presence of TiO<sub>2</sub> and its reflectance capabilities, but looking at the spectral curve we see that its main contribution is in the visible wavelengths (Fig. 8). What is important is to take this into account when comparing the TSR values (or cool properties) of the same color space using different pigments, so the comparison has to be made at the same/similar L value instead of at the same pigment concentration.

**ENHANCING THE BLUE UNDERTONE OF COOL BLACKS**

As previously seen, not all black pigments are hot, and cool black surfaces are possible using the right pigments such as Pigment Brown 29 or Pigment Green 17. But when we compare this to carbon black, the standard black pigment in many applications, we can easily see that the jetness is not the same; this is due to the red or yellow undertone that cool blacks usually have, even in some cases brownish shades are obtained instead of black. One possibility to make them deeper and more attractive is to enhance their blue undertone by adding some Ultramarine Blue; for this purpose Nubicoat HRD is the most recommended Ferro pigment.

As can be seen in figure 8, when replacing Pigment Brown 29 with Ultramarine Blue, the b value moves to bluish and the L value is even darker, so jetness is increased. The TSR value is practically not affected by the addition of the Ultramarine pigment, so what we obtain is a bluish and deeper black with the same TSR (cool properties)



Se si eseguono le stesse valutazioni utilizzando il Pigmento Blue 29 (Blu oltremare) e il Pigmento Blue 28 (Blu cobalto alluminato), come mostrato in Fig. 3 (a sinistra), si possono osservare differenti risposte. Nel caso del Pigmento Blue 28 su una superficie bianca, l'assorbanza del pigmento, dove aumenta lo spessore, fa sì che la TSR diminuisca in parte, mentre su una superficie

nera la TSR aumenta con lo spessore, anche a causa della sua riflettanza.

La risposta del Pigmento Blue 29, in questo caso, è differente; mentre su un substrato bianco esso produce un effetto simile a quello del Pigmento Blue 28, quando è applicato su un substrato nero, la TSR non aumenta con lo spessore perché non vi è riflettanza.

Quindi, si può asserire che il Pigmento Blue 29 non è riflettente e trasparente all'irraggiamento NIR e che la natura del substrato è una questione chiave per le proprietà finali dell'intero sistema.

In base a queste osservazioni, il blu oltremare può essere ritenuto un pigmento fresco per il suo ridotto assorbimento nell'area NIR e che quindi si addice alle pitture fresche, applicate preferibilmente su superfici riflettenti bianche o NIR oppure in combinazione con i pigmenti NIR che si propagano.

Risultati simili sono presentati anche nei riferimenti bibliografici<sup>(9) (10)</sup>. Se si osservano nei dettagli le curve TSR per entrambi i blu, dato un certo spessore, in Fig. 4 si osserva che in entrambe le tonalità del blu, i valori TSR sono simili, con valori leggermente superiori nell'utilizzo del Pigmento Blue 28.

**PIGMENTO COMBINATO CON IL TiO<sub>2</sub>**

Qual è l'effetto esercitato dalla miscela di un pigmento con

Fig. 5 Pigment Brown 29 with TiO<sub>2</sub>; L value vs TSR

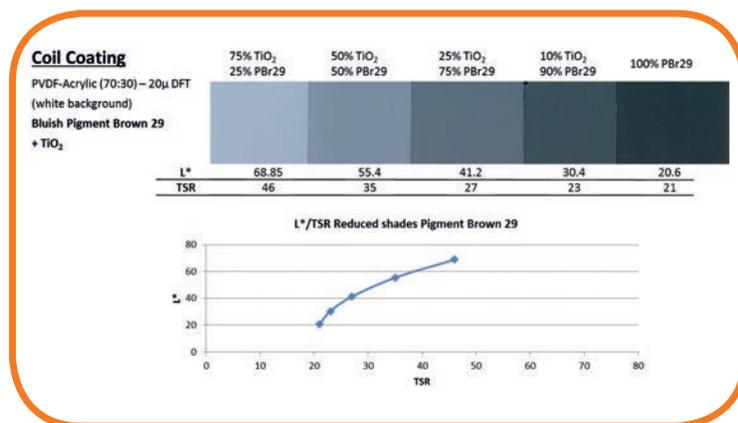


Fig. 5 Pigmento Brown 29 con TiO<sub>2</sub>; valore L rispetto a TSR

Fig. 6 Nubicoat HRD with TiO<sub>2</sub>; L value vs TSR.

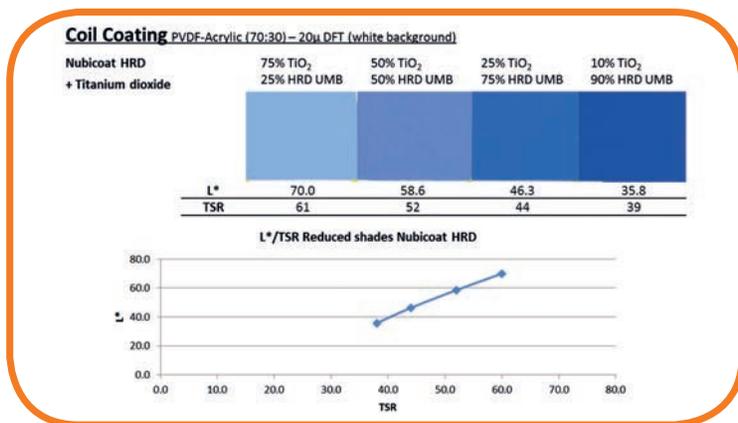


Fig. 6 Nubicoat HRD con TiO<sub>2</sub>; valore L in funzione di TSR



as the original black, and more cost effectiveness compared to the original.



il  $TiO_2$  per ottenere differenti tonalità? Nelle Fig. 5 e 6, il Pigmento Brown 29 (nero più freddo) e il Pigmento Blue 29 sono combinati con il  $TiO_2$  in quantità differenti, usando lo stesso substrato bianco per coprire differenti tonalità dalla tinta pastello alle tinte scure. In entrambi i casi vi è una chiara correlazione fra il valore L e il valore TSR ottenuti da ogni tinta.

Ciò è dovuto principalmente alla presenza del  $TiO_2$  e alla sua riflettanza, ma se si osserva la curva dello spettro si riscontra che il suo principale contributo sta nelle lunghezze d'onda della luce visibile (Fig. 8).

Quel che importa è prendere in considerazione questo dato quando si confrontano i valori TSR (o le proprietà di raffreddamento) dello stesso spazio colore usando differenti pigmenti; quindi il confronto deve essere compiuto con lo stesso o simile valore L, anziché con la medesima concentrazione di pigmento.

Fig. 7 Effect of Titanium dioxide on the TSR

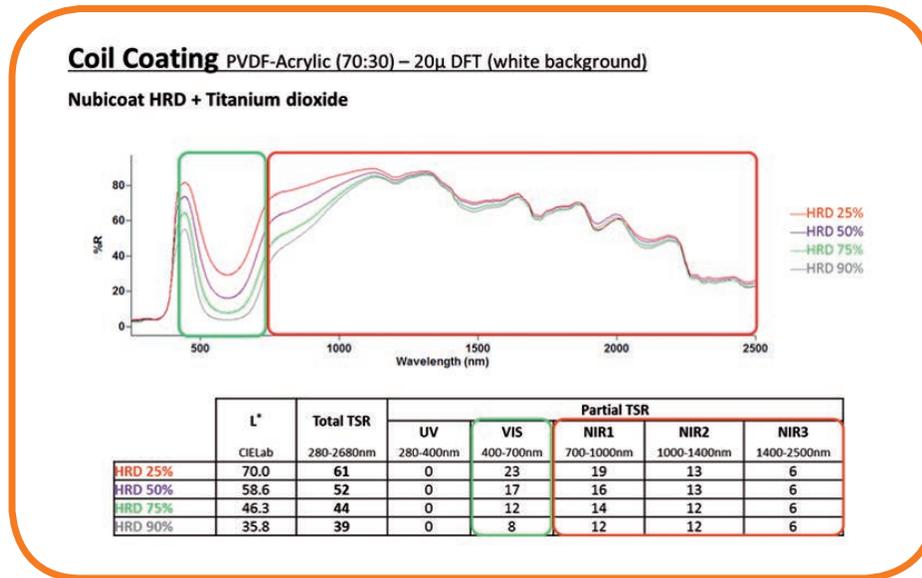


Fig. 7 Effetto del biossido di titanio sulla TSR



### CONCLUSIONS

To summarize, choosing the right pigments is a key point for the cool properties of a given system but it is also important to take care of the other parts of the system in order to ensure the required performance. Ferro Pigments offers a whole range of Cool pigments and many years of expertise as well as the possibility to assist customers project by project in order to fulfill the requirements regarding Cool Performance.

### REFERENCES

- (1) "Cool colors, Cool Roofs, part 2" Lawrence Berkeley National Laboratory.
- (2) "European Climate Change policy beyond 2012", World energy council, 2009.
- (3) "The long-term effect of increasing the albedo of urban areas", Akbari, Matthews, Seto, 2012.
- (4) "Reduction of Urban Heat Islands: compendium of strategies - Cool Roofs", Climate Protection Partnership Division in the U.S. Environmental Protection Agency's Office of Atmospheric Programs (EPA).
- (5) "Cool-colored cars to reduce air-conditioning energy use and reduce CO<sub>2</sub> emissions", Lawrence Berkeley National Laboratory for California Energy Commission.
- (6) "ASTM G173-03(2012), Standard Tables for Reference Solar Spectral Irradiances: Direct Normal and Hemispherical on 37° Tilted Surface", ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012.
- (7) "ASTM E1980-11, Standard Practice for Calculating Solar Reflectance Index of Horizontal and Low-Sloped Opaque Surfaces", ASTM International, West Conshohocken, PA, 2001.
- (8) "Method for measuring energy savings on highly reflective coatings", D. Bustos, DuPont Titanium Technologies Mexico.
- (9) "Solar spectral optical properties of pigments—Part II: survey of common colorants", Ronnen Levinson, Paul Berdahl, Hashem Akbari. Lawrence Berkeley National Laboratory.
- (10) "Characterizing the radiative properties of pigments for cool roofs", R. Levinson. Heat Island Group / Lawrence Berkeley National Laboratory.



### MIGLIORARE LA SFUMATURA BLU NELLE TINTE NERE CHE MANTENGONO UNA TEMPERATURA FRESCA

Come detto sopra, non tutti i pigmenti neri sono caldi ed è possibile ottenere superfici nere che mantengono una superficie fresca grazie all'impiego di pigmenti idonei come il Pigmento Brown 29 o il Green 17. Eppure, quando si esegue un'analisi comparata di questo con il carbon black, il pigmento nero standard per molte applicazioni, si riscontra facilmente che la luminosità non è la medesima; ciò è dovuto alla sfumatura rossa o gialla che hanno solitamente i neri che mantengono temperature

fresche e, in alcuni casi, si ottengono sfumature tendenti al marrone anziché nere.

Una modalità per renderle più interessanti è migliorare la loro sfumatura blu aggiungendo una certa quantità di blu oltremare; a tale scopo, Nubicoat HRD è il pigmento maggiormente consigliato da Ferro Pigments.

Come si osserva in Fig. 8, quando si sostituisce il Pigmento Brown 29 con l'oltremare blu, il valore *b* tende al bluastro e il valore *L* risulta ancora più scuro, in questo modo la luminosità aumenta.

Il valore *TSR* non viene praticamente influenzato dall'aggiunta del pigmento oltremare, quindi quel che si ottiene è un nero bluastro e più intenso con la stessa *TSR* (proprietà di temperatura fresca) del nero originale con superiore efficacia di costi rispetto all'originale.

### CONCLUSIONI

Per riassumere, la scelta dei pigmenti giusti è un punto chiave per le proprietà interessanti di un determinato sistema, ma è anche importante prendere in considerazione le altre parti del sistema in modo da garantire le prestazioni adeguate.

Ferro Pigments offre un'intera gamma di pigmenti che mantengono una temperatura fresca e molti anni di esperienza, nonché la possibilità di assistere i clienti progetto per progetto al fine di soddisfare i requisiti relativi alla Prestazione Cool.

Fig. 8 TSR and Colorimetric data of different formulations mixing Nubicoat HRD and Pigment Brown 29.

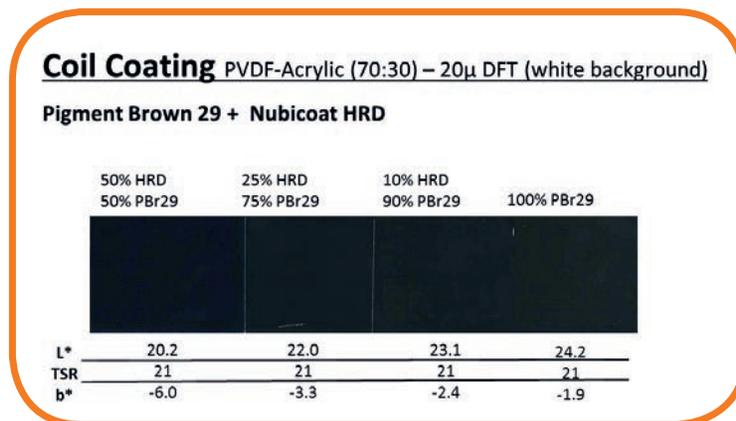


Fig. 8 Dati TSR e colorimetrici di differenti formulazioni che miscelano Nubicoat HRD e il Pigmento Brown 29