



# Normalización de la BRDF para materiales multicapa gonioaparentes



*Francisco Miguel Martínez Verdú*

Grupo de Visión y Color, Universidad de Alicante

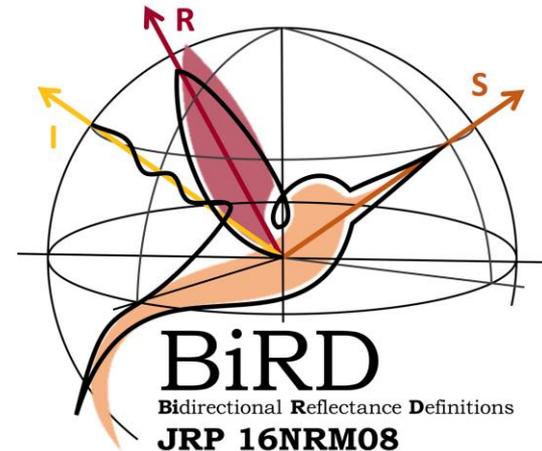
[verdu@ua.es](mailto:verdu@ua.es) , <http://web.ua.es/gvc>



# SUMARIO



- **Enfoque híbrido multi-escala**
- ***Top – down:* gonio-apariencia (color y textura)**
- ***Bottom – up:* materiales multi-capas y BRDF**
- **Proyecto EU BiRD**
  - **Ámbito, plan, impacto**
- **Conclusiones**



# ENFOQUE MULTI-ESCALA



ENFOQUE TEÓRICO

Producción de luz,  
geometrías,  
pigmentos,  
color, brillo,  
*sparkle, haze, etc.*

Apariencia  
visual

Emisión SPD( $\lambda$ )  
Reflexión  $\rho(\lambda)$   
Transmisión  $\tau(\lambda)$

Coeficientes:  
Absorción K  
Esparcimiento S

Teoría  
multi-flujo  
luz-materia

Interacción  
entre partículas

Tecnologías  
& Procesos  
Coloración:  
nº capas, etc.

Propiedades físicas  
partículas:  
tamaño (D), forma,  
índice refracción,  
coef. extinción,  
rugosidad, etc

Modelos  
corpúsculares  
interacción  
luz-materia

ENFOQUE EXPERIMENTAL

# GONIO-APARIENCIA



- Color y textura visual **cambiante**:



PHOTO COURTESY OF FRANÇINE B./THEPOLISHEDMOMMY

# GONIO-APARIENCIA



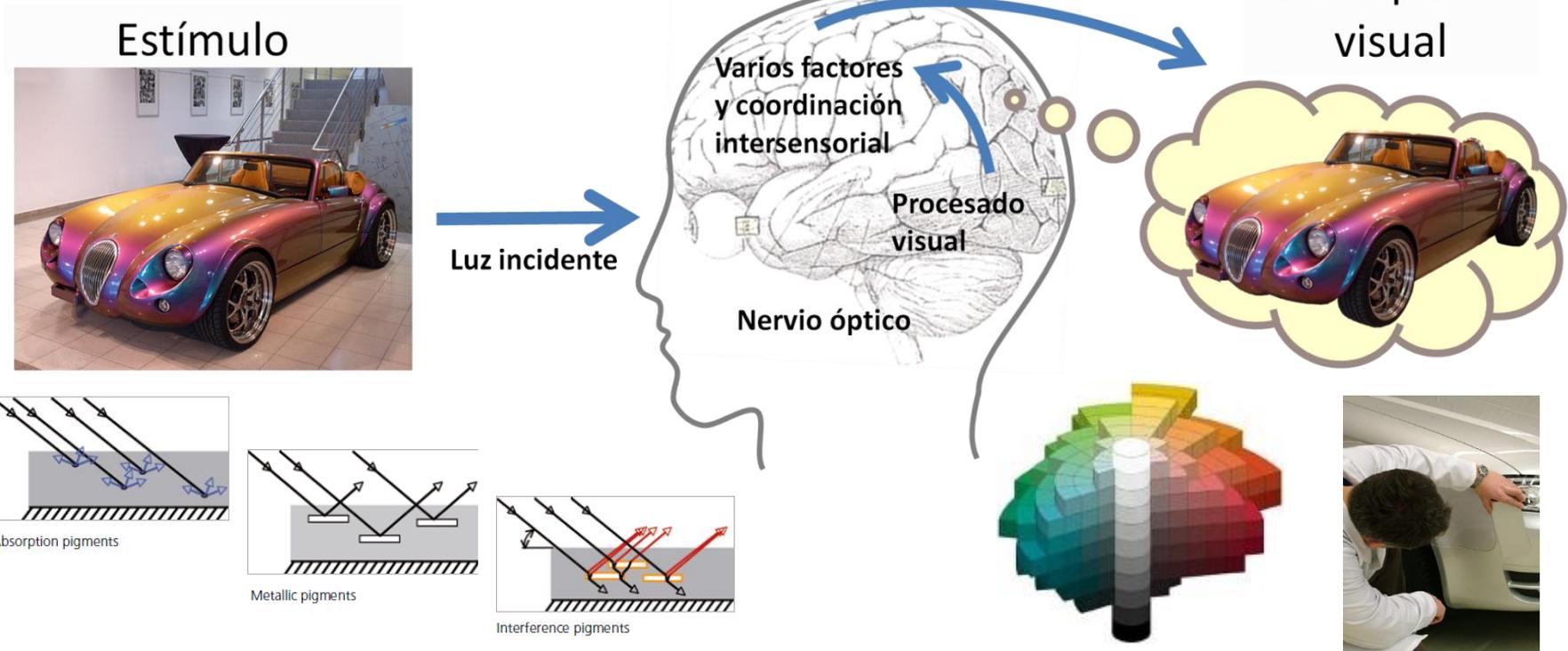
- Gestión de la **calidad** de la apariencia visual de materiales en muchas **industrias**



# GONIO-APARIENCIA



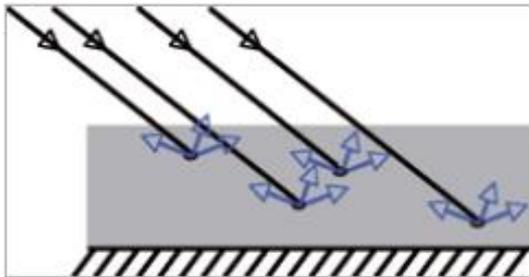
- **Interacción Luz – Materia – Sistema Visual**
  - Escalas nano/micro (estructural)  $\Rightarrow$  macroscópica
  - Es un “**invento**” cerebral



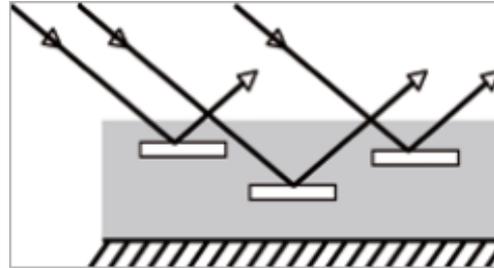
# MATERIALES MULTI-CAPA



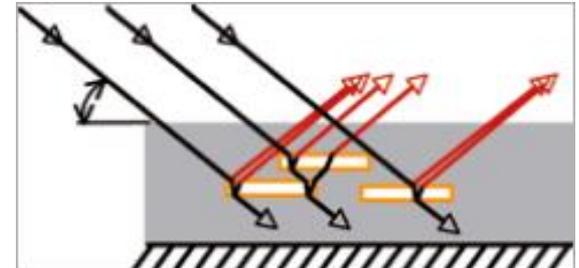
- Colores estructurales naturales / **sintéticos**
  - Reflexión y transmisión **selectiva** de la luz



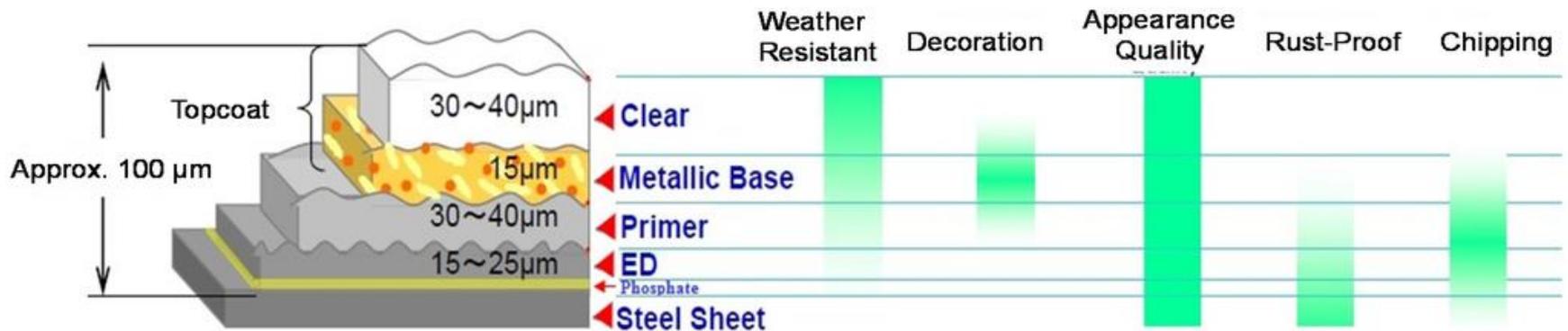
Absorption pigments



Metallic pigments

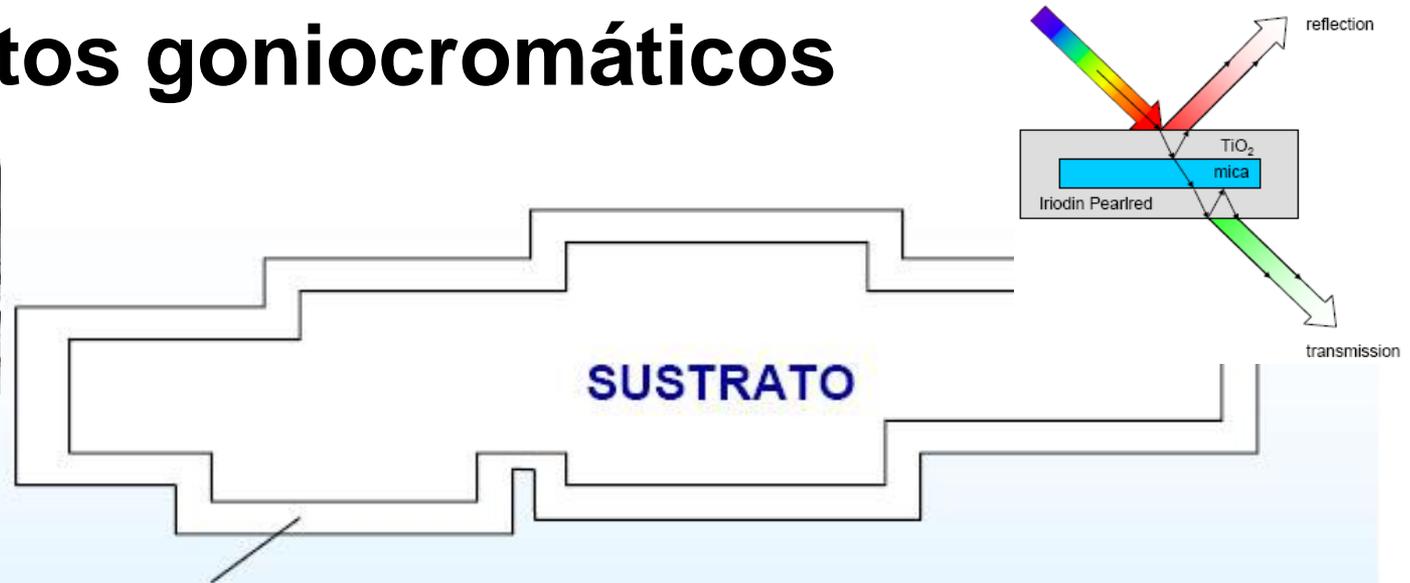
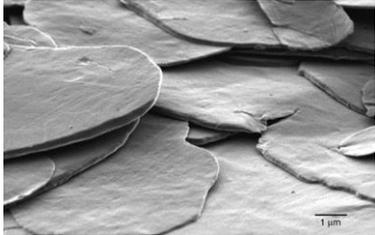


Interference pigments





## ■ Pigmentos goniocromáticos



**ÓXIDO METÁLICO**

**SUSTRATO**

Mica

Dióxido de Silicio (sintético)

Aluminio

Óxido de Aluminio (sintético)

Óxido de Hierro (sintético)

**ÓXIDO METÁLICO**

TiO<sub>2</sub> (Rutilo)

FeTiO<sub>3</sub>

CoTiO<sub>3</sub>

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

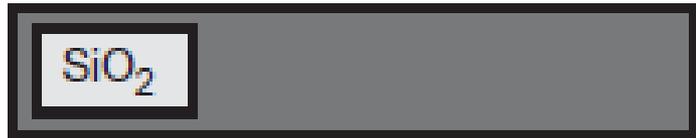
Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

capas múltiples

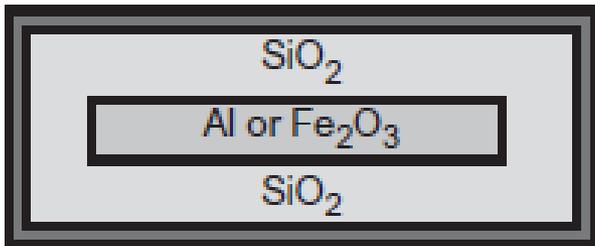


## ■ Pigmentos goniocromáticos:

### ■ Control a nivel nano



$\text{Fe}_2\text{O}_3$   
or  
 $\text{TiO}_2$



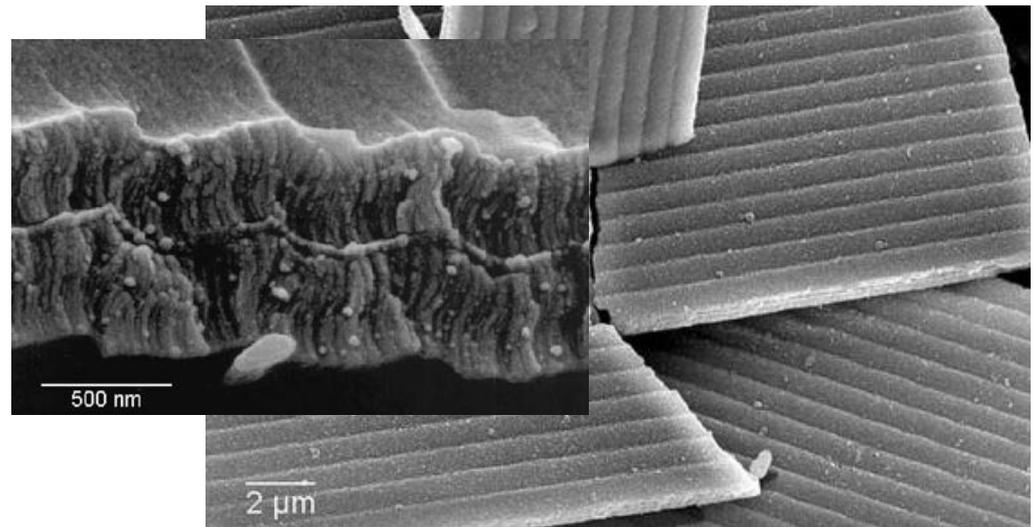
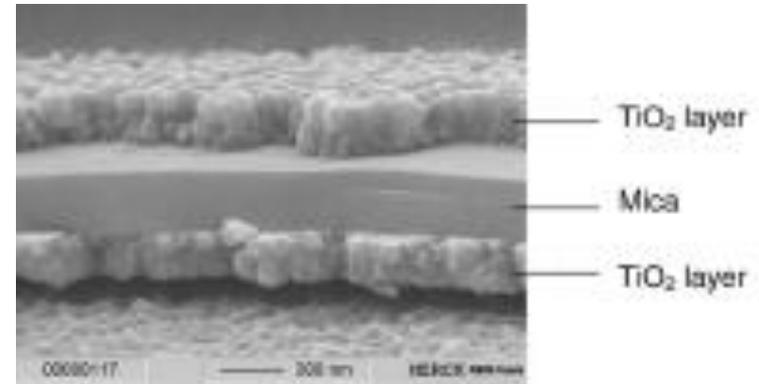
$\text{Fe}_2\text{O}_3$



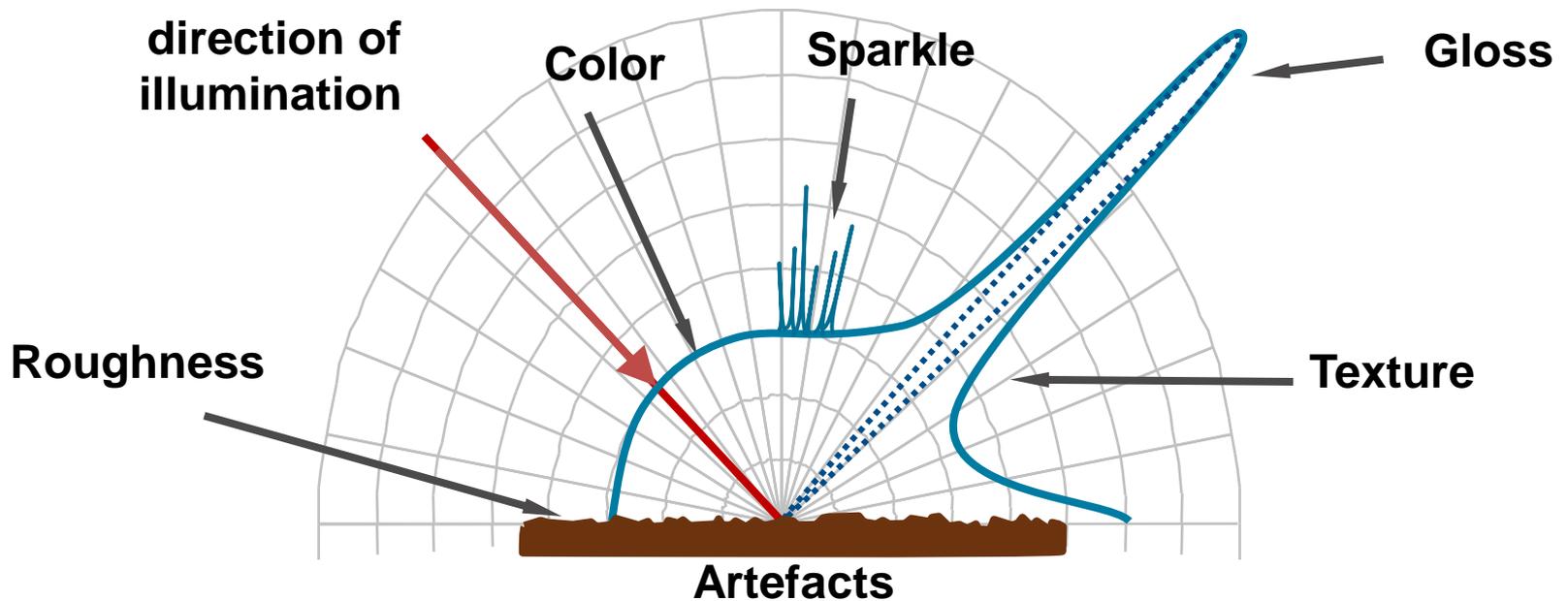
Cr

Al

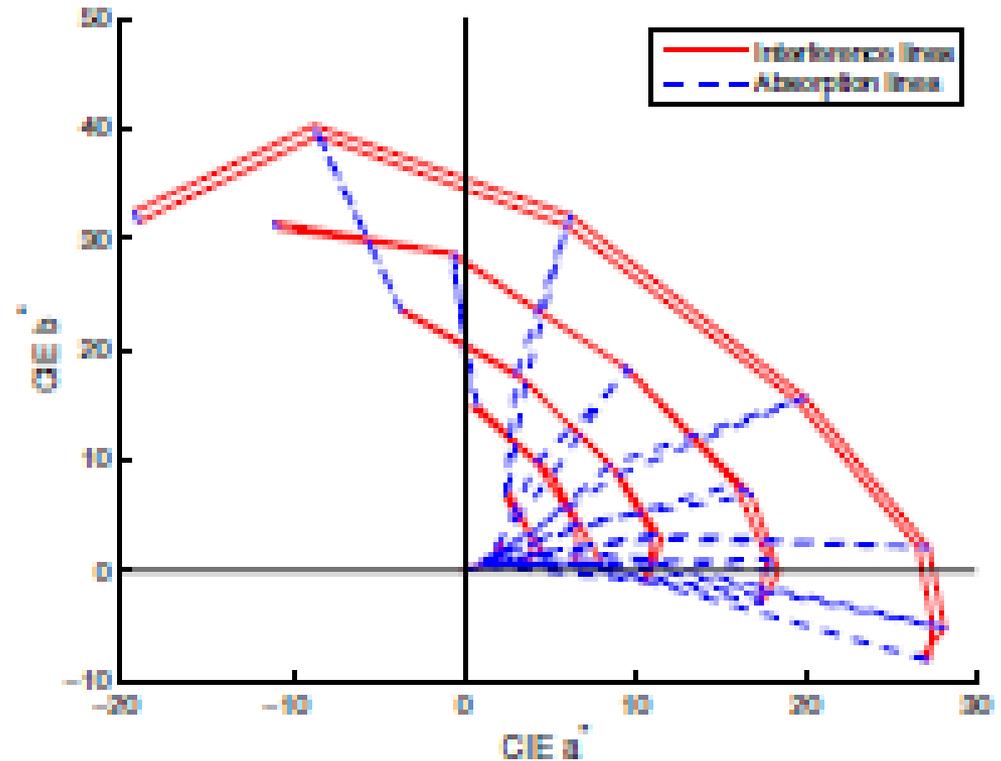
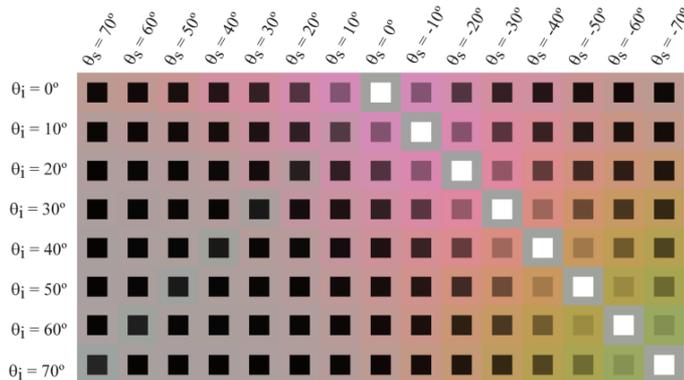
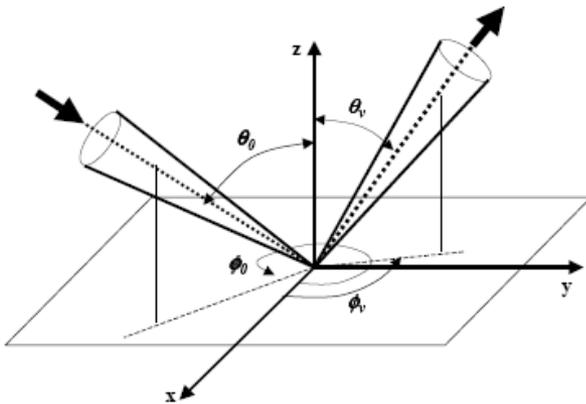
Cr



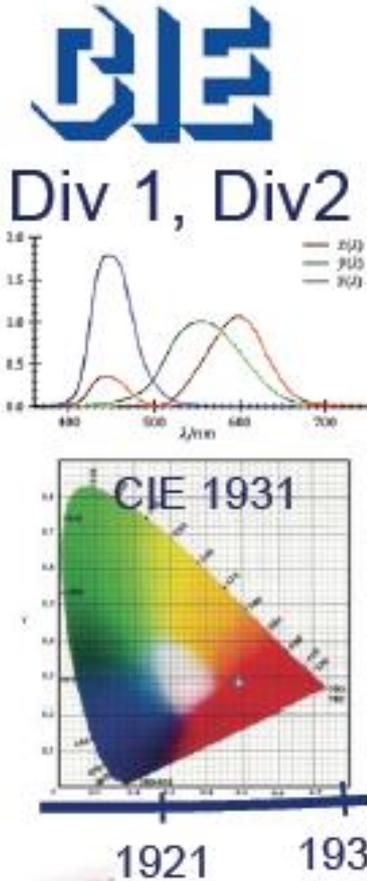
- **Impacto visual multi-direccional: BRDF**
  - ***Bidirectional Reflectance Distribution Function***



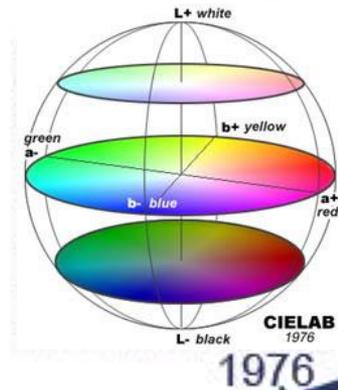
- Impacto visual multi-direccional: BRDF
  - Gama variable** de colores por muestra



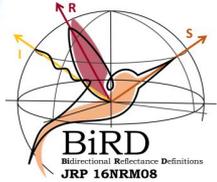
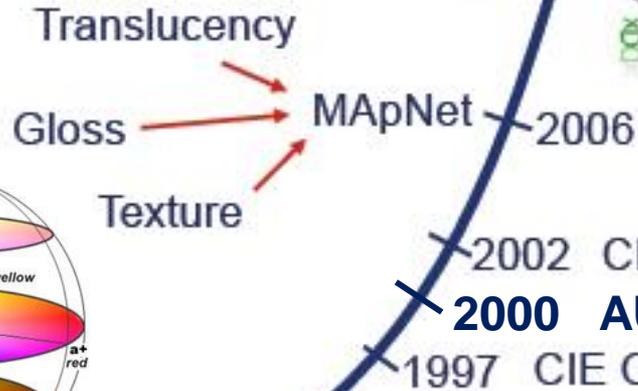
# HISTORIA CIENCIA DEL COLOR



## Past and future



Total appearance measurement



## Apariencia visual de materiales

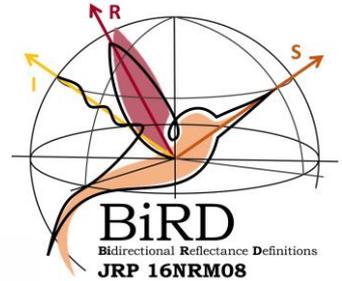
$\Delta T = f(\Delta E, \Delta G, \Delta S, \dots)$  es la **"META"**

# PROYECTO EU BIRD



## ■ Consorcio:

### ■ *Bidirectional Reflectance Definitions*



le cnam



CSIC

A!

Aalto-yliopisto



KATHOLIEKE UNIVERSITEIT  
LEUVEN



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante



METAS



INNVENTIA

MSL



# PROYECTO EU BIRD



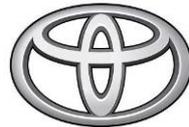
## Empresas colaboradoras:



KONICA MINOLTA



ŠKODA



TOYOTA



International Commission on Illumination  
Commission Internationale de l'Eclairage  
Internationale Beleuchtungskommission



www.dfwg.de





- **Misión y plan:**
  - **Caracterización de la BRDF para su **normalización** industrial vía **estandarización CIE****
    - **WP1: medida BRDF vs. espectrofotometría multi-ángulo comercial**
    - **WP2: formato de fichero universal para BRDF**
    - **WP3: brillo (*gloss*)**
    - **WP4: *sparkle & graininess***



- **Impacto en la industria EU y mundial:**
  - **Materiales reales** multi-capas gonioaparentes:
    - Pigmentos, pinturas, plásticos, impresión, etc.
    - Automoción, construcción, informática, etc.
    - Instrumentación avanzada para gonio-apariencia
  - **Simulación digital** de materiales multi-capas gonio-aparentes
    - Impresión 3D: FDM, *multi jet*, *powder bed*, etc.
    - *Visual rendering*: videojuegos, cine, etc.
    - AR / VR, etc.

# CONCLUSIONES



- CSIC & UA participan en un proyecto EU (BiRD) sobre la caracterización **óptica y visual** de materiales multi-capa gonioaparentes
- Esto requiere de un enfoque **híbrido y multi-escala** (nano/micro – óptico/percept.)
- Y el **alcance** es a nivel EU y mundial, dado los sectores industriales involucrados

# AGRADECIMIENTOS

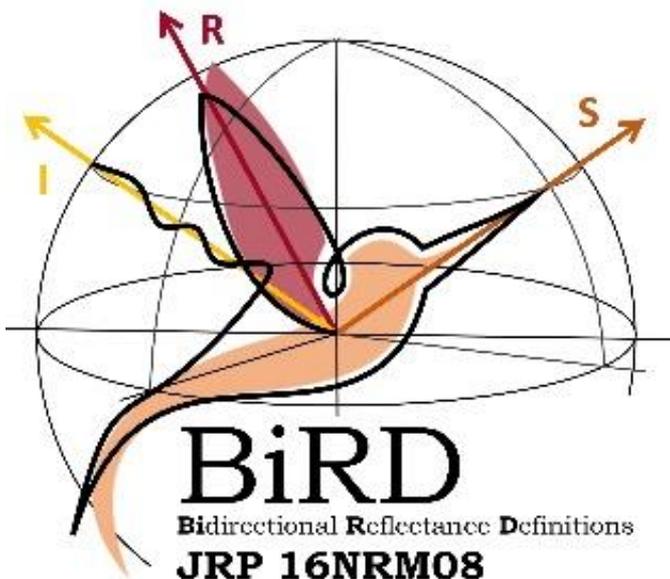


## Proyecto DPI-2015-65814-R

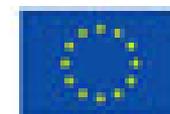


**UNIÓN EUROPEA**  
Fondo Europeo de  
Desarrollo Regional

*Una manera de hacer Europa*



# EMPIR



The EMPIR initiative is co-funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and the EMPIR Participating States

**NETWORKING**  
Investigación de materiales  
avanzados para automoción

**17**  
ABRIL

SECPHO ciac MaV SCN<sup>2</sup> ALBA CALIPSOplus