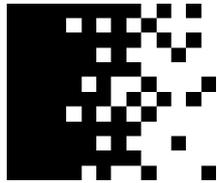


Ruido y Rango dinámico en una cámara digital

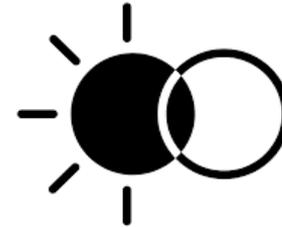
© Guillermo Luijk 2022
www.guillermoluijk.com

Índice



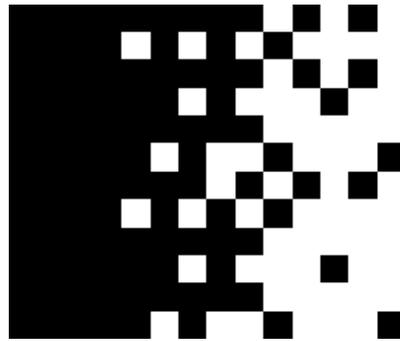
RUIDO

- Definición de ruido
- Fuentes de ruido en un sensor
- Derecheo del histograma y ruido
- Mpx vs ruido
- Ruido del sensor en DxOMark



RANGO DINÁMICO

- Concepto y expresión del rango dinámico
- Escenas ejemplo de rango dinámico
- Escena de alto RD vs RD del sensor
- Rango dinámico de la visión humana vs dispositivos
- Utilidad del rango dinámico
- Tamaño de sensor y tecnología vs rango dinámico
- Rango dinámico del sensor en DxOMark
- Rango dinámico sensor digital vs película química



RUIDO

Definición de ruido

Ruido = desviación de los valores RGB de cada píxel respecto a los esperados

Nivel RGB Esperado	Nivel RGB Capturado	Ruido absoluto	Relación S/N
50	52	2	25,0
200	203	3	66,7

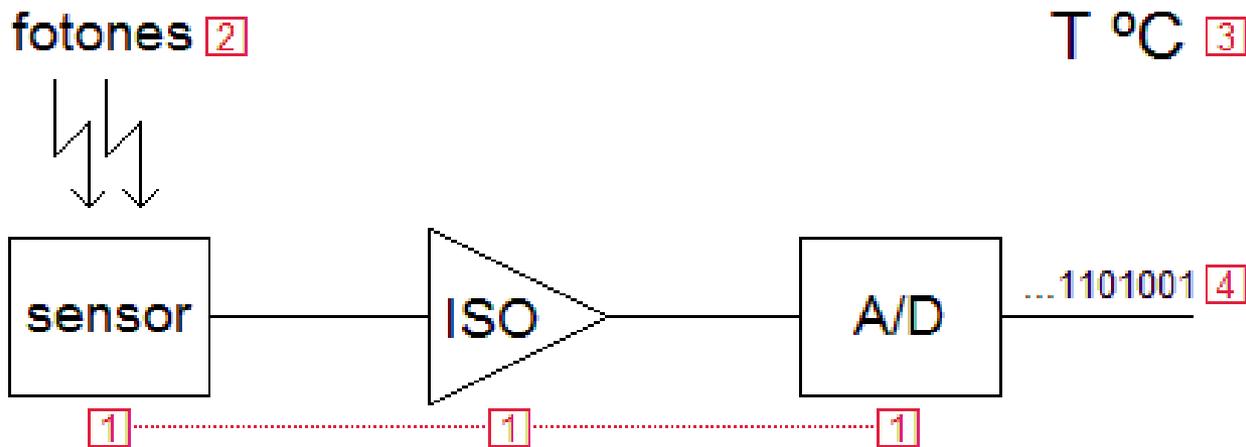
Peor relación S/N
Mejor relación S/N

relación S/N



Fuentes de ruido en un sensor

1. **DE LECTURA:** inherente a todo circuito **electrónico** (dominante en sombras)
2. **FOTÓNICO:** inherente naturaleza aleatoria de la **luz** (dominante en luces)
3. **TÉRMICO:** generado por **calentamiento** del sensor (ciertas aplicaciones)
4. **DE CUANTIZACIÓN:** redondeo en la **conversión A/D** (despreciable)



[1] RUIDO DE LECTURA

[2] RUIDO FOTÓNICO

[3] RUIDO TÉRMICO

[4] RUIDO DE CUANTIZACIÓN

Derecheo del histograma y ruido (1/3)

Derecheo = exponer al máximo el RAW justo antes de quemar altas luces

- La calidad de la captura es mayor cuanto mayor es la exposición del RAW...
- ...pero cuidado: la pérdida de calidad por saturación es abrupta
- Derechar aumenta además el número de niveles capturados aunque la mejora de calidad solo se percibe en forma de menor ruido

CALIDAD DE LA CAPTURA DIGITAL



Si el ruido no es un problema en la aplicación, derechar no tiene utilidad práctica



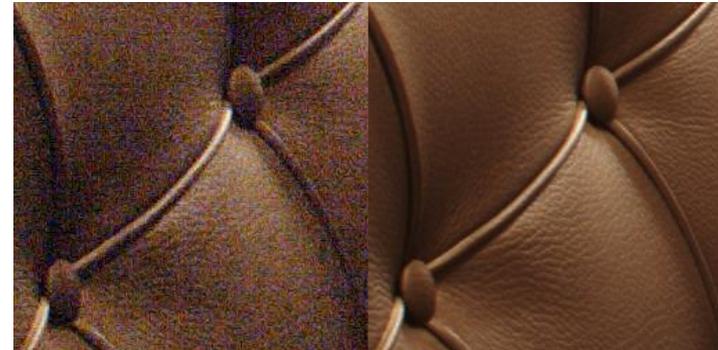
Derecheo del histograma y ruido (2/3)

- El ruido depende del nivel de exposición del RAW: a más exposición RAW menos ruido visible
- El derecheo minimiza el ruido en la captura
- El derecheo no altera color ni contraste

Derecheo aumentando exposición (apertura/velocidad):

0EV

+4EV



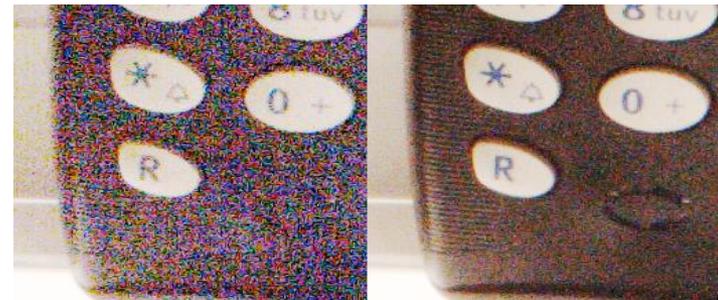
(capturas a ISO100)

- Lo óptimo es lograr derechar con el menor ISO posible, pero si las condiciones lo impiden derechar subiendo el ISO también puede reducir el ruido

Derecheo subiendo el ISO:

ISO100

ISO1600



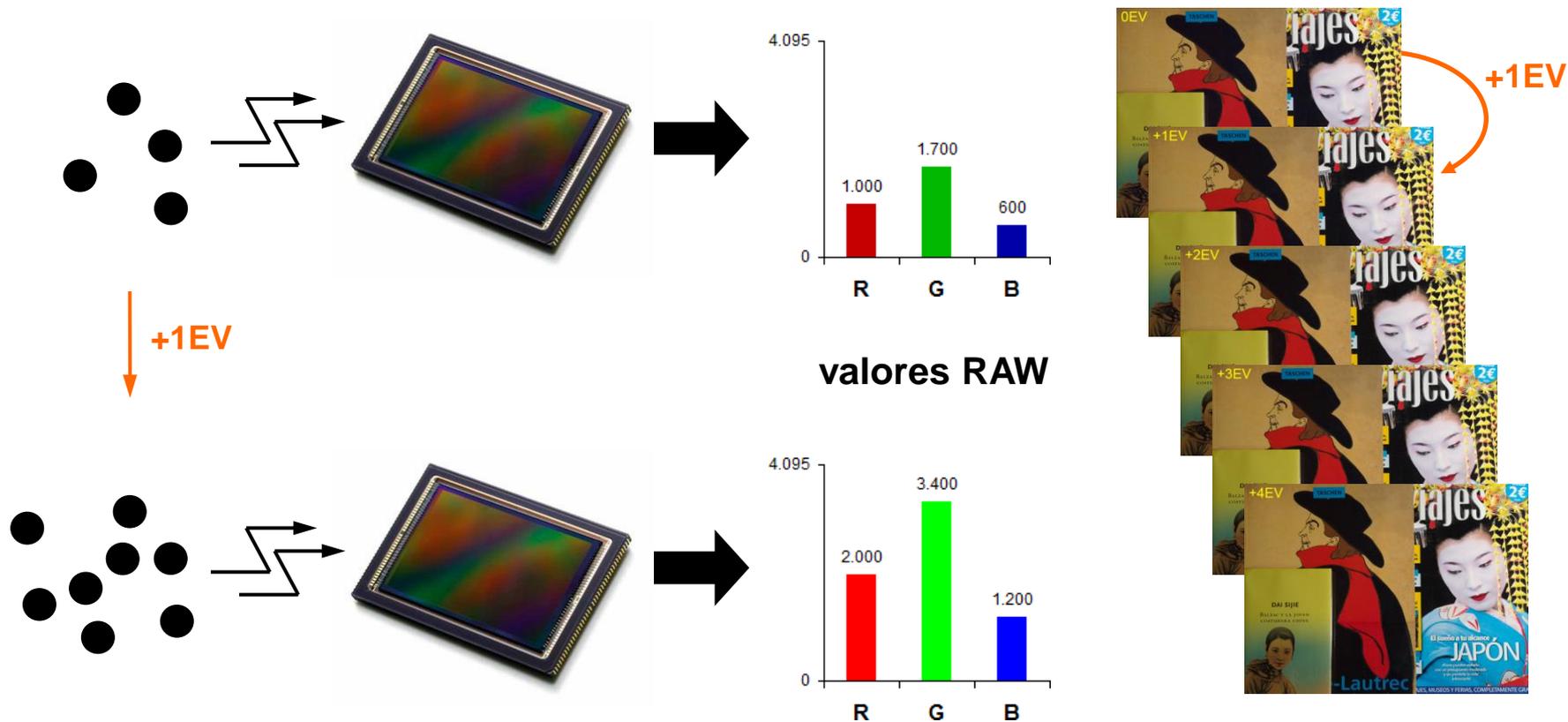
(capturas a igual apertura/velocidad)

Canon

- Peligros del derecheo: saturación de altas luces y trepidación

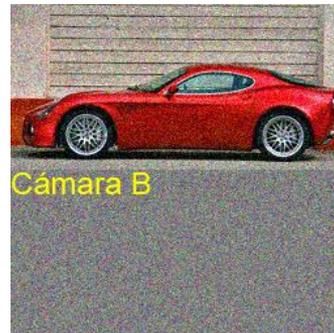
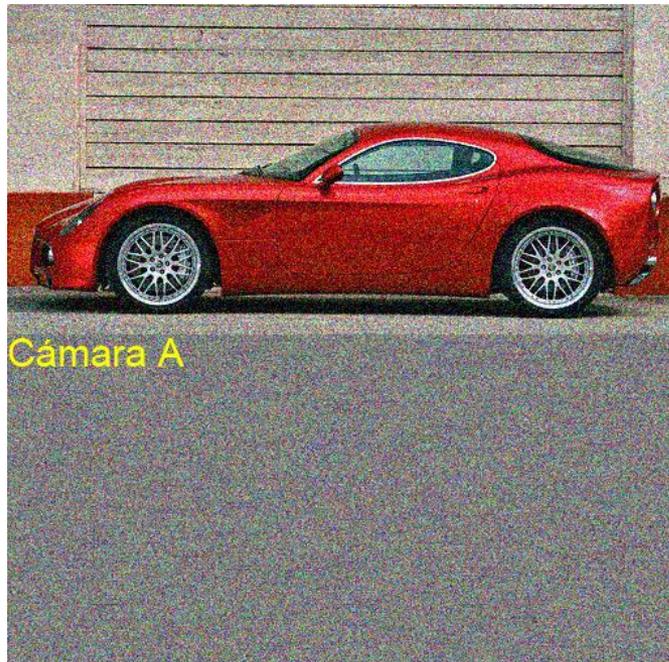
Derecheo del histograma y ruido (3/3)

- El sensor es un contador de fotones, los valores RAW que genera son directamente proporcionales a los fotones capturados
- Alterar la exposición (en captura o procesado) no modifica el color ni el contraste, solo la luminosidad, por tanto **derechar no altera el color ni el contraste**



Mpx vs ruido

- A mayor resolución del sensor \rightarrow más pequeños son los fotocaptorees \rightarrow capturarán menos luz \rightarrow tendrán peor relación S/N \rightarrow más ruido visible a nivel de píxel
- Pero eso no necesariamente se traducirá en más ruido visible a nivel de la imagen final porque el promediado estadístico de píxeles mejora la relación S/N

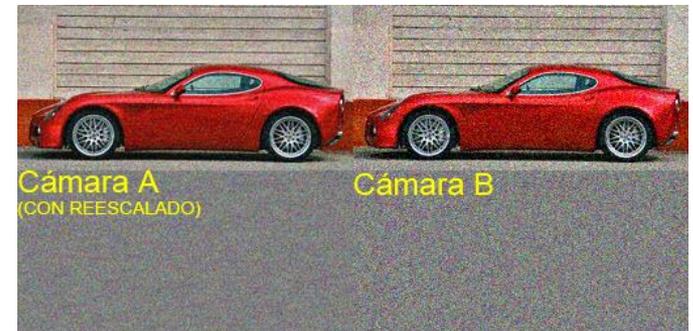


mejor
relación
S/N

Es un mito
que siempre
más Mpx =
más ruido

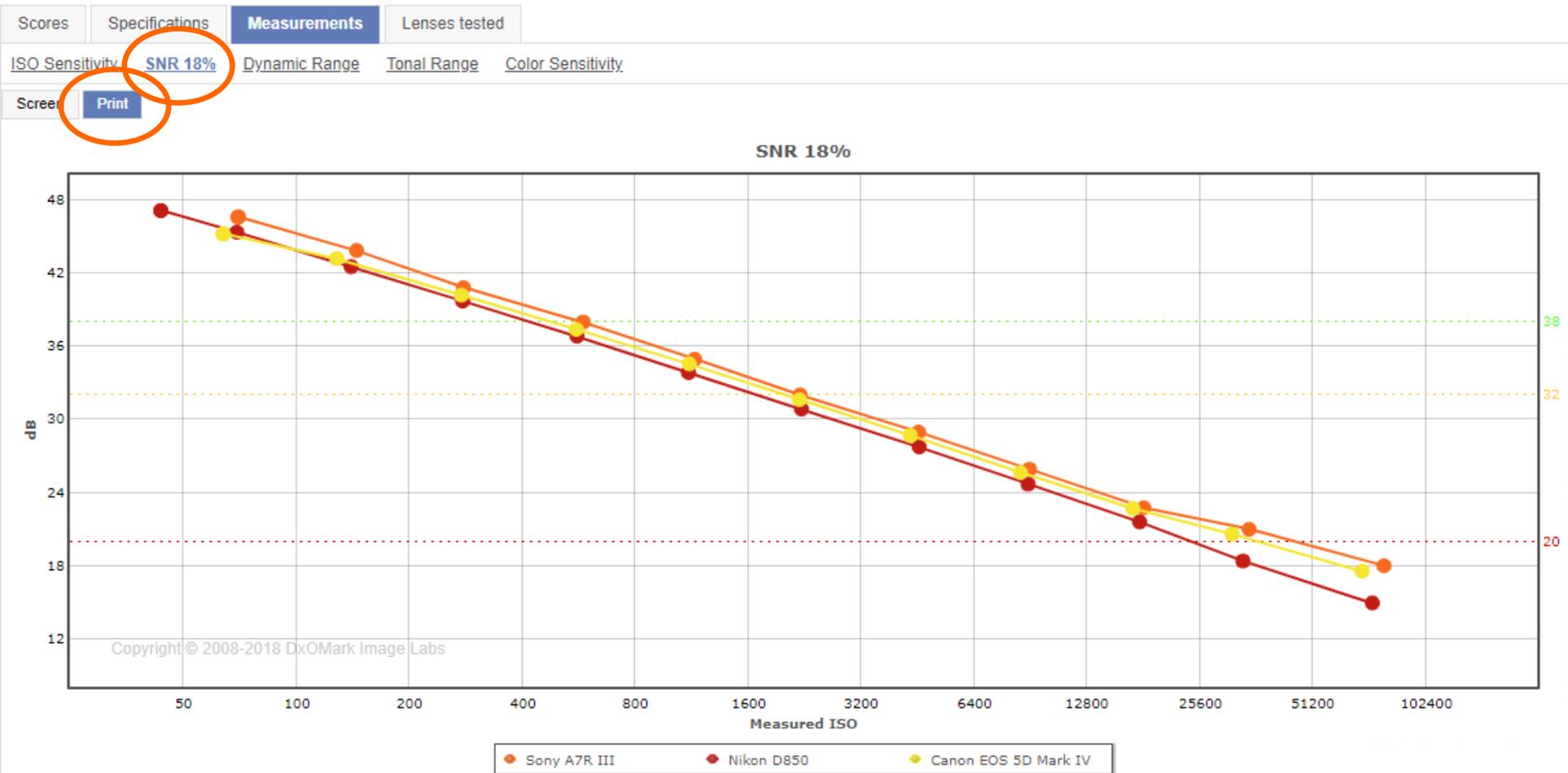


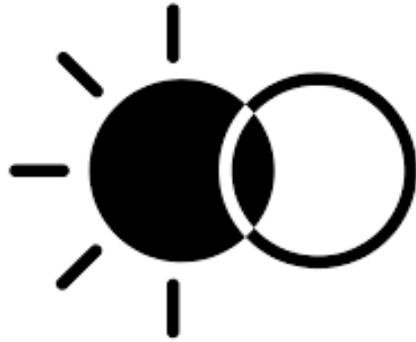
mejor
relación
S/N



Ruido del sensor en DxOMark

- www.dxomark.com tiene mediciones rigurosas de ruido y rango dinámico
- **SNR 18 %** = ruido en zonas de correcta exposición





RANGO DINÁMICO

Concepto de rango dinámico

- Se define como rango dinámico (RD) a la relación existente entre una luminosidad máxima y una luminosidad mínima: MAX/MIN

RD DE LA ESCENA

- Rango comprendido entre la zona más luminosa (luces altas), y la más oscura (sombras profundas) de la misma

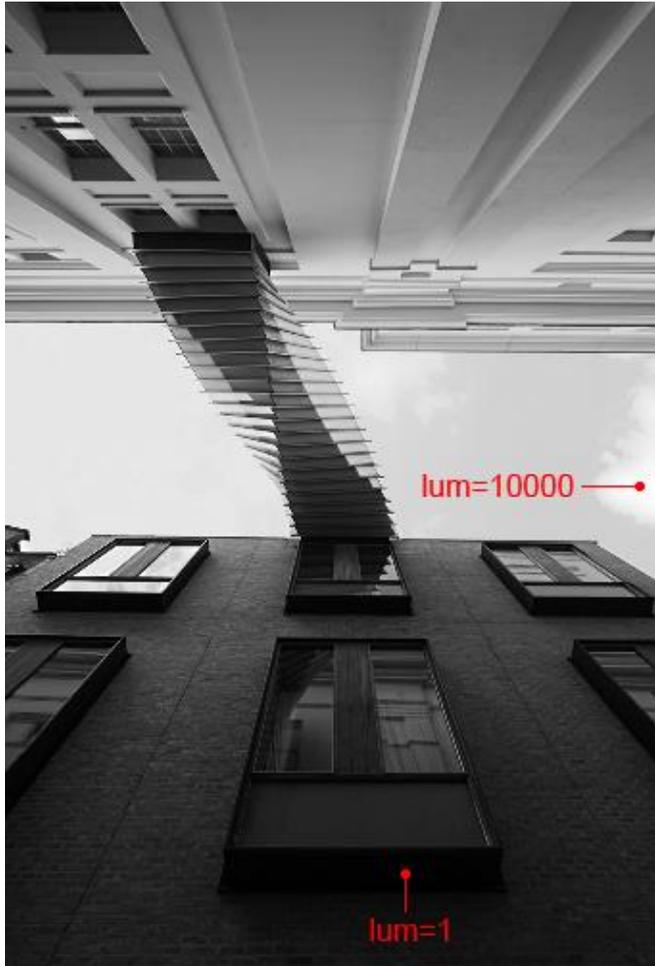


RD DE LA CÁMARA

- Rango comprendido entre la saturación, y las sombras del sensor con un ruido tal que ya no permita distinguir detalle

- Si el rango dinámico de la escena es superior al de la cámara, no se podrá captar toda la información de la escena con una sola toma

Expresión del rango dinámico



- El rango dinámico se puede cuantificar numéricamente y expresar de diferentes formas. Por ejemplo una escena donde las altas luces sean 10.000 veces más luminosas que las sombras tendrá un...

RD lineal de 10.000

Contraste de 10.000:1

RD de 13,29 pasos o 13,29EV

RD de 80 dB

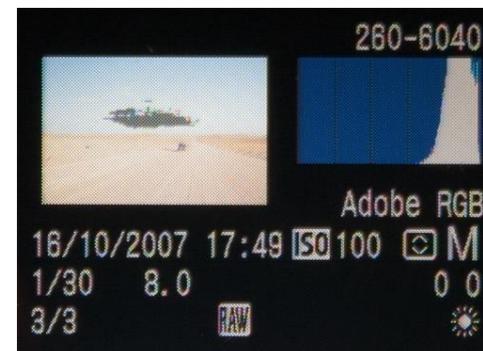
$\log_2(10000)$

$20 \cdot \log_{10}(10000)$

1EV = 6 dB

RD de la escena: ejemplos reales (1/3)

- Escena de bajo rango dinámico:



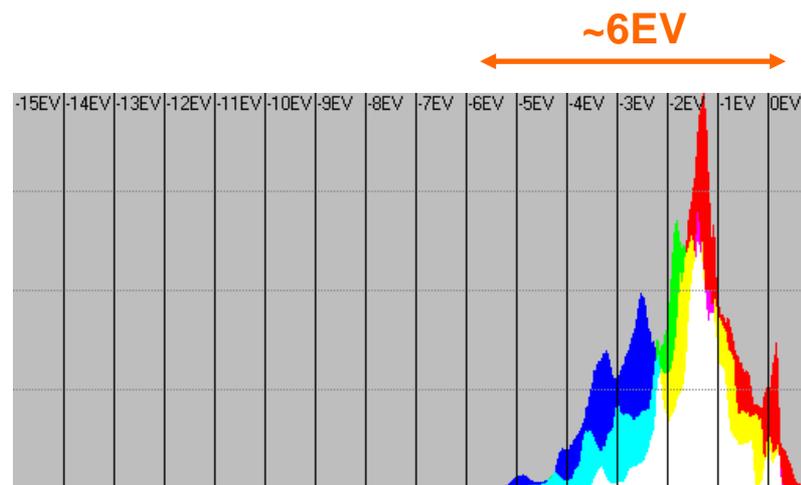
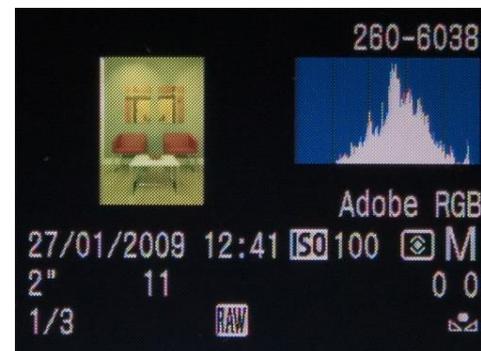
~3EV
↔



histograma RAW

RD de la escena: ejemplos reales (2/3)

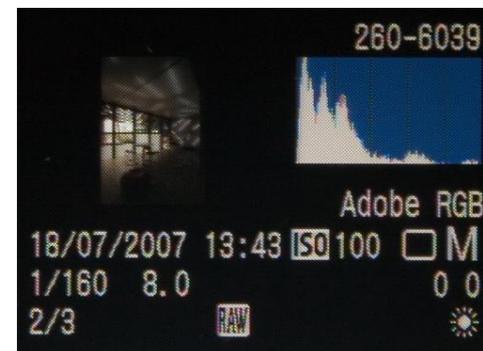
- Escena de rango dinámico medio:



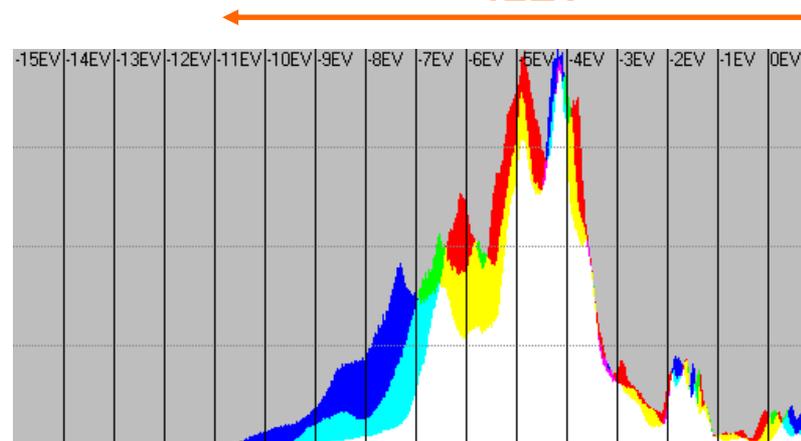
histograma RAW

RD de la escena: ejemplos reales (3/3)

- Escena de alto rango dinámico:



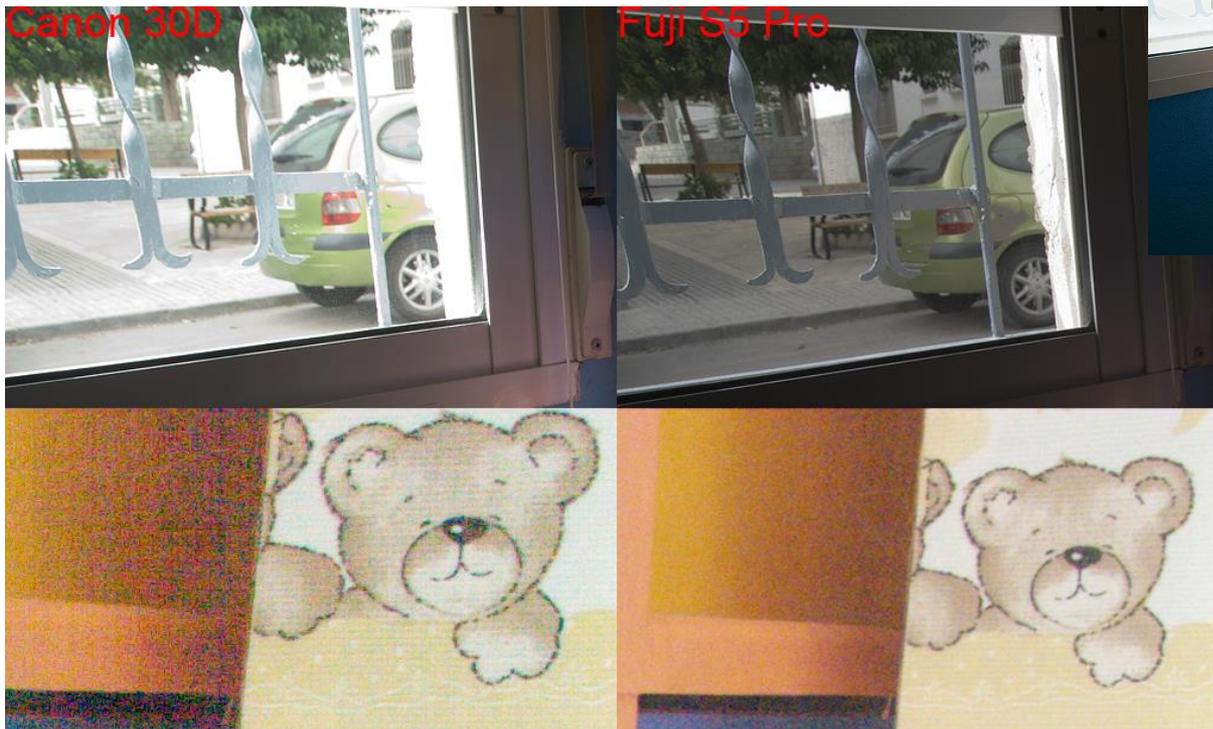
~12EV



histograma RAW

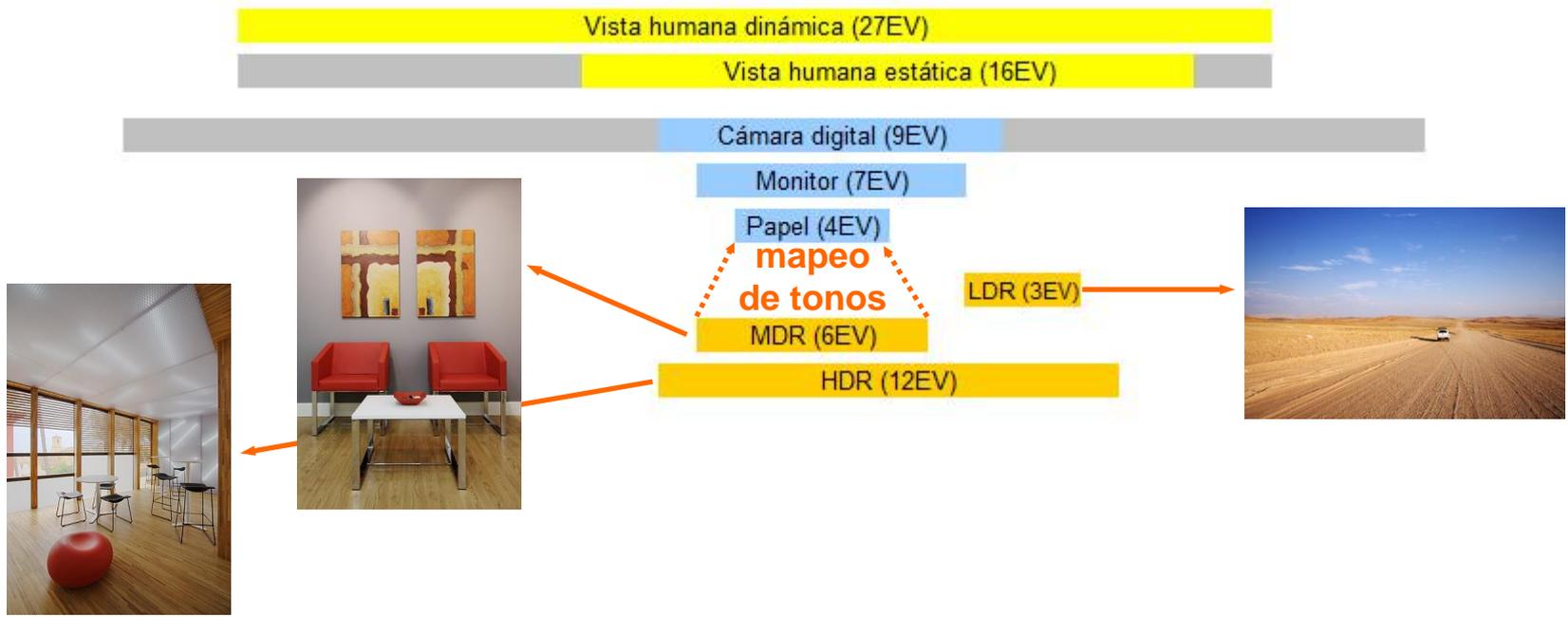
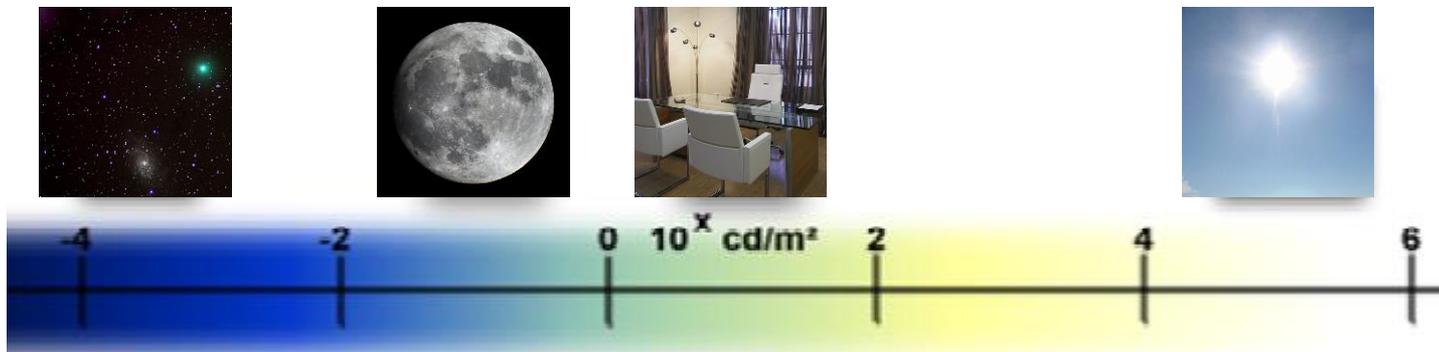
Escena de alto RD vs RD del sensor: Canon vs Fuji

- A continuación se muestra una comparación de rango dinámico captado por una Canon 30D vs una Fuji S5 Pro
- En ambos casos se empleó la medición de la cámara. Así cabe hablar de rango dinámico en las luces (saturación) y en las sombras (ruido)
- La Fuji gana gracias a su sensor **Super CCD**



Archivos RAW cortesía de Javier Bonilla Quesada (Ojo Digital)

RD de la visión humana vs dispositivos



Utilidad del rango dinámico (1/3)

Escenas de alto contraste

- Un sensor de mucho rango dinámico permite capturar escenas de más contraste



- Es posible capturar en una sola toma escenas que en otra cámara requerirán hacer más de una foto
- Los sensores de alto rango dinámico eliminarán la necesidad de hacer ahorquillado en escenas HDR

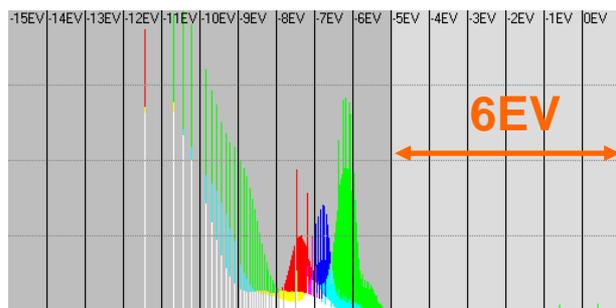
Utilidad del rango dinámico (2/3)

Errores de subexposición

- Un sensor de mucho rango dinámico permite “levantar” fuertemente las sombras sin que aparezca un ruido excesivo



Foto cortesía de
Mika



histograma
RAW

Utilidad del rango dinámico (3/3)

Procesado extremo en las sombras

- Un sensor de mucho rango dinámico permite procesar agresivamente las sombras profundas garantizando que el ruido se mantenga contenido
- Limpieza de ruido en las sombras profundas → **POSIBILIDADES DE PROCESADO**

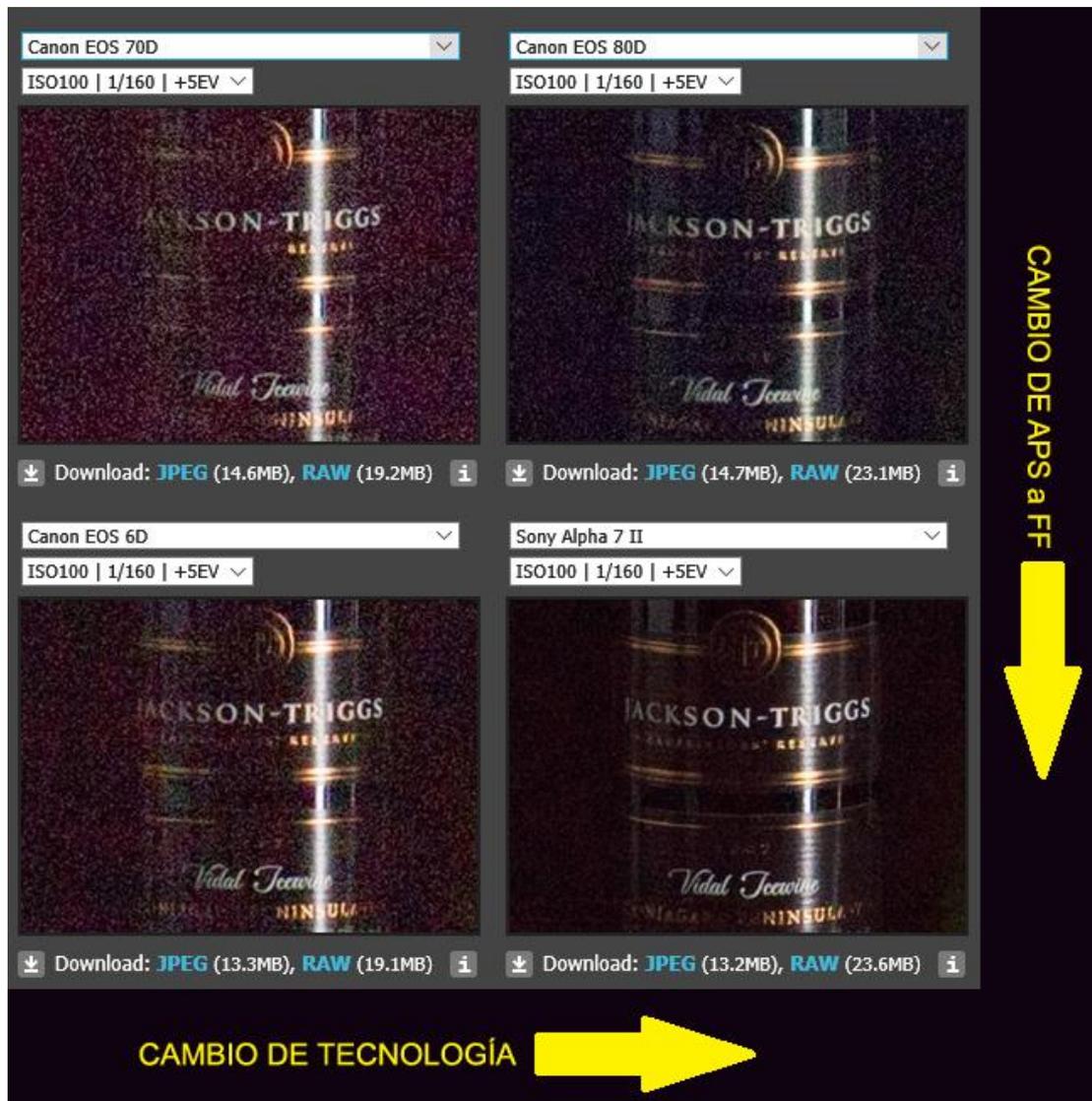


ruido visible

Tamaño de sensor y tecnología vs rango dinámico

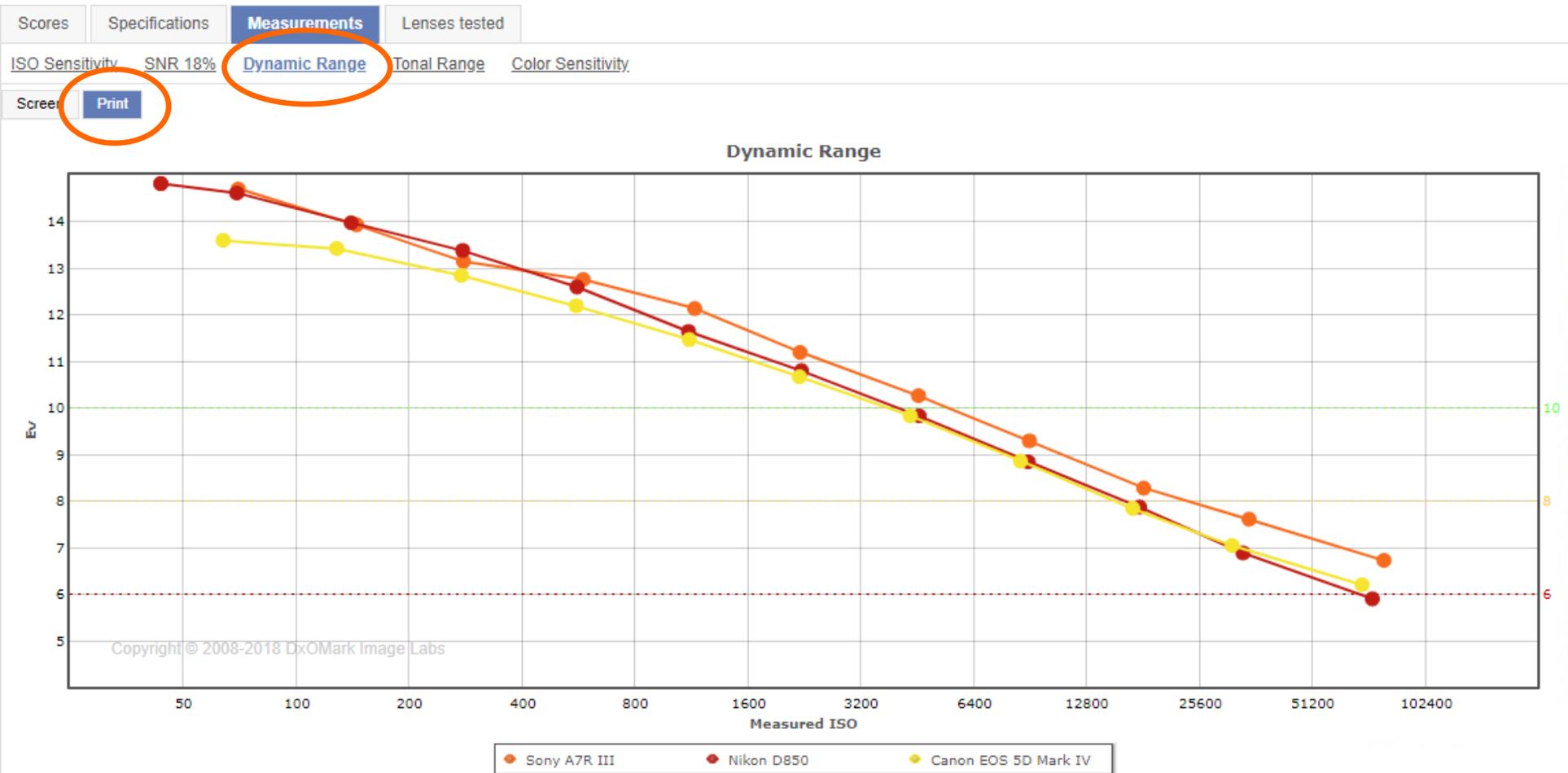
- A mayor tamaño de sensor → más superficie recolectora de luz → menos ruido visible en la imagen final a igual tecnología
- La tecnología suele tener más peso en el ruido que el tamaño de sensor
- A ISOs altos el tamaño de sensor resulta más decisivo

Pruebas de
rango dinámico



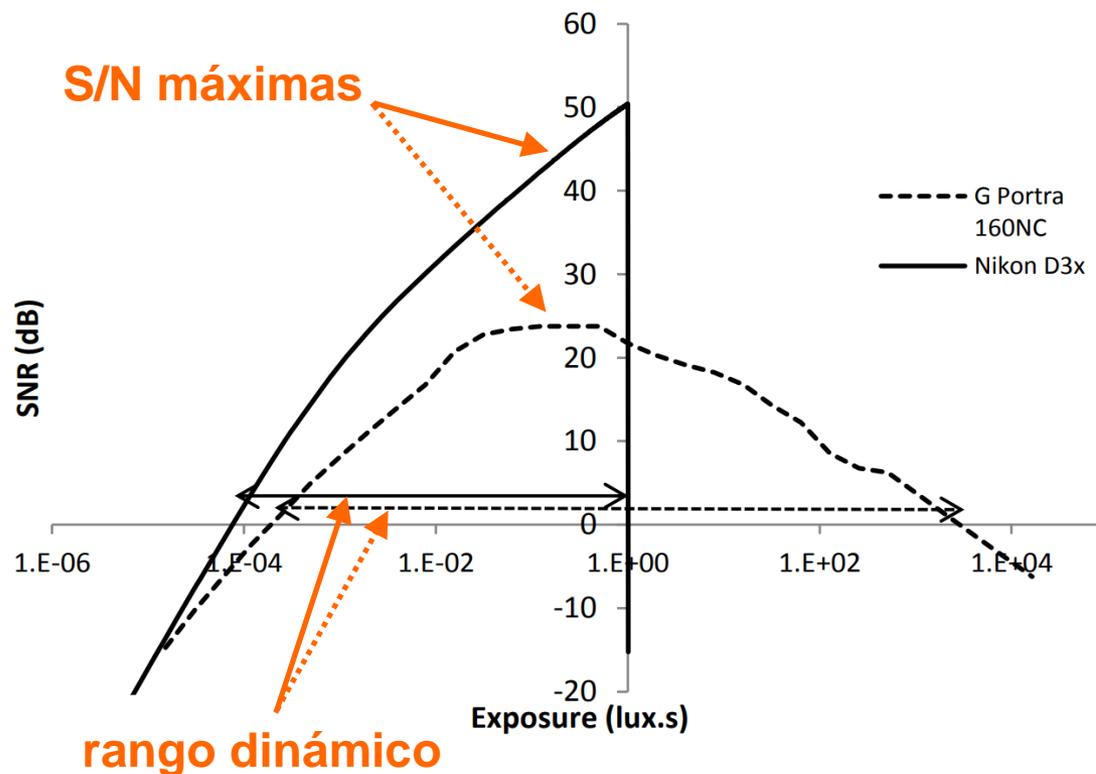
Rango dinámico del sensor en DxOMark

- www.dxomark.com tiene mediciones rigurosas de ruido y rango dinámico
- **Dynamic Range** = ruido en las sombras



Rango dinámico sensor digital vs película química

- La película química no logra imágenes tan limpias (**S/N máxima**) como los sensores digitales, pero mantiene una calidad mínima en un **rango dinámico** superior al de los sensores



Fuente: DxO Labs

gracias

<http://guillermoluijk.com/download/ruidoyrangodinamicoalbores.pdf>