

Resolución óptica

La **resolución óptica** de un objetivo es su capacidad para resolver el detalle. Para representarla, se utilizan 2 variables

- La **resolución espacial**, que se mide en frecuencia (por ejemplo, en *pares de líneas / mm*)
- El **contraste**. Esta variable representa la capacidad que tiene una óptica de mantener el contraste de la imagen real. Volviendo al mundo de las señales, no es más que una medida de relación de amplitudes (normalmente se mide en %).

Elementos que la determinan:

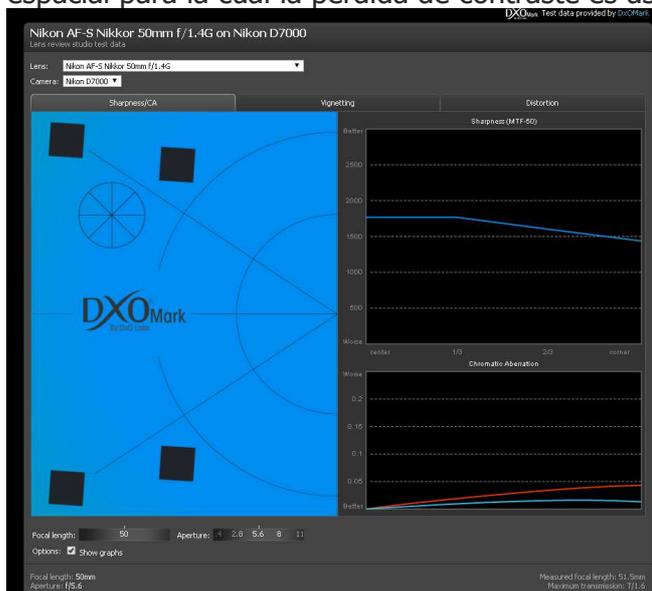
- La difracción (mayor cuanto más cerrado esté el diafragma)
- Las aberraciones de las lentes (mayores cuanto a mayor distancia focal y apertura del diafragma)
- De la zona que analicemos (por lo general, empeora cuanto más nos alejemos del centro).

Curvas MTF

MTF viene de Modulation Transfer Function o función de transferencia de la modulación y se trata de gráficos que comparan el rendimiento de las ópticas en contraste y resolución, lo que la convierte en una herramienta indispensable a la hora de decidir qué objetivos nos interesan más o menos. No evalúa, en cambio, parámetros también importantes en la imagen, como el color, el viñeteo...

¿Cómo se mide y/o representa?

Las curvas MTF representan bien la resolución y el contraste. En uno de sus formatos más habituales (el utilizado por ejemplo en Dpreview), muestran en abcisas (horizontal) la distancia al centro del círculo de imagen (por ejemplo en %). En ordenadas (vertical) se muestra la resolución espacial (anchura de línea / *anchura de imagen*). De esta forma, un punto de la curva MTF50 muestra la máxima resolución espacial para la cual la pérdida de contraste es asumible (del 50%).



Como convertir estos datos de resolución en los mismos datos expresados en MegaPixels

Considerando todo lo anterior, dados un sensor y una óptica determinados, **es posible representar los valores dados por las curvas MTF por su equivalente en pixels de sensor. Un ejemplo ilustrativo:** el correspondiente a la Nikon D90, con su sensor APS de 12.3 Mpx (4288*2848 en 23.6*15.8 mm), acompañado del Nikkor 18-200 mm.

Datos de la óptica: empezamos escogiendo una apertura del diafragma, una focal y un punto del círculo imagen. Por ejemplo: focal 50 mm, diafragma F 8 y la zona central de la imagen (valores suficientemente representativos). Según la curva MTF50 obtenida de Dpreview, obtenemos la resolución espacial para la cual el contraste se mantiene al 50%: Unos 1100 line widths / picture height. (para que os hagáis una idea de las diferencias, el Nikkor 35 mm 1.8G DX llega a unos 1800 line widths / picture height)

Esta resolución contempla el tamaño del sensor, que por suerte coincide con el de la D90. para calcular el equivalente de esa resolución espacial en pixels, debemos primero convertir dicho valor a *line pairs / picture Height* (dividiendo por 2), para luego multiplicar con el mínimo número de pixels necesario para representar el line pair (multiplicando por 3). El resultado: $1100 * 3 / 2 = 1650$ **píxeles de alto**. El número de pixels de un sensor del tamaño del de la D90 se obtendrá a partir de la relación de aspecto del mismo (23.6/15.8):

En definitiva, **el 18-200 mm en mi D90 tiene una resolución equivalente de $1650 * 1650 * 23.6 / 15.8 = 4.06$ Mpx**

Puntos de discusión:

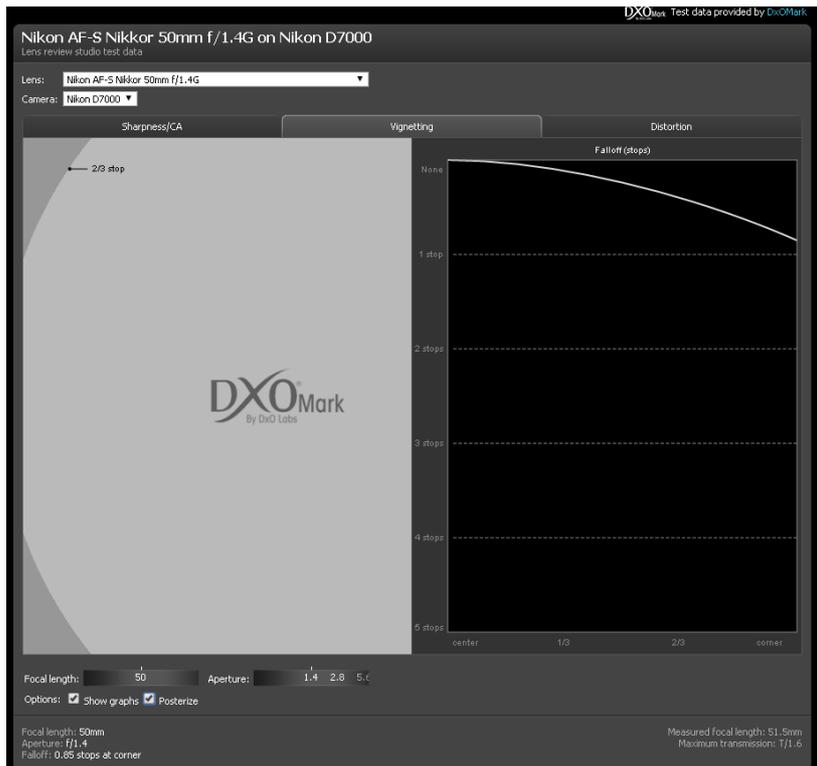
Evidentemente, la cifra anterior hay que tomarla con cautela, pues depende fuertemente de 2 factores con cierto nivel de **subjetividad**:

- El número de pixels mínimo para representar el *line-pair*: aquí se ha considerado la recomendaciones dadas en el artículo de The Luminous Landscape
- La validez de la curva MTF50: esto también es hasta cierto punto subjetivo. ¿Por qué no tomar una curva más restrictiva?

Por otro lado, la curva MTF50 no es directamente exportable a diferentes cámaras, por las posibles diferencias entre los filtros antialiasing. Por último, existen además otros factores "de hilado fino" que aquí no se han considerado.

Viñeteo

En fotografía se denomina viñeteado a un efecto involuntario por el que las esquinas o los bordes de una fotografía quedan sombreados. El oscurecimiento se mide en pasos (o fracciones de paso) en función de la distancia al centro de la imagen. Este valor cambia para cada diafragma.



Puede deberse a diversos factores:

- Viñeteado óptico es un oscurecimiento continuado desde el centro hasta los bordes de la imagen. El viñeteado es más pronunciado con el diafragma en su máxima apertura y puede evitarse cerrando el diafragma. Este tipo de viñeteado puede notarse al fotografiar una superficie homogénea con la misma luminosidad. Otra causa de la pérdida de información en las esquinas de la escena puede ser la construcción del objetivo y la disposición de las lentes con relación al ángulo de incidencia de la luz.
- Viñeteado mecánico es un oscurecimiento de las esquinas de la imagen, sin embargo, en comparación al viñeteado óptico, es fácilmente visible. Se produce por el bloqueo de la luz producido por un parasol mal colocado, o por el uso de excesivos filtros o cuando el chasis o la parte metálica del filtro o portafiltras entra en el ángulo de visión del objetivo y sale en la fotografía.

Dentro del viñeteo óptico nos encontramos con tres variantes

- Progresivo: Si tomamos 10 muestreos del radio centro/esquina extrema, el diferencial de luz va creciendo de forma gradual. Este tipo de viñeteo no se aprecia claramente en un retrato, por poner un ejemplo, no se ve con claridad la viñeta en las esquinas. Lo apreciaremos más en un paisaje donde veremos el cielo muy saturado casi desde el mismo horizonte, un cielo irreal.
- Periférico: En este tipo de viñeteo alcanza una progresión mayor en el último tercio exterior. Está a medio camino entre el progresivo y el radial.
- Radial: La progresión se manifiesta casi en su último tercio alcanzando unos valores que a veces sin ser muy altos son mucho más visibles que los dos anteriores. Este tipo de viñeteo suele ocurrir en focales largas con aberturas grandes.

Distorsiones ópticas

En óptica la palabra distorsión hace referencia a cualquier error producido por las ópticas, y de este modo estaría incluida la aberración cromática previamente explicada

Aberración cromática

- Longitudinal es cuando las señales de diferentes longitudes de onda se enfocan en planos diferentes. Esto produce el error de seguimiento.
- Lateral es cuando varía el aumento de la imagen dependiendo de la longitud de onda. Esto, cuando hay que hacer coincidir varias imágenes sobre un mismo plano, como sucede en una cámara de TV, causa el error conocido como error de registro'_'.

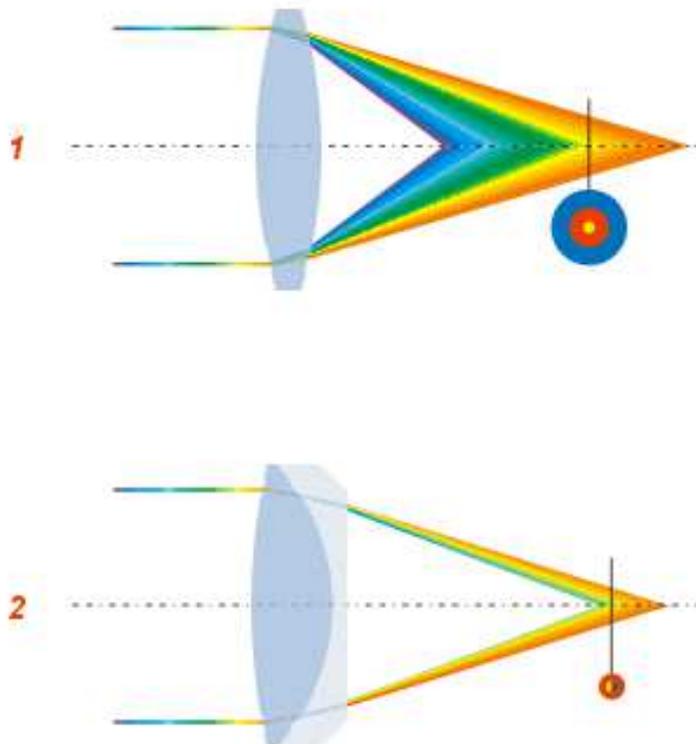
Aberraciones de Seidel

Reciben este nombre las 5 aberraciones básicas de un sistema óptico en honor a Seidel que fue quien las calificó. Estas son:

- Aberración esférica, diferencia de convergencia de los rayos de luz dependiendo de la distancia al eje óptico.
- Coma, modificación de la imagen que se produce por la diferencia de ángulo de incidencia de un rayo respecto al eje óptico.
- Astigmatismo, impide que un punto objeto se enfoque en un punto imagen. La imagen tendrá forma ovalada o se compondrá de un par de líneas llamadas líneas focales.
- Curvatura de campo, debida a la curvatura de una lente cuando se debe enfocar en una superficie plana.
- Distorsión, modificación de la forma de la imagen.

Aberración cromática

En óptica, la aberración cromática es un tipo de distorsión óptica provocada por la imposibilidad de una lente para enfocar todos los colores en un único punto de convergencia. La luz de longitud de onda más corta (azul) es curvada más que la luz de longitud de onda más larga (roja), de manera que la luz azul forma el foco en un punto más cercano a la lente que la luz roja.



A efectos prácticos es ese reborde o **halo magenta** o verdoso que aparece en algunas ocasiones en torno a un motivo, especialmente cuando éste ha sido fotografiado con un gran angular y en contraluz, aunque también puede ocurrir incluso con teleobjetivos y en otras situaciones de luz.

Tanto Camera Raw como Lightroom disponen de una herramienta específica para eliminar la aberración cromática que se encuentra en el apartado **Corrección de lente**.



En la parte de la izquierda, en el detalle vemos una fotografía previa y posterior a aplicar las correcciones de aberración cromática con ACR.

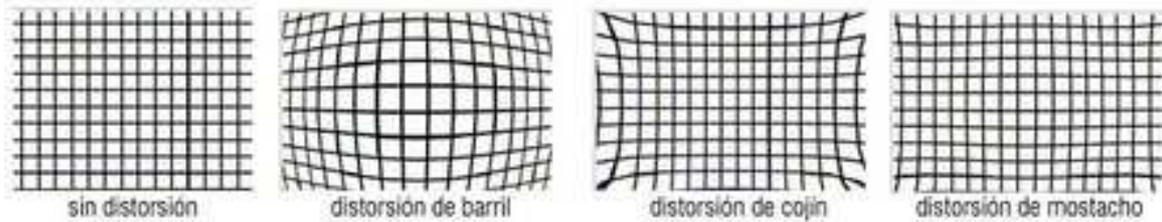
La distorsión de lente

Una lente o, mejor usar, objetivo perfecto representaría las líneas rectas como líneas rectas, valga la expresión (linealidad geométrica). La mayoría de los objetivos curvan las líneas rectas hacia fuera (distorsión de barril) o hacia dentro (distorsión de cojín), dependiendo de la focal. Este efecto es lo que denominamos, en fotografía, distorsión de lente o aberración esférica en óptica.

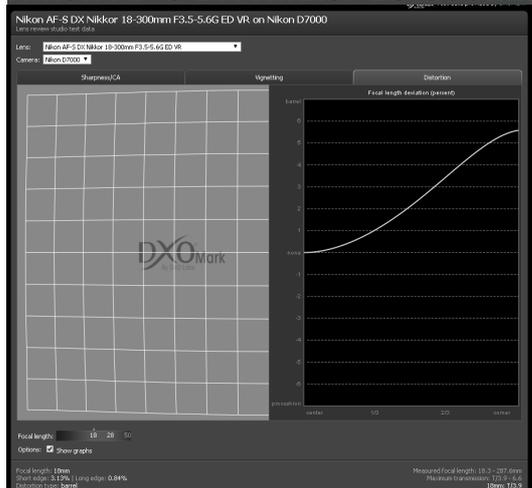
La distorsión de barril se suele ver acentuada sobre todo al utilizar focales cortas como es en el caso de los objetivos gran angular. En el caso de usar focales largas, como es en caso de los teleobjetivos la distorsión de barril desaparece y suele empezar a aparecer la llamada distorsión de cojín.

Normalmente no suele ser tan acusada como la de barril por lo que su efecto es menos apreciable muchas veces. Sin embargo, existen grandes diferencias en cuanto a esta distorsión de unos objetivos a otros por lo que todo dependerá de cada objetivo utilizado. Generalmente, cuanto mejor es un objetivo, menos distorsión de lente debería presentar pero no siempre es así y hay muchas sorpresas.

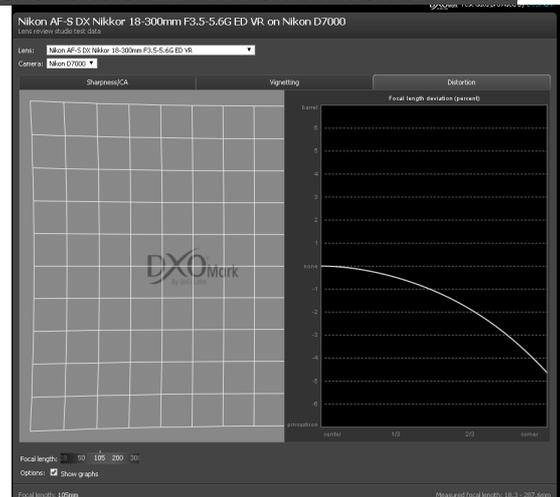
Existe también la llamada distorsión de mostacho o distorsión compleja. Se llama así porque empieza en los extremos como si fuera de cojín y hacia el centro es de barril, asemejándose a la forma de un bigote o mostacho.



Nikon AF-S DX Nikkor 18-300mm F3.5-5.6G ED VR on Nikon D7000



A 18 mm (Barril)



A 300 mm (Cojín)