

Análisis comparativo de equipos de iluminación en fotografía y cine

Terrassa, Septiembre de 2016

TRABAJO FIN DE GRADO PRESENTADO POR:

Sergio Martínez Madrigal

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

Beatriz Martínez



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Centre de la Imatge i la Tecnologia Multimèdia

RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto se presenta como el trabajo final de carrera correspondiente a los últimos 12 créditos del grado de fotografía y creación digital, presentando a lo largo de la presente exposición todo el trabajo desarrollado para la elaboración de un estudio comparativo de distintas fuentes de luz para fotografía y cine. Se han analizado las características más notables, de las cuales podríamos destacar la calidad del falloff (caída de luz) de una fuente de iluminación, la constancia en la temperatura de color para diferentes potencias y secuencias de ráfaga y se ha medido la capacidad que tiene una fuente de luz artificial para congelar un objeto en movimiento de forma totalmente estática.

Para este trabajo se han escogido fuentes de luz artificial de diferentes tipologías. Por un lado encontramos las fuentes de luz continua, como el panel LED, los focos circulares LED y la luz de modelado de un flash; por otro, las fuentes de luz flash en sus diferentes gamas y patentes tecnológicas.

Los resultados obtenidos han mostrado claras diferencias entre los equipos, por lo que es importante apreciar los puntos fuertes y débiles de cada uno de ellos y extraer una conclusión que ayude a madurar la información sacada de los tests con el fin de no dejarse llevar por los comentarios externos que, de algún modo, rige el mercado.

ÍNDICE

RESUMEN DEL PROYECTO	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. NATURALEZA FÍSICA DE LA LUZ	4
2.1 Propagación de la luz	7
2.2 El color de la luz	11
2.3 Curva de distribución espectral	11
3. EVOLUCIÓN DE LAS FUENTES DE LUZ EN LA FOTOGRAFÍA	13
3.1 Magnesio	13
3.2 Flash de lámpara	14
3.2 Luz estroboscópica	15
3.3 Xenón	17
3.4 Flash Maestro y esclavo	17
3.5 Luz continua	19
3.6 Luz LED	19
3.7 HMI	22
4. CARACTERÍSTICAS DE UNA FUENTE DE LUZ	24
5. FUENTES DE ILUMINACIÓN (TESTEO)	28
5.1 Luz continua	28
5.2 Luz flash	30
6. TESTEO Y COMPARATIVA (RESULTADO)	36
6.1 Falloff	36
6.2 Diagnóstico variación de Temp. Color. Potencia.	49
6.3 Diagnóstico de la Delta E	52
6.4 Diagnóstico variación de Temp. Color por ráfaga.	57
6.4 Congelación	62
7. CONCLUSIONES	68
8. BIBLIOGRAFÍA	70

1. INTRODUCCIÓN

Vivimos en una época en que la tecnología, muchas veces, se posiciona delante de nuestra percepción de las cosas. Nos cuesta seguir el ritmo de las herramientas creadas para la determinación de funciones que se adentran en nuestro día a día, ya sea en el hogar o en un entorno laboral.

En el sector de la fotografía, así como en el de la iluminación, se desarrollan medios avanzados para llegar a un nivel superior en lo que a producción, creatividad y técnica se refiere.

Hay diferentes formas de generar luz. Surgen distintos sistemas que buscan una mayor eficiencia energética con una mayor calidad de la luz. También los hay que tratan de ofrecer grandes cantidades de Watios para múltiples disparos en ráfaga, pero estos sistemas tienen distintas características que pueden afectar a los resultados obtenidos al realizar una fotografía, llegando a obtener algo que no se acerca a lo deseado. Por el camino se presentan resultados inapropiados para fines mucho más exigentes.

El objetivo de este trabajo es el de investigar cuáles son y cómo se comportan aquellas fuentes de iluminación que por distintas razones (precio, calidad, cualidades, mercado) están muy presentes en el mercado de la imagen.

Objetivos:

- Ser conocedor y consciente de la evolución del uso de la luz artificial en el mundo de la fotografía.
- Determinar qué fuentes de iluminación son las adecuadas para este TFG.
- Testear diferentes aspectos de los equipos de iluminación tanto de luz continua como de luz flash.
- Extraer una conclusión clara detectando los puntos fuertes y débiles de los equipos de iluminación.

Motivación.

Siempre me ha gustado crear. La fotografía, al igual que el mundo digital y la tecnología, han sido fuertes puntos de interés con los que me he visto envuelto en diferentes proyectos desde una edad temprana.

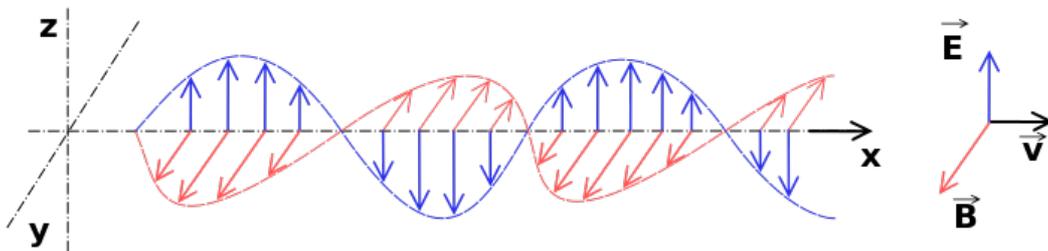
Durante estos años, en el mundo de la fotografía de la moda y la publicidad he acompañado siempre a mi producción de los recursos que me aportaban los equipos de iluminación artificial. En ellos he detectado diversas anomalías que se manifestaban en el resultado final de los diferentes proyectos realizados, dejándome en un estado, muchas veces, de cierta perplejidad y confusión.

Es por ello que ahora se presenta esta oportunidad para abordar el tema desde la parte más técnica donde testear y comprobar hasta qué punto pueden llegar los equipos de iluminación para producciones audiovisuales y de imagen fija. Cuáles son su rendimiento y su fiabilidad, así como también su comportamiento frente a al panorama y las exigencias de una gran producción.

2. NATURALEZA FÍSICA DE LA LUZ

La naturaleza de la luz tiene una dualidad onda-partícula. Se puede considerar la luz como una forma de radiación electromagnética oscilante, formada por partículas energéticas denominadas fotones, que pueden viajar a 300.000 km/s en el vacío.

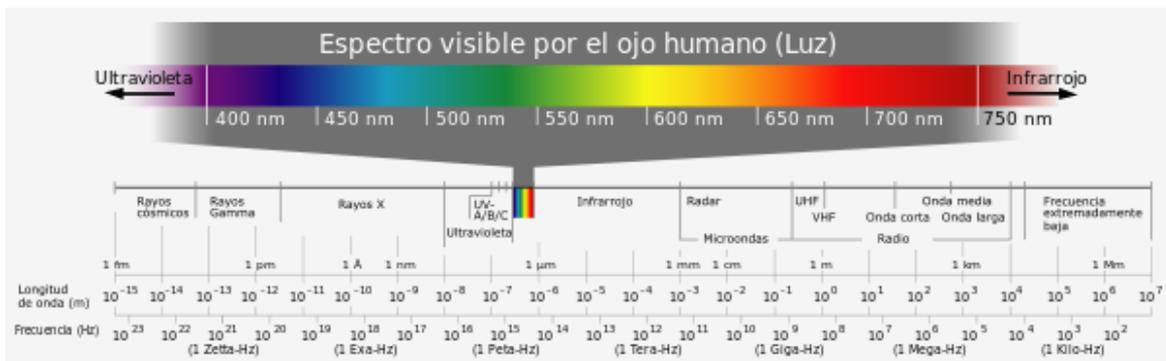
Este hecho, según **Cristian Huggens** y su **teoría ondulatoria**, es debido a que considera que “la luz es una onda electromagnética (imagen 2.1) consistente en un campo eléctrico que varía en el tiempo generando, a su vez, un campo magnético, y viceversa, ya que los campos eléctricos variables generan campos magnéticos (ley de Ampère) y los campos magnéticos variables generan campos eléctricos (ley de Faraday). De esta forma, la onda se autopropaga indefinidamente a través del espacio, con campos magnéticos y eléctricos generándose continuamente. Estas ondas electromagnéticas son sinusoidales, con los campos eléctricos y magnéticos perpendiculares entre sí y respecto a la dirección de propagación”.



2.1 Vista lateral (izquierda) de una onda electromagnética a lo largo de un instante y vista frontal (derecha) de la misma en un momento determinado. De color rojo se representa el campo magnético y de color azul el eléctrico.

Isaac Newton pensaba de forma diferente, ya que calificaba a la luz como un conjunto de partículas. Y, aunque las dos partes pueden vivir complementándose, no se profundizará sobre este comportamiento en este TFG.

En lenguaje coloquial, la luz es la radiación electromagnética capaz de estimular el ojo humano. La retina percibe lo que se llama **luz visible** (Imagen 2.2) entre 380 y 780 nm de longitud de onda dentro del espectro visible. Todo lo que esté antes o después de esta franja longitudinal de ondas no podrá ser apreciado por el ojo humano.



2.2 Espectro visible de la luz por el ojo humano

2.1 Propagación de la luz.

Una de las propiedades de la luz más evidentes a simple vista es que **se propaga en línea recta**. De la propagación de la luz y su encuentro con objetos surgen las **sombras**.

Si interponemos un cuerpo opaco en el camino de la luz y a continuación una pantalla, obtendremos sobre ella la sombra del cuerpo. Si el origen de la luz o foco se encuentra lejos del cuerpo, de tal forma que, relativamente, sea más pequeño que el cuerpo, se producirá una sombra definida (Imagen 2.1.1). Si se acerca el foco al cuerpo surgirá una sombra en la que se distingue una región más clara denominada penumbra y otra más oscura denominada umbra. Es en estos casos cuando nos encontramos con el fenómeno llamado falloff, un fenómeno que se caracteriza por el área oscura de una escena iluminada por una fuente de luz con un ángulo de iluminación demasiado estrecho para iluminar la escena de manera uniforme.



2.1.1 Sombra definida por la proximidad de un objeto al foco de luz

Cuando la luz atraviesa un objeto translúcido o semitranslúcido, decimos que se transmite. Los objetos que sólo transmiten luz no se ven, es decir, un sujeto que no altera la luz es invisible como el aire puro o el cristal. La transmisión puede ser directa, indirecta, difusa o selectiva.

Transmisión directa. Cuando el rayo cae perpendicular a una superficie transparente y plana y no sufre desviación. Esto sucede con el aire o con un cristal completamente transparente.

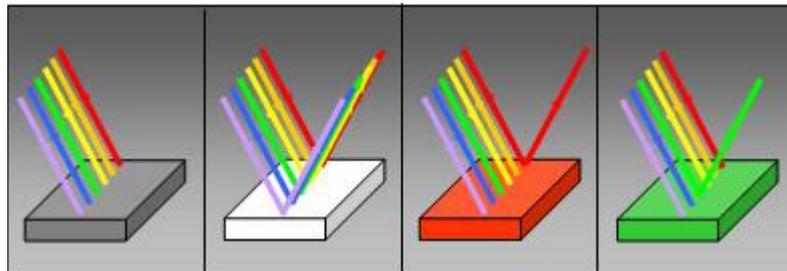
Transmisión indirecta. El rayo rebota sobre un objeto y cae sobre otro iluminándolo indirectamente.

Transmisión difusa. Se da cuando el rayo atraviesa un objeto translúcido que tiene ciertas irregularidades en su superficie, como es el caso de las nubes, ciertas telas, el papel, cristales esmerilados, etc. En estos casos, la luz se dispersa en varias direcciones y, en consecuencia, es más suave y menos intensa. Cuando la luz dura atraviesa este tipo de materiales, se difunde y se transforma en luz más blanda. Este tipo de luz proyecta sombras menos nítidas y con bordes menos definidos.

Transmisión selectiva. Esta transmisión sucede cuando la luz atraviesa un objeto con color. Una parte de la luz blanca, formada por los colores rojo, azul y verde será absorbida, y la otra parte será transmitida haciendo que nuestro cerebro vea ese color.

Existe también una cualidad que se presenta muchas veces en diferentes tipos de

materias, la **absorción** de la luz. La energía que transportan las ondas de luz es absorbida por determinada materia cuando los rayos de luz penetran en la misma. Las reacciones físicas que presentan son una elevación de la temperatura y cambios de color en la luz reflejada (Imagen 2.1.2).



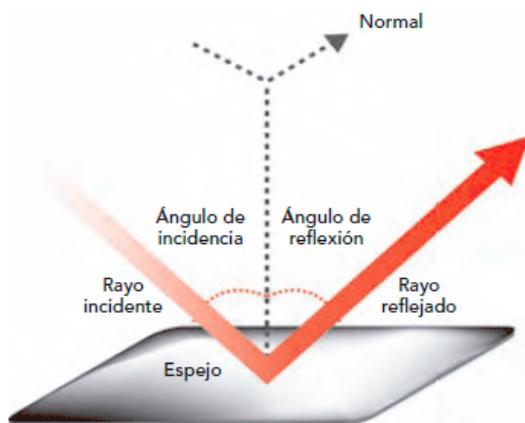
2.1.2 Diferentes ejemplos de absorción de la luz según el color del material

Hay ocasiones en las que los rayos de luz sufren cambios bruscos de dirección al cambiar de medio (Imagen 2.1.3). Este fenómeno es conocido como **refracción** y se debe al hecho de que la luz se propaga a diferentes velocidades según el medio por el que viaja. El cambio de dirección es mayor cuanto mayor es el cambio de velocidad.



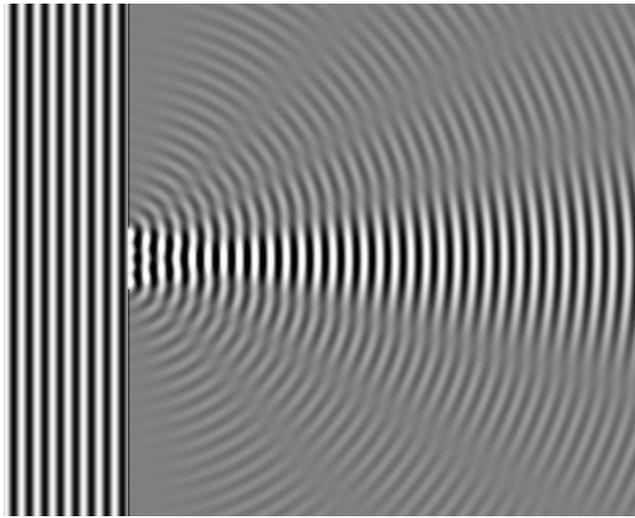
2.1.3 Efecto óptico causado por la refracción.

Al incidir la luz en un cuerpo, la materia de la que está constituido retiene unos instantes su energía y, a continuación, la remite en todas direcciones. Este fenómeno es denominado **reflexión** (Imagen 2.1.4). Sin embargo, en superficies ópticamente lisas, debido a interferencias destructivas, la mayor parte de la radiación se pierde, excepto la que se propaga con el mismo ángulo que incidió. Ejemplos simples de este efecto son los espejos o los metales pulidos.



2.1.4 Descripción gráfica del efecto de la reflexión de la luz

Al comienzo de este bloque se ha indicado que lo lógico sería pensar que la luz se propaga en línea recta, pero lo cierto es que existe un caso en que no siempre se cumple. Cuando la luz atraviesa un obstáculo puntiagudo o una abertura estrecha, el rayo desvía su trayectoria ligeramente. Este fenómeno, denominado [difracción](#) (**Imagen 2.1.5**), es el responsable de que al mirar a través de un agujero muy pequeño todo se vea distorsionado o de que los telescopios y microscopios tengan un número de aumentos máximo.



2.1.5 Difracción de una onda al pasar a través de un orificio de pequeño tamaño.

2.2 El color de la luz

La luz que se puede apreciar en los objetos es el resultado de la interacción entre el espectro entero de la luz y las propiedades de **reflexión**, **absorción** o **transmisión del mismo**.

Independientemente de cómo se pueda interpretar la palabra color, éste existe debido a la forma en que nuestro sistema visual interpreta luz de diferentes longitudes de onda. No es simplemente un fenómeno físico, sino un fenómeno psicofísico, es decir, una percepción visual.

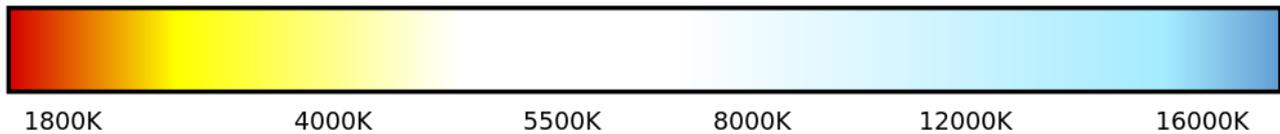
Cuando la emisión de todas las ondas son equivalentes entre ellas, podemos apreciar la luz blanca. Evidentemente, esto no es posible físicamente, por lo que la luz nunca llega a ser apreciada completamente de color blanco.

Temperatura de color

Se refiere a la expresión de la distribución espectral de la energía de una fuente luminosa y, por tanto, de su calidad de color. Se expresa en Kelvin (K), que se obtienen sumando 273 a los grados centígrados.

La definición más técnica sobre la temperatura de color dice que “es el color que adquiere una barra de unas dimensiones estandarizadas de metal negro al ser calentado a diferentes grados centígrados de temperatura. Como consecuencia de este calentamiento, la barra de metal va adquiriendo diferentes tonos de color formando así la escala de tonos. Ésta se mide en Kelvin y

reproduce desde los tonos mas cálidos hasta los mas fríos". (Imagen 2.2.1).



2.2.1 Representación aproximada de la temperatura según ciertos colores.

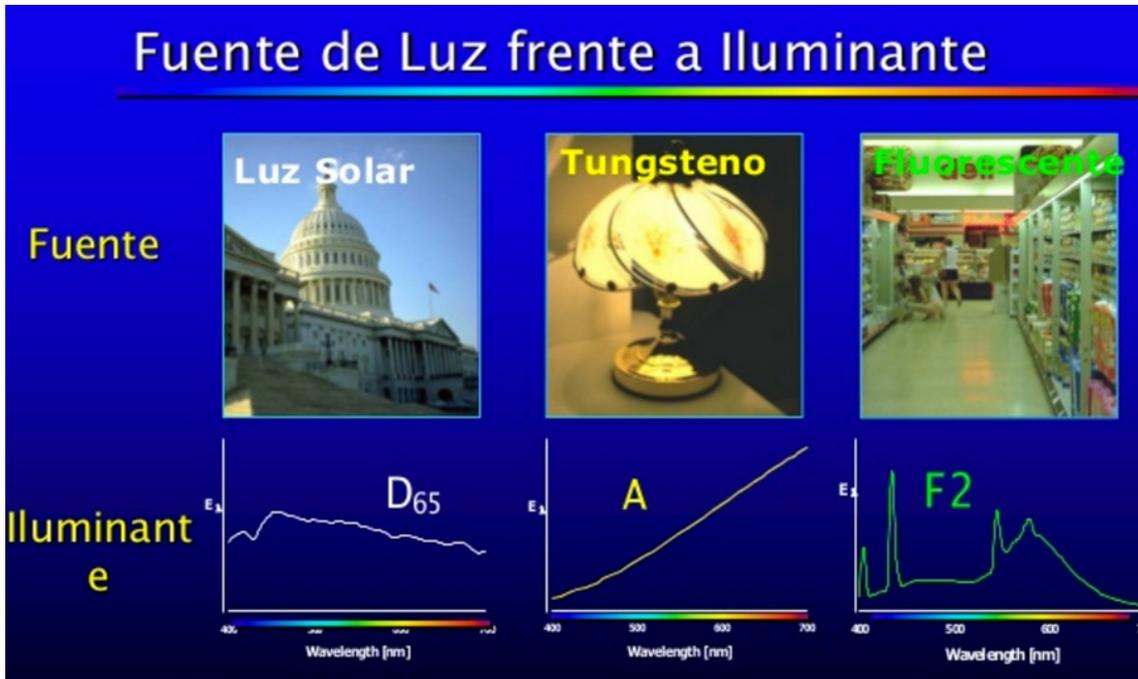
Algunos ejemplos aproximados de temperatura de color:

- 1700 K: Luz de una cerilla
- 1850 K: Luz de vela
- 2700–3300 K: Luz incandescente o de tungsteno (iluminación doméstica convencional)
- 3000 K: tungsteno (con lámpara halógena)
- 4000–4500 K: Lámpara de vapor de mercurio
- 5,000 K: Luz Fluorescente (aproximado)
- 5500–6000 K: Luz de día, flash electrónico (aproximado)
- 5780 K: Temperatura de color de la luz del sol pura
- 6200 K: Lámpara de xenón
- 6500 K: Luz de día, nublado
- 6500–10500 K: Pantalla de televisión (LCD o CRT)
- 28000–30000 K: Relámpago

2.3 Curva de distribución espectral

Existe un sistema que describe con precisión la composición de una fuente de luz. La distribución resultante de energía espectral (SPD) contiene todos los datos físicos básicos sobre la luz y sirve como punto de partida para el análisis cuantitativo del color, distribuyendo la energía según la longitud de cada onda.

Las curvas de distribución espectral (Imagen 2.3.1) son extremadamente precisas para describir la composición de una luz. A la hora de comparar los gráficos de curvas de distribución espectral, podemos entender, por ejemplo, por qué dos luces que tienen una misma temperatura de color dan una apariencia de color distinta al iluminar una misma escena.



2.3.1 Comparativa de curvas de distribución espectral para tres fuentes de iluminación diferentes.

La curva de distribución espectral nos ayudará a determinar cómo las longitudes de onda afectan a la escena.

3. EVOLUCIÓN DE LAS FUENTES DE LUZ EN FOTOGRAFÍA

La luz artificial como herramienta de iluminación nace de la necesidad de obtener una imagen expuesta en determinadas condiciones de luz y tiempos de obturación.

En los primeros años de la fotografía, los tiempos de obturación eran demasiados elevados por las características de construcción y material empleado tanto en la caja de obturación como en la plancha fotosensible.

Si a esto le sumamos los handicaps de fotografiar en interior para temáticas clásicas, como son el retrato o el bodegón, nos encontramos con un problema que desde bien pronto se empezó a trabajar para encontrarle una solución.

Magnesio

Los primeros flashes consistían en una cantidad de polvo de magnesio (Imagen 3.2), una mezcla de magnesio y clorato potásico cuya ignición se provocaba manualmente. Data de 1864, pero su precio prohibitivo le impidió generalizarse hasta pasada una década. En 1880 se usó la mezcla de polvo de magnesio con un agente oxidante de clorato potásico. El carácter explosivo del mismo hacía peligroso su uso.



3.1 Autorretrato con flash de polvo de magnesio
(Fotógrafo desconocido)



3.2 Bote original de polvo para flash de magnesio.
Ca.1925

Flash de lámpara

En 1927, los flashes de lámpara o flashes de bombilla sustituyeron al polvo de magnesio (Imagen 3.3). Eran bombillas de un solo uso que encerraban herméticamente un largo filamento de magnesio en una atmósfera de oxígeno. Su ignición se provocaba eléctricamente con el accionamiento del obturador de la cámara. Más tarde, se sustituyó el magnesio por el zirconio que permitía un mayor destello. Su invención vino de la mano de **Johann Ostermeyer** y se comercializó a partir de 1930.

Supuso un gran avance, se eliminaron los ruidos y el humo, lo cual proporcionó una oportunidad para usar el flash en lugares donde el uso de polvo de destello era cuestionable o simplemente peligroso. Las primeras fotos con el "Sashalite" flash fueron publicadas por The Morning Post.



3.3 Primer Flash de lámpara. 1930

Su aplicación iba destinada a la fotografía de retrato y reportaje.

A partir de este momento en la historia, el flash se democratiza y se crean diferentes versiones de flash de lámpara para diferentes niveles de uso, tanto amateur como profesional.



3.4 "Flashcube" equipado en cámara "Kodak Instamatic".



3.5 Cámara "Kodak Brownie" con flash "Kodalite Flashholder", bombilla daylight

En 1931, un desconocido **Edgerton (Nebraska, 1903)** (Imagen 3.7) ya había desarrollado un tubo de flash que podía producir destellos de elevada intensidad lumínica en tan sólo $1/1,000,000$ segundos. Se empezaron a fotografiar escenas de la vida que hasta entonces habían sido imposibles para el ojo humano. Él fue el primero en aprovechar el potencial de la electricidad para congelar el tiempo en un instante de tales magnitudes.

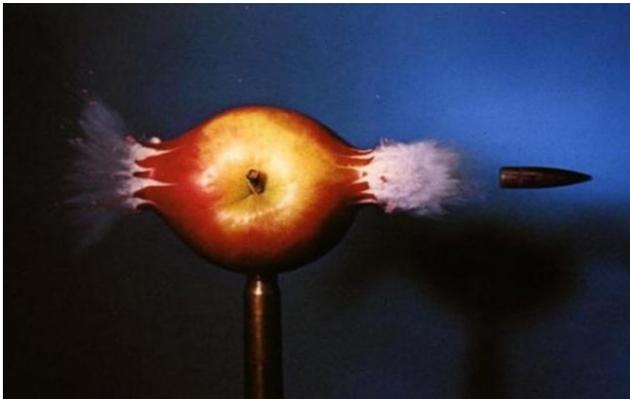
La teoría no parece complicada: lograr un destello tan breve que comenzase y se detuviera casi al mismo tiempo. Para ello, "sólo" había que reducir su duración a una millonésima de segundo. Ciencia y arte se unieron para hacerlo posible.

Luz estroboscópica.

La luz estroboscópica (1931) contenía una lámpara con xenón en lugar de mercurio, lo que permitía que sus tubos pudieran ser más pequeños. Ésta se conectaba a una batería y el voltaje de la corriente excitaba a las moléculas del gas, generando así una brillante luz instantánea. Además, su duración podía ser ajustada fácilmente, lo que le permitía disparar una y otra vez. Así, podía congelar la bala más rápida (Imagen 3.6) o incluso el ala de un colibrí.

Ese afán infatigable por enfrentarse a nuevos retos quedó demostrado en las fotografías ultrarrápidas que tomó de los ensayos de explosiones producidas con bombas atómicas o de aquellas que mostraban las áreas libres de tropas alemanas para que los aliados pudieran decidir con seguridad las zonas de aterrizaje durante el Desembarco de Normandía.

Hoy en día, la luz estroboscópica se ha convertido en una herramienta importante en la industria científica.



3.6 Bala atravesando una manzana, 1964.



3.7 Retrato de Harold Eugene Edgerton.



3.8 Pete Desjardin saltando desde un trampolín, 1940.

A mediados del siglo XX, se siguieron mejorando las prestaciones del flash para uso cotidiano, pero sin grandes novedades (potencia controlable ajustable y uso de baterías para recargar la antorcha) hasta la llegada del Xenón.

El Xenón

En la actualidad, las unidades de flash electrónico (Imagen 3.8) están constituidas por lámparas de xenón. Un flash electrónico que contiene un tubo lleno de gas xenón en el que una descarga eléctrica de alto voltaje genera un arco que emite un destello luminoso con una duración muy corta. La mayoría de cámaras destinadas al consumidor los incorporan, y, a pesar de su reducido abanico de ajustes, suplanta en buena manera las necesidades de los usuarios más principiantes.

Las últimas versiones incorporan un sensor de infrarrojos que se comunica con la cámara y es utilizado para determinar la distancia entre la misma y el objeto. De esta forma, reajusta la potencia del flash de manera automática (TTL).



3.8 Flash de Xenón. SB900 para Nikon.

Flash Maestro y Esclavo

El flash por simpatía aparece en el mercado multiplicando las posibilidades creativas. Se empieza a usar en estudios fotográficos para luego extenderse a uso en exterior y enfocado a otros ambientes más industriales.

Consiste en la utilización de varios flashes que funcionan por “simpatía” a través de destellos de luz al disparar con la cámara (al activarse uno se activan los demás).



3.9 Iluminación por simpatía (Maestro y esclavo). @Athena

Flash de Xenón en smartphone

Su principal cualidad es que son capaces de emitir muchísima luz, unas diez veces más que un flash LED (el flash más común entre los smartphones de hoy en día), y su ángulo de proyección, alcance y uniformidad son de una calidad considerable. Se utilizaron durante un par de años antes del boom tecnológico en los teléfonos móviles, pero la gran competencia en el mercado por sacar un móvil de coste asequible ha hecho que estos aparatos vuelvan a incorporar los flashes de luz LED, dejando el flash Xenón para los flashes de cámara réflex.

LUZ CONTINUA

A continuación se explican las fuentes de luz continua que se utilizan en la actualidad. Algunas son más conocidas que otras, pero todas ellas tienen una serie de ventajas e inconvenientes.

Luz fluorescente

Con ciertas similitudes a los tubos de iluminación de cocina, poseen 5500K y no generan calor, consumen muy poca energía y se pueden usar en bodegones de alimentación y con personas. Por su tamaño es una luz poco modelable y sus tiempos de obturación tienden a ser relativamente lentos, por lo que su uso se ve muchas veces limitado. Además, una desventaja importante es la presencia de flicker en la luz (parpadeo en la fuente de luz por modificación de la intensidad con la que proyecta luz). Además, la luz fluorescente resulta ser inconstante en el color, es decir, emite picos de intensidad en rangos de longitudes de onda muy estrechos en el tiempo.



3.10 Banco de luz fluorescente 6 tubos.



3.11 Ring Light Fluorescente NG-40C

Luz tungsteno

Luz continua de tipo incandescente, ofrece una luz cálida de unos 3200K. Proporciona mucha potencia. Fácilmente modelable, ofrece mayor versatilidad a la hora de crear esquemas de iluminación. Por otro lado, es un tipo de luz continua que genera calor y consume mucha energía.



3.12 Bombilla de tungsteno

Luz LED

Empezó con una funcionalidad muy limitada pero precisa. La primera luz que se pudo emitir a través de un LED era roja (mandos de TV). Esto sucedía por el arseniuro de galio que era utilizado en primer lugar para poder producir la luz. Con el paso del tiempo, se hicieron varios experimentos que permitieron ampliar la gama de colores emitidos por esta tecnología y, de este modo, los usos prácticos de la misma se ampliaron.

El hallazgo de los diodos que han hecho realidad las luces LED no es un invento nuevo. La iluminación de esta tecnología con colores rojo o verde se consiguió en los años 60 del siglo pasado. La clave del color de estos dispositivos está en el material semiconductor que se usa en su fabricación.



3.13 Gama de colores LEDs, primera generación.

En la tecnología LED, la electricidad es convertida directamente en partículas de luz en fotones. En el resto de las lámparas, la corriente es utilizada para calentar un material que se ilumina con la temperatura, por lo que sólo un porcentaje de la energía se usa para producir luz.

No fue hasta 1993 cuando Nakamura logró los diodos para emitir luz de color azul, gracias a un material llamado nitruro de galio. Hasta entonces, no era posible emitir luz blanca con este tipo de tecnología, pero basta con un recubrimiento de fósforo sobre un LED azul para fabricar las luces que hoy iluminan los teléfonos móviles, los faros de los coches o muchas de nuestras casas.



3.14 Manfrotto-LED-lights

Es la mayor innovación en luz continua de los últimos tiempos, siendo las principales ventajas una muy leve generación de calor y un consumo bajo de energía. Por otro lado, no ofrece la potencia que transforma un flash al ser disparado.

Utilizado como luz continua para iluminar escenas tanto en producción cinematográfica como fotográfica (Imagen 3.14), el LED es una herramienta común que poco a poco se han ido haciendo hueco en el mercado de las fuentes de iluminación. Su bajo consumo energético y su alta autonomía en exteriores permite ser una alternativa a las fuentes de iluminación HMI.

HMI

Se trata de lámparas de luz continua que destacan por su potencia y estabilidad de la calidad de la luz durante la vida de la lámpara. Es capaz de mantener una temperatura de color constante que oscila entre los 5.500° k y 6000° k (luz de día). Esto es gracias a un componente halogenado que regenera el interior de la bombilla permitiendo una mayor estabilidad.

Otra de las características es su bajo consumo energético. La energía se transfiere a través del balasto, a veces incorporado en la misma pieza, llegando incluso a los 1600W de potencia como es el caso del HMI de broncolor.



3.15 HMI F1600 de broncolor.



3.16 HMI F1600 de broncolor.

El balasto tiene significativas funciones además de proporcionar la energía necesaria, pues es capaz de regular el flicker de la luz y actuar como limitador y regulador de la potencia.

No es recomendable apagarlas entre toma y toma para evitar el raccord en color (cambio brusco en la temperatura de color del balasto entre dos a más planos de una misma secuencia).

Además, pierden su vida útil en el encendido y apagado continuo. Normalmente, la luz alcanza su máxima potencia entre los dos y los seis minutos iniciales. Otra de las ventajas es que no genera calor, otorgando así facilidades para incorporar accesorios sin que estos vean repercutida su vida de uso.

Sin duda, estamos ante una luz bastante especial, que con cuidado y atención puede dar muchas satisfacciones en producciones de altos requisitos.

¿Por qué ahora se utiliza más la luz LED? ¿Que es lo que la hace tan competente en el mercado?

Su introducción en el mercado en torno a la fotografía digital se presenta con un enfoque claramente a la fotografía de producto o bodegón. Su reducida potencia respecto a otras fuentes hace esta una luz idónea para este tipo de producciones.

Una de sus características principales, la cual la hace tan atractiva, es el bajo coste de adquisición, al igual que el consumo de energía. Es luz continua, por lo que permite poder observar claramente cuál es el resultado final en la imagen que se quiere obtener. Por lo tanto, es mucho más fácil de controlar que un flash y atrae más al fotógrafo amateur a la hora de tener que invertir en una fuente de luz que desde el principio le dé óptimos resultados.

Otra característica es su poder envolvente, ya que con su panel de LEDs unificados iluminan de manera homogénea el conjunto de ángulos sobre los que baña la luz un objeto o persona. Su caída de luz (pérdida de iluminación que tiene la luz con la distancia) es menor que la de un simple flash.

Sin embargo, no es tan versátil como podría ser la luz de flash, ya que, como hemos indicado anteriormente, su escasa potencia hace que no sea óptimo utilizarla como luz principal o luz fuente de luz clave en fotografía que abarque elementos de grandes dimensiones. La fotografía de moda o retrato podrían ser algunas de ellas.

Si deseáramos ubicar la luz LED como luz de efecto, podría darnos grandes satisfacciones a la hora de crear una imagen más creativa o pictórica. Su temperatura de color (5600k) y su entrañable sensación de luz armoniosa proporcionan grandes posibilidades artísticas.

Es posible aumentar al máximo la potencia del generador LED y acercarlo al objeto que se quiere iluminar, ya que no genera calor como sí sucede con el flash convencional.

En cuanto a compatibilidad también gana la iluminación LED, dado que puede ser utilizada tanto para fotografía como para vídeo. Además, se acopla muy bien a un esquema de iluminación compartido con fuentes de luz flash.

El fotógrafo Gonzaga Manso las utiliza en muchas de sus producciones (Imagen 3.17 y 3.18).



3.17 HOME SWEET HOME



3.18 MARIE ANTONIETE

4. CARACTERÍSTICAS DE UNA FUENTE DE LUZ

Para poder descubrir las fortalezas y debilidades de las fuentes de iluminación que se usan hoy en día en las producciones de fotografía y vídeo, es necesario identificar las principales características que acompañan a cada una de ellas.

Se pueden clasificar en dos grupos.

Características en común entre luz continua y luz flash.

Falloff. Los equipos de iluminación suelen provocar un desfallecimiento de la luz que puede no ser apreciada a simple vista, pero según la construcción de estos equipos hace decaer la calidad de imagen en la escena con cierta notoriedad.

Constancia de color y luz. Es importante que la potencia de luz se mantenga constante para no provocar fallos de raccord luz en las secuencias o en el reportaje en sí. La constancia de color es una de las barreras técnicas más comunes en este tipo de producciones y debe tenerse muy en cuenta.

CRI (índice de rendimiento cromática). Es una medida cuantitativa de la capacidad de una fuente de luz para revelar los colores de varios objetos fielmente en comparación con una fuente de luz ideal o natural, también conocida como iluminante D65.

Focus Range. Se trata de la amplitud con la que una fuente de luz puede iluminar una escena.

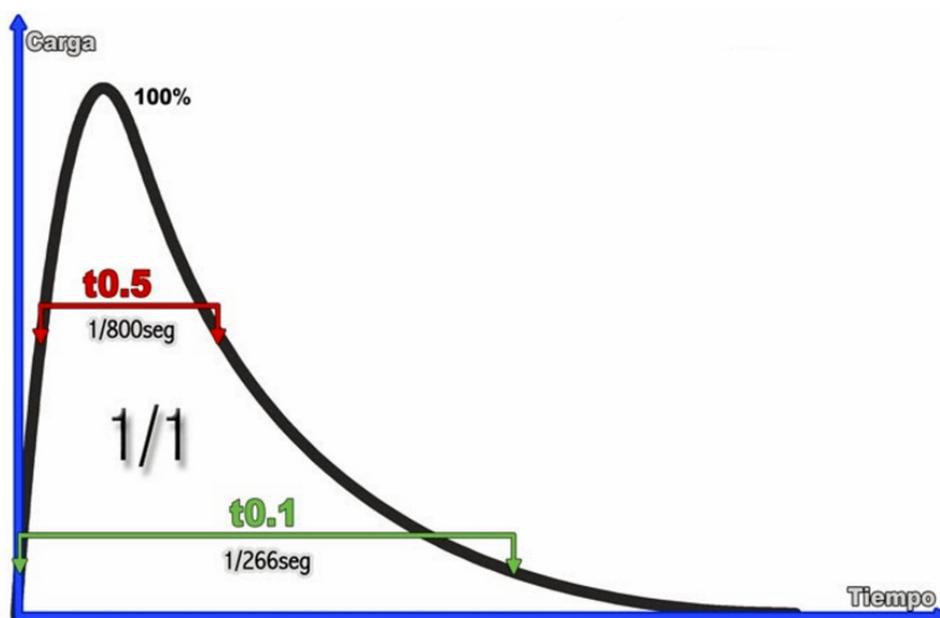
Características específicas para luz continua.

Fliqueo. En la luz continua se sufre muchas veces la sensación de un constante parpadeo de la luz generada por tubos de luz, una particularidad de ciertas bombillas debido a su construcción para controlar la variación de intensidad con la que transforma la energía durante el tiempo. En la luz flash también supone un inconveniente considerable cuando se realizan trabajos de disparos sucesivos a través de la cámara (ejemplo de producción tipo timelapse).

Características específicas para luz flash.

Reciclado. Es el tiempo que tarda en refrescar la bombilla una vez ha realizado una descarga de luz en un flash. Lo interesante de esta característica es que el equipo de iluminación disponga de un sistema de rápido reciclado para ráfagas o disparos de alta potencia.

Duración del destello (Imagen 4.1). Es el tiempo durante el cual permanece encendida la lámpara del flash. El tiempo efectivo de un disparo suele llegar cuando este alcanza su 50% de carga ($t_{0.5}$). Pero existe otra medida más importante aún, la carga $t_{0.1}$, indicando el tiempo necesario del flash para que tan sólo quede el 10% de la carga. Esto es mucho más significativo puesto que determina la capacidad para “congelar” el movimiento de un objeto. Por ejemplo, si fotografiamos a una persona en movimiento y ésta ha sido iluminada por un flash, puede dejar un barrido no deseado, con lo que “perjudicaría” el resultado final de la imagen no dejándola del todo nítida o “congelada”.



4.1 Ilustración que representa las medidas $t_{0.5}$ y $t_{0.1}$.

Tiempo de recarga. Intervalo de tiempo que necesita una fuente de luz flash para condensar la energía suficiente que activa el siguiente disparo.

ETCT. Los equipos de iluminación flash de alto rendimiento tienen en sus sistemas electrónicos un sistema capaz de mantener controlada la temperatura de color en toda su gama de potencias (EV).

5. FUENTES DE ILUMINACIÓN (TESTEO)

Tras un repaso por los diferentes tipos de fuentes de iluminación artificial, desde sus comienzos hasta la actualidad, procedemos a exponer cuáles se han elegido para ser testeados en el presente TFG bajo tres criterios que giran en torno al resultado final de una producción de alto nivel: prestaciones, accesibilidad y calidad en la producción. Como ya se ha visto antes, las fuentes de iluminación artificial para producciones tanto de cine como de fotografía son los paneles led o focos led y los focos HMI (luz continua). Para focos de luz flash, lo más habitual es usar flash de antorcha, con batería o compactos.

LUZ CONTINUA. PANEL LED	
HPL 70	HIGH OUTPUT LED 50° 5600K ACLAM
	
Energía: 70 Ws.	Energía: 90Ws.
Focus Range: 90°	Focus Range: 90°
LED's: 310	LED's: 576
CRI: 95	CRI: 84
Temp. Color: 5600K.	Temp. Color. Bicolor: 3200 - 5600K.
Peso: 3,3 Kg.	Peso: 2,5kg.
Medida: 30x30cm.	Medida: 30x30cm.
Precio: 350€.	Precio: 250€.

LUZ CONTINUA. ANTORCHA

DEDOLIGHT LED PORTABLE 90w



FLASH MultiBlitz PROFILUX 500 (luz de modelado)



Energía: 70 Ws.

Energía: 90Ws.

Focus Range: 90°

Focus Range: 90°

LED's: 310

LED's: 576

CRI: 95

CRI: 84

Temp. Color: 5600K.

Temp. Color. Bicolor: 3200 - 5600K.

Peso: 3,3 Kg.

Peso: 2,5kg.

Medida: 30x30cm.

Medida: 30x30cm.

Precio: 350€.

Precio: 250€.

LUZ FLASH. BATERÍA GENERADOR

Broncolor MOVE 1200	Profoto Pro B4
	
Energía: 1200 Ws 4,5 J - 1200 J 2 cabezas Asimétrico 170 disparos a Max. Potencia	Energía: 1000 Ws 25,4 J - 1000 J 2 cabezas No asimétrico 220 disparos a Max. Potencia
f-stop: 10	f-stop: 11
Tiempo de recarga: Min pot. : 0,2s Max Pot. : 1,9s	Tiempo de recarga: Min pot. : 0.03s Max Pot. : 1s
Duración de destello(t 0,5): Min pot. : 0,02s Max Pot. : 1,9s (Speed Mode 0.02 - 0.9 s)	Duración de destello(t 0,5): Min pot. : 0,03 Max Pot. : 1 (Speed Mode 0,03 s - 0,1 s)
Temp. Color: 5500K	Temp. Color: 5500K
Sincr. Remota: RFS 2.1 / App Broncontrol	Sincr. Remota: Profoto Air integrado
Batería: 170 disparos a Max pot.	Batería: 220 disparos a Max. pot.
Peso: 6,2kg	Peso: 9.8kg
Precio: 4632 sin IVA	Precio: € 6.175 sin IVA
Tecnología cut-off y ECTC Normal: 100k.+ - En potencia 5k. +- Entre disparos Freeze: 300k+- En potencia 45k+- Entre disparos	Tecnología cut-off Normal :150k+- En potencia 20k+- Entre disparos Freeze:800k+- En potencia 150k+- Entre disparos

FLASH COMPACTOS	
SIROS 800 L	Profoto B1 500 Air
	
Energía: 800 Ws 4 - 800 J	Energía: 500 Ws 2- 500 J
f-stop: 9	f-stop: 9
Tiempo de recarga: Min pot. :0,07s Max Pot. :1,9s	Tiempo de recarga: Min pot. :0,1 Max Pot. :0,9s
Ráfaga: 50/s	Ráfaga: 20/s
Duración de destello(t 0,5) t 0,1: Min pot. : 1/8000s 1/4000s Max Pot. :1/1100s 1/500s	Duración de destello(t 0,5): Min pot. : 1/11000s 1/5500s Max Pot. :1/1000s 1/500s
Temp. Color: 5500K *	Temp. Color: 5500K
Sincr. Remota: RFS 2.1 / App Broncontrol	Sincr. Remota: Profoto Air
Cable	Cable
Peso: 3,6kg	Peso: 3 kg.
Precio: 1375€ + IVA	Precio: 1.945€ + IVA
Control de temp.(ECTC) WIFI	NO wifi
Material: Aluminio	Material: Plástico
Tecnología cut-off y ECTC Normal: 100k.+ - En potencia 5k. +- Entre disparos Freeze: 300k+- En potencia 45k+- Entre disparos	Tecnología cut-off Normal :150k+- En potencia 60k+- Entre disparos Freeze:800k+- En potencia 20k+- Entre disparos

6. TESTEO Y COMPARATIVA

Una vez repasadas las características principales de las fuentes de luz continua y luz flash, procedemos a testearlas para evaluar la calidad de la luz de las mismas.

Tanto las fuentes de luz continua como las de luz flash comparten muchas características y es por ello que en la mayoría de los ejercicios coincidirán.

Las características a testear serán:

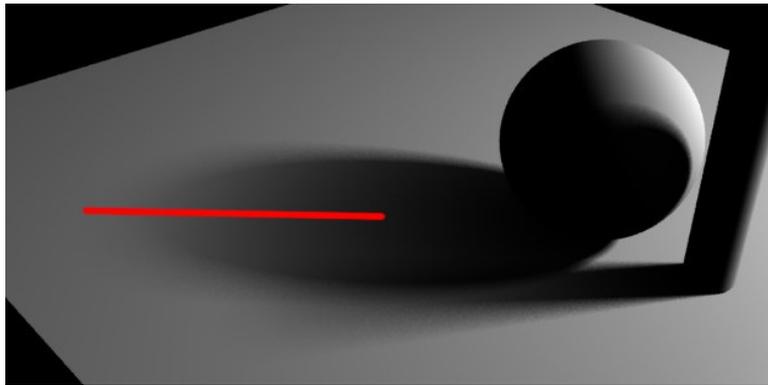
Calidad del falloff

¿Qué es? Es la forma en que se produce la caída de intensidad desde el punto más iluminado de una superficie hasta la zona de umbra. Su comportamiento va ligado a la ley inversa del cuadrado (una forma exacta para controlar la exposición de una escena). Es interesante estudiarla para apreciar cómo será la variación de la intensidad de luz al iluminar un fondo o cualquier objeto.

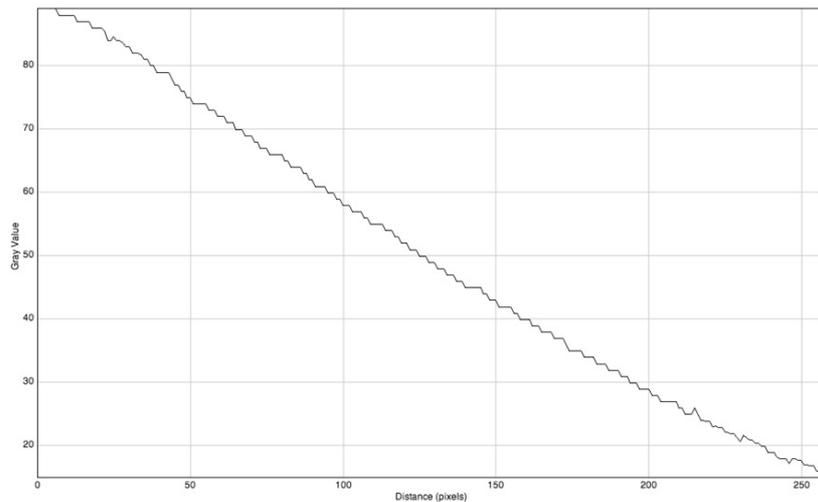
¿Cómo se manifiesta? La caída de luz no siempre se manifiesta por el ya conocido viñeteado, sino que puede tomar formas singulares según el tipo de fuentes de luz artificial o por el objeto iluminado en la escena. Suele apreciarse como un degradado que comienza en la parte iluminada hasta la parte de umbra y oscuridad total de la escena.

Actividad de testeo. Se han realizado dos fotografías a un objeto, una de manera frontal a la luz y otra a 30°. El punto de vista ha sido el cenital y con fondo neutro. Las fuentes de luz no han llevado incorporados ningún modificador, por lo que se ha podido apreciar la calidad de la luz sin modificación alguna. Luego se ha analizado la forma del falloff (Imagen 6.1) mediante herramientas de análisis de imagen que han permitido obtener un gráfico que muestre la forma de la caída de la luz. La gráfica generada a través del software (ImageJ) se ha realizado trazando un rango de píxeles sobre la zona del falloff. Han sido dos trazados por imagen, una horizontal y otra vertical. Esta comprobación en diferentes ángulos se debe a que los rayos de luz no inciden de la misma forma para cada uno de los bordes del objeto.

La información que han aportado los gráficos habla sobre cómo los valores de gris se comportan en la gráfica a lo largo del recorrido trazado en la imagen, comenzando por la parte más iluminada de la imagen (valores de gris de 240) hasta llegar a la zona de umbra (valores de gris 0).



6.1 Selección del falloff generado por un objeto iluminado.



6.2 Gráfica del falloff lineal generado a través del software ImageJ.

Fliqueo.

¿Qué es? Lo definimos como la capacidad que tiene la fuente de luz artificial de mantener constante la intensidad de potencia con la que dispara.

¿Cómo se manifiesta la falta de constancia de luz? Por variaciones en la exposición de las fotografías disparadas, sobre todo si éstas han sido disparadas en ráfaga.

Actividad de testeo. Se ha realizado una serie de ocho fotografías en ráfaga con alta potencia de disparo (Imagen 6.2). El objeto fotografiado ha sido una carta de color (ColorChecker de 24 parches). Se ha aprovechado este objeto para obtener una gran precisión de sus valores de gris en el parche de gris medio 18% (tercer parche de la fila de grises). Aunque el valor medio de valores de gris han podido variar entre los diferentes equipos de iluminación, todos están

mayoritariamente en el tercer tercio del histograma. Un aspecto a tener muy en cuenta ha sido el de fijar el pixel con el que se ha contado para medir su valor de gris. Se ha realizado mediante la herramienta de cuentagotas del software Adobe Photoshop CC.



6.3 Comparativa de constancia intensidad de luz en ráfaga.

Constancia de color

¿Qué es? Lo definimos como la que tiene la fuente de luz artificial para mantener constante la temperatura de color en cada disparo realizado.

¿Cómo se manifiesta la falta de constancia de luz? Por variaciones de valores de gris en los canales RGB de las fotografías que han sido disparadas en diferentes potencias por la fuente de luz artificial.

Actividad de testeo. Se ha realizado una serie de fotografías (Imagen 6.3) donde se ha ido incrementando la potencia de disparo progresivamente. Gracias a un termocolorímetro que mide la temperatura de color recibida por el flash disparado, se ha podido elaborar una comparativa de comportamiento de los sistemas electrónicos de control de grados kelvin.

Para ello, debemos de conocer el rango de luminosidad de cada equipo de iluminación. Esto se mide gracias a los pasos EV (pasos de luz) de cada uno. Los pasos de diafragma que se incrementan progresivamente en la cámara conforme aumenta la intensidad ayudan a interpretar el rango de luminosidad de cada fuente.

Para fuentes de iluminación flash es mucho más sencillo, ya que, bien por sus fichas técnicas o por el sistema de pasos de luz que incorporan, es más fácil detectar su rango de luminosidad.



6.4 Ejemplo comparativo de falta de constancia de color en una misma prenda.

Capacidad de la “congelación”.

Para las fuentes de luz flash se ha realizado un ejercicio de testeo adicional. Consiste en testear la capacidad del generador flash para congelar un objeto en movimiento a gran velocidad.

¿Qué es? Lo definimos como la capacidad que tiene un flash para iluminar de manera efectiva un objeto en movimiento muy rápido gracias su velocidad de destello, caracterizada por una duración (en tiempo) muy reducida y que se relaciona directamente con la descarga (potencia) que realiza el flash.

¿Cómo se manifiesta la calidad de un objeto congelado? A través de una estela que deja el objeto en movimiento.

Actividad de testeo. Se han realizado una serie de fotografías donde un objeto que pende de una cuerda ha sido balanceado para ser “congelado” (Imagen 6.4) por la fuente de luz. Se ha ido aumentando la potencia progresivamente.



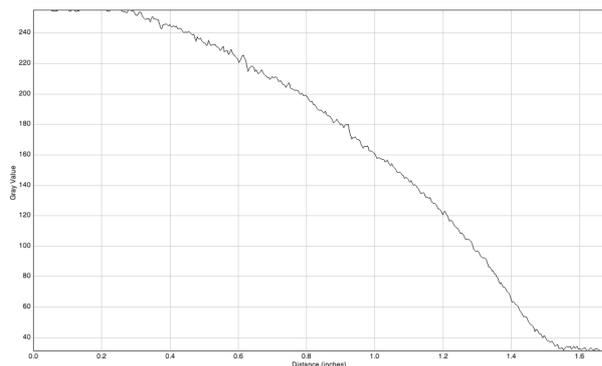
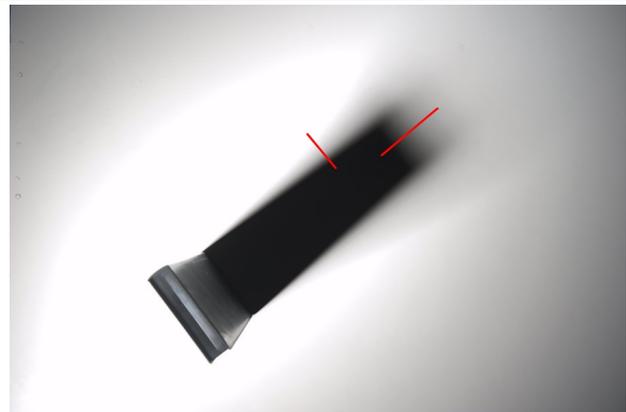
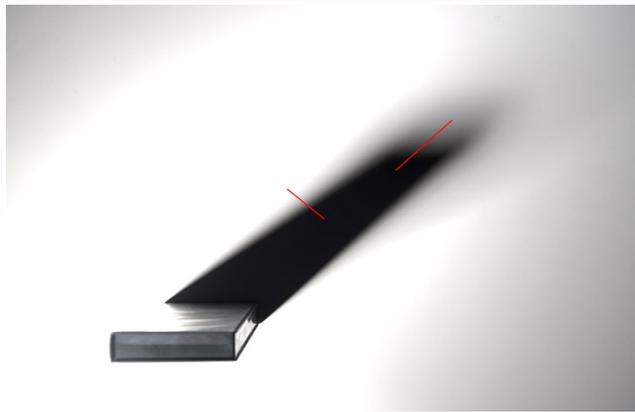
6.5 Comparativa congelación de un objeto en movimiento a través de diferentes flash.

7. TESTEO Y COMPARATIVA (RESULTADO)

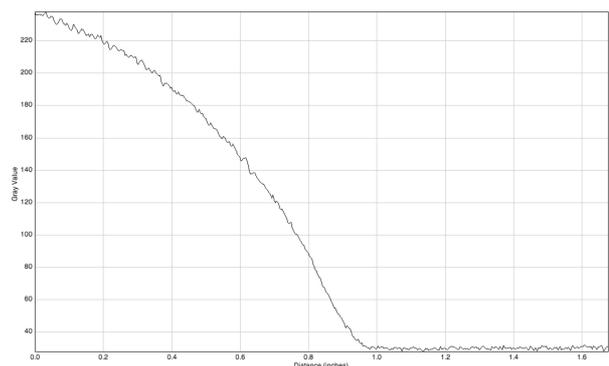
Diagnóstico falloff sobre tabla.

Luz continua.

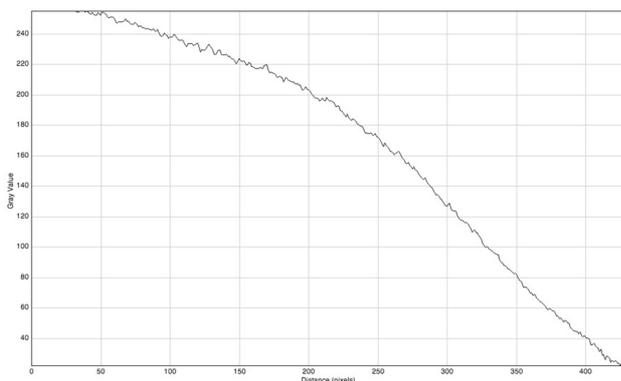
FLASH MultiBlizt PROFILUX 500 (luz modelado)



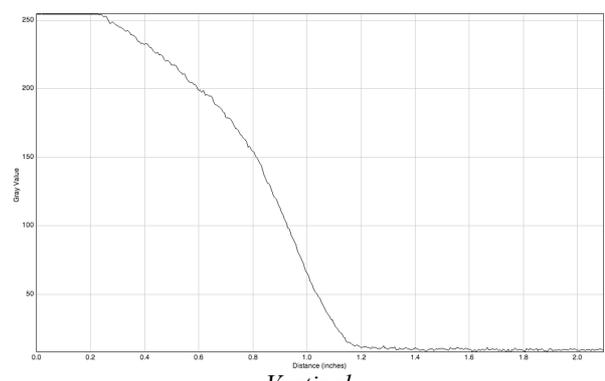
Horizontal



Horizontal



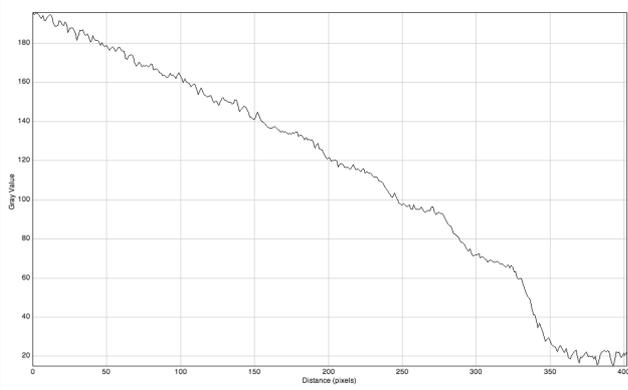
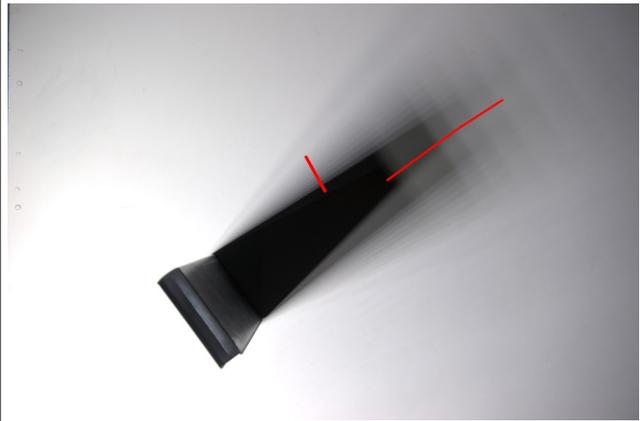
Vertical



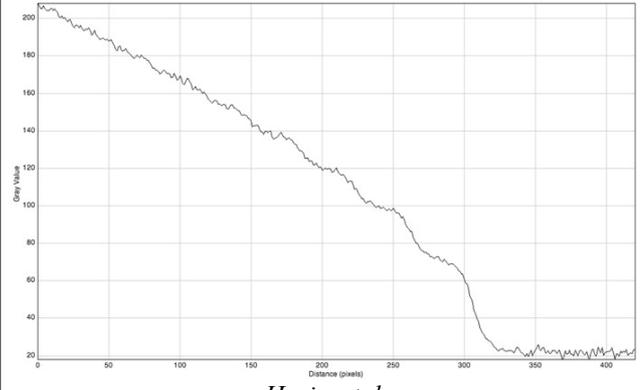
Vertical

La luz de este foco es la elegida en su función como “luz de modelado”. Al ser una única bombilla, vemos que el falloff que produce es bastante lineal, continuo y suave, sin grandes picos en general, tanto para la posición de 30° sobre el foco como para la posición frontal.

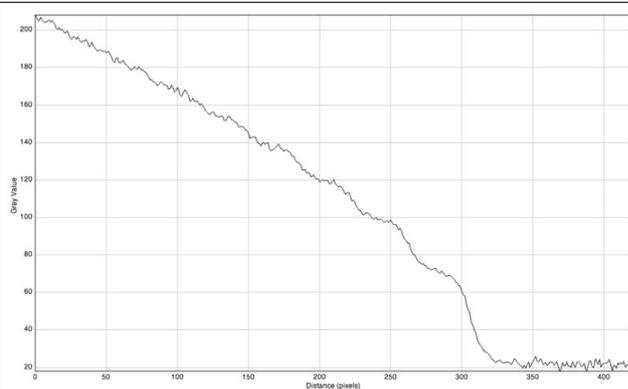
Luz PANEL LED (HPL - 70 LED light 5400k 70w)



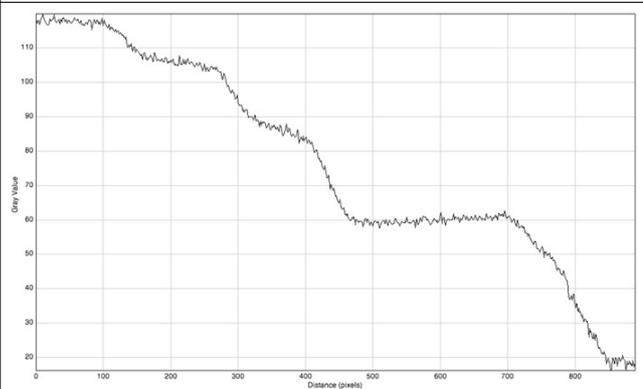
Horizontal



Horizontal



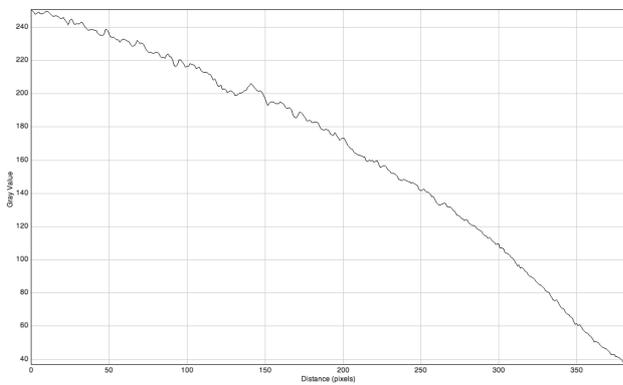
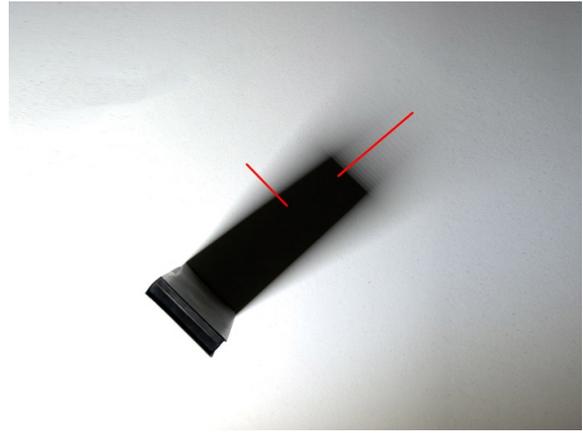
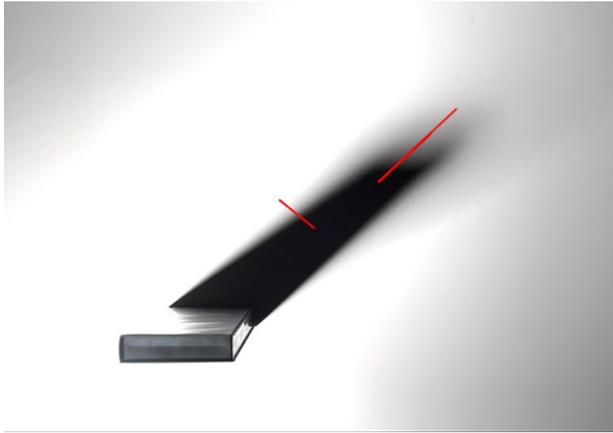
Vertical



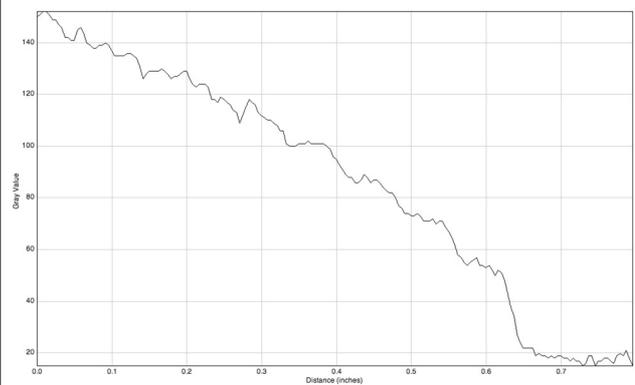
Vertical

El panel LED que ilumina el objeto se compone de 370 bombillas. Se puede observar cómo afecta esta composición de iluminarias al falloff de un objeto. Cuando su posición es de 30°, los rayos se deslizan mejor por los bordes sin grandes caídas de luz. Sin embargo, con la posición frontal, el objeto bloquea el paso de rayos de luz creando una sombra donde su falloff presenta grandes escalones en el desfallecimiento de la luz.

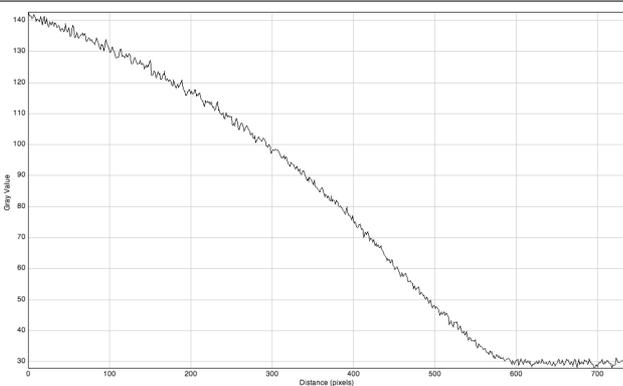
HIGH OUTPUT LED 50° 5600K ACLAM



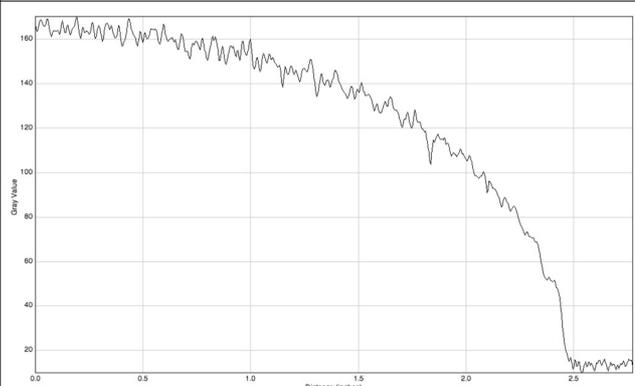
Horizontal



Horizontal



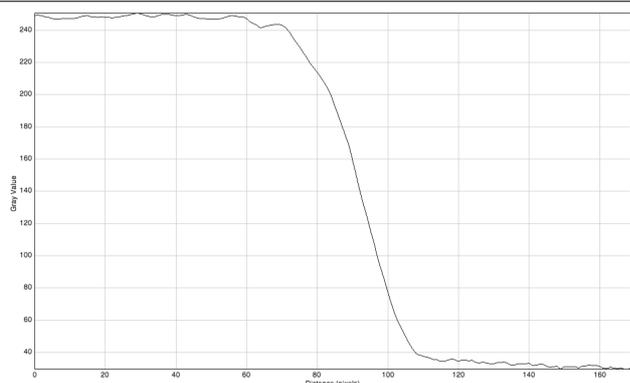
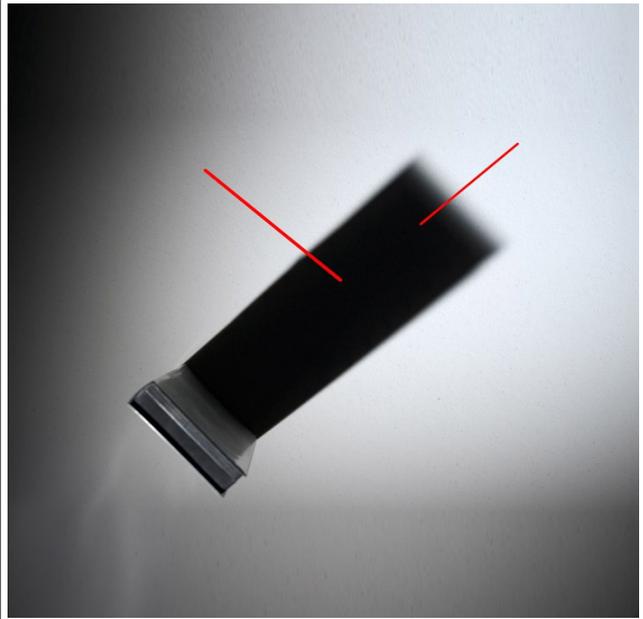
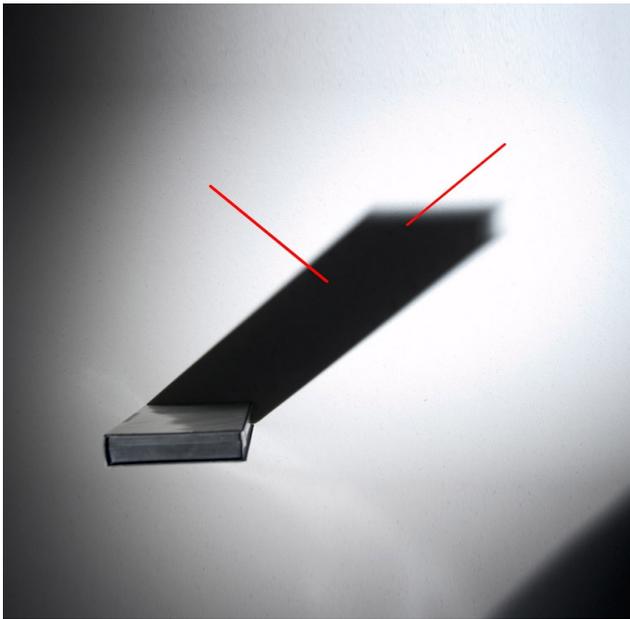
Vertical



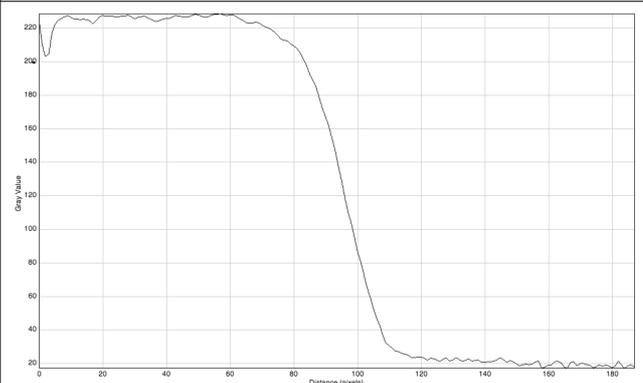
Vertical

El panel LED HO de Aclam presenta una composición de más de 550 bombillas, también en una estructura cuadrada. Para la posición frontal seguimos observando que la sombra que proyecta contiene significantes escalones en el falloff que proyecta el objeto, pero menos que el anterior. Esto puede deberse a la separación que hay entre las bombillas que componen el panel. A menos distancia entre ellas, más homogénea será la luz que generan.

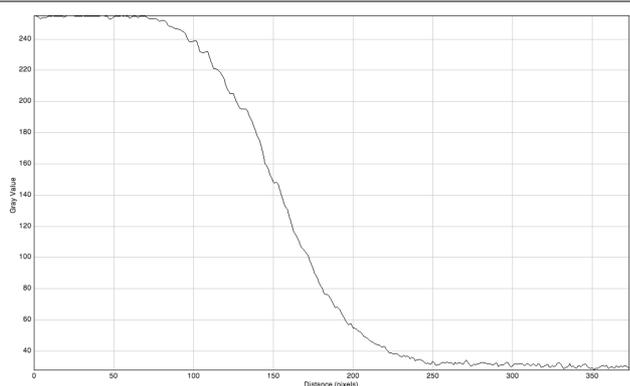
DLED PORTABLE 90W LED BICOLOR ACLAM



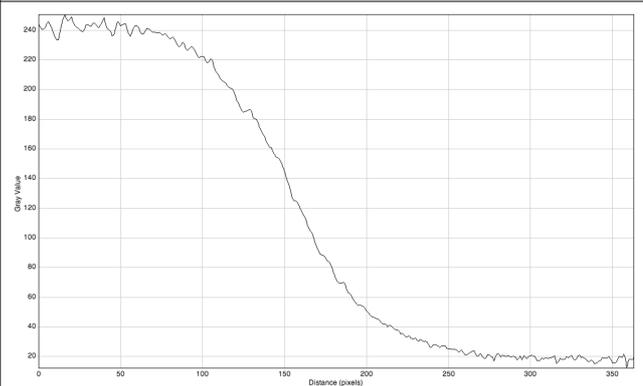
Horizontal



Horizontal



Vertical

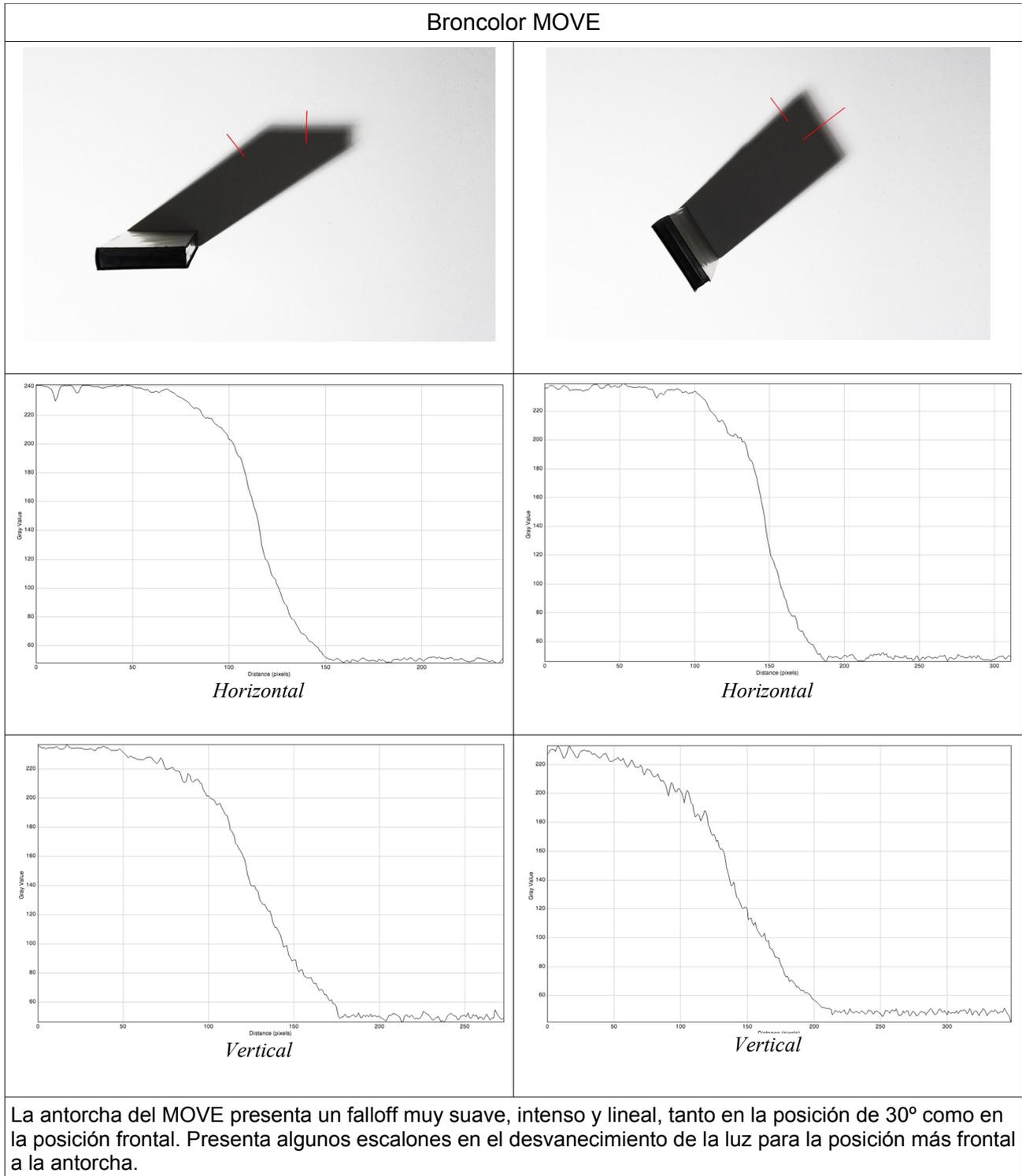


Vertical

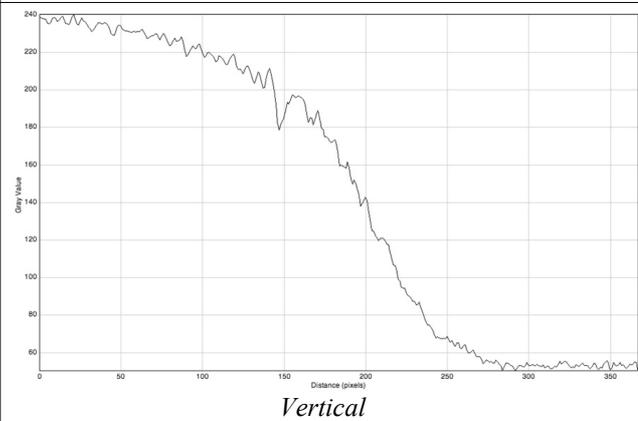
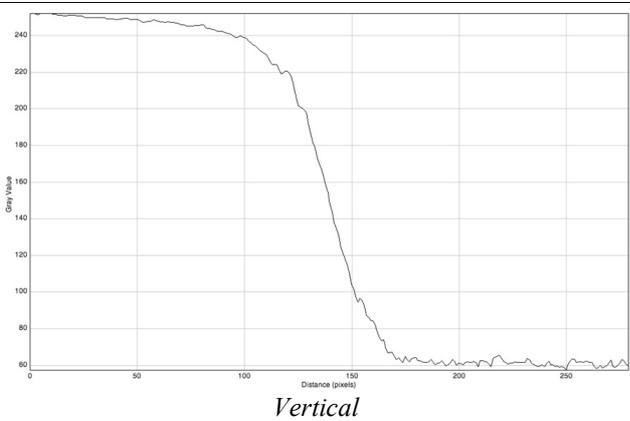
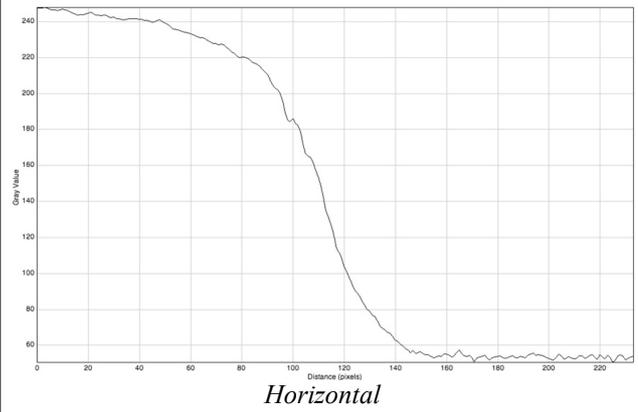
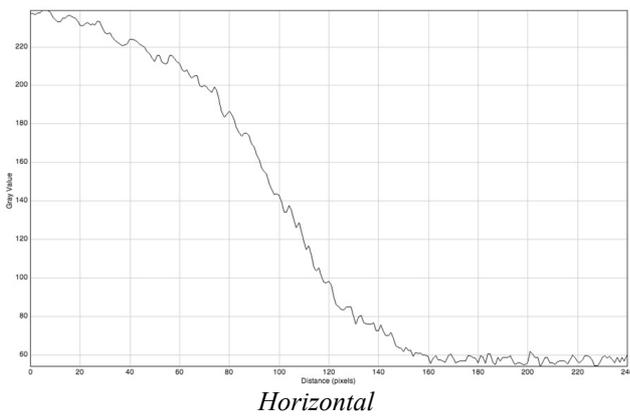
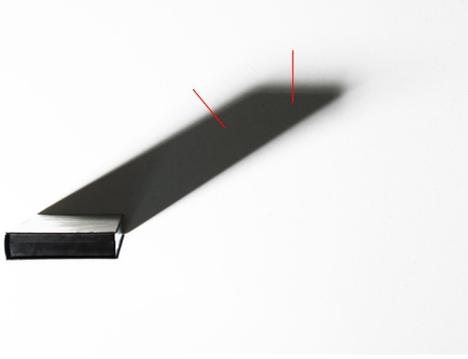
Este panel LED tiene una estructura y composición circulares, por lo que sus bombillas se encuentran ordenadas de tal manera que proyectan luz del mismo modo que si lo hiciera una antorcha. Su falloff es intenso y repentino tanto para la posición horizontal como la vertical. Esto es debido a que el tamaño de la fuente de luz es considerablemente más pequeño que el tamaño de los paneles LED.

Diagnóstico falloff sobre tabla.

Luz flash.

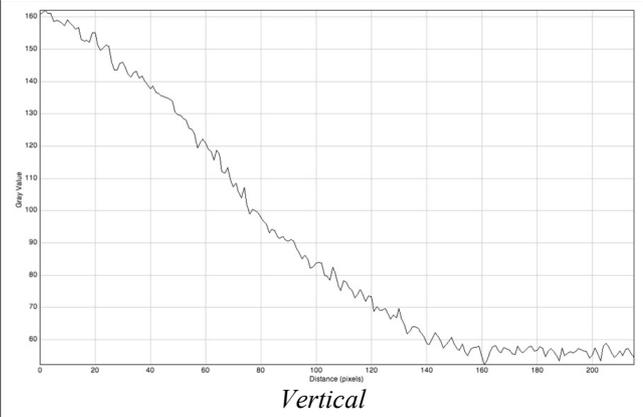
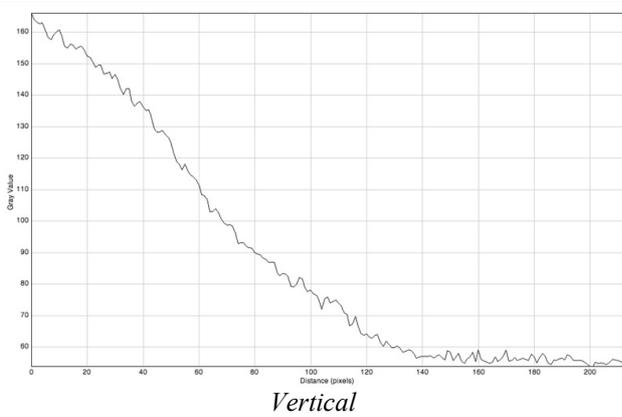
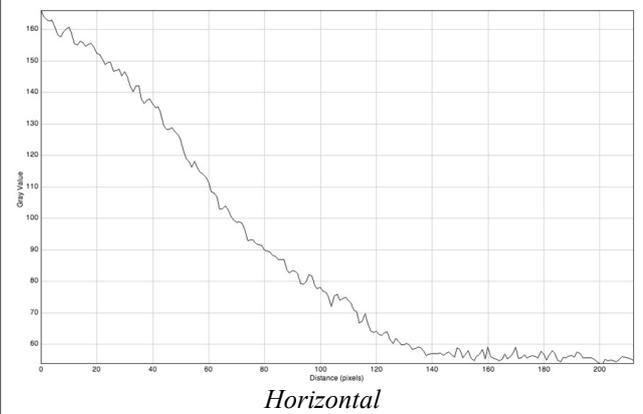
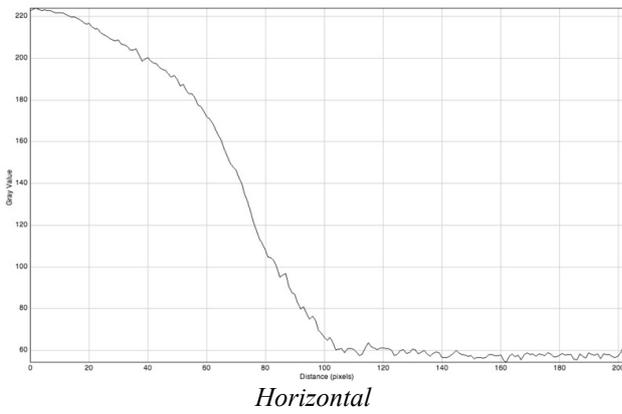
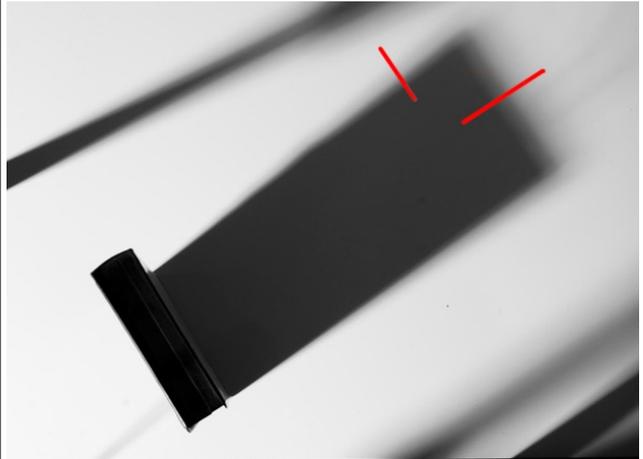
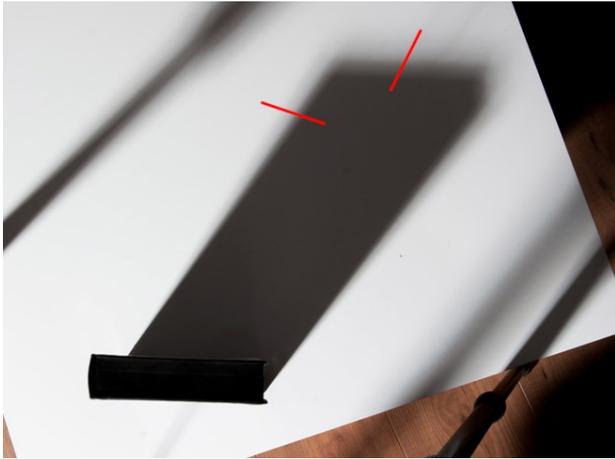


PROFOTO B4



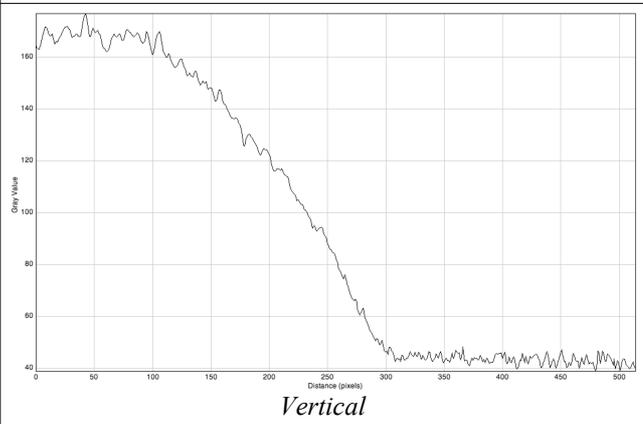
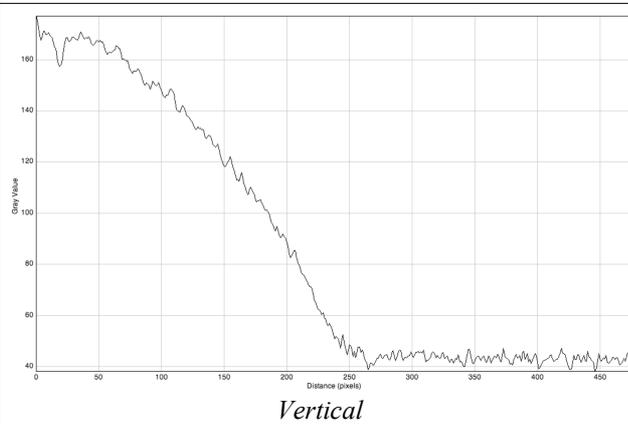
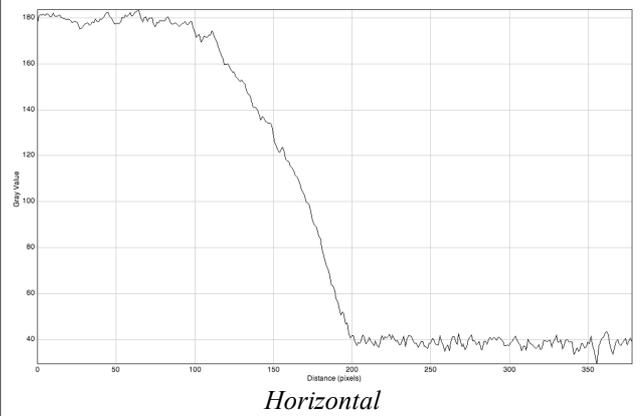
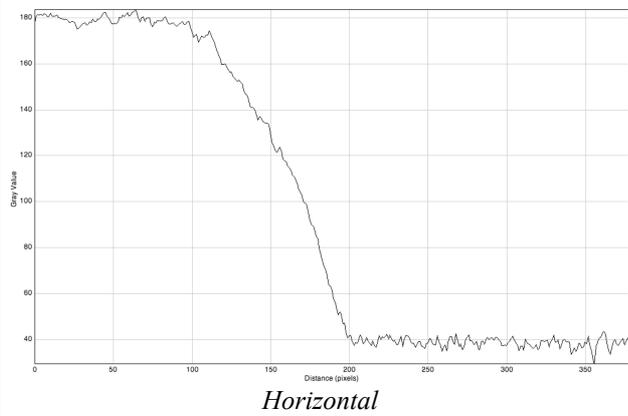
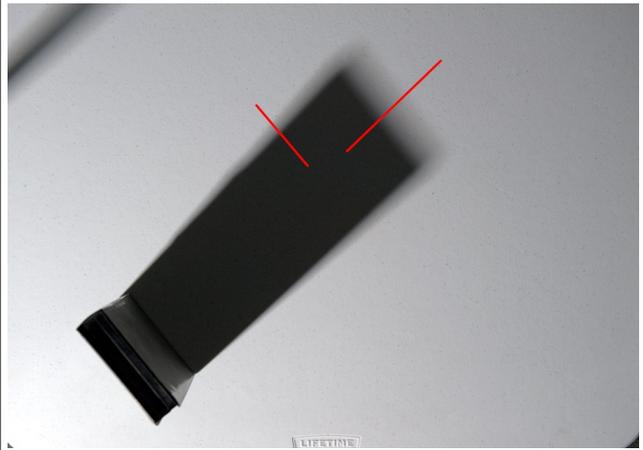
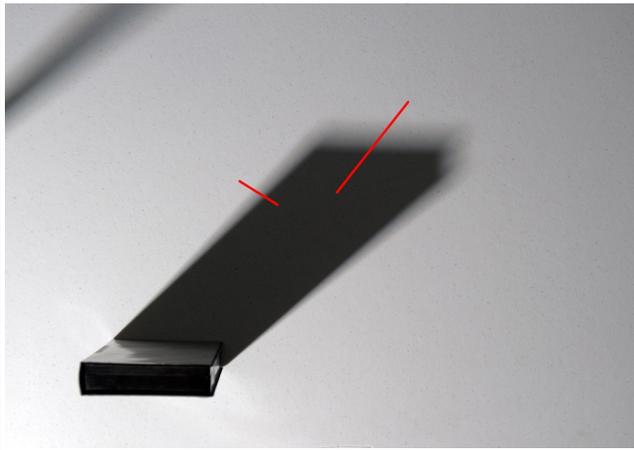
La antorcha del B4 presenta las mismas características que la anterior luminaria explicada, pero con picos de caída de luz un tanto más significantes en la posición frontal del objeto frente al foco.

Broncolor SIROS 800 L



La fuente de luz compacta SIROS presenta una distribución de la luz y del falloff algo menos suavizada pero de características muy similares a las antorchas flash anteriormente analizadas.

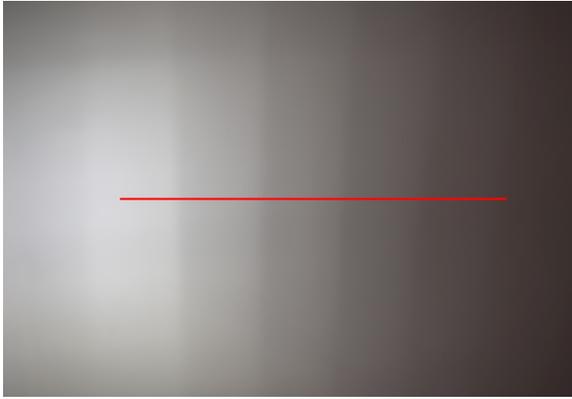
PROFOTO B1



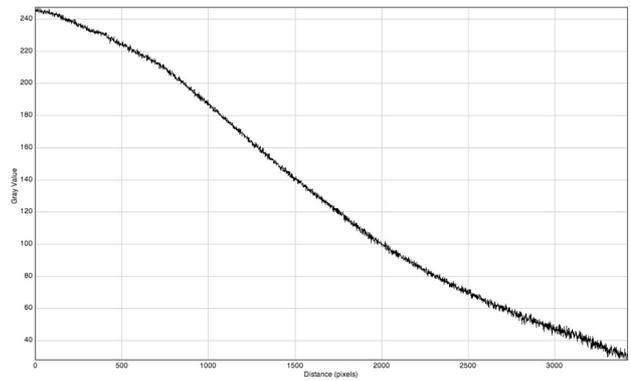
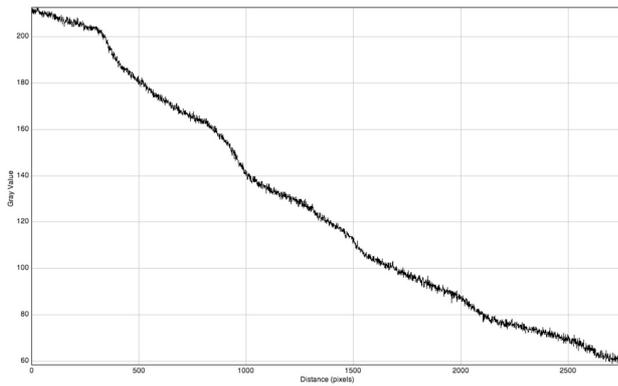
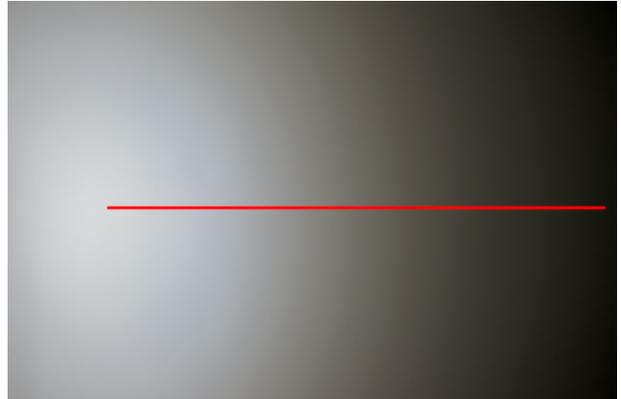
El flash compacto B1 presenta una zona de penumbra en su falloff un tanto más notorio que en las anteriores antorchas. Presenta escalones considerables desde la zona de penumbra hasta la zona de umbra.

Diagnóstico falloff en pared. Luz continua.

Luz PANEL LED (HPL - 70 LED light 5400k
70w)

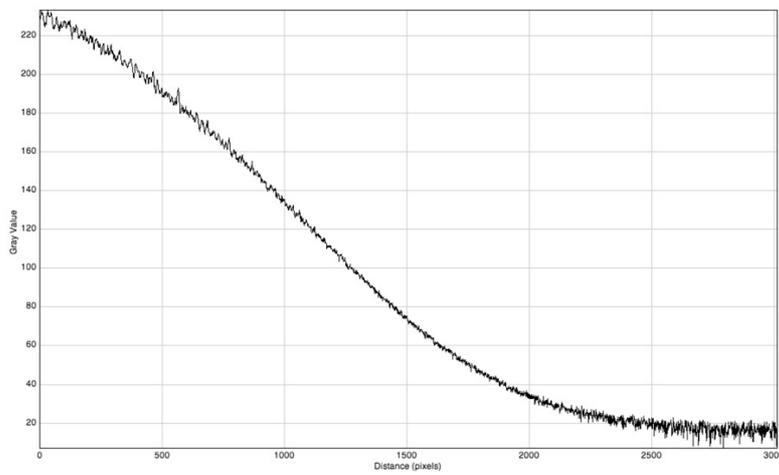
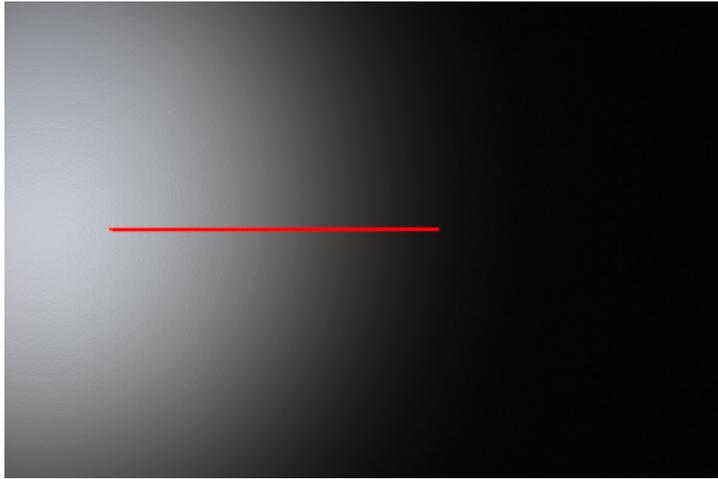


HIGH OUTPUT LED 50° 5600K ACLAM



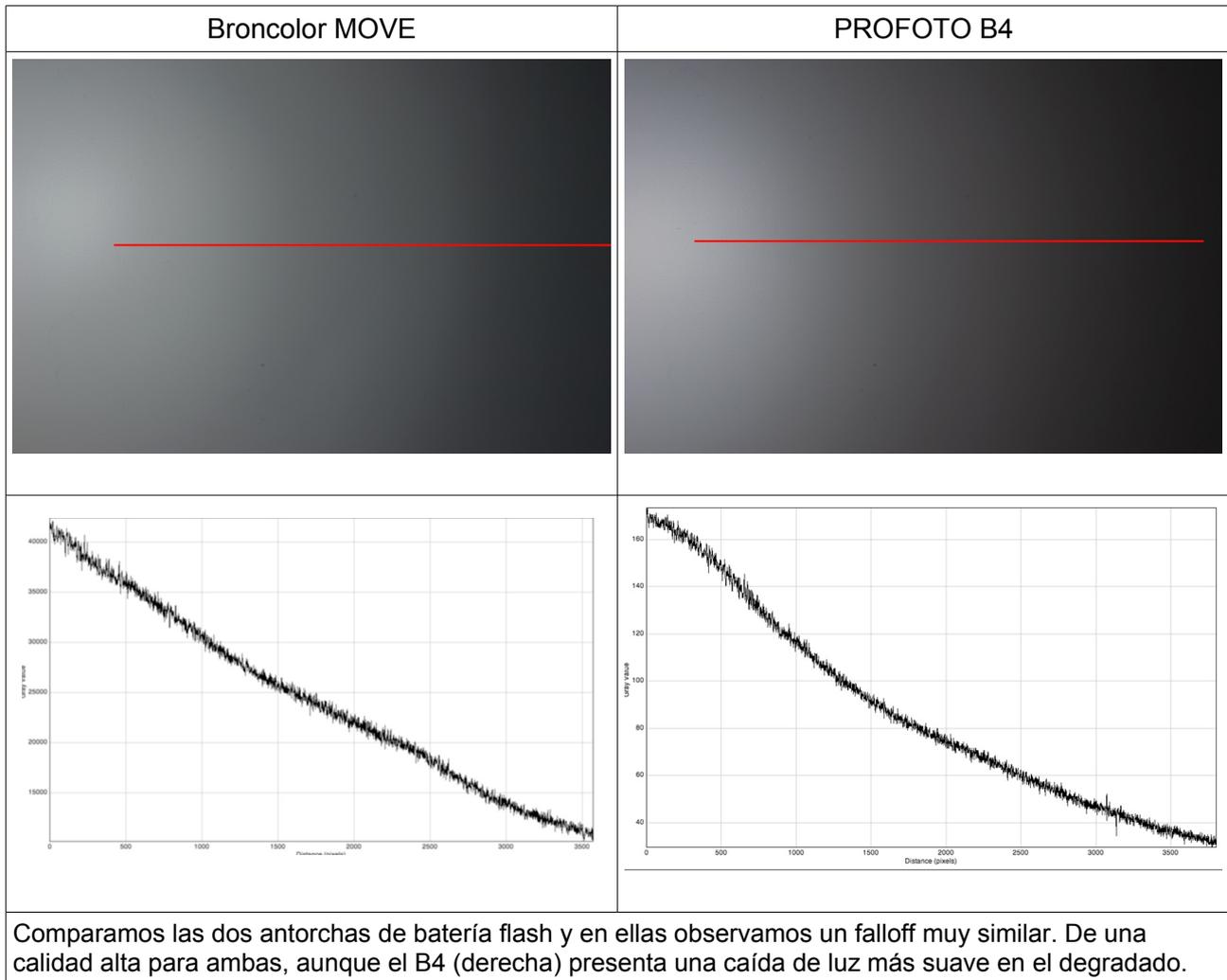
Comparamos los dos paneles LED (izquierda) de estructura cuadrada. En ellos observamos que, a pesar de que el HPL tiene menor número de bombillas, la distribución de estas no es tan eficiente como la del HOL (derecha).

DLED PORTABLE 90W LED BICOLOR ACLAM

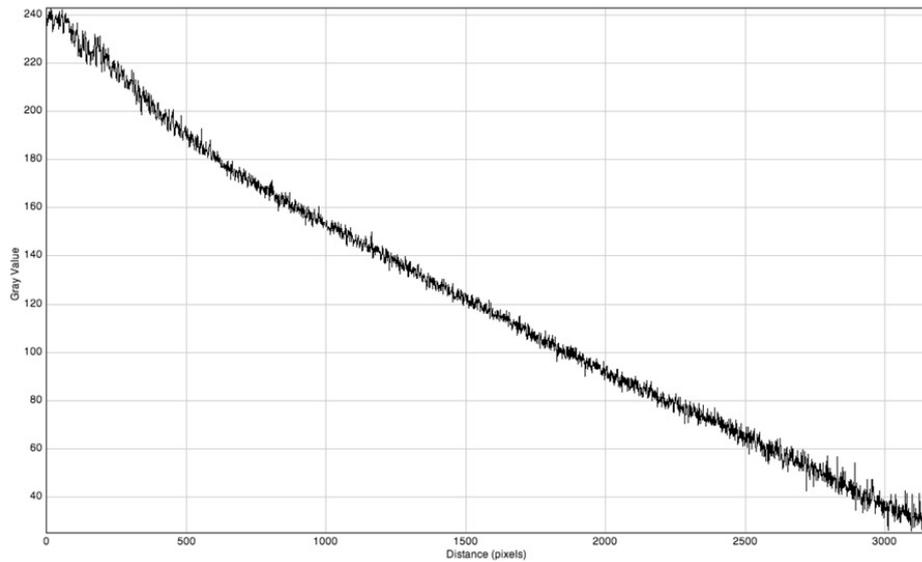
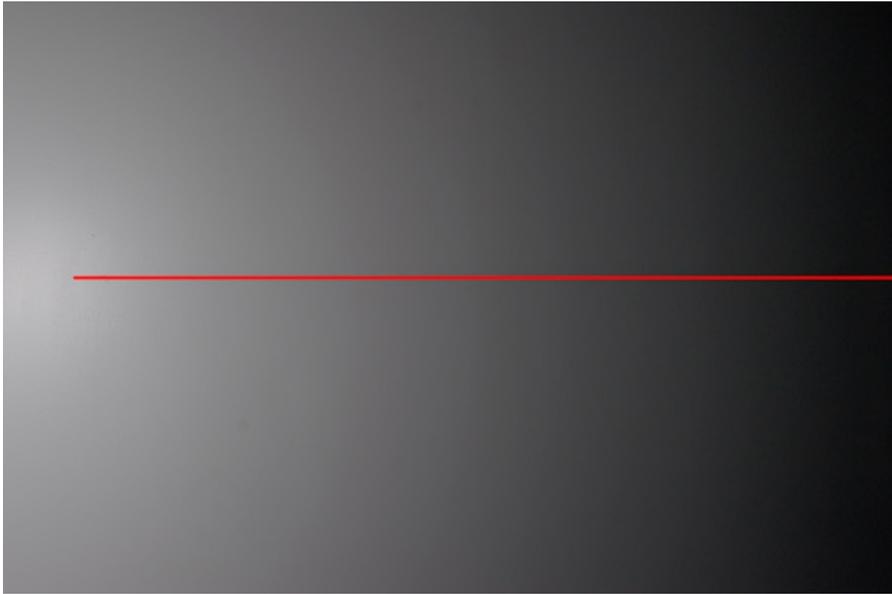


Por último, el DLED nos muestra las mismas características en el falloff que si fuese sobre un objeto. Un desvanecimiento de la luz intenso y brusco, muy focalizado y sin saltos.

Diagnóstico falloff en pared. Luz Flash.



PROFOTO B1



El flash compacto B1 se presenta como el de mejor construcción, ya que el falloff que presenta nos demuestra una armonía desde las altas luces hasta las sombras más profundas, siendo así más lineal que los anteriores.

Análisis general del testeo del falloff para fuentes de luz continua y luz flash.

El falloff en las fuentes de luz continua presenta sombras mal estructuradas. Su desvanecimiento, siempre que venga provocado por el conjunto de numerosas bombillas estructuradas todas ellas en cuadrícula, como sucede en los paneles LED, provoca saltos en la degradación natural de la luz. Sin embargo, para las fuentes de luz continua que están construidas de forma circular, podemos observar una homogeneidad en la degradación de la luz además de una luz más concentrada. Si quisiéramos suavizar el falloff que provocan estas últimas fuentes de luz, podríamos aplicarles complementos difusores de luz, cosa que no podríamos hacer en los paneles led ya que estos los traen incorporados.

Por lo general, las fuentes de luz flash definen un falloff de elevada calidad. Su caída de luz se presenta lineal y homogénea relativamente, dando lugar a pequeños picos o escalones cuando los objetos se posicionan de manera frontal a la fuente de luz. Es muy característico ver intensos falloff en la luz flash debido a su construcción, pero esto puede ser fácilmente modelable gracias a modificadores de luz (difusores) que suavizan la caída de luz.

La posición del objeto frente a la fuente de luz juega un papel importante tanto para la luz continua como para la luz flash, dado que la proyección de los rayos de luz que inciden sobre los bordes del objeto reproducen un falloff más agresivo y con “escalones” cuando el objeto se posiciona de manera lateral que cuando lo hace en una posición totalmente frontal.

Diagnóstico variación de Temp. Color por potencia.

Luz continua.

HPL - 70 LED light 5400k 70w	
EV 1	5500K
EV 2	5550K
Estabilidad entre mínima y máxima potencia. +-50K.	

HIGH OUTPUT LED 50° 5600K ACLAM	
EV 1	4030K
EV 2	4030K
EV 3	4010K
EV 4	4010K
Ligeras variaciones pero inapreciables para el ojo humano. +/- 20K.	

DLED PORTABLE 90W LED BICOLOR ACLAM	
EV 1	4010K
EV 2	4210K
EV 3	4160K
EV 4	4270K
EV 5	4210K
EV 6	4250K
EV 7	4340K
EV 8	4160K
Cambios más agresivos conforme se va subiendo la intensidad. Podemos presenciar más de 300K de diferencia por lo que habría que tener presente estas variaciones de color en la luz a intensidades altas.	

Diagnóstico variación de Temp. Color por potencia.

Luz flash.

Disparos con intervalos de un segundo. Con tecnología ECTC activada cuando se dispone de ella.

Broncolor MOVE	
EV 1	5964K
EV 2	6008K
EV 3	6016K
EV 4	6068K
EV 5	6043K
EV 6	6051K
EV 7	5989K
EV 8	5971K
EV 9	6012K

Este flash de batería admite un buen rendimiento a altas frecuencias de disparo. La oscilaciones kelvin son mínimas, inapreciables al ojo humano. El rendimiento de la tecnología ECTC es eficiente. Oscilaciones leves. +- 70k.

PROFOTO B4	
EV 1	6530K
EV 2	6640K
EV 3	6230K
EV 4	6410K
EV 5	6250K
EV 6	6386K
EV 7	6553K
EV 8	6395K
EV 9	6473K

El generador B4 presenta bastantes oscilaciones en los kelvin de cada uno de los EV. Con significantes de +-400K. La falta de constancia de color en sus diferentes potencia decae la calidad de esta herramienta. Sin tecnología ECTC.

Broncolor SIROS 800 L	
EV 1	5793K
EV 2	5793K
EV 3	5904K
EV 4	5941K
EV 5	5893K
EV 6	5765K
EV 7	5911K
EV 8	5985K
EV 9	5978K

El flash compacto SIROS presenta una calidad notoria en su constancia de color a diferentes potencias. Con oscilaciones moderadas con algún cambio brusco de +- 150k. El rendimiento de la tecnología ECTC es eficiente.

PROFOTO B1	
EV 1	6900K
EV 2	6740K
EV 3	6540K
EV 4	6330K
EV 5	5920K
EV 6	6300K
EV 7	6170K
EV 8	6140K
EV 9	6300K

El flash compacto b1 se presenta como el más inestable de todos, sus oscilaciones son las más agresivas, llegando a tener una diferencia de +- 1000k. Entre la primera y la última foto de la escala de potencias. Sin tecnología ECTC.

Fuentes de luz	Número de EV's de rango de intensidad	Variación max. y min. De grados kelvin.
HPL 70	2	+/- 50 K
High output LED	4	+/- 20 K
DLED Portable 90	8	+/- 300 K
Move	9	+/- 70 K
Profoto B4	9	+/- 400 K
SIROS L 800	9	+/- 150 K
Profoto B1	9	+/- 1000 K

Análisis general de la variación de temp. de color por potencia para fuentes de luz continua y luz flash.

En general, los equipos de panel LED (HPL y HOL) con distribución de sus bombillas en forma de cuadrícula presentan una estabilidad casi total en la constancia de color para sus diferentes EV. Es cierto que estas fuentes no tienen una gran gama de potencias como sí la tienen el panel LED circular (DLED) o las fuentes de luz flash, que alcanzan los 9 EV de rango de intensidad luminosa. Para las fuentes de luz flash siempre ha estado presente la dificultad de mantener un equilibrio controlado en la temperatura de color para sus diferentes EV. Estos equipos permiten cambiar ratios de voltaje muy amplios, por lo que mantener los mismos kelvins puede convertirse en algo inaudito. Se puede observar que los equipos pertenecientes a la marca broncolor (tecnología ECTC) consiguen mantener la temperatura en rango de +/- 150 k. de diferencia. Algo que ocurre para los dos tipos de fuentes de iluminación es que conforme aumenta la intensidad de luz también lo hace la diferencia de temperatura de color. La batería Profoto B1 presenta unas diferencias notorias en sus EV más elevados.

Diagnóstico de la Delta E a través de perfil DNG generado con carta de color ColorChecker24

Para luz continua y luz flash.



Fuentes de luz	Delta ΔE
Multiblitz Profolux 500 – Luz modelado	4,8
HPL 70	2,2
High output LED	2
DLED Portable 90	5,6
Move	2,7
Profoto B4	3,9
SIROS L 800	3,4
Profoto B1	6,1

El rendimiento de nuestras fuentes de luz artificial, en cuanto fidelidad del color se refiere, se mantiene dentro del promedio calidad. Una fuente de iluminación en condiciones mínimas para trabajos de fotografía debería obtener valores de ΔE promedio inferiores a 4. Algunas fuentes de luz continua (luz modelado Multiblitz y DLED) como luz flash (equipos de PROFOTO) dejan bastante que desear, por lo que la creación de un perfil de color correcto para estos equipos cobra gran importancia a la hora de sacar un buen resultado en fotografías donde se utilicen estas fuentes de luz.

ΔE^*	Calidad
1	Excelente
1-2	Buena
2-4	Normal
4-5	Suficiente
> 5	Mala

Diagnóstico fliqueo.

Luz continua.

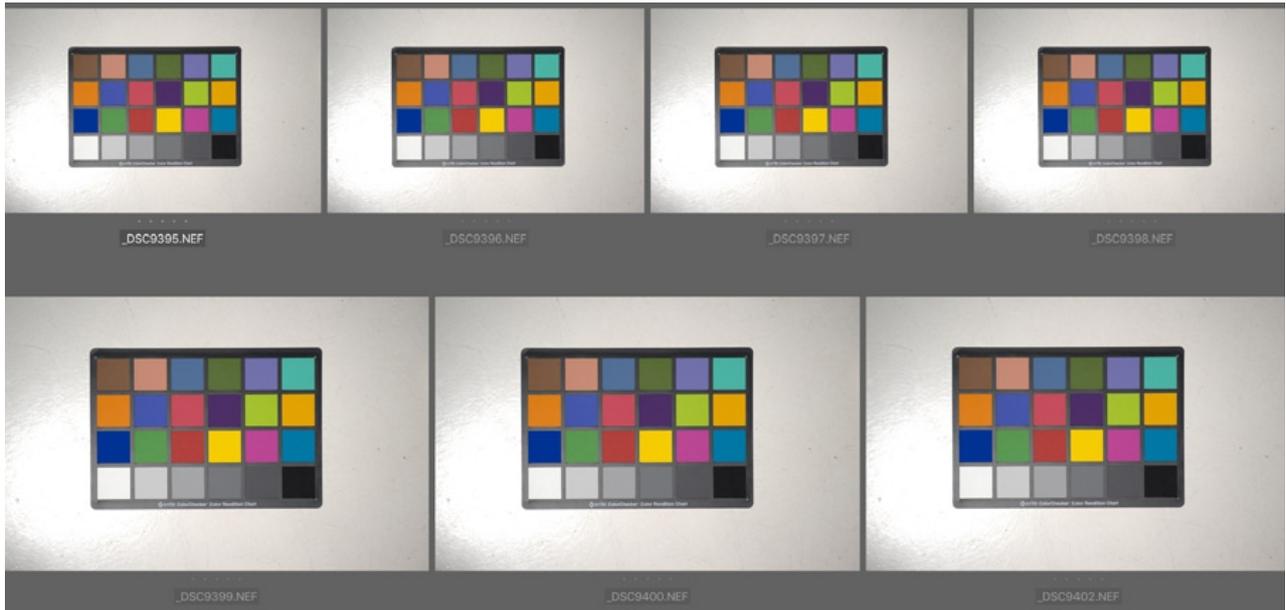
Parche gris medio de carta de color ColorChecker 24

MultiBlizt PROFILUX 500 – LUZ MODELADO	
Disparo 1	Valor de gris medio: 229
Disparo 2	Valor de gris medio: 224
Disparo 3	Valor de gris medio: 224
Disparo 4	Valor de gris medio: 224
Disparo 5	Valor de gris medio: 227
Disparo 6	Valor de gris medio: 225
Disparo 7	Valor de gris medio: 223
Disparo 8	Valor de gris medio: 224



La luz de modelado de esta antorcha se presenta con desvanecimientos mínimos en la intensidad de luz. Para comprobar el verdadero comportamiento del fliqueo en el flash de MultiBlizt, se ha generado un archivo gif que recoge la serie de fotografías disparadas en ráfaga, comprobando de manera efectiva que estos desfallecimientos son apreciables por el ojo humano.
+/- 5 valores de gris.

HPL - 70 LED light 5400k 70w	
Disparo 1	Valor de gris medio: 243
Disparo 2	Valor de gris medio: 241
Disparo 3	Valor de gris medio: 243
Disparo 4	Valor de gris medio: 244
Disparo 5	Valor de gris medio: 244
Disparo 6	Valor de gris medio: 243
Disparo 7	Valor de gris medio: 241



Este panel LED se comporta muy bien en cuanto al flicker de sus bombillas. No existen desvanecimientos significativos en la intensidad de luz.
 +/- 2 valores de gris.

HIGH OUTPUT LED 50° 5600K ACLAM	
Disparo 1	Valor de gris medio: 238
Disparo 2	Valor de gris medio: 238
Disparo 3	Valor de gris medio: 238
Disparo 4	Valor de gris medio: 238
Disparo 5	Valor de gris medio: 238
Disparo 6	Valor de gris medio: 238
Disparo 7	Valor de gris medio: 238
Disparo 8	Valor de gris medio: 238



Perfecta estabilidad en las bombillas LED, manteniendo en todo momento la intensidad de luz.

DLED PORTABLE 90W LED BICOLOR ACLAM

Disparo 1	Valor de gris medio: 244
Disparo 2	Valor de gris medio: 241
Disparo 3	Valor de gris medio: 243
Disparo 4	Valor de gris medio: 241
Disparo 5	Valor de gris medio: 244
Disparo 6	Valor de gris medio: 244
Disparo 7	Valor de gris medio: 244
Disparo 8	Valor de gris medio: 242



Este LED de construcción circular también presenta una gran calidad y eficiencia en sus ráfagas de disparo. Podemos apreciar mínimas variaciones de intensidad, inapreciables para el ojo humano.
 +/- 3 valores de gris.

Diagnóstico variación de Temp. Color por ráfaga.

Luz flash.

Las ráfagas se han disparado a una velocidad de 1/160s entre cada fotografía.

Broncolor MOVE	
Disparo 1	Valor de gris medio: 188
Disparo 2	Valor de gris medio: 188
Disparo 3	Valor de gris medio: 189
Disparo 4	Valor de gris medio: 188
Disparo 5	Valor de gris medio: 191
Disparo 6	Valor de gris medio: 189
Disparo 7	Valor de gris medio: 189
Disparo 8	Valor de gris medio: 189



La antorcha de la batería MOVE presenta un gran rendimiento sin apenas desvanecimientos en la intensidad de luz. Se mantiene sin cambios para el ojo humano, tiene un pico de +/- 3 valores de diferencia en la escala de grises.

PROFOTO B4

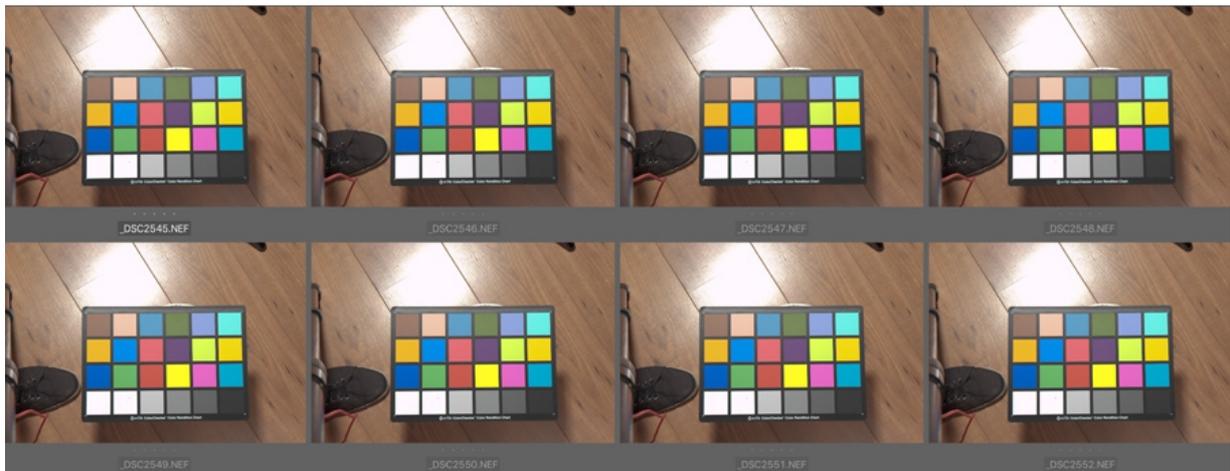
Disparo 1	Valor de gris medio: 202
Disparo 2	Valor de gris medio: 204
Disparo 3	Valor de gris medio: 199
Disparo 4	Valor de gris medio: 199
Disparo 5	Valor de gris medio: 202
Disparo 6	Valor de gris medio: 199
Disparo 7	Valor de gris medio: 203



La antorcha de la batería B4 presenta un gran rendimiento sin apenas desvanecimientos en la intensidad de luz. Se mantiene sin cambios para el ojo humano, tiene un pico de 3 valores de diferencia en la escala de grises.

Broncolor SIROS 800 L

Disparo 1	Valor de gris medio: 192
Disparo 2	Valor de gris medio: 192
Disparo 3	Valor de gris medio: 192
Disparo 4	Valor de gris medio: 194
Disparo 5	Valor de gris medio: 193
Disparo 6	Valor de gris medio: 193
Disparo 7	Valor de gris medio: 193
Disparo 8	Valor de gris medio: 193



El flash compacto ofrece una eficacia casi impoluta. Apenas 2 valores de gris de diferencia entre las fotos pertenecientes a esta ráfaga de 8 disparos.

PROFOTO B1	
Disparo 1	Valor de gris medio: 194
Disparo 2	Valor de gris medio: 209
Disparo 3	Valor de gris medio: 212
Disparo 4	Valor de gris medio: 222
Disparo 5	Valor de gris medio: 226
Disparo 6	Valor de gris medio: 231
Disparo 7	Valor de gris medio: 237
Disparo 8	Valor de gris medio: 243



El flash compacto B1 presenta menor rendimiento que anteriores luminantes. Diferencia de hasta 10 valores de gris entre foto y foto. Y de un máximo de 49 valores de gris de diferencia entre la primera fotografía de la ráfaga y la última.

Fuentes de luz	Número de disparos	Variación max. y min. de valores de gris
HPL 70	8	2
High output LED	8	0
DLED Portable 90	8	3
Move	8	3
Profoto B4	8	3
SIROS L 800	8	2
Profoto B1	8	49

Análisis general del ejercicio de diagnóstico de variación de intensidad de luz para fuentes de luz continua y luz flash.

En general, las fuentes de luz continua testeadas presentan una alta eficiencia en la constancia de intensidad de luz en las ráfagas disparadas para cada una de ellas. Sin duda alguna, una buena elección para abarcar proyectos donde queramos captar imágenes en secuencias muy rápidas, siempre y cuando mantengamos la intensidad con la que disparamos en la escena.

Al igual que en la luz continua, las ráfagas de disparos a las que se han sometido las cuatro fuentes de luz flash han devuelto un eficiente rendimiento en este test. El flash B1 (profoto) es la fuente de luz que más inestable se presenta entre las elegidas para este ejercicio, presentando un fliqueo considerable para el ojo humano (49 valores de gris de máxima diferencia).

Comparativa de eficiencia de congelación de un objeto móvil fotografiado.

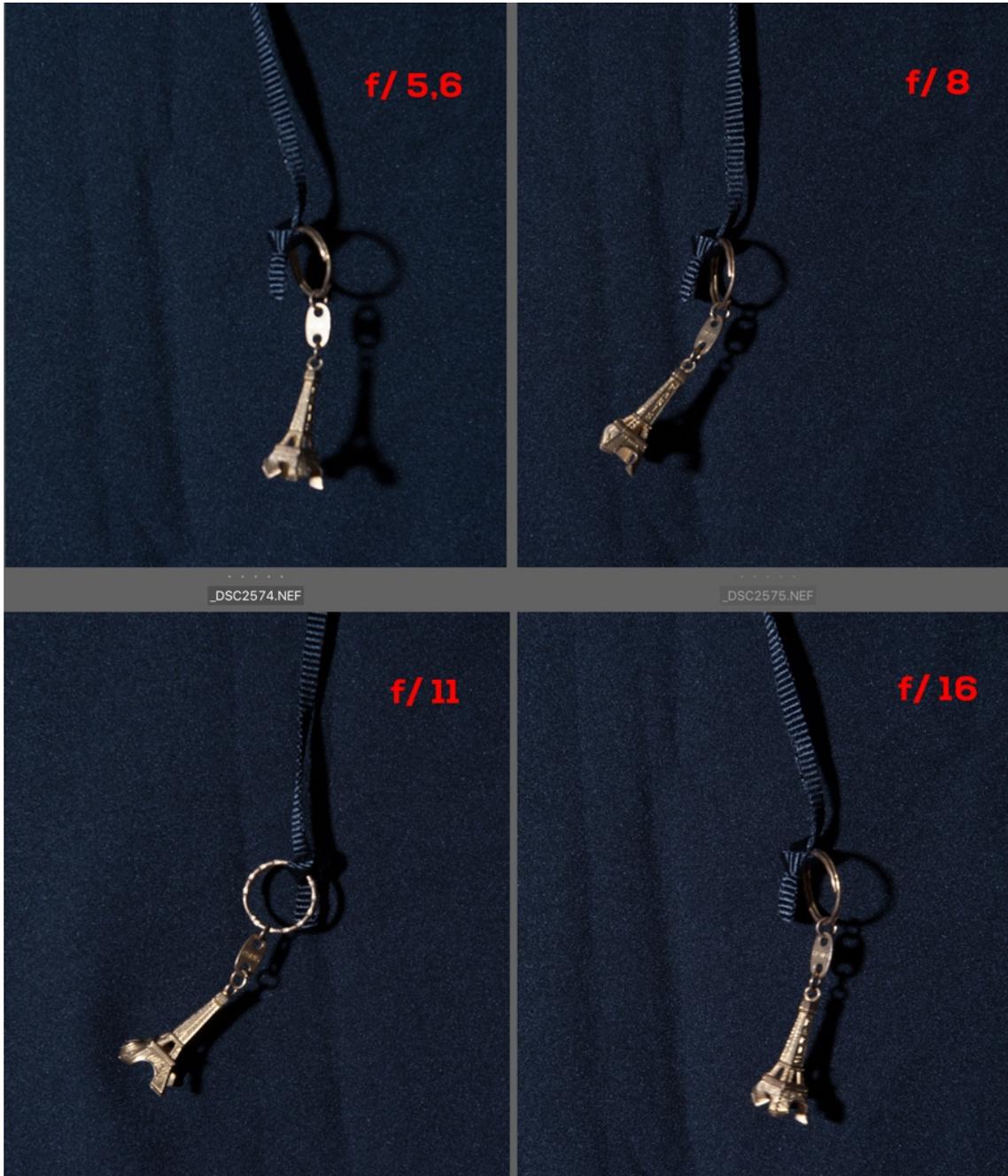
Se ha usado la tecnología Cut-off en todos los flashes de este ejercicio de comparativa.
Recortes al 100%.

Broncolor MOVE	
EV 1	F 5,6
EV 2	F 8
EV 3	f 11
EV 4	f 16

La batería MOVE presenta en todas sus potencias una eficacia tenaz en la congelación del movimiento de un objeto.

SIROS L 800

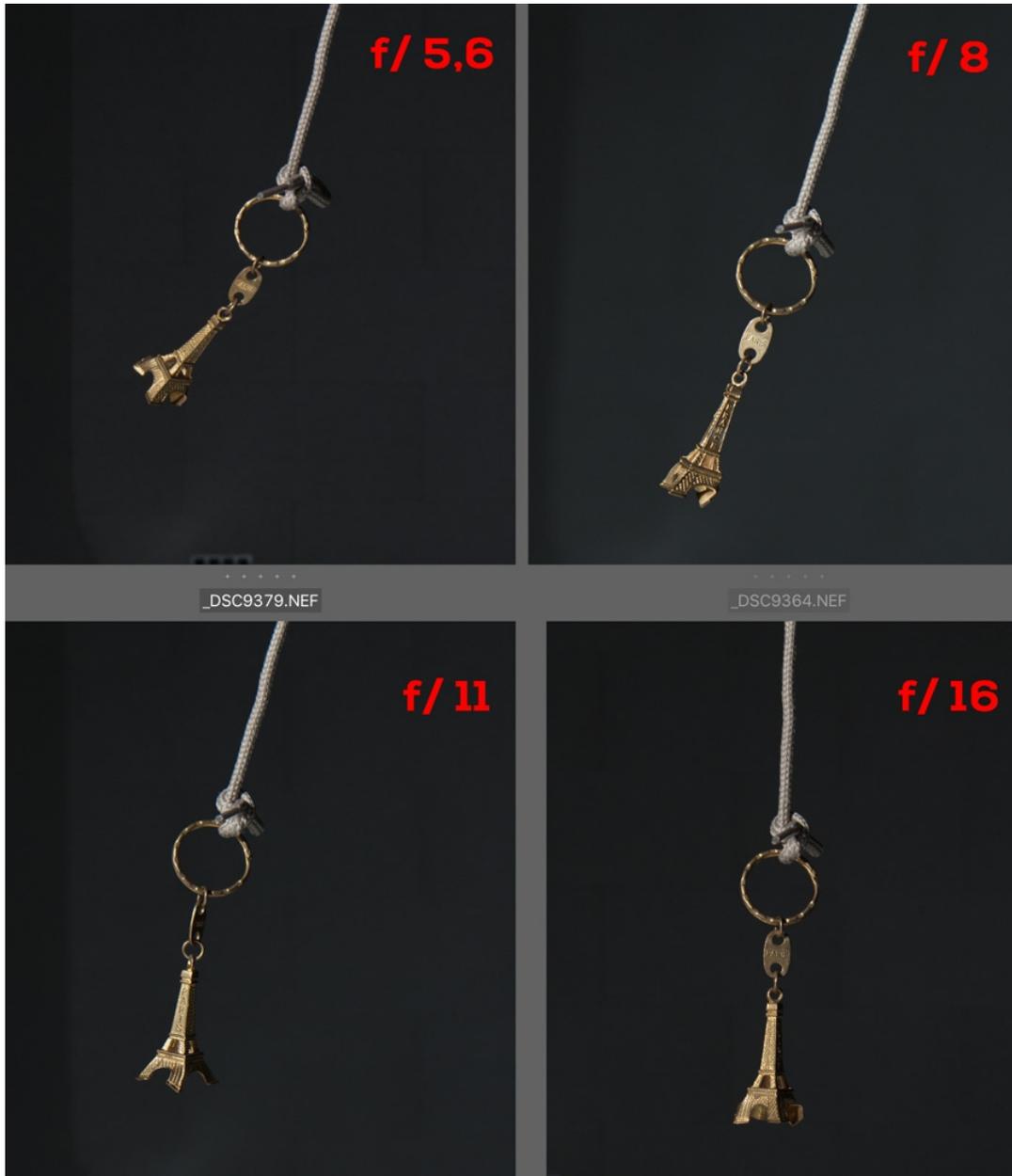
EV 1	F 5,6
EV 2	F 8
EV 3	f 11
EV 4	f 16



El flash compacto de SIROS hace un eficiente uso del Cut-off, siendo más inestable a partir del EV 8 (f 11), por lo que observamos una estela más considerable en las altas potencias.

PROFOTO B4

EV 1	F 5,6
EV 2	F 8
EV 3	f 11
EV 4	f 16



La batería B4 presenta en la mayoría de sus potencias una eficacia tenaz en la congelación del movimiento de un objeto, siendo en la potencia más alta la que presenta una mínima estela de luz residual del flash.

PROFOTO B1

EV 1	F 5,6
EV 2	F 8
EV 3	f 11
EV 4	f 16



El flash compacto de B1 hace un eficiente uso del Cut-off, siendo más inestable a partir del EV 8 (f 11), por lo que observamos una estela más considerable en las altas potencias.

COMPARATIVA: f16, ISO 200, 1/125 RECORTE:100%



Como indican los recortes al 100% de estas imágenes, la tecnología que permite “congelar” un objeto en movimiento para las baterías flash “MOVE” (brnccolor) y “B4” (PROFOTO), funcionan a un rendimiento mucho más alto que los que incluyen las antorchas flash compactas “SIROS L” (brnccolor) y B1 (Profoto). En este caso, las baterías de flash siguen marcando la diferencia en cuanto a prestaciones. Su alto precio para estos equipos se terminan de justificar con este último test.

8. CONCLUSIONES

Muchos han sido los meses de trabajo detrás de este elaborado proyecto, motivado por las continuas preguntas generadas a través de los resultados obtenidos en diferentes proyectos fotográficos durante los últimos años. Por ello, se decidió empezar por el principio para no desorientar al lector, con el fin de que descubriera de la forma más parecida a la mía todo aquello que engloba la luz dentro del universo que guarda tras de sí la fotografía.

Se han repasado las naturalezas de la luz, cómo se comporta según el canal por el que viaja y cómo se manifiesta. Gracias a una retrospectiva, se ha podido conocer la evolución de las diferentes maneras en las que se utilizaba el recurso de la luz artificial para obtener resultados imaginados o esbozados, y otros jamás presenciados hasta la fecha. Gracias a estas inquietudes, hoy podemos realizar magníficos trabajos que hasta hace relativamente muy poco eran impensables.

Y es que la luz, o más bien la fotografía, tiene algo muy peculiar, e incluso, dicho en forma coloquial, siempre que te da algo hay otro algo que te quita, y con este símil un tanto peculiar me refiero a todas las barreras técnicas, físicas y de calidad que presentan las características anteriormente explicadas.

Uno de los estudios que ha quedado pendiente es el test de hipersincronización para fotografía de alta velocidad. Un ejercicio muy interesante donde la luz es capaz de sincronizarse con las cortinillas de una cámara digital para aprovechar toda la potencia de un flash.

Pendiente ha quedado también el test de tiempo de refresco de un flash, algo muy importante para producciones donde, sin tener la necesidad de fotografiar en ráfaga, sí se requiere de una constante actividad de disparo para no perder el dinamismo de la sesión fotográfica.

Un apunte muy importante de este trabajo es que no todos los tests se han realizado en el mismo lugar. Concretamente se han utilizado tres espacios: el plató de la facultad donde he estudiado, la consultoría de fotografía de Txlab y el plató de estudio de ACLAM FOTO. Aunque se ha intentado conservar las mismas condiciones, no han sido para todos los espacios por igual, por lo que si volviese a realizar este trabajo o alguno similar lo haría en un único lugar para encontrarme con las menores variaciones externas posibles y que estas no repercutan en el resultado final.

Podemos decir que no existe una solución idónea para cada uno de los problemas observados en los tests de calidad, pero sí se han puesto sobre la mesa los equipos y tecnologías mejor preparados para cierto tipo de producciones fotográficas o cinematográficas. Tanto la luz continua como la luz flash seguirán muy presentes en el mercado, pero hay marcas que deberán “ponerse las pilas” ya cada vez las exigencias son más altas y la tecnología avanza cada vez más rápido.

AGRADECIMIENTOS

Sería desacertado no nombrar la figura de Beatriz Martínez, directora de este trabajo de fin de grado y aporte de gran importancia en la confección de los diferentes ejercicios de testeo para las fuentes de iluminación, guiando con acierto y amoldándose a la velocidad con la que se ha operado. Unas operaciones precedidas por una labor de logística en las que han intervenido entidades como TxLab y ACLAM FOTO, facilitando en todo momento la oportunidad de hacer servir sus equipos, espacios, y tiempo para la consecución de este trabajo. Una labor convertida en todo un proyecto que, aunque la etapa académica llega a su fin, no cesa ni en su práctica ni en su evolución para futuros proyectos, manteniendo siempre la llama de la curiosidad para seguir indagando y aprendiendo, algo que siempre me ha perseguido con la misma pasión con la que hago las cosas en las que creo.

BIBLIOGRAFÍA

Libros impresos.

JAY K. & JAY D. (2005). *Fotografía Digital Avanzada*. Madrid: GRUPO ANAYA S.A.

ELIZABET ALLEN. (2009). *The Manual of Photography*. Oxon: Focal Press.

LESLIE S. & RICHARD Z. (1993). *Encyclopedia of photography*, Focal Press.

Portales web.

[En línea]. WIKIPEDIA. La luz. < <https://es.wikipedia.org/wiki/Luz> > [Consulta: 07 de octubre de 2015].

[En línea] TELEFORMACIÓN. La luz se propaga en línea recta.
<<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/OptGeometrica/LucesYsombras/LineaRecta.htm>> [Consulta: 07 de octubre de 2015].

[En línea] LUIPERPOM. No sé ni cómo te atreves.
<<https://luipermom.wordpress.com/2010/04/07/que-es-la-difraccion/>> [Consulta: 14 de octubre de 2015].

[En línea]. WIKIPEDIA. Temperatura de color. <https://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura_de_color> [Consulta: 14 de octubre de 2015].

[En línea]. GLOSARIO GRÁFICO. Temperatura de color.
<http://www.glosariografico.com/temperatura_color>. [Consulta: 14 de octubre de 2015].

[En línea]. ALBED MEDIA. El flash de magnesio.
<<http://www.dsrlmagazine.com/clasico/analogico/el-flash-de-magnesio/>>. [Consulta: 25 de octubre de 2015].

[En línea]. CIBERPERIODISMO. La cámara fotográfica y el flash.
<<https://uvaciberperiodismo.wordpress.com/2016/04/18/la-camara-fotografica-y-el-flash/>> [Consulta: 25 de octubre de 2015].

[En línea]. EL MUNDO. Edgerton, la fotografía hecha ciencia.
<<http://www.elmundo.es/elmundo/2010/06/08/cultura/1276007798.html>> [Consulta: 25 de octubre de 2015].

[En línea]. EL MUNDO. Nobel de Física para los padres de la revolución de las luces LED
<<http://www.elmundo.es/ciencia/2014/10/07/5433b1f9ca47410e098b4574.html>> [Consulta: 25 de octubre de 2015].

[En línea]. XAKATAMOVIL. Flash en la cámara del móvil: ¿cuál es la apuesta de los principales fabricantes? <<http://www.xatakamovil.com/variados/flash-en-la-camara-del-movil-por-que-apuestan-los-principales-fabricantes>> [Consulta: 26 de octubre de 2015].

[En línea]. TXLAB. Fuente de luz continua. <<http://www.tx-lab.com/productos/broncolor/luz-continua/hmi/>> [Consulta: 07 de noviembre de 2015].

[En línea]. LUUSILVESTRI. Luz HMI <<http://es.slideshare.net/luusilvestri/luces-hmi>>.[Consulta: 07 de noviembre de 2015].

Libros electrónicos.

J.A. TABOADA. [En línea] MANUAL DE LUMINOTECNIA <http://www.fau.usp.br/cursos/graduacao/arg_urbanismo/disciplinas/aut0262/Artificial/Capitulo_7.pdf> [Consulta: 21 de octubre de 2015].

