

Curso de dirección de fotografía

Tema 1: Dimensionamiento

Dimensionamiento luminoso

Lección 1.1 Atributos, magnitudes y unidades fotométricas

Atributo: aquello en lo que podemos pensar y damos nombre. Magnitud: un atributo que cuantificamos numéricamente. Unidad: la unidad de medida empleada para cuantificar la magnitud.

Magnitud fundamental: la que se define en el sistema de unidades como base para una parte de la física. Magnitud derivada: cada una de las magnitudes que se definen a partir de las fundamentales. Unidad fundamental: unidad correspondiente a una magnitud en un sistema de unidades. Unidad derivada: unidad correspondiente a una magnitud derivada en un sistema de unidades.

Dimensiones: unidades fundamentales con las que se define una unidad derivada.

Adimensional: una magnitud que tiene número pero no unidades.

1.1.1 Noción de atributo, magnitud y unidad

Un atributo es todo aquello en lo que podemos pensar y a lo que damos nombre. En lo referente a la iluminación son atributos la iluminación, que es la luz que cae sobre una escena o el brillo, que es la luz que vemos directamente ya sea porque se refleja en las cosas o porque las atraviesa y la vemos.

Una magnitud es un atributo que valoramos por un número. Una magnitud debe definirse obligatoriamente de forma precisa. Por ejemplo, para el atributo brillo disponemos de numerosas magnitudes como la luminancia, que es la intensidad luminosa emitida en una dirección y dentro de un ángulo de visión pero también usamos la reflectancia que es el tanto por ciento en que la luz reflejada por la superficie entra dentro de la luz reflejada por una superficie perfectamente difusa. La iluminación, por ejemplo, emplea normalmente como magnitud la iluminancia, que es la energía luminosa que pasa perpendicularmente por una superficie plana dada. Esto es la iluminación que mide un fotómetro cuando le colocamos el difusor plano mientras que otra magnitud de la luminancia, que es la que medimos cuando colocamos la calota esférica no tiene nombre.

Una unidad es la base a partir de la que cuantificamos una magnitud. Hay numerosos sistemas de unidades. En fotometría fotográfica empleamos el Sistema Internacional de Unidades. En los Estados Unidos de Norteamérica emplean el anticuado sistema imperial. No obstante dada la preeminencia de la industria cinematográfica de este país en el mercado no son pocos los técnicos y la información que circula manejando estas unidades obsoletas en todo el mundo.

1.1.2 El sistema de unidades

Los sistemas de unidades emplean un conjunto de unidades para cada parte de la física. Hay dos tipos de unidades, las fundamentales y las derivadas. Para cada parte de la física escogemos una magnitud con la que definimos una unidad que sirve de base para cualquier otra. Todas estas magnitudes que se definen a partir de una tomada como fundamental se llaman *magnitudes derivadas* y sus unidades *unidades derivadas*. Debido a esta definición aparece otra manera de categorizar que es la dimensionalidad. Una dimensión es una unidad fundamental. Una unidad sin dimensiones es la que corresponde a una magnitud pero que matemáticamente resulta no tener unidades fundamentales. Por ejemplo, el ángulo sólido es el ángulo que abarca un cono y se define dividiendo la superficie de su base entre el cuadrado de su altura. Por tanto sus unidades son longitud al cuadrado (superficie) dividida entre longitud al cuadrado. Al dividir metros cuadrados entre metros cuadrados el resultado es 1 y se anulan las dimensiones. Por tanto el ángulo sólido ("ángulo en 3D") de un cono es una magnitud sin dimensiones.

Las magnitudes fundamentales del sistema físico son:

En mecánica: La mecánica tiene cuatro magnitudes fundamentales.

- Longitud: La unidad en el sistema internacional de unidades es el metro.

- Masa: la unidad en el sistema internacional es el kilogramo.
- Tiempo: la unidad es el segundo.
- Energía: la unidad es el julio.

Electricidad: Solo tiene una magnitud.

- Intensidad eléctrica. La unidad es el amperio que depende del número de electrones que circula por segundo.

Termodinámica: Solo tiene una magnitud fundamental.

- Temperatura. La temperatura se mide en Kelvins (que no en *grados kelvin*).

Fotometría: Solo tiene una magnitud fundamental.

- Intensidad luminosa. La intensidad se mide en candelas.

El resto de magnitudes y unidades se derivan de las anteriores. Por ejemplo, la velocidad es la distancia recorrida en la unidad de tiempo, por tanto se mide en metros por segundo y sus dimensiones son longitud dividida entre tiempo al cuadrado. La potencia, que se mide en vatios, se define como la energía empleada dividida entre el tiempo que la usamos, por tanto sus dimensiones son energía dividida entre tiempo. El trabajo o el potencial eléctrico, son magnitudes derivadas de la energía. La carga eléctrica es una magnitud derivada de la intensidad eléctrica y el tiempo. El flujo luminoso es el producto de la intensidad luminosa multiplicada por la superficie que atraviesa el haz de luz.

La elección de la magnitud fundamental atiende a criterios prácticos de laboratorio y no a la lógica de la razón. Por ejemplo, parece razonable que la magnitud fundamental de la electricidad fuera la carga eléctrica y no la intensidad que es la cantidad de carga que circula por segundo. Sin embargo la intensidad es sencilla de determinar en laboratorio mientras que la carga la medimos a partir de medir previamente la intensidad. Por tanto el sistema físico define como fundamental la intensidad, que es lo sencillo de medir en el laboratorio. Igual sucede con el sistema fotométrico en el que la magnitud fundamental es la intensidad y no el flujo, aunque dados los adelantos en los sistemas de medición de los últimos veinte años hay numerosas voces que piden la revisión del sistema y el cambio de magnitud a favor del flujo.

1.1.3 Radiometría y fotometría

La luz es una radiación electromagnética, una onda de radio. Pero la física tardó bastante tiempo en descubrir que ambos fenómenos eran en realidad los mismo. Para cuando nos dimos cuenta ya teníamos dos sistemas de unidades diferentes para estudiar la radio y la luz. En los últimos decenios se han modificado algunas magnitudes para adecuar una relación entre ambas concepciones del electromagnetismo.

El sistema de magnitudes que estudia las ondas de radio se denomina *radiometría* mientras que el sistema de magnitudes que estudia la luz es la *fotometría*.

La radiometría se basa en la energía y define las siguientes magnitudes:

- **Energía radiante.** Es la energía emitida o que circula en un segundo. Por tanto se mide en vatios.
- **Intensidad radiante.** Es la energía radiante emitida en una dirección determinada.
- **Radiancia.** Es la energía emitida por una superficie en una dirección determinada.
- **Irradiancia.** Es la energía que atraviesa perpendicularmente un plano dado.

Por su parte en el sistema fotométrico definimos las siguientes magnitudes:

- **Flujo radiante.** Es la energía radiante ponderada por un factor de corrección que depende de la sensibilidad del ojo a cada longitud de onda. Su unidad es el *lumen*.
- **Intensidad luminosa.** Es el flujo luminoso que va en una dirección. Se mide en *candelas* y es la magnitud fundamental del sistema fotométrico.
- **Iluminancia.** Es el flujo que atraviesa perpendicularmente un plano dado. Se mide en *lux*.

- **Luminancia.** Es la intensidad luminosa reflejada por o que atraviesa una superficie en una dirección determinada.

Vamos definir las adecuadamente.

1.1.4 Flujo radiante

La luz son las ondas de radio que podemos ver y las que están muy cerca del espectro visible. A la banda de frecuencias que podemos ver la llamamos *espectro visible*. No obstante se ha hecho normal en los últimos años hablar del espectro en términos de *longitudes de onda* y no en el de frecuencias. El espectro visible abarca desde aproximadamente los 340nm a los 780nm. Las unidades son nanómetros, es decir, milmillonésimas de metro.

A las ondas de radio de longitud de onda mayores que las de la luz visible, y que por tanto tienen menos frecuencia, las llamamos *luz infrarroja* mientras que a las de longitud de onda menores, y que por tanto tienen frecuencias mayores, las llamamos *luz ultravioleta*. Nuestros ojos son más sensibles a la luz verde, algo menos al rojo y bastante menos al azul. El color es la manera en que subjetivamente interpretamos la frecuencia de la luz. Por tanto podemos pensar en que tenemos una sensibilidad diferente a cada color, y por tanto a cada frecuencia, a cada longitud de onda.

Si tomamos como referencia la longitud de onda de 555nm podemos hablar de la sensibilidad para cada color mediante un número en tanto por ciento sobre esta referencia de 555nm. Si tomamos la potencia, en vatios, que está en cada longitud de onda y la multiplicamos por este factor de sensibilidad relativa tenemos una idea de la manera en que el ojo responde a la luz. Si tomamos energía de cada longitud de onda, la multiplicamos por el factor de sensibilidad del ojo y sumamos todas las cuentas hechas, obtenemos un número que es o que denominamos el *flujo luminoso* y que se mide en *lúmen*.

El flujo, por tanto, se define a partir de la potencia contenida en la luz. Si tomamos la luz ultravioleta o la infrarroja, que aunque se llama *luz* no podemos ver, tendremos un flujo 0 porque el factor de sensibilidad por el que multiplicamos la energía de la luz es 0.

El flujo es la magnitud correspondiente al atributo de *potencia o cantidad de luz*.

Para indicar el flujo usaremos la letra F mayúscula o la letra griega Phi.

1.1.5 Intensidad luminosa

La intensidad luminosa es el flujo que viaja en una dirección determinada. Se mide en *candelas*. La determinación de la dirección se hace situando el vértice de un cono en el punto emisor de luz y viendo cuanta energía luminosa hay dentro del cono. El ángulo abarcado por este cono se mide en estereorradianes que se define a su vez como la base del cono dividida entre su altura al cuadrado.

La intensidad es la magnitud fundamental del sistema fotométrico y todas las demás unidades se definen a partir de ella.

Debido a la manera en que está definida, energía emitida desde el vértice de un cono, la intensidad se debe aplicar a fuentes que puedan asimilarse a un punto.

La intensidad se asimila al mismo atributo de *potencia o cantidad de luz* pero en vez de entenderla como energía total emitida debemos hacerlo como energía emitida en una dirección determinada.

Para indicar la intensidad luminosa escribiremos la letra jota minúscula j.

1.1.6 Iluminancia

La iluminancia es la magnitud relativa al atributo iluminación y se define como el flujo luminoso que atraviesa perpendicularmente un plano determinado. Para calcularlo dividimos el flujo (lumen) entre la superficie del plano en metros cuadrados. Si la luz puede asimilarse a un rayo y éste cae con cierto ángulo sobre el plano de medición entonces hay que emplear la proyección del rayo perpendicular a éste. Por tanto si hemos dividido el flujo entre la superficie ahora solo tenemos que multiplicarlo por el coseno del ángulo que forma el rayo con la normal al plano. La normal es la dirección perpendicular a él.

La iluminancia tiene dimensiones de intensidad dividida entre longitud al cuadrado, por tanto dependiendo de la unidad que usemos para definir la superficie tendremos diferentes unidades para la iluminancia. En el sistema internacional la superficie se mide en metros cuadrados y por la unidad de iluminancia es el lumen dividido por

metro cuadrado que se llama *lux*. Pero si en vez de medir la superficie en metros lo hacemos en piés entonces las unidades son lumen entre pié cuadrado que se llama *pie candela*. Dado que esta unidad solo se define en los Estados Unidos es bastante habitual encontrar escrita esta unidad por su nombre en inglés *footcandle* en vez de por el que le corresponde en español, *piecandela*.

La iluminancia se escribe con la letra e mayúscula E.

1.1.7 Luminancia

La luminancia es la luz que refleja un objeto. Se define como la intensidad luminosa emitida por una superficie. Esto supone la segunda manera de definir una emisión de luz: la intensidad es la luz emitida por un punto, la luminancia la emitida por una superficie. Su unidad es la candela dividida por metro cuadrado. Hace algunos años a esta unidad se le denominaba *nit*.

Si conocemos la iluminancia (los lux) que ilumina una superficie perfectamente difusa que tiene un factor de reflexión determinado la luminancia es la iluminancia multiplicada por el factor de reflexión y dividida por pi.

Por ejemplo, con una iluminancia de 10.000 lux las tres tarjetas de referencia de kodak, negro al 3%, gris al 18% y blanco al 90% tiene unas luminancias de:

$$\text{Para el negro al 3\%: } L = 0,03 \times 10.000 / 3.1416 = 95,5 \text{ cd/m}^2$$

$$\text{Para el gris al 18\% } L = 0,18 \times 10.000 / 3.1416 = 573 \text{ cd/m}^2$$

$$\text{Y para el blanco al 90\% } L = 0,9 \times 10.000 / 3.1416 = 2864,8 \text{ cd/m}^2$$

La magnitud luminancia corresponde al atributo brillo y se escribe con la letra e mayúscula L.

1.1.8 Reflectancia

El factor de reflexión nos da una idea de la cantidad de luz que refleja un objeto y por tanto corresponde al atributo brillo.

Hay dos magnitudes muy parecidas que son la reflectancia y el factor de reflectancia. La reflectancia es el flujo que se refleja en un objeto dividido entre el flujo que incide en él. El factor de reflectancia, o factor de reflexión, que es el que normalmente se da, se obtiene dividiendo la intensidad luminosa reflejada en una dirección determinada entre la intensidad reflejada en la misma dirección y en las mismas condiciones de iluminación por una superficie de referencia que sea perfectamente difusora. Por tanto nuestra tarjeta gris del 18% no significa que refleje el 18% de la luz que le llega, sino que refleja el 18% de la luz que reflejaría una superficie blanca perfectamente difusora.

La primera consecuencia de esta manera de definir la reflexión es que puede haber factores de reflexión superiores a 1. De estas reflexiones decimos que son *especulares*.

Escribimos la reflexión con la letra r minúscula o con la letra griega rho.

Si multiplicamos la iluminancia (los lux) por la reflexión obtenemos una magnitud del brillo que se denomina *brillo sobre blanco* y se mide en *apostilbs*. Si dividimos esto entre pi tenemos la luminancia.

1.1.9 Transmisión

La transmisión es la proporción de luz que sale de un medio transparente respecto de la que entra. La luz que sale puede medirse de manera directa o de manera difusa, lo que proporciona diferentes valores para la transmisión. A esta diferencia se denomina *efecto callier* y también se da cuando la luz que usamos como prueba la cambiamos de directa a difusa.

La definición de transmisión es:

$$t = \frac{\Phi_{\text{sale}}}{\Phi_{\text{entra}}}$$

Una transmisión del 100% indica una transparencia perfecta mientras que una transparencia 0 es de una opacidad total.

Si dividimos la luz que entra entre la que sale entonces tenemos la opacidad.

La relación entre transmisión y opacidad es:

$$t = 2^n$$

Donde n es el número de pasos entre la luz en ambos lados.

O lo que es lo mismo:

1/3 de paso	es una transmisión del 80%
½ paso	es una transmisión del 71%
2/3 de paso	es una transmisión del 64%
1 paso	es una transmisión del 50%
1+1/3	40%
1+2/3	32%
2 pasos	25%
3 pasos	12,5%
4 pasos	6,25%

1.1.10 Densidad

La densidad es el logaritmo en base diez, cambiado de signo, de la transmisión. O lo que es lo mismo, el logaritmo de la opacidad.

Por tanto:

$$D = -\log \frac{1}{t}$$

Una densidad 0 indica un material perfectamente transparente.

Cada 0,3 unidades de densidad quitamos un paso de luz.

Por tanto cada 0,1 unidades de densidad quitamos un tercio de paso.

Una densidad 1 reduce la luz a la décima parte, 1/10.

Una densidad 2 reduce la luz a la centésima parte, 1/100.

Una densidad 3 reduce la luz a la milésima parte, 1/1000.

La parte entera de la densidad nos dice cuantos ceros hay detrás de la coma.

Es raro encontrar materiales con densidades mayores de 3.

Por tanto: 1 paso son 0,3 unidades de densidad.

1/3 de paso son 0,1.

½ paso son 0,15.

Lección 1.2 Atributos, magnitudes y unidades fotográficas

La *exposición* es la cantidad de energía que actúa sobre el material sensible y se define como la multiplicación de la iluminancia de la película (los lux) por el tiempo que esta actúa (en segundos).

Por tanto las cámaras fotográficas tienen dos controles, uno que actúa sobre la cantidad de luz y otro sobre el tiempo que esta actúa. El primero es el diafragma, el segundo, el obturador.

Además hay una magnitud, denominada, *valor de exposición* que relaciona las diferentes combinaciones de tiempo y cantidad de luz que nos proporciona una misma exposición.

Todo material sensible necesita una cantidad mínima de exposición para responder a la luz. Cuanto menor sea esta cantidad decimos que la película es más sensible. La sensibilidad no tiene unidades y se establece mediante diversos métodos normalizados.

1.2.1 El paso

Un paso es un incremento de exposición al doble o una reducción a la mitad.

Además de estos incrementos usamos otros intermedios como el tercio de paso, el medio paso o el cuarto. El más empleado en la práctica es el tercio de paso.

Podemos comparar dos exposiciones dividiendo una entre otra o como diferencia de pasos. La relación entre ambas maneras es:

De proporción a pasos:

$$m = 2^n$$

El número de veces que una exposición es mayor que otra es dos elevado a su diferencia en pasos.

De pasos a proporción:

$$n = \log_2 m$$

La diferencia en pasos entre dos exposiciones es el logaritmo en base dos de las veces que una es mayor que la otra.

Si nuestra calculadora no tiene logaritmos en base dos podemos escribirla como logaritmos en base diez así:

$$n = 3,322 \cdot \log m$$

Como guía:

Si una exposición es 1/3 de paso mayor que la otra entonces es 1,25 veces mayor.

Si la diferencia en pasos es de 1/2 paso entonces la mayor es 1,4 veces mayor que la menor.

Diferencia 2/3, entonces una 1,64 veces mayor que la otra.

Si la diferencia es de 1 paso, entonces la mayor es el doble que la menor.

Para escribir el número de veces que una exposición es mayor que la otra lo indicamos cuantas partes tenemos de una, cuantas de otra y las separamos por dos puntos.

Por ejemplo, una relación de exposiciones de 3:1 indica que la mayor es el triple de la menor. Una relación de 5:1 significa que una es cinco veces mayor que la otra.

1.2.2 Tiempo de exposición

Los tiempos de exposición se definen a partir de una serie que comienza en 1 segundo y avanza doblando y reduciendo a la mitad los valores previos.

Así la serie normalizada de tiempos es:

1s, 1/2 s, 1/4, 1/8, 1/15, 1/30, 1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/4000.

Como el tiempo se da a partir de una fracción, para simplificar la escritura solemos usar el denominador y entonces hablamos de *velocidad*. Si 1/125 es tiempo de obturación (un cientoveinticincoavo de segundo) decimos que la velocidad de obturación es de 125.

Las fracciones intermedias se obtienen:

para reducir el tiempo en:

1/3 de paso multiplicamos por 0,8.

1/2 paso multiplicamos por 0,7

2/3 multiplicamos por 0,64

1 paso multiplicamos por 0,5

1+1/3 multiplicamos por 0,4

1+2/3 multiplicamos por 0,32

2 pasos multiplicamos por 0,25

2+1/3 multiplicamos por 0,2

2+2/3 multiplicamos por 0,16

3 pasos multiplicamos por 0,12

Para aumentar el tiempo de exposición en:

1/3 de paso multiplicamos por 1,25

2/3 x 1,6

1 paso x 2

1+1/3 x 2,5

1+2/3 x 3,2

2 pasos x 4

2 + 1/3 x 5

2+2/3 x 6,4

3 pasos x 8

3 +1/3 x 10

3+2/3 x 12

4 pasos x 16

Nota que los multiplicadores siguen la escala de sensibilidades ASA.

1.2.3 El diafragma

El diafragma más habitual está formado por un iris regulable que determina la cantidad de luz que pasa hasta el material sensible. En lo que se refiere al objetivo la cualidad que define al objetivo para dejar pasar la luz se denomina *luminosidad*. A lo largo de la historia ha habido varios sistemas para definir la luminosidad. La magnitud más empleada para indicarla hoy día es el *número f*. Este número se define dividiendo el diámetro del haz de luz en el centro óptico del objetivo entre su longitud focal.

Esto significa que para un mismo diámetro, cuanto más largo sea el objetivo menos luminoso es.

Los números f se escriben con la letra f minúscula, dos puntos y el número f correspondiente.

La serie estándar de números f comienza en 1 y avanza con un factor de multiplicación de raíz cuadrada de dos (1,4). Esto es así porque la cantidad de luz que deja pasar un diafragma es proporcional a su superficie y cuando una circunferencia tiene el doble de superficie que otra su diámetro no es el doble sino solo un 41% mayor.

Por tanto la serie de diafragmas que debemos aprendernos es esta:

1, 1'4, 1, 2'8, 5, 5'6, 8, 11, 16, 22, 32, 45.

La definición exacta incluye un factor del seno del ángulo de visión determinado por la abertura del diafragma, este factor es cercano a 1 cuando estamos en el centro del objetivo e impone un límite práctico de 0,5. Podemos conseguir números f que, como poco, podrán ser mayores que 0,5 pero ni igual ni menores que éste valor.

Una consecuencia práctica de esta manera de definir la luminosidad es que un mismo número f deja pasar la misma cantidad de luz en cualquier objetivo. Por tanto un f:2,8 en un objetivo de 14mm deja pasar la misma cantidad de luz que un f:2,8 en un objetivo de 1000mm.

Por debajo de la serie principal solo caben dos valores: f:0,7 y f:0,5.

Para saber el número f que dista una cantidad de pasos de otro número f dado usamos la siguiente fórmula:

$$f_2 = f_1 \cdot 2^{\frac{n}{2}}$$

Donde n es el número de pasos de diferencia.

De la misma manera, si queremos saber el diafragma correspondiente que proporciona una exposición que es m veces menor que la del anterior es:

$$f_2 = f_1 \sqrt{m}$$

Si dos focos iluminan una misma parte de la escena y sus diafragmas son f1 y f2 el diafragma final que tenemos, como suma es:

$$f_{total} = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$$

Cuando hablamos de diafragma hay que diferenciar cuando lo hacemos de exposición o de iluminación. Un diafragma f:11 ajustado en cámara produce la mitad de exposición que un f:8. Pero si medimos ambos bajo el foco, en la escena, al medir f:11 tenemos el doble de luz que con el f:8. Esta diferencia entre hablar de f en cámara o en escena es fuente de confusión frecuente ya que en el primer caso, cámara, f:11 es la mitad de luz que f:8 mientras que en escena f:11 es el doble de luz que f:8.

El diafragma sirve para controlar la cantidad de luz que llega a la película pero tiene al menos dos efectos secundarios: determina el espacio enfocado (profundidad de campo) y afecta a la definición de la imagen.

Cuanto mayor sea el número f más cerrado está el diafragma y por tanto más espacio queda enfocado por delante y por detrás del punto al que hemos enfocado.

Al cerrar el diafragma (número mayor) en principio aumentamos la nitidez de igual manera que la aumentamos al entrecerrar los ojos. Pero si cerramos demasiado entre en juego la difracción producida por la estrechez del agujero luminoso. Y la difracción empeora la definición. De manera que en lo que se refiere a la nitidez, conforme cerramos el diafragma la aumentamos hasta llegar a un máximo a partir del que comienza a reducirse. Como regla práctica la mejor calidad la obtenemos con el diafragma que sea dos pasos más abierto que el máximo del objetivo. Es decir, cerramos a tope y abrimos dos pasos. Naturalmente esto es solo una regla general para comenzar a trabajar pero deberíamos cerciorarnos para cada objetivo.

Para recordar la escala de números solo tenemos que tener en cuenta dos cosas:

1. Recuerda los dos números f sucesivos f:1 y f:1,4
2. Cualquier otro número es el doble del que ocupa dos puestos antes.

Es decir: si partimos de 1 y 1,4 el siguiente es el doble de 1, por tanto 2.

1, 1'4, 2

El siguiente es el doble de 1,4, por tanto 2,8: 1, 1'4, 2, 2'8.

El siguiente es el doble de 2, que es 4: 1, 1'4, 2, 2'8, 4.

El siguiente es el doble de 2,8, que es 5,6: 1, 1'4, 2, 2'8, 4, 5'6.

Y así de los demás.

1.2.4 El contraste

El contraste es la diferencia entre dos exposiciones, dos brillos o dos iluminaciones.

La exposición depende de la luz que llega a la película, esto al final depende de la diferencia que haya entre las iluminancias en la escena producidas por cada foco o la luminancia de la luz reflejada por cada motivo. El tiempo de obturación al final no lo tenemos en cuenta porque es el mismo para los dos focos (o los dos motivos) dado que los exponemos en un único fotograma. Por tanto, en la práctica podemos relacionar las iluminaciones producidas en cada zona de la escena dividiendo entre sí las magnitudes correspondientes.

Por ejemplo dividir la iluminancia mayor entre la menor de la escena (contraste de iluminación), o dividir la luminancia del motivo más claro entre el del motivo más oscuro (contraste de motivo). Al final todos se traducen en dos iluminancias sobre la película.

Conviene que nos aprendamos las siguientes relaciones de contraste que son de uso frecuente:

2:1 la mayor es un paso mayor que la menor.

3:1 1,5 pasos.

4:1 2 pasos.

5:1 2,5 pasos.

6:1 2+2/3 pasos.

8:1 3 pasos.

16:1 4 pasos.

La escala de sensibilidades ASA que es la que se emplea actualmente para el primer número de la escala ISO puede emplearse para relacionar pasos y relación de luces. La idea es usar siempre como base la sensibilidad de 100.

Así de 100 a 125 hay 1/3 de paso. De 100 a 1000 hay una relación de luces 10:1 y 3 pasos 1/3.

Lo vemos en la sección siguiente.

1.2.5 Cálculos simplificados de pasos y relación de luces

Podemos realizar los cálculos pertinentes de iluminación para cine sin necesidad de calculadora, tan solo de cabeza.

Para realizar los solo tenemos que saber dos cosas:

1. Que un paso es una relación de luces 2:1 o 1:2.
2. Conocer la escala de sensibilidades ASA.

La escala de sensibilidades puede generarse, si no la sabemos, si memorizamos que un tercio de paso por debajo de 100 ASA son 80 y que un tercio de paso por encima de 100 son 125. El resto aparece al multiplicar o dividir por dos por cada paso. De esa manera la escala de sensibilidades es:

3,6,12, 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600, 3200.

Intercalando los tercios, la escala es:

3	6		12		25		50		100		200		400		800		1600		3200	
4	5	8	10	16	20	32	40	64	80	125	160	250	320	500	640	1000	1200	2000	2600	4000

Por ejemplo, una relación de luces de 5:1 es la misma proporción que una de 500:100. Mirando en la escala vemos que de 100 a 500 ASA hay:

De 100 a 200 1 paso. De 200 a 400 1 paso (ya van 2) de 400 a 500 hay un tercio de paso. Por tanto una relación de luces de 5:1 corresponde a dos pasos y un tercio (2+1/3).

Otro ejemplo: Si entre dos luces hay una diferencia de 3 pasos y 2/3 ¿Que relación hay entre ellas? Podemos hacerlo de dos maneras: contando hacia arriba o hacia abajo. Hacia arriba solo tenemos que ver qué sensibilidad es 3 pasos mayor que 100 (que resulta ser 800) y qué sensibilidad es 2/3 mayor que estos 800. El resultado es 1200. Luego la relación de luces es 12:1.

Hacia abajo: la sensibilidad 3 pasos por debajo de 100 es 12. Dos tercios por debajo de estos 12 es 8. Por tanto la relación de luces es 100:8, 12,5. Prácticamente 12:1. (El valor de sensibilidad 1200 debería ser en realidad 1240).

1.2.6 El valor de exposición

El valor de exposición es un numero que indica un par de valores diafragma/tiempo de obturación. El principio de reciprocidad dice que el efecto de la exposición depende del producto de la energía luminosa que recibe el material sensible por el tiempo actúa, de manera que los efectos de modificar la cantidad de luz compensados con una variación inversa del tiempo producen el mismo resultado. Así el resultado de una exposición de 1/125 a f:5'6 es el mismo que el de 1/60 a f:8 o 1/500 a f:2'8.

El valor de exposición proporciona con un único número esta combinación de todos los pares de diafragma y tiempo de obturación posibles para una misma exposición. La definición es:

$$ev = \log_2 \frac{f^2}{t}$$

Donde log2 es el logaritmo en base 2, f es el diafragma y t el tiempo de obturación.

Escrito en logaritmos decimales el valor de exposición se define como:

$$ev = 3,322 \log \frac{f^2}{t}$$

Sin embargo es bastante fácil pensar en términos de valores de exposición sin tener que echar mano de la calculadora.

El valor de exposición es la suma de los índices de las series de diafragma y tiempo de obturación principales teniendo en cuenta que el valor inicial tiene por índice 0, no 1. Las series son:

EV	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
f	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32	45	64	90
t	1s	1/2s	1/4s	1/8s	1/15s	1/30s	1/60s	1/125s	250	500	1000	2000	4000	8000

Para usar los valores de exposición solo tenemos que coger un par f/t y sumar sus valores de índice (EV). Cualquier otro par que de la misma suma proporciona la misma exposición.

Por ejemplo, t 1/125 a f:4 es el valor de exposición 11, que es la suma del EV 4 correspondiente a f:4 y el ev 7 correspondiente al tiempo 1/125. Si abro dos pasos el diafragma, f:2 (EV 2) tengo que cerrar dos pasos el obturador: t: 500 (EV 9) la suma vuelve a ser EV 11.

Como se puede ver, cada incremento de 1 valor de EV es un paso de exposición.

Sin embargo la utilidad del valor de exposición es más amplia. En realidad no define dos series, sino cuatro. Las dos primeras son las de diafragma y de tiempo de obturación. Las otras dos son de iluminancia y de sensibilidad. La sensibilidad de la serie es, estrictamente hablando, a sensibilidad APEX, un sistema que se definió en los años 50 precisamente para definir los valores de exposición.

Las cuatro series son las siguientes, en sensibilidades ASA (ya sabes, el primer número de la serie ISO) e iluminancias en lux.

VE	Diafragma	Tiempo de obturación (en segundos)	Sensibilidad ASA.	Iluminación (en lux). (Entre paréntesis unos valores aproximados más prácticos).
0	1	1	3	90
1	1,4	1/2	6	180
2	2	1/4	12	360
3	2,8	1/8	25	640
4	4	1/15	50	1300
5	5,6	1/30	100	2500
6	8	1/60	200	5000
7	11	1/125	400	10000
8	16	1/250	800	20000
9	22	1/500	1600	40000
10	32	1/1000	3200	80000

Definido de esta manera el valor de exposición nos permite relacionar el tiempo y el diafragma por un lado con la sensibilidad de la película y la iluminación, en lux, de la escena. En un problema típico tenemos que decidir estas cuatro variables. Normalmente una de ellas está impuesta, dos podemos elegir y la cuarta hay que determinarla. Por ejemplo, podemos saber la sensibilidad y la iluminación y decidir el tiempo y el diafragma. O podemos partir de los posibles tiempos y diafragmas que tenemos a nuestra disposición y decidimos la sensibilidad a partir de la iluminancia.

Para hacerlo tenemos que ver qué valor de exposición tenemos en un par y elegir la combinación del segundo que tenga el mismo valor de exposición. Para ello es importante recordar que el valor de exposición es la suma de los índices.

Por ejemplo, vamos a fotografiar un evento deportivo con un objetivo de f:2,8 de apertura máxima y de 600mm de longitud focal. El estadio prevemos que estará iluminado con una iluminancia de 1400lux en dirección a las cámaras de televisión (es el estándar de iluminación para estadios) Para el objetivo que llevamos sabemos que deberíamos tirar con un tiempo de al menos 1/500, queremos determinar la sensibilidad a la que vamos a ajustar la cámara.

Para empezar vamos a ver el valor de exposición del par f/t. El diafragma f:2,8 tiene un índice EV 3. El obturador es un 1/500 y tiene un índice 9. Por tanto el valor de exposición es EV 12. La iluminancia de 1400lx tiene un índice EV 4 por tanto hasta 13 nos faltan 8 y este es el índice correspondiente a la sensibilidad de ISO 800.

Lección 1.3 Variables dimensionales del foco y esquema de trabajo

1.3.1 Variables dimensionales de un foco

Resumen:

La lámpara se caracteriza por los lúmenes que proporcionan que podemos considerar que son 25 lumen por cada vatio si la lámpara es de tungsteno y 92 lumen por cada vatio si es una HMI.

El foco convierte los lumen en candelas. En angular un fresnel da 1 candela por cada lumen.

La distancia convierte las candelas en lux. La ley de inversa del cuadrado dice que tenemos que dividir las candelas generadas por el foco por la distancia del foco a la escena y dividir el resultado otra vez entre la distancia.

El foco se alimenta con electricidad. La energía eléctrica que proporcionamos al foco se convierte en energía luminosa mediante tres transformaciones.

Tenemos una lámpara dentro de un foco que está a una distancia de la escena.

La lámpara convierte la potencia eléctrica en flujo luminoso. La lámpara convierte los vatios en lúmen.

El foco recoge todo el flujo que le da la lámpara y lo concentra en un haz de luz que arroja sobre la escena. El foco convierte el flujo en intensidad luminosa. El foco convierte los lúmen en candelas.

La distancia convierte la intensidad luminosa proporcionada por el foco en iluminación sobre la escena. La distancia convierte las candelas en lux.

Por tanto hay tres conversiones: la de la lámpara (de potencia a flujo). La del foco (de flujo a intensidad) y la de la distancia (de flujo a iluminancia).

La lámpara convierte la energía eléctrica en energía luminosa. Recibe vatios y los convierte en lumen. El número de lúmen que consigue por cada vatio se llama *rendimiento luminoso*.

Debemos recordar estos dos rendimientos: el de la lámpara de tungsteno (25 lumen por vatio) y el del HMI (92 lumen por vatio). Por ejemplo, una lámpara de 2000 vatios de tungsteno produce 50.000 lumen mientras que si fuera una HMI nos daría 184.000.

El foco recoge toda la luz, incluso la que va hacia atrás, y la concentra hacia delante, lo que aumenta su intensidad. Existen unas curvas que proporciona el fabricante de la luminaria que indica cuantas candelas proporciona ésta por cada 1000 lúmenes generados. A este factor lo vamos a llamar factor de conversión fotométrico. Un foco de tipo fresnel o PC produce, en una posición cercana a su máximo ángulo de emisión, una candela por cada lumen. Por tanto podemos suponer, en un principio, que en angular el fresnel y el PC nos da una candela por lumen y que en el ángulo más cerrado nos da 3 pasos más, que son 8 veces más candelas.

La distancia convierte las candelas producidas por el foco en lux. Si el foco es de pequeño tamaño (en comparación a la distancia a la que está de la escena) y puede caracterizarse por su intensidad entonces los lux que produce se calcula dividiendo la intensidad entre el cuadrado de la distancia.

Por ejemplo: un tungsteno de 2K produce 50.000 lumen. En angular podemos suponer que emite 50.000 cd. Si el foco está a 5 metros solo hay que dividir estos 50.000 entre 25 para calcular los 2.000 lux que produce.

Si en vez de un tungsteno fuera un HMI entonces partiríamos de 184.000 lumen, que se convierten en 184.000 candelas y que al dividirlo por el cuadrado de 5 metros (que es 25) nos da 7.360 lux.

1.3.2 Diafragma recomendado conociendo la iluminancia en lux. En la práctica.

Lo que debemos recordar: que para una sensibilidad ISO 100/21, un tiempo de obturación estándar de 1/50 y una iluminancia en escena de 1000 lux el diafragma recomendable es un f:2,8.

1.3.3 Cálculo del diafragma

Ahora, si queremos saber el diafragma con la calculadora:

Para conocer el diafragma usaríamos la siguiente ecuación:

$$Lux = \frac{270 \cdot f^2}{sensibilidad \cdot tiempo}$$

Para un tiempo estandar de 1/50 los lux quedan en:

$$Lux = \frac{13.500 \cdot f^2}{sensibilidad}$$

Y el diafragma es:

$$f = 0,0086 \cdot \sqrt{lux \cdot sensibilidad}$$

Para una sensibilidad de 100 la ecuación es: $f = 0,086 \cdot \sqrt{lux}$

Para una sensibilidad de 200: $f = 0,122 \cdot \sqrt{lux}$

Para una sensibilidad de 250: $f = 0,136 \cdot \sqrt{lux}$

Para una sensibilidad de 500: $f = 0,192 \cdot \sqrt{lux}$

Para una sensibilidad de 800: $f = 0,243 \cdot \sqrt{lux}$

Si el foco está filtrado por un palio no podemos usar la ley de inversa del cuadrado de las distancias sino la de proyección del ángulo sólido.

Pero lo normal es partir del diafragma y entonces calcular los lux que debemos poner. Esto es:

Para 100 asa: $Lux = 135 \cdot f^2$

Para 200 asa: $Lux = 67,5 \cdot f^2$

Para 250 asa: $Lux = 54 \cdot f^2$

Para 320 asa: $Lux = 42,2 \cdot f^2$

Para 500 asa: $Lux = 27 \cdot f^2$

Para 800 asa: $Lux = 16,9 \cdot f^2$

Lección 1.4 Determinación de un foco

El esquema de trabajo general es:

Sabes qué sensibilidad y diafragma vas a emplear y sabes de qué espacio dispones para colocar el foco.

De la sensibilidad y el diafragma calculas la iluminancia el lux.

De los lux y sabiendo la distancia del foco a la escena, calculas las candelas.

De las candelas calculas los lumen.

De los lumen calculas los vatios de la lámpara.

1.4.1 Dimensionamiento de una instalación de iluminación para un plató. Método rápido.

Para determinar la potencia del foco a emplear normalmente partimos del diafragma que queremos en escena, no al revés.

El procedimiento es: del diafragma determinas la iluminancia (los lux), con los lux y la distancia a la que está el foco determinas la intensidad de la luz (las candelas). Con la intensidad y el factor de conversión fotométrico de foco determinas el flujo (los lúmenes) que tiene que generar la lámpara. Con los lúmenes y el rendimiento luminoso de la lámpara determinas la lámpara a emplear.

Para un cálculo aproximado y rápido:

-1000 lux es un diafragma 2,8 con película de 100 asa y un tiempo de obturación estándar de 1/50 de segundo.

-Para calcular la intensidad multiplicas los lux que quieres por la distancia a la que vas a poner el foco y vuelve a multiplicarla otra vez por la distancia.

-El factor de conversión fotométrico de un foco es 1. Todos los fresnel tienen una posición de ajuste en la que cada lumen generado por la lámpara produce una candela.

-El rendimiento luminoso de una lámpara es: 35 para tungsteno. 80 para HMI de 2Kw o menos y 90 para HMI de más de 2Kw.

¿Como sabes el diafragma? Porque es el que se ha decidido emplear para mantener el estilo de la imagen, bien porque es el que produce la profundidad de campo que queremos.

¿Como sabes la película? Principalmente porque es la que se ha elegido por su gama tonal y cromática. Por el estilo que proporciona. Normalmente se emplean dos películas más o menos afines, una para escenas con poca luz y otra para escenas con mucha. O bien para interior y para exterior. La sensibilidad prácticamente es una consecuencia de la decisión sobre el estilo. Pero no se elige la película solo por su sensibilidad.

¿Como elegimos la distancia? Por el espacio disponible, puede que haya restricciones debido a un emparrillado en el techo. Por el ángulo de campo para cubrir la escena.

¿Cómo sabes si utilizar tungsteno o HMI? Por el tipo de escena. La película «estándar» es la de luz artificial, preparada para una iluminación de 3200 kelvin. Es la luz para estudio, tungsteno. Cuando hay que utilizar luz natural: o bien se emplea película para tungsteno con filtro rojo (tipo 85) o bien se utiliza película para luz día. Si hay que utilizar focos en una toma en exterior hay que: o utilizar tungsteno con filtros azules (tipo 80) o HMI. Por tanto un criterio sería: para tomas en estudio, tungsteno, para tomas en exterior, HMI. La regla no siempre tienes por qué seguirla, ya que el HMI se emplea a menudo en estudio por su mayor rendimiento.

A la hora de elegir si HMI o tungsteno hay que considerar lo siguiente:

1. Las lámparas HMI tienen generadas su luz mediante un arco que tiene muy poca longitud. Son prácticamente puntuales. Las de tungsteno tienen un filamento que, aunque está enrollado siempre acaba con cierta longitud, cuanto más potencia tiene la lámpara, más largo es el filamento. Al no ser puntual la bombilla aparecen sombras dobles en los focos abiertos. La calidad de la luz es distinta en un mismo fresnel si se utiliza tungsteno o HMI. La HMI, por ser más puntual, se dice que da una luz más dura mientras que el tungsteno da una mancha de luz más uniforme, más suave, que recorta mejor las facciones.
2. La película para luz artificial usada con luz día tiene dos tercios de paso menos. La de 100 pasa a 64. La de 200 a 125. La de 500 a 320.
3. La película para luz día usada con luz artificial pierde 2 pasos. El catálogo de Kodak solo mantiene dos películas de luz día, la Vision 2 50D de 50 asa y la Vision 2 250D de 250 asa. La de 50 asa con luz de tungsteno pasa a tener 12. La de 250 asa pasa a tener 64.
4. Las lámparas HMI dan cinco veces más luz que las de tungsteno de la misma potencia.
5. Las lámparas HMI deben utilizarse con un arrancador y estabilizador obligatoriamente porque su tensión eléctrica de trabajo no es la estándar de una instalación (normalmente son de 90 voltios). Además, las HMI fluctúan y deben estabilizarse para poder emplear cualquier velocidad de obturación.
6. Las HMI tardan entre 3 y 7 minutos en encenderse, no deben reencenderse inmediatamente después de haberse apagado, hay que esperar a que se enfríen, aunque hay lámparas «de reencendido en caliente».

Un ejemplo. Quiero iluminar un actor con una relación de luces 4:1, estudio con película de 250 asa de luz artificial con HMI. Tenemos 5 metros para colocar los focos. Quiero un diafragma f:8.

De 2,8 a 100 asa son 1000 lux. 250 asa son 2,5 veces 100, luego hay que dividir los 1000 lux por 2,5 que son 400 lux. De 2,8 a 8 hay 3 pasos: el primero dobla los 400 lux a 800, el segundo los 800 a 1600 lux, el tercero los 1600 a 3200 lux. Luego necesitamos 3200 lux para la luz del lado principal. En el lado principal cae la luz del foco principal

más la de relleno, como la relación es 4:1 tenemos tres medidas de luz principal más una de relleno por un lado y una de relleno por el otro. Por tanto la luz de relleno es 3200 dividido entre 4, que son 800 lux y la principal lo que falta hasta 3200, osea 2400lux.

Como la distancia para el foco hemos dicho que va a ser de 5 metros la intensidad que debe dar la luz principal es de 2400 por 5 y por 5, es decir, 60.000 candelas. Como estamos suponiendo que cada candela está producida por un lumen necesitamos una lámpara que proporcione 60.000 lúmenes. Al querer emplear HMI dividimos los lúmenes por 85 para conocer la potencia de la lámpara, que resultan ser 706 vatios. Las lámparas HMI más cercanas son la de 575 y la de 1200w. Podemos utilizar un foco de 1200 vatios con filtros para quitarle luz o podemos emplear la de 575 vatios cerrando algo más el haz.

Para la luz de relleno necesitamos 800 lux. A 5 metros son $800 \times 5 \times 5$ que da 20.000 candelas, que requieren una lámpara de 20.000 lúmenes, lo que da 235 vatios al dividir lo lúmenes por 85. Por tanto debemos irnos a la lámpara de 200 vatios cerrando el haz o a la de 575vatios.

Podemos resumir todo el cálculo simplificado en dos ecuaciones, una para tungsteno:

vatios = $540 \times f \times f \times \text{metros} \times \text{metros} / \text{sensibilidad}$

y otra para HMI:

vatios = $145 \times f \times f \times \text{metros} \times \text{metros} / \text{sensibilidad}$

1.4.2 Esquema de trabajo en la práctica

En el trabajo práctico no partimos de la luz y determinamos el diafragma, sino al contrario. Partimos de la película, que elegimos por cuestiones más estéticas que técnicas, y elegimos el diafragma de trabajo. A partir de estos dos datos y del espacio disponible para colocar el foco determinamos cual nos hace falta.

Como esquema de trabajo:

1. Conocemos la sensibilidad de la película, el diafragma de trabajo y el espacio disponible para colocar el foco.
2. Del diafragma determinamos los lux (la iluminancia) (100 lux para ISO 100 es un f:2,8)
3. Elegimos una distancia y determinamos la intensidad (candelas) que debe dar el foco.
 $j = E \cdot d^2$ (candelas = metros x metros)
4. Si trabajamos con el foco a la máxima cobertura entonces ponemos los mismos lumen que candelas. Podemos trabajar desde estos lúmenes hasta ocho veces menos (pero reducimos el ángulo de cobertura).
5. Sabiendo los lumen calculamos los vatios. Si usamos tungsteno dividimos los lumen por 25. Si es HMI dividimos por 92.

1.4.3 Un método directo

Podemos estimar la potencia necesaria para que un foco de tungsteno de un diafragma de terminado mediante la

$$\text{fórmula } w = \frac{540 \cdot \text{distancia} \cdot \text{diafragma}^2}{\text{sensibilidad}}$$

Si la lámpara es una HMI entonces la ecuación queda así: $w = \frac{145 \cdot \text{distancia} \cdot \text{diafragma}^2}{\text{sensibilidad}}$

1.4.4 Estimación de la potencia de un foco PAR

Los focos PAR usa lámparas PAR que incorporan en la misma pieza la lámpara, el reflector y la lente. Estos focos se caracterizan directamente por la intensidad que proporcionan (las candelas) y no, como con el resto de las lámparas, por el flujo que emite. Por tanto determinamos la iluminancia que producen (los lux) por la distancia a la que la colocamos.

Como valores típicos para los PAR 64 de 1000vatios vamos a usar: 125.000 para los focos angulares (FL), 270.000 para los spot (SP) y 320.000 para los de haz estrecho (NSP).

Con un solo PAR 64.

Queremos un f:8 con una sensibilidad de 250. Necesitamos $lux = \frac{13.500 \cdot 8 \cdot 8}{250} = 4.750 lx$

Si usamos un PAR64 de 1K tenemos tres alternativas: usar un FL, un SP o un NSP.

Si usamos un FL. El FL nos proporciona 125.000 cd. Queremos 4.750 lx por tanto la distancia es de:

$$d = \sqrt{\frac{125.000}{4.750}} = 5,13 m \quad 5 \text{ metros } 13 \text{ cm.}$$

Con un SP, que nos proporciona 270.000 cd la distancia es de: $d = \sqrt{\frac{270.000}{4.750}} = 7,54 m \quad 7 \text{ metros } 54 \text{ cm.}$

Con un NSP, que nos da 320.000 cd la distancia es de: $d = \sqrt{\frac{320.000}{4.750}} = 8,33 m \quad 8 \text{ metros } 33 \text{ cm.}$

Como guía, para una altura de montaje de 6 metros y con un ángulo de inclinación de 45° la distancia del foco a 1,6 metros del suelo es de: 6,22. Por tanto tenemos:

Que un foco FL nos proporciona 3.231lx.

Un SP nos da 6979lx.

Un NSP da 8530 lx.

1.4.5 Estimación de la potencia de un foco fresnel

Este procedimiento está indicado para determinar el foco fresnel adecuado en iluminación para cine y televisión.

El planteamiento del problema es: conocemos la sensibilidad de la película y el diafragma que queremos.

1. Determinamos la iluminancia (los lux) multiplicando 13.500 por el diafragma al cuadrado y lo dividimos por la sensibilidad así.
2. Determinamos la intensidad luminosa emitida multiplicando los lux calculados en el paso anterior por el cuadrado de la distancia del foco a la escena.
3. Suponemos que hemos ajustado el foco en la posición angular o muy cerca de ella, donde cada lumen emitido por la lámpara produce una candela. Por tanto tomamos como flujo necesario la misma cantidad de candelas.
4. Ahora calculamos los límites de flujo entre los que podemos seleccionar las lámparas. Para el valor mínimo multiplicamos el flujo calculado (en lúmenes) por 0,8 y el valor máximo lo multiplicamos por 1,25.
5. Seleccionamos una lámpara cuyo flujo esté entre el valor mínimo y máximo calculado.

Ejemplo: queremos un diafragma f:5,6 en escena para un foco situado a 4 metros y con una cámara de vídeo cuya sensibilidad equivalente es de ISO 400/27.

Los lux que debemos aportar son: $13.500 \times 5,6 \times 5,6 / 400$ y esto son 1.058,6 lux.

Para que a 4 metros el foco proporcione 1.058,6 lux debe tener una intensidad de $1.058,6 \times 16$. (16 es 4x4). El resultado son 16.934,4 candelas (cd).

Si ajustamos el foco casi a tope nos proporciona una candela por cada lumen generado. Por tanto buscamos una lámpara que nos de aproximadamente 16.934,4 lm (lumen).

¿Qué significa «aproximadamente»? Significa que esté entre el 80% y el 125% del valor calculado. Por tanto los límites son: como poco 0'8x 16.934,4 que son 13.547,52lm y 1'25 x 16.934,4 que son 21.168.

Por tanto buscamos una lámpara que nos de entre 13.500 lm y 21.200lm.

En la tabla de lámparas vemos que tenemos dos posibilidades: la lámpara de 650w y la de 800w.

Si quisiéramos iluminación HMI, en el caso supuesto de que la cámara mantiene la sensibilidad de 400 asa (que estaría por ver) vemos que nos basta con la lámpara de 200w.

1.4.6 Regulación de un fresnel

Para regular la cantidad de luz emitida por un fresnel, para controlar el diafragma que proporciona podemos:

1. Cambiar su distancia a la escena. Cuanto más cerca, más diafragma, pero también menos cobertura y más dura es su luz, más aparentes son los brillos que arroja sobre las figuras. Cada vez que doblamos la distancia, el diafragma se reduce dos pasos. Cuando lo acercamos la mitad el diafragma sube dos pasos. Para aumentar un paso hay que acercar el foco 29 centímetros por cada metro de distancia. Para reducir el diafragma un paso, alejarlo 41 cm por cada metro de distancia a la que está. En la nota «Control de iluminación con la distancia» detallamos la variación que conseguimos de diafragma con la distancia.
2. Cambiar la posición de la lámpara dentro de la luminaria. Cuanto más lejos de la lente, más cobertura damos y menos diafragma. Cuanto más cerca de la lente, menos cobertura y más diafragma.
3. Emplear rejillas. Las scrims son mallas metálicas que reducen un paso la luz emitida, se colocan en la anilla de filtros del foco. En España se les llama (a veces) gasas. Hay gasas y medias gasas. Una media gasa es un aro con solo media rejilla. Se emplean para quitar un paso de luz solo a la mitad del haz con el objeto de conseguir que el espacio más cercano al foco no tenga mucha más luz que el espacio algo más lejano, como sucede cuando inclinamos el foco y que proporciona sobreexposición a las figuras más cercanas al fresnel, por ejemplo, cuando el actor se acerca a la luz.
4. Emplear filtros difusores de pequeño tamaño. Filtros blancos, de diverso espesor que quitan medio o un paso.
5. Cambiar la tensión eléctrica a la que está conectado. Eso se hace mediante reguladores («dimmers»). El regulador eléctrico produce cambios en la temperatura de color del foco, que se hace más anaranjado al reducirla y más azulado al subirla. Los focos HMI pueden regularse solo hasta un 80% de su salida y nunca debe hacerse con dimmers resistivos, sino con reguladores específicos para este tipo de equipos.

Lección 1.5 Datos para los cálculos

1.5.1 Datos de películas

Nombre comercial	Balance	Sensibilidad			
		Tungsteno	Filtro	Día	Filtro
Kodak vision 2 50D	Luz día	12	80A	50	-
Kodak vision 2 100T	Luz de tungsteno	100	-	64	85
Kodak vision 2 200T	Luz de tungsteno	200	-	125	85
Kodak vision 2 500T	Luz de tungsteno	500	-	320	85
Kodak vision 2 expression 500T	Luz de tungsteno	500	-	320	85
Kodak vision 2 250D	Luz día	64	80A	250	-
Kodak vision 500T	Luz de tungsteno	500	-	320	85
Kodak vision 2 HD	Luz de tungsteno	500	-	320	85

1.5.2 Datos de focos fresnel

La tabla lista los datos esenciales de los focos fresnel más empleados.

La primera columna es el diámetro de la lente en pulgadas y en centímetros (aproximado). La segunda la potencia (típica) de la lámpara.

La tercera («ángulo flood») es el ángulo de emisión (de haz) cuando el foco está ajustado en posición angular (cerca de lente) y el multiplicador de longitud. Multiplica este número por la distancia del foco a la escena y tienes la longitud del espacio iluminado.

La cuarta («Ángulo spot») es el ángulo de emisión en posición concentrada y el multiplicador para conocer el espacio de escena abarcado.

La quinta el rendimiento por mil en angular. Es el número de candelas emitidas por el foco por cada mil lúmenes generados por la lámpara. La última columna es el rendimiento por mil en la posición de haz concentrado.

Fijate que todos los focos tienen una posición angular en la que el rendimiento es de 1000 candelas por cada 1000 lúmenes.

Fresnel						Angular	Concentrado
Modelo	Potencias	Ángulo flood		Ángulo spot			
4,5" / 11cm	200w	70°	1,4	21°	0,37		
6" / 15cm	200w, 575w	58°	1,11	15°	0,26	325	4400
8" / 20cm	575w, 1200w	65°	1,27	15°	0,26	580	6400
10" / 25cm	1200w, 2500w	55°	1,04	20°	0,35	666	6800
14" / 35cm	2500w, 6K	63°	1,23	15°	0,26	428	6400
25" / 64cm	12K, 18K	22°	0,39	66,5°	1,31	400	6300

Resumen HMI

(American Cinematographer Manual, Ed 9).

Potencia	200w	575w	1200w	2500w	4000w	6000w	12000w	18000w
Tensión de arranque	198v	198v	198v	209v	360v	220v	380v	380v
Tensión de operación	80v	95v	100v	115v	200v	135v	160v	225v
Corriente	3.1A	7A	13,8A	25,6A	24A	55A	65A	88A
Flujo	16.000	49.000	110.000	240.000	410.000	630.000	1.008.000	1.700.000
Rendimiento	80	85	92	96	102	105	84	94,4
Vida	300h	750h	750h	500h	500h	350h	300h	300h
Posición	Hor-15°	Indif.	Indif.	Hor-15°	Hor-15°	Hor-15°	Hor-15°	Hor-15°

Para todas: Temperatura de color de 6000K. Rendimiento cromático mayor de 90.

HMI según el catálogo de Osram:

Temperatura de color 6000K. Lámparas de un solo casquillo.

Lámpara	Potencia	Tensión	Intensidad eléctrica	Casquillo	Flujo	Vida media	Posición
HMI 200w/SE	200w	70V	3A rectangular	GZY9,5	16.000lm	200h	Cualquiera
HMI 250w/SE	270w	50V	5,4 rectangular	FaX1,5	16.200lm	250h	Hasta 45°
HMI 400w/SE	400w	70V	6,9A	GZZ9,5	33.000lm	650h	Cualquiera
HMI 575w/SEL	575w	95V	7A	G22	49.000lm	1.000h	Cualquiera
HMI 1200w/SEL XS	1200w	100V	13,8A	G38	110.000lm	1.000h	Cualquiera
HMI 2500w/SEL XS	2500w	115V	25,6A	G38	240.000lm	500h	Cualquiera

HMI 4000w/SE XS	4000w	200V	24A	G38	380.000lm	500h	Cualquiera
HMI 6000w/SE XS	6000w	123V	55A	GX38	600.000lm	500h	S 135°
HMI 12000w/SE XS	12000w	160V	84A	GX38	1.150.000lm	300h	S 135°
HMI 12000w/SE/GX51 XS	12000w	160V	84A	GX51	1.150.000lm	300h	S 135°
HMI 18000w/SE/GX51 XS	18000w	225V	88A	GX51	1.600.000lm	300h	S 135°

Lámparas de dos casquillos, 6000K

Lámpara	Potencia	Tensión	Intensidad eléctrica	Casquillo	Flujo	Vida media	Posición
HMI 575w/GS XS	575w	95V	7A	SFc10	49.000lm	1.000h	Cualquiera
HMI 1200w/S XS	1200	100V	13,8A	SFc10-4	110.000lm	750h	Cualquiera
HMI 1200w/GS	1200 w	100V	13,8A	SFc15,5	110.000lm	1.000h	Cualquiera
HMI 2500w/GS	2500 w	115V	25,6A	SFa21	240.000lm	500h	Hasta 30°
HMI 2500w/S XS	2500 w	115V	25,6A	SFa21	240.000lm	500h	Hasta 30°
HMI 4000 w XS	4000 w	200V	24A	SFa21	380.000lm	500h	Hasta 15°
HMI 6000 w XS	6000 w	123V	55A	S25,5	570.000lm	500h	Hasta 15°
HMI 12000w/XS	12000 w	160V	84A	S30	1.150.000lm	500h	Hasta 15°
HMI 18000 w/XS	18000 w	225V	88A	S30	1.170.000lm	300h	Hasta 15°

Otras lámparas de halógenos

VIP: son lámparas pequeñas, para proyectores de vídeo. Tienen una tensión de alimentación de 38V y una corriente de 7 amperios., 5400K de temperatura de color y emiten 17.000lm con un brillo propio de 100.000cd/m²

Planom: es una fuente de luz rectangular en forma de plancha de 231x174mm a 441x359mm de superficie que tiene un rendimiento de color de 86 y cuya potencia oscila entre los 24 y los 75w con na temperatura de color de 8000K (excepto la de mayor tamaño que tiene 4000. Su brillo oscila entre los 4000 y los 5200cd/m².

Lámparas HMP. Son lámparas de halógenos de pequeña potencia (400 y 575w) de 6000K de temperatura de color, que ofrecen un flujo de 33.000 y 49.000 lm. Estas lámparas, que se alimentan a 100V pueden regularse y sobrevoltarse, lo que no puede hacerse con las HMI.

HTI: Son lámparas similares a las HMI pero de arco corto. La oferta abarca desde 150 a 4000w. Con flujos de 3.200lm a 24.000lm. El rendimiento medio es de 95lumen por vatio con un máximo de 108lm/w en la potencia de 2500W.

Estas lámparas existen en modelos de un solo casquillo, de dos y miniatura con reflector dicróico para proyectores.

HSR: Estas lámparas son similares a las HTI pero están contenidas dentro de una ampolla para permitir su manipulación.

HSD: Estas lámparas, que tienen potencias entre 150 y 1500W están diseñadas para una larga duración, que puede ir de 3000 a 6000h. Su uso preferente es en iluminación arquitectónica

HCD: Lámparas halógenas cerámicas de alta duración (8000h) y baja potencia (de 35 a 150w) con flujos de 3.400 a 14.500lm. Concebidas para iluminación arquitectónica.

Existen muchas otras fuentes de iluminación de halógenos que son apropiadas para uso fotográfico, como las HCl (reproducción fiel de los colores destinadas a comercios textiles y de alimentación, escaparates, etc), HQI (pequeño tamaño y disponibles en diferentes tonos de blanco).

1.5.3 Resumen de lámparas de cuarzo

Las lámparas de tungsteno para uso fotográfico y cinematográfico se ofrecen con distintas características, tanto en tensión de alimentación, que suelen ser de baja y alta tensión de 6 a 230 voltios, distintas temperaturas de color, entre los 2900 y los 2400 kelvins y distinta vida media. De todo el catálogo de lámparas debemos asegurarnos de reemplazar las fundidas con los modelos: de 3200 kelvins y de más de 150 horas de vida, que viene a ser el estándar. Por ejemplo, de los modelos A1/244 de 500 vatios del catálogo de Osram tienen una vida de 50 horas mientras que las M/40 la tienen de 2000 horas para la misma potencia.

Lámpara	Lumen
300w	7.500
500w	11.000
650w	14.500
800w	20.000
1000w	24.000
1200w	30.000
2K	52.000
5K	135.000
10K	280.000
20K	580.000

1.5.4 Lámparas PAR de tungsteno

Las lámparas PAR son un híbrido de luminaria y lámpara. Consisten en una ampolla formada por una parte trasera reflectante y otra delantera que hace de lente. Constituye por tanto un foco y lámpara en una misma pieza. Al contrario que las lámpara, que se caracterizan por el flujo emitido, las PAR se caracterizan por su intensidad luminosa emitida (las candelas) lo que facilita los cálculos ya que la iluminancia que producen es esta intensidad dividida por el cuadrado de la distancia a la que se encuentra de la escena.

El haz estrecho de las PAR las hace interesantes para cubrir distancias a pesar de su pequeña potencia. La cobertura de las lámparas PAR depende del acabado de la lente frontal y puede ser, dependiendo del fabricante, de tres a cinco tipos entre una cobertura angular (*flood* en los catálogos) o concentrada (*spot*).

Las lámparas PAR encierran fuentes de luz de tungsteno o HMI.

Lámparas PAR en el catálogo de Philips

Tipo	Tensión de alimentación (voltios)	Potencia nominal (vatios)	Vida media. (Horas que tarda en alcanzar el 50% de su emisión)	Temperatura de color correlacionada (kelvins)	Cobertura angular (grados)	Máxima luminosidad (Centro del eje de emisión, candelas)
PAR64 FL	230	1000	300	3200	14x25	125000
PAR64 FL	240	1000	300	3200	14x25	125000

PAR64 MFL	120	1000	800	3200	12x28	125000
PAR64 NSP	120	1000	800	3200	7x14	330000
PAR64 NSP	230	1000	300	3200	6x12	400000
PAR64 NSP	240	1000	300	3200	6x12	400000
PAR 64 SP	230	1000	300	3200	10x13	270000
PAR64 SP	240	1000	300	3200	10x13	270000
PAR64 VNSP	120	1000	800	3200	6x12	400000
PAR64 WFL	120	1000	800	3200	22x55	400000

NSP- Algo concentrada (Narrow Spot)

SP- Concentrada (Spot)

FL- Angular (Flood)

MFL- Semi angular (Medium Flood)

WFL- Muy angular (Wide Flood).

El catálogo de Osram lista las siguientes lámparas

Nombre	Angulo	Potencia	Tensión	Casquillo	Vida	Intensidad	Diámetro
AluPAR 56 NSP	8-9°	300w	120	GX16d	2000h	60000cd	177mm
AluPAR 56 NSP	8-9°	300w	230	GX16d	2000h	70000cd	177mm
AluPAR 56 NSP	8-9°	300w	240	GX16d	2000h	70000cd	177mm
AluPAR 56 MFL	15-17°	300w	120	GX16d	2000h	24000cd	177mm
AluPAR 56 MFL	15-17°	300w	230	GX16d	2000h	30000cd	177mm
AluPAR 56 MFL	15-17°	300w	240	GX16d	2000h	30000cd	177mm
AluPAR 56 WFL	26-27°	300w	120	GX16d	2000h	11000cd	177mm
AluPAR 56 WFL	26-27°	300w	230	GX16d	2000h	10000cd	177mm
AluPAR 56 WFL	26-27°	300w	240	GX16d	2000h	10000cd	177mm

Lámparas PAR 64 de 3200K

NSP: Haz muy estrecho.

SP: Haz estrecho.

FL: Haz angular.

Nombre	Angulo	Potencia	Tensión	Casquillo	Vida	Intensidad	Diámetro
64737/3 NSP	12-9°	1000w	230V	GX16D	300h	320000cd	204mm
64737/4 NSP	12-9°	1000w	240V	GX16D	300h	320000cd	204mm
64738/3 SP	14-10°	1000w	230V	GX16D	300h	270000cd	204mm
64738/4 SP	14-10°	1000w	240V	GX16D	300h	270000cd	204mm
64739/3 FL	22-14°	1000w	230V	GX16D	300h	125000cd	204mm
64739/4 FL	22-14°	1000w	240V	GX16D	300h	125000cd	204mm

1.5.5 Recortes

Ángulo en grados	Cd por cada mil lm
5	160.610

10	68.000
19	40.500
26	19.400
36	10.250
50	4.250

1.5.6 Softlight

Los cuatro softlights aquí indicados tienen un perfil en espiral en cuyo vano más interno se alojan las lámparas, el frente es rectangular.

Los diafragmas indicados son para una sensibilidad iso 200/24 y un tiempo de obturación de cine de 1/50.

	6,25" (15,9cm)			8" (20,3cm)			8"x17" (20,3x43,2)			18" (45,7cm)		
Potencia vatios	600w			650w			2000w			4000w		
Distancia en metros	lux	f	Cober 64°	lux	f	Cober 70°	lux	f	Cober 100°x94°	lux	f	Cober 70°
1	2176	7	64°	2888	8	70°	8800	14	100°x94°	13600	18	
1,5	1100	5		1474	5,6		3250	9		8390	13	
2	597	4		800	4,3		1185	5,3		4861	11	
2,5	390	2.8		512	3.4		721	3		2710	8	
3	268	2		336	4		454	4.3		1633	6	
3,5	196	2.1		233	2,4		283	2,5		1329	5,6	
4	173	2		202	2,1		334	2,8		1100	5	

1.5.7 Lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes tienen una gran presencia en locales comerciales por su rendimiento luminoso que permite con pequeñas potencias ofrecer la misma cantidad de luz que lámparas incandescentes de mayor vataje.

El problema es que las lámparas fluorescentes no suelen dar una calidad de luz apta para fotografiar, tienen un rendimiento cromático sobre 70. Lo que significa que distorsionan los colores y su dominante no puede corregirse con un filtro calculado a partir de la temperatura de color.

No obstante los fabricantes ofrecen en los últimos años algunos modelos con calidad suficiente para fotografiar así como tubos específicos para iluminación fotográfica.

Básicamente que hay cuatro tipos de fluorescentes:

1. Los domésticos, de amplio uso que no pueden ofrecer fidelidad de color ni corregirse totalmente con filtros.
2. Tubos para una buena visión del color. Empleados en comercios con requisitos altos de visualización, como salas de exposiciones, tiendas de moda, de arte, etc. Son tubos con índices de calidad de 80, con poca distorsión de color y con os que puedes usar filtros para corregir las dominantes.
3. Tubos para visión exacta del color. Para comparaciones críticas, empleadas en imprentas, estudios de diseño gráfico, museos, etc.
4. Tubos para fotografía, cine y televisión. Con reproducción exacta de los colores y que se ofrecen en dos versiones, una para estudio y otra para exterior.

Como características generales: Los tubos fluorescentes no pueden regularse con potenciómetros, sino con dimmers específicos para tubos fluorescentes. Si empleas reguladores resistivos acabarás dañándolos en unas horas.

La nomenclatura de los tubos tiene normalmente tres números. El primero indica el rendimiento de reproducción del color. Los tubos 7XX tienen un IRC 70 (malos), los 8XX 80 (mejores) y los 9XX, 90 (adecuados para fotografía). Los dos siguientes números indican la temperatura de color. Un tubo 855 tiene un IRC 80 y 5500 kelvins. Un 860 tiene IRC 80 y 6000 kelvins.

Vamos a empezar con los de cine. Osram ofrece los tubos studioline, de 55 vatios, con un flujo de 3800 lúmenes, lo que significa que tienen un rendimiento luminoso de 69 lúmenes por vatio. Hay dos versiones del tubo, una para estudio con 3200 kelvins (Studioline 55w/3200) y otra para luz día con 5600 kelvins (Studioline 55w/5600). Los tubos normalmente se montan en grupos de dos, tres y cuatro en cajas con viseras espejadas que en vez de recortar el haz lo reflejan ampliando el tamaño de la superficie emisora. Producen una luz semidura porque la distribución está a medio camino de difusor y de la luz distante.

Las lámparas colorproof se utilizan en entornos en los que es necesaria una visión exacta de los colores que permita realizar comparaciones. Osram ofrece tres modelos, todas de tipo 950, es decir, calidad de la reproducción mayor de 90 y 5000 kelvins (200 mireds) con potencias de 18 vatios (53 lúmenes por vatio), 36 vatios (64 lm por w) y 58 vatios (63 lm por w).

Para el resto de lámparas deberíamos emplear solo tipos 8XX. Ante la duda, en una localización o un decorado que imite un espacio comercial deberíamos emplear solo lámparas 8XX o 9XX, como las Osram Lumilux

1.5.8 Datos de fluorescentes para estudio

STUDIOLINE (De uso fotográfico)				
Modelo	T	Flujo	Vida	Potencia
Studioline 55w/3200	3200 K	3800 lm	8000h	55w
Studioline 55w/5600	5600 K	3800 lm	8000h	55w

1.5.9 Lámparas de LEDS

Los diodos leds son componentes electrónicos de una unión formados por dos cristales de semiconductores uno de tipo N y otro de tipo P que tiene la peculiaridad, respecto de otros diodos, de que emiten luz.

Un diodo es una válvula electrónica que deja pasar la corriente en un sentido pero no en el contrario. Los diodos producen una caída de tensión fija de entre 0,6 y 1,2 voltios, dependiendo del tipo del material con que se haya construido y las características particulares de funcionamiento.

Los leds son lámparas de pequeño tamaño, rara vez llegan al centímetro de diámetro, se calientan muy poco y son mecánicamente muy fuertes, soportando vibraciones y golpes sin romperse. Su funcionamiento, sin embargo es muy sensible a la temperatura, dejan de funcionar cuando ésta baja demasiado o cuando sube en exceso. Por lo general deben estar entre 10 y 60 grados. Si bien la temperatura alta no es fácil de conseguir en condiciones naturales si que es posible llegar a ellas cuando el led se encuentra encerrado en un recinto pequeño.

Lo leds comenzaron a emplearse como pilotos de señales. No para iluminar, sino para brillar. En los últimos años se han desarrollado leds capaces de generar luz suficiente para iluminar un espacio. Estos leds no se emplean en solitario sino agrupados en paneles con varias docenas de unidades.

No hay semiconductores capaces de emitir luz blanca por lo que todos los que lo hacen tienen algún tipo de conversión. La nomenclatura de los leds es similar a la de los fluorescentes: una letra que indica el color seguida de tres números, de los cuales el primero indica el índice de reproducción cromática y los dos siguientes la temperatura de color.

Por ejemplo los diodos dragontape son unidades de pequeño tamaño, un cuadrado de solo 25mm, que se montan haciendo paneles y cubriendo cualquier superficie mediante un soporte autoadhesivo. Para su funcionamiento necesitan un equipo auxiliar que los alimente. Para su regulación (porque admiten controlar su emisión luminosa) se emplean pulsos de frecuencia variable suministrados por un equipo construido a propósito.

Todos los modelos indicados a continuación tienen un consumo de potencia de 7,2w y requieren una intensidad eléctrica de 350mA.

Modelo	Temperatura de color	Flujo
DT6-W3-865	6500K	325lm

DT6-W3-854	5400K	325lm
DT6-W3-847	4700K	325lm
DT6-W2-854	5400K	150lm
DT6-W2-847	4700K	150lm

Diodos monocromáticos:

Modelo y color	Flujo	Longitud de onda	Consumo
Rojo: DT6-A	108lm	617nm	4,8w
Amarillo: DT6-Y1	108lm	587nm	4,8w
Verde:DT6-V1	150lm	505nm	7,2w
Azul: DT6	48lm	470nm	7,2w

Con estos diodos podemos realizar la iluminación de ambiente explicada en el capítulo dedicado a los fluorescentes.

Ringlite cinema

Es un foco anular de luz continua para montar sobre el objetivo. Existen dos modelos, de 5600 y 3200 K, para mezclar con luz natural o de estudio. Tienen un diámetro interno de 48,26cm y externo de 22,86cm con un grosor de 8,89cm. Se alimenta con doce voltios de corriente continua y consumen 70 vatios. Pueden conectarse a una corriente alterna de entre 90 y 230 voltios. Disponen además de un juego de dieciséis filtros. Su peso es de dos kilos y medio.

Producen una luz suave y direccional, controlable mediante un atenuador sin cambio en la calidad del color, sin parpadeo y generando muy poco calor, lo que permite emplearlos muy cerca del motivo principal que estemos filmando.

La unidad está formada por 72 diodos leds que pueden agruparse de tres maneras (24, 48 y 72), denominadas *circuitos*.

Su fotometría es la siguiente:

	1,5m	2m	2,5m	3m	3,5m	4m	4,5m	5m	5,5m	6m
1 circuito (24 leds)	1.430 lx	1074lx	792lx	577lx	420lx	307lx	233lx	186lx	157lx	136lx
2 circuitos (48 leds)	2024lx	1567lx	1200lx	917lx	700lx	540lx	425lx	342lx	281lx	230lx
3 circuitos (72 leds)	3450lx	2535lx	1827lx	1296lx	916lx	660lx	504lx	420lx	383lx	367lx

Miniplus

Distancia	Angular	Diafragma (iso 100/21, t 1/50)		Estrecho	Diafragma (iso 100/21, t 1/50)	
		iso 100	iso 500		iso 100	iso 500
0,6 m	1000 lux	2,8	6	1700 lux	3,5	8
1,2 m	260 lux	1,4	3,1	420 lux	1,8	4
1,8 m	98 lux	0,85	2	160 lux	1	2,5
2,4 m	53 lux	0,63	1,4	92 lux	0,8	1,8
3,93 m	43 lux	0,56	1,3	57 lux	0,65	1,4

4,72 m	30 lux	0,5	1	43 lux	0,56	1,3
--------	--------	-----	---	--------	------	-----

Litepanels lx1

Se trata de paneles planos cuadrados de 1m x 1m que pueden montarse adyacentes de manera que cubran una superficie. Tiene dos ángulos de trabajo, denominados por el fabricante spot y flood. Es decir, estrecho y angular

La tabla indica la iluminancia (en lux) y el diafragma (para una película de sensibilidad ISO 200/24) correspondiente a diversas distancias en metros. Hay un problema con el cálculo del angular a partir de los 3,5 metros. Los resultados resultan incongruentes, aunque el error cometido es insignificante fotográficamente hablando.

Tipo	1m		1,5m		2m		2,5m		3m		3,5m		4m		4,5m	
	lux	F:	lux	F:	lux	F:	lux	F:	Lux	F:	lux	F:	lux	F:	lux	F:
Angular	1740	5	1000	3,8	530	2,8	285	2	191	1,7	178	1,7	179 ¿?	1,7	126	1,4
Estrecho	2214	5,6	1300	4,3	720	3,2	400	2,5	270	2	233	2	213	1,8	127	1,4

1.5.10 Creación de un ambiente con LEDS

En su obra sobre alumbrado fluorescente Baldinetti presenta un procedimiento para conseguir una iluminación ambiente a partir de tubos fluorescentes tricolor. Quizá fuera posible emplear este método con leds.

A partir de tres lámparas de colores básicos. Conocemos el flujo emitido por cada lámpara y la proporción de colores de la luz del ambiente.

1. Dividimos el porcentaje de cada color por el flujo de cada lámpara.
2. Escribimos los tres valores en forma de números enteros.

Por ejemplo, queremos un ambiente con un 43% de azul, 40% de verde y 17% de rojo. Las lámparas empleadas son: Tubo azul de 460 lúmenes, tubo verde de 1300 lúmenes, tubo rojo de 60 lúmenes.

Primero, dividimos los porcentajes por el flujo:

Azul = $43 / 460 = 0,095$. Verde = $40 / 1300 = 0,03$. Rojo $17 / 60 = 0,28$.

Las proporciones por tanto son: 0,095:0,03:0,28.

Multiplicando por 100 tenemos el entero más cercano: 9 tubos azules, 3 28 tubos rojos.

La cuestión sería utilizar éste método con los datos dados por Osram para sus leds (Si alguien lo prueba, pro favor, que llame y nos cuente como le va).

Baldinetti publica la siguiente tabla de ambientes:

Ambiente	Combinación de luces
Cielo azul muy claro	Azul 50% Luz día 50%
Cielo azul con nubes blancas ligeras	Azul 33,5% Luz día 66,5%
Cielo azul	Azul 51% Oro 49%

	Azul 40% Verde 29% Rosa 31%
	Azul 43% Verde 40% Rojo 17%
Cielo cubierto	Azul 20% Luz día 80%
	Azul 40% Oro 60%
	Azul 25% Verde 37% Rosa 38%
	Azul 27% Verde 51% Rojo 22%
	Luz día
Sol a las doce del día	Luz día 75% Blanca 25%
Sol a las 3:30 de la tarde	Azul 36% Oro 64%
	Azul 18% Verde 39% Rosa 43%
	Azul 22% Verde 54% Rojo 24%
Sol a la 4:30	Luz día 50% Luz blanca 50%
Sol una hora después de salir el sol	Azul 22% Oro 78%
	Azul 7% Verde 39% Rosa 54%
	Azul 11% Verde 59% Rojo 30%

Naturalmente habría que ver qué entienden en el pueblo del señor Baldinetti por «sol a las cuatro y media de la tarde» o qué es «rosa» ¿Un tubo magenta?

Lección 1.6 Regulación con filtros

1.6.1 Regulación con filtros

Cuando la luz emitida por el foco excede de lo que necesitamos podemos reducirla colocando un filtro. En principio no necesitaríamos regular focos cuya iluminancia aportada sea del 80 al 125% de la que necesitamos, ya que estos son los límites de un tercio de paso que es el error que normalmente admitimos. Aunque en el capítulo dedicado a los filtros mostramos los productos ofertados por Lee, Rosco y Kodak vamos a ir directos al grano aquí.

De los cuatro tipos de filtros difusores del catálogo de Lee solo los white diffusion y algunos frost son adecuados para regular la luz. Son estos:

- Para quitar 1/3 de paso (transmisión 0,8) el filtro 251 *Quarter White Diffusion* («un cuarto blanco»).
- Para ½ paso (transmisión 0,7) el filtro 410 *Opal Frost* (es un filtro frost, no difusor normal).
- Para 2/3 de paso (transmisión del 9,63) el 450 *Three Eights White Diffusion* («tres octavos»).
- Para ¾ de paso (transmisión 0,6) el 250 *Half White Diffusion* («medio blanco»).
- Para quitar un paso (transmisión 0,5) el 416 *Three Quarter Diffusion* («tres cuartos»).
- Para un paso y dos tercios el 220 *White Frost* con una transmisión de 0,39.
- Para un paso y medio hay dos filtros a usar, el 400 *LeeLux* o el 216 *White Diffusion* con una transmisión de 0,36.

La transmisión es casi más importante que la pérdida en pasos porque llegamos a ella si dividimos los lux que tenemos con los focos disponibles entre los lux que queremos. *Para elegir el filtro divide los lux que quieres entre los lux que te da el foco.*

Por ejemplo, queremos iluminar una figura con un contraste de 5:1 y con un diafragma f:8 en el lado claro. Disponemos de un fresnel de 1Kw que usamos como luz base y otro de 2Kw que usaremos como principal. Colocamos los dos focos a 5 metros. La película a emplear es de 320 asa. En estas condiciones, el foco de 1K nos proporciona 24.000 cd (cuando lo colocamos cerca de la posición angular) lo que supone 24.000 / 25 que son 960 lx (25 por que es la distancia de 5m al cuadrado). Así mismo, al dividir las 52.000 cd del foco de 2K entre los 25 del cuadrado de la distancia tenemos 2080 lx. Por otra parte para tener un diafragma f:8 en el lado más claro de la figura con 320 asa necesitamos $13.500 \times 8 \times 8 / 320$ y esto son 2700 lx. Como el contraste que queremos es de 5:1 en el lado de la luz de relleno tenemos una sola medida de luz, por tanto la quinta parte de 2700 que son 540lx. El foco principal debe aportar por tanto cuatro veces 540 lux que son 2160lx.

Resumiendo:

El foco principal necesitamos que nos de 2.160 lux pero el foco de 2K que tenemos nos da 2.080lx.
 El foco de relleno necesitamos que nos proporcione 540lx. Pero el foco de 1K que tenemos nos da 960lx.
 El foco de 2K debe darnos solo un 3% más de luz de la que nos da. No hace falta que la cambiemos, aunque siempre podemos cerrar algo el ángulo hasta que el fotómetro marque la iluminancia correcta.
 El foco de relleno vamos a filtrarlo. Nos da 960lx y queremos 540lx. Por tanto si dividimos lo que queremos entre lo que tenemos nos da 540/960 que son 0,56. Ahora podríamos calcular esta diferencia en pasos, pero no lo necesitamos porque las tablas de filtros ya nos da la transmisión, que es precisamente este valor. Por tanto buscamos el filtro de transmisión más cercana a 0,56. Elegimos un 416 o un 250.

Por ejemplo, queremos un diafragma f:8 y el foco está a 6 metros con 400 asa (vídeo para televisión). Necesitamos $13.500 \times 8 \times 8 / 400$ que son 2.160lux. A 6 metros necesitamos una intensidad (en candelas) y por tanto un flujo en lumen de $2.160 \times 6 \times 6$ que son 77.760 lumen. Supongamos que tenemos un foco de 5kw. (en realidad podemos emplear uno de 2K cerrando el ángulo, que siempre nos dará hasta 3 pasos más que con el cálculo en el que suponemos que cada lumen produce una candela, pero para el ejemplo vamos a utilizar un 5K). El 5K nos proporciona 135.000lm pero queremos 77.760.

Dividiendo lo que queremos (77.760) entre lo que tenemos (135.000) nos da 0,58. Cualquier filtro cuya transmisión ronde los 0,58 nos vale. Por ejemplo el 209 de Lee (ver tabla de filtros de densidad neutra).

1.6.2 Filtros de densidad neutra de kodak. Serie 96.

Densidad	Transmisión (%)	Factor de filtro	Incremento de exposición.
0.1	80	1.25	1/3
0.2	63	1.5	2/3
0.3	50	2	1
0.4	40	2.5	1+1/3
0.5	32	3	1+2/3
0.6	25	4	2
0.7	20	5	2+1/3
0.8	16	6	2+2/3
0.9	13	8	3
1	10	10	3+1/3
2	1	100	6+2/3

3	0.1	1000	10
4	0.01	10.000	13+2/3

1.6.3 Filtros de densidad neutra de Lee

Reducción en pasos	Nombre	Transmisión %	Absorción (densidad)
½ paso	298 - 0.15ND	70,2	0,15
1 paso	209 - 0.3ND	50	0,3
2 pasos	210 - 0.6ND	25	0,6
3 pasos	211 - 0.9ND	12,3	0,9
4 pasos	299 - 1.2ND	6,3	1,18

1.6.4 Filtros neutros para ventanas

Las siguiente comparativa aparece en la novena edición del manual de la ASC (“American Cinematographer Manual”) y lista una serie de filtros neutros de diversas marcas que sirve como comparativa entre ellas. Dado que se trata de filtros en rollo su uso es para filtrar ventanas en localización.

Pérdida en pasos	Densidad	Filtro
0'5	0'15	Rosco 3415
		Lee 29B
		Formatt 298
		GAM 1514
1	0'3	Rosco 3402
		Lee 209
		Formatt 209
		GAM 1515
2	0'6	Rosco 3403
		Lee 210
		Formatt 210
1'7		GAM 1516
3	0'9	Rosco 3404
		Lee 211
		Formatt 211
2 1/2	0'9	GAM 1517
4	1,2	Lee 299
		Formatt 299
3'7		GAM 1518

1.6.5 Difusores normales

A mayor difusión más uniformidad de la cobertura. Bordes desdibujados. Mejora la iluminación de los cicloramas al desdibujar los bordes de los focos, también útiles en lugares estrechos.

Los filtros normales del catálogo de Lee podemos dividirlos en tres grupos. El primero, formado por los de dieciseisavo y octavo (452 y 252) difuminan poco los bordes y solo amplía ligeramente la cobertura del foco.

El segundo grupo, 228, cuarto (251), tres octavos (450), medio (250), tres cuartos (416) y Lee lux (400) ofrecen una ampliación de la cobertura no muy diferente entre si pero bastante más amplia que las del grupo anterior, desdibujan los bordes acusadamente.

El tercer grupo solo tiene un representante, el white diffusion (216) que proporciona una ampliación de la cobertura bastante mayor que la de los anteriores. Transforma una cobertura de aproximadamente 1,8 metros de radio en otra de casi 7 metros.

Nombre del difusor	Transmisión	Pérdida en pasos	Retardo de llama
452 Sixteenth White Diffusion	>85	<1/4	No
252 Eighth White Diffusion	>85	<1/4	No
228 Brushed Silk	60	¾	No
251 Quarter White Diffusion	80	Un tercio	No
450 Three Eighth White Diffusion	63	Dos tercios	No
250 Half White Diffusion	60	¾	No
416 Three Quarter White Diffusion	50	1	No
400 LEELux	36	1+1/2	No
216 White Diffusion	36	1+1/2	No

1.6.6 Filtros difusores Frost

Los difusores frost tienen un grado de difusión medio y mantienen la forma de la cobertura, por lo que no son apropiados para cicloramas.

Del catálogo, los filtros heavy frost y Durham son los que más efecto tienen sobre el borde de la mancha de luz.

Los filtros 410, 255, 750, y 220 producen una cierta ampliación de la cobertura pero mantienen un borde más o menos nítido.

El filtro 129 (heavy frost) es el que más efecto tiene en la ampliación de la cobertura, desdibujando la transición de la cobertura al resto suavizándola.

El resto de filtros del catálogo apenas si modifica el tamaño de la cobertura. (420, 258, 257, 256, 254, 253, 750).

El filtro New Hampshire se emplea para reducir el contorno azulado que a veces aparece en la escena.

Nombre del difusor	Transmisión, %	Pérdida en pasos	Retardo de llama
220 White Frost	39	1 1/3	si
420 Light Opal Frost	>85	<1/4	no
410 Opal Frost	71	½	no
255 Hollywood Frost	83	<1/3	no
129 Heavy Frost	25	2	si
258 Eighth Hampshire Frost	>85	<1/4	no
257 Quarter Hampshire Frost	>85	<1/4	no
256 Half Hampshire Frost	>85	<1/4	no
254 New Hampshire Frost	>85	<1/4	si

253 Hampshire Frost	>85	<1/4	no
750 Durham Frost	>85	<1/4	no

1.6.7 Filtros difusores Lee apropiados para reducir la luz

Transmisión	Pasos	Modelo
0,8	Un tercio	251 <i>Quarter White Diffusion</i>
0,7	½	410 <i>Opal Frost</i>
0,63	Dos tercios	450 <i>Three Eights White Diffusion</i>
0,6	¾	250 <i>Half White Diffusion</i>
0,5	1	416 <i>Three Quarter Diffusion</i>
0,39	1+2/3	220 <i>White Frost</i>
0,36	1+2/3	400 <i>LeeLux</i> o el 216 <i>White Diffusion</i>

1.6.8 Filtros para intemperie

La serie de difusores flexi frost está pensada para superficies grandes que deban estar sometidas a viento y lluvia. Todos los modelos son termoretardantes.

Nombre del difusor	Transmisión	Pérdida en pasos
413 Half Highlight	84	Un cuarto
414 Highlight	40	1+1/3
404 Half Soft Frost	36	1+1/2
429 Quiet Frost	18	2+1/2
402 Soft Frost	12	3

1.6.9 Spuns y grids

Los grid clothes son difusores reforzados de difusión media y acusada que da una gran uniformidad a toda la cobertura. Esto es, desdibuja grandemente el perfil de la mancha de luz pero pierde la zona central.

Los spuns son difusores que proporcionan un grado de difusión medio y alto, que tiende a mantener la forma del haz aunque los filtros 214 (Full tough spun) y 261 (Tough spun FR) dan una gran uniformidad, lo que significa que perdemos la mancha central.

Los spun 261 a 265 no amarillean con el tiempo.

Gid cloth			
Nombre del difusor	Transmisión, %	Pérdida en pasos	Retardo de llama
434 Quarter Grid Cloth	60	¾	no
464 Quiet Quarter Grid Cloth	47.5	1	no

432 Light Grid Cloth	30	1 ¾	no
462 Quiet Light Grid Cloth	22.5	2 ¼	no
430 Grid Cloth	18	2 ½	no
460 Quiet Grid Cloth	15	2 ¾	no
Spuns			
Nombre del difusor	Transmisión, %	Pérdida en pasos	Retardo de llama
229 Quarter Tough Spun	60	¾	no
265 Tough Spun FR - ¼	60	¾	si
264 Tough Spun FR - 3/8	50	1	si
215 Half Tough Spun	36	1 ½	no
263 Tough Spun FR - ½	41	1 1/3	si
262 Tough Spun FR - ¾	32	1 2/3	si
214 Full Tough Spun	18	2 ½	no
261 Tough Spun FR - Full	25	2	si

Lección 1.7 Determinación de la iluminancia proporcionada por un grupo PAR

Un grupo PAR es un panel en el que se colocan varias lámparas PAR.

Vamos a suponer que el grupo PAR suma sus intensidades.

Por ejemplo, un minibruto está formado por 12 lámparas PAR64 de 1K. Si colocamos lámparas FL de 125.000 cd cada una, el grupo emite $125.000 \times 12 = 1.500.000\text{cd}$.

Por tanto, a 6 metros nos proporciona:

$$\text{lux} = \frac{1.500.000}{36} = 41.667\text{lx}$$

Lección 1.8 Iluminación a través de un visillo

1.8.1 Resumen

Una manera de suavizar la luz de un foco directo consiste en filtrarla por un material difusor. Cuando lo hacemos la intensidad de la luz se reduce debido a la transmisión del visillo y al cambio en la distribución de la luz que pasa de ser un rayo a una esfera.

La reducción debido a la transmisión se puede calcular mediante las ideas explicadas en la sección de transmisión, que en pocas palabras es:

Una transmisión del 80 % reduce 1/3 de paso.

Una transmisión del 70% reduce ½ paso.

Una transmisión del 63% reduce 2/3 de paso.

Una transmisión del 50% reduce 1 paso.

Una transmisión del 40%, 1+1/3 de paso.

Una transmisión del 32%, 1+2/3 de paso.

Una transmisión del 25%, 2 pasos.

Una transmisión del 20%, 2+1/3 de paso.

Una transmisión del 16%, 2+2/3 de paso.

El cambio en distribución, de recta a esfera, supone una reducción de 1+2/3 de paso.

La distinta proporción de la distancia del foco al visillo y del visillo a la escena afecta a la reducción de la intensidad luminosa de la siguiente manera. Llamando d1 a la distancia del foco al visillo y d2 a la del visillo a la escena:

d1/d2	Pérdida en pasos
1/2	2
1/3	3
1/4	4
1/5	4+2/3
1/8	6
1/10	6+2/3

1.8.2 La ley de proyección del ángulo sólido

Cuando la fuente luminosa tiene una superficie importante no podemos suponerle a la luz generada una intensidad sino una luminancia. En este caso la iluminancia a una distancia determinada se puede calcular por la ley de proyección del ángulo sólido.

Esta ley se resume en la siguiente ecuación:

$$E = L \cdot \omega \cdot \cos \theta$$

Donde E es la iluminancia en lux. L la luminancia de la fuente luminosa en candelas/m². Omega es el ángulo sólido abarcado desde el punto de la escena considerado por la superficie emisora. Theta es el ángulo que forman la línea de unión del plano de medición considerado con la normal al plano emisor de luz. Este coseno de theta no es el ángulo con que la luz cae sobre la figura, sino el ángulo con que sale de la fuente.

Otra forma de escribir esta ecuación, conociendo la distancia y el tamaño de la superficie de la fuente de luz sería:

$$E = L \frac{S}{d^2} \cos \theta$$

Donde S por coseno de theta es la superficie de la fuente luminosa vista desde la posición de la escena que nos interesa y d es la distancia en metros entre este punto y la fuente de luz.

Si a una distancia d1 por delante de un foco de luz puntual colocamos un filtro difusor la iluminancia a una distancia determinada cambiará a:

$$E = \frac{\tau \cdot \alpha^2}{4} E_v \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \cos \theta$$

Donde E es la iluminancia en el punto considerado de la escena. Tau es la transmisión del visillo en tanto por uno. Alfa es el ángulo en radianes con que el haz de luz ataca el visillo difusor. Ev es la iluminancia en el visillo del lado del foco. Las distancias d1 y d2 son, d1 la que va del foco al visillo, d2 del visillo al punto considerado de la escena.

Cuando las distancias se dan en metros, las iluminancias están en lux. Cuando las distancias están en pies, las iluminancias son piecandelas.

La ley de proyección del ángulo sólido nos dice que la iluminancia es mayor cuando:

1. Mayor es la superficie del emisor visto desde la escena (siempre que la comparación se haga con el mismo brillo).
2. Menor es la distancia de la escena al foco (mayor ángulo sólido).
3. Menor es la distancia del visillo al foco (más brillo en el visillo).

En una habitación en la que no entre el sol directo la iluminancia mayor cuanto mayor sea la porción de cielo abarcado por la ventana. Lo que queda limitado por la distancia y altura de los edificios situados enfrente.

1.8.3 Desarrollo de la ecuación para el foco

La ley de proyección del ángulo sólido dice:

$$E = L \cdot \omega \cdot \cos \theta$$

El ángulo sólido visto desde la escena y que tiene por base el área iluminada del visillo es:

$$\omega = \frac{S}{d_2^2}$$

La superficie iluminada del visillo por el foco es:

$$S = \pi \cdot r^2$$

Donde r es el radio de la mancha de luz en el visillo.

$$r = \frac{d_1 \cdot \alpha}{2}$$

Donde d1 es la distancia del visillo al foco y alfa el ángulo del haz de luz que alcanza el visillo.

Si suponemos que el visillo tiene una transmisión tau y que su distribución es lambertiana entonces la luminancia puede escribirse así:

$$L = \frac{\tau \cdot E_1}{\pi}$$

En este caso E1 es la iluminancia de la cara del visillo que da al foco.

Por tanto podemos reescribir la ecuación de la ley de proyección del ángulo sólido así:

$$E = \frac{\tau \cdot \alpha^2}{4} E_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \cdot \cos \theta$$

Una manera de interpretar la ecuación para evitar los cálculos es: Partimos de la iluminación en la posición del visillo (o del techo en el caso de un rebote). La división por cuatro significa quitar dos pasos a la iluminancia en el visillo (techo). Una transmisión del 80% quita un tercio de paso, del 70% medio paso. Por regla general d1 (distancia del foco al visillo, del foco al techo) es menor que d2 (distancia del visillo-techo a la escena), por lo que su relación podría resumirse en:

d1/d2	Pérdida en pasos
1/2	2
1/3	3
1/4	4
1/5	4+2/3
1/8	6
1/10	6+2/3

Por otra parte el ángulo alfa, que el ángulo de apertura del haz del fresnel, el ángulo de emisión del foco que alcanza el difusor/reflector, y que está expresado en radianes, oscilaría entre una pérdida de 5 pasos cuando el ángulo es de 10° a no haber pérdida cuando el ángulo es de 60°. Por tanto podemos suponer una pérdida de alrededor de dos pasos y medio debido a la transmisión y redistribución, de entre 2 a 10 pasos según la distancia a la que nos coloquemos y con un control de alrededor de 0 a 5 pasos modificando el ángulo de emisión del foco.

1.8.4 Determinación gráfica

Un cálculo gráfico de la iluminancia producida por una fuente extensa puede realizarse así: supongamos que la fuente es una claraboya situada sobre un techo inclinado. Sobre un alzado de la escena en la que tengamos la claraboya en sección trazamos un círculo con centro en el punto donde queremos conocer la iluminancia y de un radio cualquiera que utilizaremos como unidad.

Traza dos rectas, desde el centro de la circunferencia, hasta los extremos de la sección de la fuente de luz (la claraboya). En la intersección de estas rectas con la circunferencia baja una perpendicular (por cada punto) al diámetro horizontal. La proporción del segmento entre las perpendiculares y el diámetro es la proporción que guardan la iluminancia en el punto con la iluminancia en la superficie de la ventana.

Por ejemplo, si el diámetro resultó ser de 8 centímetros y el segmento entre perpendiculares de 5,5 y la iluminancia en la superficie de la ventana fuera de 7.000 lux la iluminancia en el punto interior es de:

$$E_1 = \frac{5,5}{8} \cdot 7.000 = 4.812,5 \text{ lux}$$

Otra situación interesante es cuando filtramos la luz de un foco directo a través de un difusor, técnica muy utilizada en cine donde pasamos la luz del fresnel por un palio para cambiar su distribución. El estudio de este diseño lo dejamos para el capítulo sobre cálculos de cine, aunque aquí vamos a referirnos a lo esencial: cuanto más lejos está el palio del foco más grande es la mancha que éste produce, y por tanto menos brilla y mayor es el ángulo sólido producido ¿Compensan la pérdida de brillo con el aumento de la superficie? Algunas veces si, otras veces no. Depende en gran manera de la transmisión de la tela y de la manera en que redistribuya el haz de luz.

Lección 1.9 Iluminación de un personaje

1.9.1 Resumen del procedimiento para determinar un foco

1. Partimos de:
 1. La sensibilidad de la película.
 2. El diafragma de trabajo.
 3. La distancia a la que queremos podemos colocar el foco.
 4. La extensión de la cobertura.
2. Primero, determina los lux a partir de la sensibilidad y el diafragma. $lux = \frac{13.500 \cdot diafragma^2}{sensibilidad}$
3. Segundo, determina la intensidad a partir de la distancia. $candelas = lux \cdot distancia^2$
4. Tercero, damos una primera solución usando el número de candelas como número de lúmenes. Esto nos permite seleccionar una potencia de lámpara y un foco.
5. Cuarto, comprobamos si las lámparas adyacentes a la primera seleccionada solucionan la escena probando el rendimiento que da el foco en posición concentrada.
6. Si tenemos alguna restricción de cobertura probamos los focos que nos den ese ángulo y calculamos el rendimiento (la conversión de lúmenes a candelas) con que trabajan para ese ángulo.

Expresar el ángulo en radianes tiene una gran ventaja sobre hacerlo en grados. En radianes nos dice, aproximadamente el diámetro del área cubierta con solo multiplicar éste ángulo por la distancia (En realidad nos dice el arco de circunferencia abarcado, no la cuerda secante que es la cobertura que buscamos).

1.9.2 Iluminación de un personaje

Para los cálculos que siguen empleamos las tablas de lámparas y focos del capítulo *Luces para fotografía 1, tungsteno* en el punto 2 *Resumen de cuarzos* y las tablas para selección de focos del capítulo *Focos para luz continua*.

Queremos iluminar un personaje con una luz de tres cuartos. Queremos película de 320 asa para luz artificial. Queremos usar un diafragma f:5,6 y que la figura quede en zona VI.

Queremos los focos para los contrastes de 3:1, 4:1, 5:1 y 8:1. Los focos están situados a 5m.

Con estos datos podemos calcular la iluminancia en el lado claro. Dado que queremos que la figura esté en zona VI el diafragma que debemos medir ahí es un paso más alto que el que queremos ajustar en cámara. Por tanto ajustamos un f:5,6 en cámara pero calculamos un f:8 en escena en el lado claro:

$$E = \frac{13.500 \cdot f^2}{s}$$

$$E = \frac{13.500 \cdot 8^2}{320} = 2.700lx$$

1.9.3 Primer contraste, 3:1

Primero, iluminancia del foco de relleno:

Queremos 2.700lx en el lado claro. El lado oscuro recibe solo la luz del foco de relleno y es la tercera parte de la del lado claro. Por tanto:

$$E_{relleno} = \frac{2.700}{3} = 900lx$$

Segundo, iluminancia del foco principal:

El lado claro recibe 3 veces más luz que el lado oscuro y además su luz está formada por 1 medida de luz procedente del foco de relleno y, por tanto, 2 medidas debidas al foco principal. Por tanto el foco principal debe darnos:

$$E_{principal} = 2 \cdot 900 = 1.800 \text{lx}$$

Tercero, determinar la intensidad del foco de relleno:

Empleamos la ley de inversa de los cuadrados para determinar la intensidad que debe proporcionar el foco. Queremos 900 lx a 5m por tanto:

$$E_{relleno} = \frac{j}{d^2}$$

Despejando la intensidad tenemos: $j = E_{relleno} \cdot d^2$

$$j = 900 \cdot 25 = 22.500 \text{cd}$$

Cuarto, determinar la intensidad del foco principal:

$$j = 1.800 \cdot 25 = 45.000 \text{cd}$$

Quinto, determinar el flujo emitido por cada foco:

Dependiendo del ajuste de la lámpara dentro del foco cambiamos el factor de conversión fotométrica, que es el número de candelas ofrecido por el foco por cada lumen generado por la lámpara. Para acortar el tiempo de cálculo suponemos que ajustamos el foco casi en su posición angular, donde sabemos que cada lumen se convierte en una candela. Por tanto usamos las candelas calculadas como si fueran lumen:

El foco de relleno general 22.500lm. El foco principal, 45.000lm.

Sexto, determinamos el intervalo de flujo que admitimos como válido:

Si admitimos un error máximo de un tercio de paso entonces podemos utilizar focos que nos den desde un 80% menos de flujo que el calculado hasta un 125% más. Por tanto los límites serían:

Intervalo para la luz de relleno:

$$0,8 \cdot 22.500 = 18.000$$

$$1,25 \cdot 22.500 = 28.125$$

Intervalos para la luz principal:

$$0,8 \cdot 45.000 = 36.000$$

$$1,25 \cdot 45.000 = 56.250$$

Séptimo, seleccionar la lámpara:

Elegimos las lámparas cuyo flujo emitido esté dentro de los márgenes calculados en el paso anterior.

Luz de relleno, debemos buscar una lámpara que de entre 18.000 y 28.125. Hay dos, la de 800w y la de 1Kw.

Luz principal, debe proporcionar entre 36.000 y 56.250. Solo hay una, la de 2Kw.

Por tanto el resultado es: Principal, fresnel de 2Kw. Relleno fresnel de 1Kw.

1.9.4 Contraste de 4:1

Como hemos expuesto las razones para los cálculos en el punto anterior no vamos a insistir aquí. Vamos directos a los cálculos.

Queremos 2.700 lux en el lado claro y un contraste de 4:1. Por tanto la luz de relleno debe dar la cuarta parte de los 2.700:

$$E_{relleno} = \frac{2.700}{4} = 675 \text{lx}$$

El foco principal debe proporcionar 3 veces la luz del de relleno:

$$E_{principal} = 675 \cdot 3 = 2.025 \text{lx}$$

Para que proporcionen las iluminancias calculadas a 5 metros las intensidades deben ser de:

$$j_{relleno} = 675 \cdot 25 = 16.875 \text{cd}$$

$$j_{principal} = 2.025 \cdot 25 = 50.625 \text{cd}$$

Suponiendo que ajustamos el foco de manera que proporcione una candela por lumen tenemos que el foco de relleno necesita generar 16.875 lm y el principal, 50.625.

Vamos a determinar los márgenes de error. Son del 80% por debajo y del 125% por encima. Por tanto, para el foco de relleno necesitamos:

$$Relleno_{minimo} = 0,8 \cdot 16.875 = 13.500 \text{lm}$$

$$Relleno_{maximo} = 1,25 \cdot 16.875 = 21.940 \text{lm}$$

$$Principal_{minimo} = 0,8 \cdot 50.625 = 40.500 \text{lm}$$

$$Principal_{maximo} = 1,25 \cdot 50.625 = 63.282 \text{lm}$$

Por tanto el foco de relleno debe proporcionar entre 13.500 y 22.000lm. Hay dos candidatos, 650w, 800w (que dan, respectivamente, 14.500lm, 20.000lm).

El foco principal debe dar entre 40.500 y 63.000 lm. Los candidatos son dos, el de 1.200w y el de 2Kw.

1.9.5 Contraste de 5:1

La luz de relleno debe proporcionar la quinta parte de 2.700, por tanto 540lux. La luz principal debe dar lo que falta de 540 a 2.700lx, por tanto 2.160lx.

El flujo emitido por el foco de relleno debe dar estos 540lx a 5m. Por tanto el flujo debe ser de

$$\phi_{relleno} = 540 \cdot 25 = 13.500 \text{lm} \quad \phi_{principal} = 2.160 \cdot 25 = 54.000 \text{lm}$$

Los márgenes de error son:

$$Relleno_{minimo} = 0,8 \cdot 13.500 = 10.800 \text{lm}$$

$$Relleno_{maximo} = 1,25 \cdot 13.500 = 16.875 \text{lm}$$

$$Principal_{minimo} = 0,8 \cdot 54.000 = 43.200 \text{lm}$$

$$Principal_{maximo} = 1,25 \cdot 54.000 = 67.500 \text{lm}$$

Los focos que cumplen las condiciones son: Para el de relleno podemos emplear el de 500 o el de 650w (que dan 11.000 y 14.500lm, que están dentro de los límites).

Para el principal tenemos solo un candidato, el de 2Kw.

Lección 1.10 Iluminación de un espacio

Lección 1.11 Iluminación de un personaje dentro de un espacio

Lección 1.12 Iluminación de dos personajes, dos presentadores de noticias

Lección 1.13 Iluminación de dos personajes, campo contracampo

Lección 1.14 Iluminación de dos personajes, entrevista en localización

Lección 1.15 Iluminación de un personaje junto a una ventana

Lección 1.16 Datos para los cálculos

1.16.1

Lección 1.17 Equilibrio de color

1.17.1 Caracterización del color de un foco

El color y la reproducción del color son cosas diferentes. Respecto al color tenemos tres propiedades: el color de la luz, el índice de reproducción cromático y la temperatura de color.

Cuando una lámpara es de color blanco (color de la luz) puede reproducir los colores con mayor o menor acierto. El Índice de Reproducción Cromático nos dice lo bien que se reproducen los colores. Es un número que va de 0 a 100. Para usos fotográficos vamos a dividirlo en tres grandes grupos:

De 0 a 80. La reproducción de los colores es deficiente. Hay colores que nunca se reproducen adecuadamente y no podemos corregir las dominantes mediante filtros.

De 80 a 90. La reproducción de los colores es buena aunque puede haber problemas con alguno en concreto. Las dominantes pueden corregirse con filtros pero éstos no pueden determinarse por mireds.

De 90 a 100. La reproducción de los colores es de buena a excelente. Las dominantes pueden corregirse con filtros que además pueden determinarse mediante cálculos por mireds.

La temperatura de color es una característica propia de las fuentes de luz incandescentes y es la temperatura a la que debe calentarse un cuerpo negro para que emita el mismo espectro de luz que la lámpara considerada. Cuando una lámpara no es incandescente pero tiene un índice de reproducción mayor de 90 podemos asignarle una temperatura de color que, en propiedad se llama *temperatura de color correlacionada*.

1.17.2 Cálculos de color con mireds

1.17.3 Filtrado de color

A la hora de la verdad solo tenemos que tener en cuenta dos tipos de película: la de luz artificial (entendamosnos: tungsteno) y la de luz día. El estándar de cine es la película para estudio, la de luz de tungsteno. La gran mayoría de las emulsiones del catálogo de Kodak para cine son películas para luz artificial.

Las luces hay solo dos tipos: luz artificial y luz día. Por luz artificial entenderemos, siempre, luz de tungsteno.

Luces, como lámparas, solo hay cuatro tipos para uso fotográfico:

1. Luz día. La luz procedente del sol. También la del cielo, la de la luna, la de un día nublado. La temperatura de color varía pero la estandarizamos en 5000K (cinco mil kelvins, no «grados kelvin»).
2. Luz de tungsteno. Luz artificial, cuarzo, cuarzo halógeno. La temperatura de color estandarizada es de 3200 K. Es la luz de los estudios.

El resto de lámparas, para uso fotográfico, se fabrica para aproximarse a una de estas dos anteriores. Así que tenemos tres tipos de lámparas más:

1. Halogenuros metálicos. Principalmente el tipo HMI. Su luz es similar a la luz día. Algunas lámparas pueden ser algo más azuladas de lo deseable o incluso algo verdosas. Como son lámparas de descarga no tienen, estrictamente hablando, temperatura de color.
2. Fluorescentes. Los modelos para fotografía (cine y televisión) se fabrican en solo dos versiones: una para usar en combinación de luz día (5000K, lámparas de tipo W950) y otra para usar en combinación de luz de tungsteno (3200T, lámparas de tipo W320).
3. Leds. Son el último invento. Como las lámparas fluorescentes se fabrican en dos variedades: para luz artificial y para luz día.

El resto de las lámparas: mercurio, sodio de baja presión, sodio de alta presión, luz mezcla, fluorescentes domésticas, etc NO SON DE USO FOTOGRÁFICO y deberíamos evitarlas siempre que podamos.

Y filtros, al fin y al cabo se limitan a 5 variedades: CTB, CTO, CTS, Plus green y Minus green.

El uso es simple:

1. CTB, filtros azulados (fríos), para ajustar la luz artificial (tungsteno) a la luz día.
2. CTO, filtros anaranjados (cálidos), para ajustar la luz día a la luz artificial.
3. CTS, filtros amarillentos (cálidos), parecidos al CTO pero ofrecen un tono más amarillento y no tan azulado en el resultado.
4. Plus green. Filtros verdes utilizados para ajustar la luz artificial a un entorno con luz fluorescente.
5. Minus green. Filtros magenta utilizados para ajustar las luces fluorescentes a luz artificial.

Casi todos estos filtros se fabrican en diferentes densidades que se denominan con las raíces: doble, full, half (medio), quarter (cuarto), eight (octavo).

Por ejemplo, un half CTO es más menos naranja que un full CTO y más que un quarter CTO (cuarto). Para el uso concreto, remitimos a las tablas de los fabricantes o a las de mi nuevo libro sobre iluminación si consigo convencer alguna editorial para que lo publique.

Y esto es todo lo que hay que dar en un curso sobre filtros y color...

1.17.4 Tablas para el filtrado de luces

Las siguientes tablas, que son una reformulación de las que publica el manual de la ASC en su novena edición indican los filtros adecuados para diversas conversiones de color.

Filtros para adaptar luces cálidas a película luz día

Efecto conseguido sobre luz de 3200K (estándar de estudio)	Efecto sobre luz de 2900K (luz doméstica)	Modificación en mired	Filtro
26000K	14000K	-274	Lee 200 Doble CTB
			Rosco 3220 Doble CTB
5700K	4800K	-137	Lee 201 Full CTB
5500K	4670K	-131	Rosco 3202 Full Blue
5000K	4290K	-112	Lee 281 Three Quarter CTB
4080K	4720K	-100	Rosco 3203 Three Quarter Blue
4270K	3750K	-78	Lee 202 Half CTB
4100K	3610K	-68	Rosco 3204 Half Blue
3800K	3380K	-49	Rosco 3206 Third Blue
3610K	3230K	-35	Lee 203 Quarter CTB
3550K	3180K	-30	Rosco 3208 Quarter Blue
3400K	3060K	-18	Lee 218 Eighthth CTB
3330K	3000K	-12	Rosco 3216 Eighth Blue

Filtros para adaptar luces frías a película para luz cálida

Efecto conseguido sobre luz de 5500K	Efecto sobre luz de 6000K	Modificación en mired	Filtro
2865K	3000K	167	Rosco 3407 Roscosun CTO
2865K	3000K	167	Rosco 3441 Full Straw CTS
2900K	3400K	334	Rosco 3420 Double CTO
2930K	3070K	159	Lee 204 Full CTO
3060K	2925K	160	Lee 441 Full Straw CTS
3200K	3360K	131	Rosco 3401 Roscosun 85
3200K	3360K	131	Rosco 3411 Three Quarter CTO
3270K	3440K	124	Lee 285 Three Quarter CTO
3440K	3260K	109	Lee 205 Half CTO
3800K	4030K	81	Rosco 3408 Roscosun ½ CTO
3800K	4030K	81	Rosco 3442 Half Straw ½ CTS
3800K	4030K	81	Lee 442 Half Straw CTS
4060K	4330K	64	Lee 106 Quarter CTO
4460K	4800K	42	Rosco 3409 Roscosun ¼ CTO
4460K	4800K	42	Rosco 3443 Quarter Straw CTS
4460K	4780K	42	Lee 443 Quarter CTS
4810K	5180K	26	Lee 223 Eighth CTO
4950K	5350K	20	Rosco 3410 Roscosun 1/8 CTO

4950K	5350K	20	Rosco 3444 Eighth Straw 1/8 CTS
4950K	5350K	20	Lee 444 Eighth CTS
5260K	5710K	8	Rosco 3414 UV
5430K	5920K	2	Lee UV

Efecto sobre 5500K	Efecto sobre 6000K	Mired	Filtro
3160K	3320	234	Lee 236 (HMI a tungsteno)
3200K	3360	242	Rosco 3106 Tough MTY
3200K	3360	242	Rosco 237 (CID a tungsteno)
3425K	3790	220	Rosco 3102 Tough MT2
4330K	4630	49	Lee 238 (CSI a tungsteno)

1.17.5 Filtros CTB, para conversión de luz artificial a película luz día:

Nombre del filtro	Conversión entre 3200K y	Mireds	Transmisión %	Absorción (Densidad/pasos)		Coordenadas cromáticas	
						x	y
200 Doble CTB	26000K	-274	16,2	0,79	2+2/3	0,179	0,155
201 Full CTB	5700K	-137	34	0,47	1+1/2	0,228	0,233
281 Tres cuartos CTB	5000K	-112	45,5	0,35	1+1/6	0,239	0,258
202 Medio CTB	4300K	-78	54,9	0,26	2/3 de paso	0,261	0,273
203 Un cuarto CTB	3600K	-35	69,2	0,16	1/2 de paso	0,285	0,294
218 Un octavo CTB	3400K	-18	81,3	0,09	1/3 de paso	0,299	0,307

1.17.6 Filtros CTO, para conversión de luz día a película artificial

Nombre del filtro	Conversión entre 6500K y	Mireds	Transmisión %	Absorción		Coordenadas cromáticas	
						x	y
204 FULL CTO	3200K	159	55,4	0,26		0,437	0,392
285 Tres cuartos CTO	3600K	124	61,3	0,21		0,400	0,387
205 Medio CTO	3800K	109	70,8	0,15		0,374	0,364
206 Cuarto CTO	4600K	64	79,1	0,1		0,346	0,346
223 Octavo CTO	5550K	26	85,2	0,07		0,328	0,332
207 Full CTO y 0,3ND	3200K	159	32,5	0,49		0,435	0,386
208 Full CTO y 0,6ND	3200K	159	15,6	0,81		0,442	0,394

441 Full Straw	3200K	160	57,3	0,24		0,426	0,407
442 Medio CT Straw	4300K	81	71,2	0,15		0,370	0,378
443 Cuarto CT Straw	5100K	42	79,8	0,1		0,338	0,349
444 Octavo CT Straw	5700K	20	83,1	0,08		0,323	0,332

1.17.7 Filtros Tiffen decamired

Tiffen presenta sus filtros decamired para focos que emplean una nomenclatura muy precisa y de la que podrían aprender el resto de los fabricantes, empeñados en dar como nombres códigos que carecen de sentido a no ser que se especialice uno en críptica y sortilegios.

Los filtros decamired son filtros para conversión de color. Por tanto hay dos series, una de filtros azules y otra rojos. El nombre de un filtro consiste en una letra que indica el color y que puede ser B para azul (Blue) o R para los rojos (Red) y un número que es el mired dividido por diez. Por ejemplo un filtro B12 es un filtro azul de -120 mireds (los mireds de los azules siempre son negativos mientras que los rojos son positivos).

Color	Filtro	Pérdida en pasos	Mired
Azul	B1.5	1/3	-15
	B3	2/3	-30
	B6	1	-60
	B12	1+1/2	-120
Rojo	R1.5	1/3	+15
	R3	1/2	+30
	R6	2/3	+60
	R12	1+1/3	+120

1.17.8 Filtros Calcolor de Rosco

Rosco es famoso por dos cosas: por hacer unos filtros de primera calidad, que hace que su nombre se emplee como genérico de filtro y por utilizar una nomenclatura para sus productos que exige unas buenas dosis de paciencia y memoria para recordar qué número indica qué filtro.

Los filtros calcolor es lo que Rosco entiende por una nomenclatura “amigable”. Se trata de cuatro cifras que forman dos grupos. Las dos cifras más a la izquierda son el color, según un código propio de Rosco. Las dos cifras más a la derecha es la densidad multiplicada por diez.

Los códigos de los colores siguen la rueda de colores en sentido inverso y son:

42-azul, 43-cían, 44-verde, 45- amarillo, 46-rojo, 47-magenta, 48-rosa, 49-lavanda.

Los valores para densidad son 15 para 0'15 lo que indica una pérdida de medio paso. 30 es 0'3 y supone una pérdida de un paso de luz. 60 y 90 indican por tanto una densidad de 0'6 y 0'9 que producen pérdidas de 2 y 3 pasos respectivamente.

Así un filtro 4915 quiere decir que es color lavanda y tiene una densidad de 0,15, lo que indica que produce una pérdida de luz de medio paso.

Color	Nombre	Densidad	Pérdida en pasos	Color	Nombre	Densidad	Pérdida en pasos
Azul	4215	0,15	1/2	Rojos	4615	0,15	1/2

	4230	0,3	1		4630	0,3	1
	4260	0,6	2		4660	0,6	2
	4290	0,9	3		4690	0,9	3
Cian	4307	0,07	1/4	Magenta	4715	0,15	1/2
	4315	0,15	1/2		4730	0,3	1
	4330	0,3	1		4760	0,6	2
	4360	0,6	2		4790	0,9	3
	4390	0,9	3				
Verde	4415	0,15	1/2	Rosa	4815	0,15	1/2
	4430	0,3	1		4830	0,3	1
	4460	0,6	2		4860	0,6	2
	4490	0,9	3		4890	0,9	3
Amarillo	4515	0,15	1/2	Lavanda	4915	0,15	1/2
	4530	0,3	1		4930	0,3	1
	4560	0,6	2		4960	0,6	2
	4590	0,9	3		4990	0,9	3

1.17.9 Filtros para fluorescentes y descarga

La luz fluorescente suele dar dominantes magenta que dependiendo del tipo puede virar a tonos salmón. Este último se encuentra normalmente en lámparas con buen rendimiento del color y es el tipo de luces que podemos encontrar en museos como luz general.

La palabra mágica para el filtro de fluorescentes es *green* osea, verde en albión. Los sufijos que la acompañan son *plus* y *minus* indicando verde o magenta. Los filtros plus green son filtros de color verde que reducen la cantidad de magenta en la luz. Los filtros minus green son filtros magenta que reducen la cantidad de verde.

El manual de la ASC da las siguientes equivalencias entre los Wraten CC y los catálogos de lee y roscó.

Filtro verde	Equivalente CC
Rosco 3404 Tough Plus Green	CC30G
Lee 244 Plus Green	CC30G
Rosco 3315 Tough ½ Plus Green	CC15G
Lee 245 Half Plus Green	CC15G
Rosco 3316 Tough ¼ Plus Green	CC075G
Lee 246 Quarter Plus Green	CC075G
Lee 278 Eighth Plus Green	CC035G
Rosco 3317 1/8 Plus Green	CC035G
Lee 241 Fluorescent 5700K	CC30G+80A
Lee 242 Fluorescent 4300K	CC30G+80C
Lee 243 Fluorescent 3600K	CC30G+82B

Filtro magenta	Equivalente Wratten
Rosco 1578 Tough minus green	CC30M
Lee 247 minus Green	CC30M
Rosco 3313 Tough ½ minusgreen	CC15M
Lee 248 half minusgreen	CC15M
Rosco 3314 Tough ¼ minusgreen	CC075M
Lee 249 Quarter minusgreen	CC075M
Rosco 3318 Tough 1/8 minusgreen	CC035M
Lee 279 Eighth minusgreen	CC035M
Rosco 3310 Fluorofilter	CC30M+85B

1.17.10 Filtros para fluorescentes de Lee

Los filtros de la tabla siguiente se emplean para convertir adaptar la luz de los focos de tungsteno a un ambiente iluminado por fluorescentes. En cámara debe colocarse un filtro Lee FL-B en caso de utilizar película para luz artificial y Lee FL-D en caso de que fuera luz día.

Efecto	Filtro	Transmisión %	Densidad	Coordenada cromática x	Coordenada cromática y
Convierte la luz de tungsteno a fluorescente 5700K (cool white/daylight)	241	27,4	0,56	0,231	0,290
Convierte la luz de tungsteno a fluorescente de 4300K (White)	242	37,3	0,43	0,262	0,346
Convierte la luz de tungsteno a fluorescente de 3600K (warm white)	243	45,7	0,34	0,286	0,370
Filtro de uso general para convertir la luz de tungsteno a fluorescente cuando no sabemos cual es este	219	31	0,51	0,219	0,334

1.17.11 Filtros plus green de Lee

Se emplean para filtrar la luz día o de tungsteno y proporcionar un tono verdoso que se adecue a la de la luz de descarga.

Efecto	Filtro	Transmisión %	Densidad	Coordenada cromática x	Coordenada cromática y
Equivale aproximadamente a un CC30G	244 Lee Plus Green	74,2	0,12	0,324	0,388
Equivale	245 Lee Half Plus Green	81,7	0,08	0,319	0,355

aproximadamente a un CC15G					
Equivale aproximadamente a un CC075	246 Lee Quarter Plus Green	84,6	0,07	0,315	0,337
Produce un tono verdoso muy leve	278 Eighth Plus Green	87,7	0,06	0,313	0,327

1.17.12 Filtros minus green de Lee

Estos filtros de color magenta sirven para eliminar los restos de color verde en la iluminación ambiente debida a lámparas de descarga.

Efecto	Filtro	Transmisión %	Densidad	Coordenada cromática x	Coordenada cromática y
Equivale aproximadamente a un CC30M	247	57,8	0,22	0,325	0,279
Equivale aproximadamente a un CC15M	248	72	0,14	0,317	0,297
Equivale aproximadamente a un CC075M	249	82,4	0,08	0,312	0,307
Realiza una leve corrección de verde	279	86,5	0,06	0,312	0,311

1.17.13 Filtros para halogenuros

Efecto	Filtro	Transmisión %	Densidad	Coordenada cromática x	Coordenada cromática y
Convierte HMI a 3200K	236 HMI	58,2	0,24	0,426	0,376
Convierte CID a 3200K	237 CID	38,5	0,41	0,430	0,365
Convierte CSI a 3200K	238 CSI	29,8	0,53	0,372	0,331

1.17.14 Epígrafe

Epigrafe 2

Texto

Texto en lista

INSERCIÓN DE FOTO

Pié de foto

Cita

Cabecera de tabla

Texto de tabla

Índice 1

Índice 2

Índice 3

Lo que sigue es para presentar un temario, son los estilos af_temario

Bloque

Unidad

Lección

Lo que sigue también es para presentar un temario, pero ahora son los estilos cur_desarrollo

Parte (Bloque temático)

Tema (UD)

Lección