

# Calcular el factor de magnificació de lent i dels tubs d'extensió.

Quan treballem en documentació gràfica del patrimoni, digitalització o simplement fotografia científica, un dels aspectes més rellevants de la nostra feina són els aspectes relacionats amb la relació de dimensions entre imatge i escena, amb la finalitat que aquesta pugui servir com una evidència de certs aspectes geomètrics de la nostra escena, obra, objecte...

Per això en fotografia hi ha una sèrie de càlculs entorn al que es coneix com els factors de magnificació de lent, pels quals és possible deduir la relació de grandària dels motius continguts en la nostra imatge en relació a la realitat.

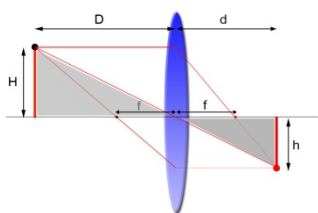
Aquesta informació entorn a la magnificació o factor d'escala d'una imatge són tremendament comuns en el món de la macrofotografia ja que sovint la magnificació nativa de la nostra lent ha de ser corregida quan treballem amb els coneguts tubs d'extensió.

Per exemple, una magnificació 1:2 indica que la imatge que s'obté té la meitat de grandària que l'objecte real.

## *Magnificació de la lent*

La distància a la qual es forma la imatge s'obté a partir de la distància focal i la distància d'enfocament mitjançant la equació de lent, on  $f$  és la distància focal,  $D$  la distància d'enfocament i  $d$  la distància a la qual es forma la imatge:

$$1/f = 1/d + 1/D$$



La **magnificació de la lent es defineix com la relació entre la mida de la imatge i la mida de l'objecte** i es representa amb  $Ma$ . Seguint amb la notació de la figura:

$$Ma = h/H$$

La relació  $h/H$  és la mateixa que la que guarden els costats  $D$  i  $d$ , ja que els triangles grisos són semblants. Així doncs,  $Ma$  es pot expressar com relació de mides entre la imatge i l'objecte, o com a relació entre distància de la imatge i distància d'enfocament:

$$Ma = h/H = d/D$$

Usant l'equació de la lent, el factor de magnificació també es pot expressar en funció de la distància focal  $f$  i la distància d'enfocament  $D$ :

$$Ma = f/(D-f)$$

o en funció de la distància de la imatge:

$$Ma = (d/f) - 1$$

Com es pot veure, el factor de magnificació és una altra forma de donar la mateixa informació que l'equació de la lent; simplement és més útil quan el que ens interessa és saber la relació de mides entre la imatge i l'objecte, com sol ser el cas en fotografia macro.

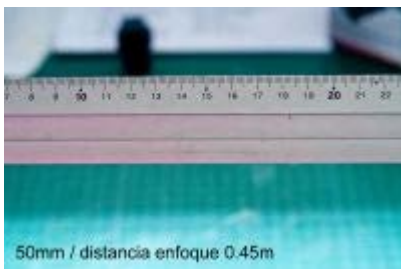
El factor de magnificació és un valor relatiu perquè relaciona dues distàncies.

Per exemple, un objectiu macro típic veuràs que indica 1: 1. Això vol dir que l'objectiu és capaç d'obtenir imatges de la mateixa mida que l'objecte; si fas la foto d'una formiga de 5 mm, la imatge de la formiga invertida en el sensor ocuparà 5 mm.

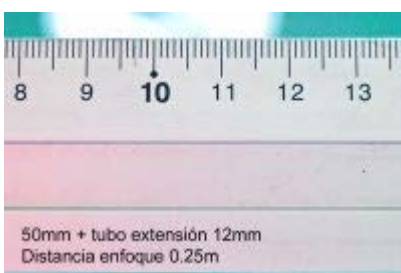
Una altra forma de veure-ho: la distància a la qual es forma la imatge és la mateixa que la distància d'enfocament.

Hi ha diverses vies per conèixer el factor de magnificació d'una lent o un conjunt de lent més un o diversos tubs d'extensió. En aquest article anem a revisar les possibles vies per assolir aquests càlculs i poder ser adjuntats a les nostres imatges en forma de metadades per tal de deixar perfectament documentat aquest factor.

### *Conèixer la magnificació de la nostra lent de manera experimental:*



La tècnica és molt simple i es basa en fotografiar a la mínima distància possible, o qualsevol altra distància que ens interessi estudiar, que ens permeti la nostra òptica, un regle o flexòmetre que es trobi dividit en mil·límetres. Un cop revelada la nostra imatge, només cal comptar els mil·límetres que hem estat capaços d'abastar al llarg de l'ample de la nostra imatge.



A continuació hem informeu-nos sobre l'ample del nostre sensor, per exemple 36 mm dels sensors Full Frame, 22.2/22.5 mm a sensors APS-C de Canon o els 23.6 mm que solen tenir els Nikon, d'aquesta manera podem fer el següent càlcul si la nostra imatge ha cobert una superfície horitzontal de 159mm i 60mm respectivament una Nikon:

$$Ma = 23,6 \text{ mm} / 159 \text{ mm} = 0,148$$

Atès que he fet servir una òptica de 50mm i aquestes lents solen tenir una magnificació de 0.15x doncs els nostres càlculs s'aproximen bastant al teòric.

De manera similar si interposem un tub d'extensió de 12 mm els càlculs quedarien:

$$Ma = 23.6\text{mm} / 60\text{mm} = 0.39$$

Que com veurem a continuació s'aproxima molt als valors teòrics que obtindrem en l'apartat següent

### *Conèixer la magnificació d'una lent a partir de la distància d'enfocament:*

Aquest mètode exigeix una mica més de càlculs però és molt interessant perquè podem deduir qualsevol factor de magnificació a partir de les dades de distància focal de la nostra òptica i la distància a la qual es troba l'objecte del nostre pla focal.

Trobarem marcat aquest punt marcat al nostre cos de la càmera,

Per a això farem servir les següents variables:

```
f = distància focal
d = distància d'enfocament en mm
r = sqrt ((d2/4) - f*d)
g = (d/2) + r
```

De manera que la magnificació vindrà donada per:

$$Ma = f / (g-f)$$

D'aquesta manera per a una òptica de 50mm i per a una distància d'enfocament de 0.45m tindriem els següents resultats:

```
r = sqrt ((4502/4) - 50*450) = 167.7
g = (450/2) + 167.7 = 392.7
Ma = 50/(392.7 - 50) = 0.1459
```

Per tant hem aconseguit apropar-nos bastant al valor de magnificació obtingut en el punt anterior.

### *Calcular la magnificació d'un tub d'extensió per macrofotografia*

Un cop coneguda el factor de magnificació de la nostra lent ja sigui de forma experimental o, a partir de la distància d'enfocament, podem passar a calcular com un determinat tub d'extensió influeix en aquesta magnificació:

Per això podem fer servir la fórmula:

$$Ma' = ((Ma*f) + Tex) / f$$

on  $Ma$  és la magnificació de la nostra lent calculada en el punt anterior,  $f$  la distància focal i  $Tex$  la longitud del tub d'extensió que en el nostre cas un anell de 12mm, d'aquesta manera obtenim:

$$Ma' = (0.145*50) + 12) / 50$$
$$Ma' = 0.38$$

Així que també ens hem aproximat bastant al valor obtingut pel mètode experimental del primer punt.

Per facilitar aquests càlculs podem fer servir la [calculadora on-line de factors de magnificació](#) com referència ràpida, també es poden trobar a internet [calculadores per conèixer la profunditat de camp](#), o [el nombre de imatges i els valors de desplaçament d'apilat](#), o [la difracció òptica per macro fotografia](#).

### *metadades*

Realment el factor de magnificació d'una lent es pot deduir fàcilment a partir de les metadades EXIF de la imatge al camp "**Subject Distance**" aquest es pot localitzar a través de Photoshop a la informació sense modificar la informació de l'arxiu, o mitjançant la eina exiftools. Atès que en els EXIF tenim la distància d'enfocament i la longitud focal de la nostra lent, la magnificació és fàcil de deduir.



No obstant això si hem fet servir un tub d'extensió o combinació de diversos, tal informació no és possible deduir, ja que les característiques del nostre tub d'extensió no es veuen reflectides en el EXIF. I caldrà calcular-les manualment i reflectir-les a través algun camp de les metadades de la nostra imatge, per tal de no extraviar la referència al factor de magnificació, ja que es perdria qualsevol possible informació dimensional dels motius de la nostra imatge.

Tot i que es tracta de concepte elemental, cal recordar que els càlculs de distància d'enfocament es realitzen de l'objecte al pla focal de la nostra càmera, el qual ve indicat pel símbol que es pot apreciar en la imatge de l'esquerra.

### *Interpretar les dades*

El factor de magnificació indica simplement quantes vegades és més gran el nostre objecte en la realitat respecte al representat en la nostra imatge, d'aquí que sol expressar-se de la forma 0.15x.

Una altra forma d'expressar aquest valor és en forma d'un factor d'escala (**Fe**) o relació d'escala de manera que:

$$F_e = 1/M_a'$$
$$F_e = 1/0.38 = 2.63$$

De manera que ens quedaria expressat en forma de factor d'escala **1:2.6**