

Tempi d'esposizione e magnitudine limite nella fotografia astronomica

Vediamo un metodo per calcolare i valori di esposizione basato su di una formula dell'International Standard Organization (ISO); esso può essere di grande aiuto soprattutto per chi si cimenta nella fotografia astronomica per la prima volta.

La formula è la seguente:

$$T_{\text{esp}} = [(f/) \times (f/)] : (\text{iso} \times B)$$

Dove:

- **T_esp** è il giusto tempo d'esposizione espresso in secondi.
- **(f/)** è il diaframma dell'ottica usata.
- **iso** è la sensibilità della pellicola (quella con cui sarà sviluppata).
- **B** indica la luminosità del soggetto fotografico.
- **B** è espresso in magnitudine per arc – secondo al quadrato (da Astronomical Almanac), oppure in candele per piedi al quadrato (da Kingslake, Optical System Design). Possiamo quindi identificare **B**, per praticità, con la quantità di luce unitaria che arriva sulla pellicola. Quando l'immagine viene filtrata **B** deve essere ovviamente corretta: **B' = B / (fattore filtro)**

I più comuni valori di B:

Paesaggio diurno fortemente illuminato dal Sole	B = 256
Paesaggio diurno debolmente illuminato dal Sole (stesso valore della Luna piena)	B = 180
Sole, filtro di densità 6.0 000 fattore filtro: 1 000 000	B = 80 000
Sole, filtro di densità 5.0 Thousand Oaks Tipo 2+ 000 fattore filtro: 100 000	B = 80 000
Sole, filtro di densità 5.0 Baader Astrosolar visuale 000 fattore filtro: 100 000	B = 80 000
Sole, filtro di densità 4.0 Thousand Oaks Tipo 3+ 000 fattore filtro: 10 000	B = 80 000

Sole, filtro di densità 4.0 Baader Astrosolar fotografico	B = 80 000
000 fattore filtro: 10 000	
Sole eclisse totale, protuberanze	B = 200
Sole eclisse totale, corona interna (3° campo)	B = 1
Sole eclisse totale, corona esterna (10° campo)	B = 0.2
Luna, luce cinerea	B = 0.016
Luna crescente, falce	B = 8
Luna crescente	B = 16
Luna al primo quarto, ultimo quarto	10 < B < 25
Luna gibbosa	B = 60
Luna piena molto bassa sull'orizzonte	B < 90
Luna piena, con cielo velato o bassa sull'orizzonte	B = 110
Luna piena alta sull'orizzonte 60°	B = 180
Luna parzialmente eclissata, ombra e penombra	B = 0.25
Luna parzialmente eclissata, parti più luminose	B = 50
Luna all'inizio o alla fine della totalità	B = 0.04
Luna eclissata, totalità molto luminosa	B = 0.05
Luna eclissata, totalità centrale di media luminosità	B = 0.01
Luna eclissata, totalità molto scura	B = 0.005
Mercurio, massima brillantezza	B = 400
Mercurio, perdita di una magnitudine per l'estinzione atmosferica	60
< B < 200	
Venere	B = 1100
Marte	B = 60
Giove	15 < B < 30
Saturno	1 < B < 8
Urano	B = 1.2
Nettuno	B = 0.5
Aurore Polari	B = 0.002
Parelio, aloni, fotometeore in genere	
Raggio Verde su orizzonte marino	350 < B < 700
Raggio Verde su orizzonte terrestre	100 < B < 400

Comete, coda e chioma luminosa 0.0006	0.00025 < B < 0.0006
Nebulose luminose, parti centrali pellicole sensibili a 656 nm.	B = 0.001 con
Nebulose luminose, parti esterne	B = 0.000075
Nebulose deboli, comete deboli 0.000016	0.00004 < B < 0.000016
M 42, con filamenti esterni	B = 0.000052
Galassie con nucleo luminoso (M 33)	B = 0.00025
Galassie deboli, regioni esterne	B = 0.000016
M 31, con galassie satelliti	B = 0.000016
Luce zodiacale	B = 0.000075
Oggetti poco più luminosi del fondo cielo (Mv.> 6.0) scuro	B = 0.000016 Cielo
Oggetti poco più luminosi del fondo cielo (Mv. 5.5)	B = 0.00025
Cielo tipico delle pianure italiane	
Oggetti poco più luminosi del fondo cielo (Mv. 4.5)	B = 0.0016
Cielo tipico delle periferie italiane	

Esempio di applicazione pratica nella fotografia planetaria:

Considerando di voler fotografare il pianeta Giove utilizzando il metodo della "proiezione dell'oculare" con un telescopio tale da ottenere un valore di diaframma pari a f/100. Scegliamo una pellicola da 200 iso per ottenere un tempo d'esposizione veloce, un'ottima risoluzione e poca grana sul fotogramma. Sapendo che il valore di B relativo a Giove è pari a 30, applicando la formula sopra citata, otteniamo:

$$T_{\text{esp}} = [(100 \times 100)] : (200 \times 30) = 1.7''$$

Tale valore indica che il fotografo otterrà i migliori risultati con i tempi d'esposizione pari ad 1 ed a 2 secondi (vedi foto).

Usando un filtro giallo con fattore filtro pari a 2 (ad esempio l'IDAS LPS-P2) B deve essere corretta nel seguente modo: $B' = B/2$, ovvero $B' = 15$. Quindi il nuovo tempo d'esposizione raddoppia.

Esempio di applicazione pratica nella fotografia planetaria (tenendo conto della Brillanza superficiale "BS")

Se si volesse tener conto della variazione di luminosità del pianeta in funzione del diametro del disco planetario, allora B deve essere calcolato in funzione della Brillanza Superficiale "BS". Vediamo come:

$$B = 2,512^{(9,26 - BS)} \text{ dove } BS = (\text{magnitudine visuale}) + 5\log(\text{Diametro pianeta espresso in secondi d'arco})$$

Considerazioni per la fotografia a profondo cielo:

Molti astro - fotografi, quando usano le pellicole da 400 iso, espongono il materiale sensibile per tempi di poco superiori al quadrato del valore del diaframma: $(f)^2$. Ad esempio, fotografando con un telescopio Newton f/4 con una pellicola da 400 iso, i tempi d'esposizione oscillano da 16 a 20 minuti.

Estrapolando il valore di B dalla formula, con il procedimento matematico inverso, si deduce che B applicata è pari a circa 0.00003 - 0.00004, superando quindi i valori teorici. Questo perché i cieli italiani non permettono di effettuare lunghi tempi di posa a causa dell'inquinamento luminoso.

Al contrario, sotto cieli eccezionalmente scuri, come ad esempio in alta montagna o sulle isole Canarie, i tempi d'esposizione possono anche raddoppiare.

Magnitudine limite

La magnitudine limite dipende dal diametro dell'obiettivo (**D**) e quindi dalla sua capacità di raccogliere luce. Vediamo tre formule per calcolarla:

Magnitudine limite visuale: $M=6,8 + 5\log D$, questa formula indica solo la capacità del telescopio di raccogliere luce e quindi di permettere all'occhio di raggiungere una certa magnitudine in visuale.

Magnitudine limite fotografica (film): $M=9,3 + 5\log D$, questa formula indica la capacità della pellicola di registrare più luce dell'occhio umano. La magnitudine limite fotografica, si attesta su valori medi pari a 2,5 più alti della magnitudine limite visuale. Non tiene conto dei tempi d'esposizione.

Magnitudine limite fotografica (digit): $M=2,5 + 2\log ISO + 5\log D$, questa formula indica la capacità dei sensori di registrare più luce dell'occhio umano basandosi sulla sensibilità relativa (**Iso**) impostata. Non tiene conto dei tempi d'esposizione.