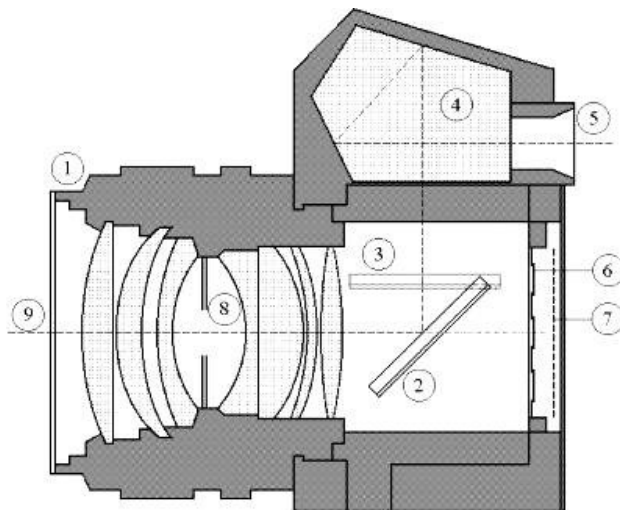


Fotografia digitale: le basi



- 1 – obiettivo
- 2 - specchietto nella posizione a riposo (inclinato a 45°)
- 3- specchietto durante lo scatto (in posizione sollevata)
- 4 – pentaprisma
- 5 – mirino
- 6 – otturatore
- 7 – pellicola
- 8 – diaframma
- 9 - percorso del raggio luminoso (linea tratteggiata)

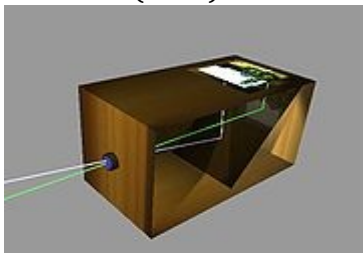
Sappiamo tutti che lo strumento per realizzare fotografie è la macchina fotografica, detta più propriamente fotocamera, dall'unione del termine greco **φως (phos)** e del termine latino **camera obscura**, ma è necessario ricordare che per realizzare delle fotografie che possano trasmetterci emozioni e trasmetterle agli altri non è sufficiente sapere premere un pulsante, ovvero fare il famoso 'click', ma si rende necessario conoscere una serie di aspetti di base che interessano lo strumento e il suo modo di operare, come ragiona la luce, come si effettua una composizione fotografica e tanto altro ancora; solo la conoscenza e la pratica sul campo ci permetterà di ottenere lavori che possano trasmettere qualcosa e ci rendano soddisfatti degli scatti effettuati.

In questa parte del corso ci occuperemo di come è costituita una fotocamera e quali sono i suoi parametri di lavoro.

Ogni fotocamera è costituita da un corpo nel quale entra la luce; in realtà si tratta di una camera oscura, ovvero una scatola a tenuta di luce, che presenta un piccolissimo foro detto stenopeico dal qual foro entra la luce propriamente detta e da una superficie di registrazione dell'immagine.

La luce che si introduce nel corpo altri non è che un'onda elettromagnetica del campo visibile che viene rifratta dal soggetto inquadrato e porta con sé l'informazione della scena depositandola, utilizzando come mezzo il corpo macchina, sulla parte di registrazione.

A questi due elementi basilari, nella stragrande maggioranza dei casi si aggiunge la parte diottrica (lenti) o catadiottrica (specchi), che va a costituire l'obiettivo fotografico.



Nelle fotocamere moderne la prima apertura per il passaggio della luce è gestita da un foro regolabile nella sua dimensione detto **DIAFRAMMA** e il raggiungimento del fascio luminoso sulla parte sensibile è regolato da un dispositivo meccanico detto **OTTURATORE**, mentre la parte relativa alla registrazione dell'immagine è costituita da un sensore fotosensibile, che può essere una pellicola o lastra fotografica

per le macchine fotografiche tradizionali o analogiche o un sensore digitale del tipo CCD o CMOS per le macchine fotografiche digitali.



Diaframma

Il diaframma è un elemento meccanico che consente di regolare la quantità di luce che raggiunge il materiale sensibile, intercettando i raggi luminosi che entrano nella fotocamera per formare l'immagine.

Per capire a fondo la sua funzione possiamo pensare al nostro apparato visivo, ovvero agli occhi; quando la luce è debole, cioè ad esempio siamo in una stanza buia le nostre pupille saranno molto dilatate mentre quando siamo in presenza di molta luce ad esempio sotto al sole di

mezzogiorno, le nostre pupille saranno piuttosto chiuse.

Il nostro corpo risponde nel primo caso con un'azione di apertura per catturare il massimo della luce disponibile nel secondo caso l'intento del nostro sistema sarà quello di limitare la luce entrante, in entrambi i casi per ottenere un'immagine correttamente leggibile dal nostro cervello, in fotografia si utilizzerebbe il termine 'correttamente esposta'.

Tutto questo rappresenta la funzione in fotografia del diaframma; ovvero un elemento che gestisce la quantità di luce entrante nel corpo macchina. Il diaframma è di norma montato nell'obiettivo, ovvero quell'elemento della fotocamera che porta con sé le lenti e il punto di focale (argomento di cui parleremo più avanti) e tecnologicamente è costituito da una serie di lamelle concentriche incernierate su un anello e collegate tra loro in modo che il diametro dell'obiettivo si possa allargare o restringere, regolando così la luce che vi entra e si deposita sul sensore digitale o sulla pellicola. La misurazione dei valori di diaframma viene espressa con alcuni numeri inversamente proporzionali all'intensità luminosa. La scala dei diaframmi è:

f/1 – diaframma a massima apertura

f/1,4

f/2

f/2,8

f/4

f/5,6

f/8

f/11

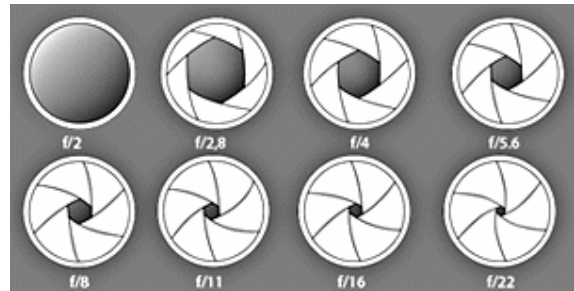
f/16

f/22

f/32

f/45

f/64 – diaframma a minima apertura



L'intervallo tra i diversi valori del diaframma viene comunemente indicato in gergo **stop**.

I numeri f sono calcolati e ordinati in modo tale che diaframmando, ovvero chiudendo il diaframma di un'intera divisione o di 1 stop, si dimezza la quantità di luce che entra a impressionare la pellicola o i sensori; chiudendolo di 2 stop si diminuisce la luce a 1/4, chiudendolo di 3 divisioni a 1/8 e così via.

I numeri f esprimono il rapporto tra la lunghezza focale dell'obiettivo e il diametro fisico dell'apertura del diaframma pertanto a valori più bassi come detto prima di f corrispondono aperture di diaframma più ampie e viceversa a valori più alti di f corrispondono aperture di diaframma più ristrette.

Otturatore

L'otturatore è un sistema meccanico che consente il controllo del tempo di esposizione, ovvero quel tempo nel quale la luce raggiunge la parte sensibile che sia pellicola o sensore. Facendo nuovamente un parallelo con l'occhio umano, mentre il corrispettivo del diaframma poteva essere la pupilla, il corrispettivo dell'otturatore è la palpebra, che sbattendo definisce un intervallo di tempo nel quale il nostro sistema visivo è sottoposto alla luce. La serie di tempi di otturazione in frazioni di secondo è la seguente:

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



otturatore centrale



otturatore a tendina

Nella scala dei tempi ogni valore è circa la metà di quello che lo precede ed circa il doppio di quello successivo, inoltre di norma i valori inferiori al secondo sono visualizzati solo con il divisore per cui ad esempio il 1/125 diviene 125.

Come per la scala dei diaframmi, l'intervallo tra i diversi valori dei tempi di otturazione viene indicato in gergo **stop**.

Aumentando o diminuendo di uno stop il tempo di otturazione si raddoppia o si dimezza la quantità di luce che arriva al supporto sensibile.

A livello tecnologico gli otturatori possono essere realizzati in modo centrale o a tendina, al primo tipo corrispondono tutti gli otturatori dotati di lamelle disposte a raggiera, in modo simile a quelle che costituiscono il diaframma.

Il secondo tipo è un otturatore composto da due superfici di materiale flessibile solitamente costituito da tela gommata o in particolari leghe di materiale metallico disposte parallelamente o verticalmente alla zona fotosensibile detta anche piano focale; queste tendine durante lo scatto scorrono formando una feritoia che lascia penetrare la luce.

Se il tempo richiesto è lento (ad esempio 1/30), la prima tendina raggiunge il fine corsa e conseguentemente parte la seconda che copre la pellicola concludendo l'esposizione.

In caso di tempi più rapidi (ad esempio 1/250), la seconda tendina viene azionata durante la corsa della prima, quindi la pellicola non viene esposta contemporaneamente lungo tutto il fotogramma, ma solo attraverso la feritoia formata dal ritardo fra la prima e la seconda tendina.

Entrambi i sistemi sono oggi considerati funzionali e si tratta di scelte tecnologiche costruttive delle case produttrici con vantaggi e svantaggi che qui non è la sede per affrontarli ma è bene dire che i sistemi a tendina hanno il vantaggio di essere collocati sul piano focale e quindi hanno la possibilità di ottenere tempi di esposizione molto più brevi che con quelli di tipo centrale, 1/4000 è un tempo di posa che oggi possono permettersi con la tecnica della tendina oggi moltissime macchine anche amatoriali.

Lo svantaggio principale risiede invece nella sincronizzazione con i lampeggiatori elettronici, i mitici Flash, ottenibile solo con tempi di solito di 1/250 o inferiori.

Sensibilità del supporto sensibile

In fotografia, la sensibilità della pellicola, indica la predisposizione di una pellicola fotografica a essere impressionata dalla luce, nel mondo del digitale si è riusciti a dare questa caratteristica anche al sensore per cui l'argomento è comune sia al mondo analogico che a quello digitale, con la differenza che nel mondo analogico per modificare la sensibilità della pellicola dovevamo sostituire il rullino (cosa ovviamente impossibile da fare in immersione) mentre nel mondo digitale questa modifica si effettua semplicemente gestendo un parametro di impostazione per cui è possibile farlo anche sott'acqua. Facendo nuovamente un parallelo con l'occhio umano, mentre il corrispettivo dell'otturatore era la palpebra, la parte sensibile dell'occhio è la retina alla quale arrivano le informazioni luminose attraverso il bulbo oculare.

Ritornando a noi possiamo avere una pellicola a bassa sensibilità, detta anche pellicola lenta, la quale ha bisogno di molta luce per essere impressionata e possiamo avere una pellicola ad alta sensibilità, detta anche pellicola veloce, la quale ha bisogno di poca luce per essere impressionata.

Esiste una scala che misura la velocità della pellicola che oggi è standardizzata sotto il nome di ISO, per la cronaca esistevano prima dell'avvento della scala ISO le scale ASA (scala di velocità di pellicola statunitense) e DIN (scala di velocità di pellicola tedesca), possiamo verosimilmente affermare che la scala ISO è molto simile a quella ASA per cui i due termini possono essere usati oggi giorno come sinonimi mentre la scala DIN è molto diversa e oggi ribadisco non più utilizzata.

I valori di ISO più comuni sono 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600, e 3200.

Le pellicole con rapidità ISO/ASA da 25 a 100 sono lente; da 200 a 400 sono di rapidità da moderata a media; quelle da 800 e oltre sono rapide.

Come per i tempi di esposizione e le aperture del diaframma, anche per quanto riguarda gli ISO il passaggio da un numero all'altro si indica in gergo **stop**, aumentando/diminuendo di uno stop la velocità della pellicola si raddoppia/dimezza la quantità di luce.

E' necessario dire che più si utilizzano sensibilità veloci, maggiore sarà la così detta grana fotografica (nel mondo analogico) o il rumore (nel mondo digitale), ovvero la fotografia tenderà a presentare sotto forma di granuli microscopiche particelle che rendono l'immagine meno nitida, mentre le pellicole a grana fine (pellicole lente), danno stampe o immagini praticamente prive di grana; di norma la grana è una qualità indesiderabile nella fotografia, ma a volte si trasforma in un mezzo di espressione creativa.

L'esposizione della fotografia e esposimetro

In fotografia esporre in modo corretto significa avere somministrato al fotogramma la corretta quantità di luce e diremo in questo caso che la fotografia è esposta correttamente, se invece irroriamo la parte sensibile con troppa luce otterremo una fotografia sensibilmente biancastra che in gergo viene detta sovraesposta o più comunemente bruciata, mentre al contrario se il fotogramma è interessato da una quantità di luce insufficiente otterremo una fotografia sensibilmente scura che in gergo viene detta sottoesposta o più comunemente scura o nera.

L'esposizione è condizionata da tre fattori: diaframma, tempo di esposizione e velocità della pellicola, il rapporto che intercorre tra questi tre elementi è definito come reciprocità. A parità di condizioni di luce, si ottiene la stessa esposizione se aumentando un fattore se ne diminuisce un altro della stessa quantità ovvero di uno stop. Ad esempio, portando il tempo da 1/250 a 1/500, quindi dimezzando l'esposizione alla luce, si può scegliere se raddoppiare il diaframma oppure aumentare la sensibilità della pellicola (o del sensore elettronico nelle fotocamere digitali). In entrambi i casi la quantità di luce che colpirà la pellicola sarà la stessa. Ad esempio la terna di valori ISO 100-f/5,6-1/60 è equivalente alle seguenti terne:

ISO 100-f/4-1/125

ISO 100-f/2,8-1/250

ISO 200-f/8-1/60

ISO 400-f/8-1/125

ISO 400-f/5,6-1/250

Le terne prima indicate, pur garantendo la stessa esposizione, non danno gli stessi risultati fotografici, infatti all'aumentare dell'apertura del diaframma diminuisce la così detta Profondità di Campo della foto, che altri non è che quella porzione di fotografia ancora percepita dall'occhio umano come a fuoco; all'aumentare dei tempi di esposizione aumenta il rischio dell'effetto mosso, o meglio la gestione dei tempi può creare effetti di congelamento dell'immagine oppure effetti di scia, mentre all'aumentare della velocità della pellicola, come abbiamo precedentemente detto, aumenta la granularità dell'immagine.

Il compito più impegnativo per chi si cimenta nella fotografia è comporre in modo corretto l'inquadratura, cosa a cui verrà dedicata un capitolo a parte e determinare l'esposizione corretta.



Lo strumento utilizzato per misurare la luce e quindi l'esposizione è l'exposimetro, che può essere esterno o interno. La versione esterna permette una misurazione più precisa della luce, in quanto registra la luce incidente il soggetto e non la riflessa, come accade invece con l'exposimetro interno, comunque per noi subacquei il problema si pone relativamente

in quanto in acqua non possiamo disporre di esposimetri esterni per cui dobbiamo accontentarci di quello che ci fornisce la fotocamera.

Obiettivi



Un altro componente importante nella fotocamera è l'obiettivo, ovvero si tratta del dispositivo ottico in grado di raccogliere l'immagine attraverso l'acquisizione della luce; è di norma composto da una o più lenti, può essere a focale fissa o variabile; e volendo tornare al paragone con l'occhio umano l'obiettivo può essere confrontato con il cristallino, che in sostanza è una

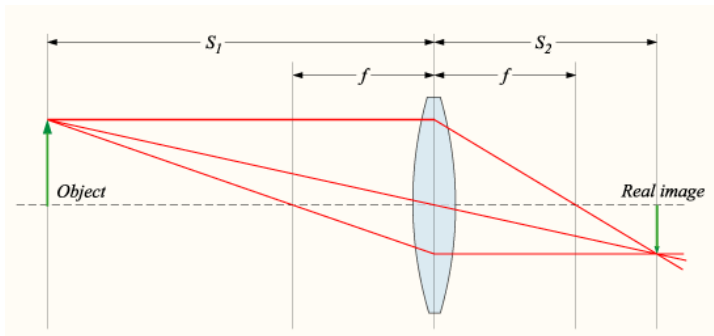
meravigliosa lente che ha la straordinaria capacità di potersi deformare e di cambiare la sua lunghezza focale a seconda della necessità, al fine di guardare oggetti vicini o lontani trasferendo l'informazione alla retina.

La più costosa macchina con annesso un obiettivo di scarsa qualità ci renderà dei fotogrammi pessimi al contrario un obiettivo di qualità montato su una fotocamera qualsiasi ci restituirà fotografie corrette sia da un punto di vista cromatico che geometrico.

Le principali caratteristiche di un obiettivo sono:

- lunghezza focale
- angolo di campo
- apertura e luminosità

1) La **lunghezza focale** è la distanza tra il centro ottico, punto nel quale si intersecano i raggi di luce paralleli all'asse della lente raccolti dalle lenti, e il piano pellicola o il sensore nel quale viene messa a fuoco l'immagine di un punto posto all'infinito. Da notare che il centro ottico non sempre coincide con il centro dell'obiettivo.



Un obiettivo composto da più lenti si comporta come una sola lente la cui lunghezza focale può essere considerevolmente diversa dalla lunghezza fisica dell'obiettivo. In campo fotografico la lunghezza focale è espressa in millimetri.

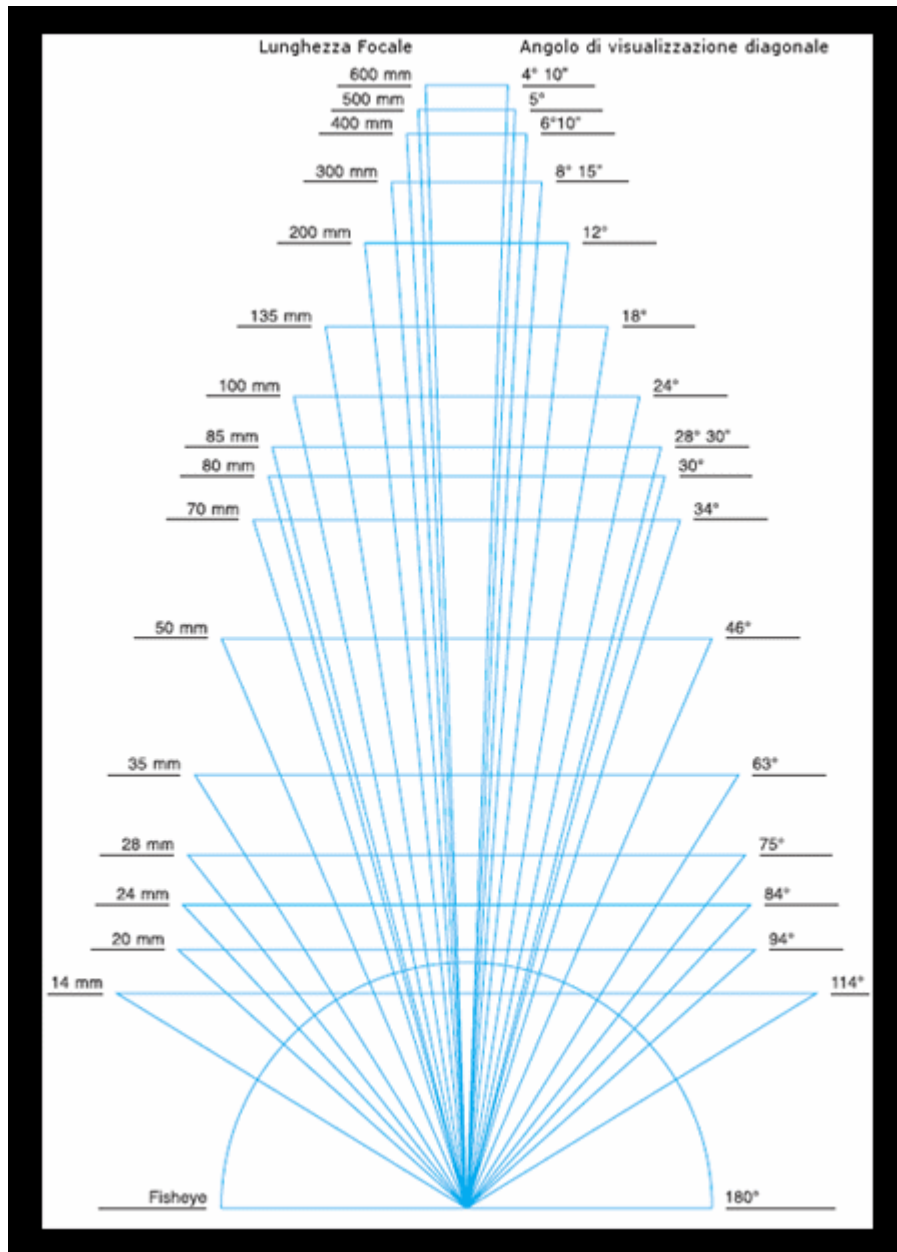
Possiamo quindi affermare che un obiettivo è caratterizzato da una certa lunghezza focale e questi obiettivi sono anche detti 'ottiche fisse'; esiste poi una categoria di obiettivi che possono contenere una moltitudine di focali ovvero possono variare la loro lunghezza focale all'interno di un determinato campo e sono i così detti obiettivi a focale variabile o ottiche variabili, i famosi zoom.

2) L'**angolo di campo** è l'angolo di visuale che un obiettivo può avere, ovvero indica la visuale di un'ottica, per cui possiamo avere ottiche che vanno da un angolo di campo massimo come i cosiddetti fish-eye che hanno una copertura visiva di 180° a obiettivi detti super tele che hanno pochi gradi di campo visivo.

Senza inoltrarci in discorsi complicati possiamo dire che in ottica esiste una stretta correlazione tra l'angolo di campo e la lunghezza focale ovvero maggiore è la lunghezza focale minore è l'angolo di campo e viceversa l'angolo di campo aumenta al diminuire della lunghezza focale.

In base a questi due punti descritti possiamo dividere gli obiettivi in:

Obiettivo	Lunghezza Focale [mm]
grandangolare	da 10 a 35
normale	50 mm
medio tele	da 70 a 100
teleobiettivo	da 100 in avanti



Possiamo quindi concludere che la lunghezza focale degli obiettivi è quel fattore che determina l'angolo di campo della ripresa ma la cosa non termina qui in quanto in gioco rientra anche la dimensioni del supporto sensibile.

Ad esempio se prendiamo due obiettivi con la stessa focale ma con dimensione della parte sensibile diversa (che essa sia pellicola o sensore) avremo due angoli di campo diversi, o meglio più è piccolo il sensore più l'angolo di campo sarà piccolo.

Per cui per fare coincidere questi tre fattori si avrà necessità di uno standard che viene dato dalle 'vecchie' fotocamere 35mm con pellicola da 24x36mm e di queste si prende la diagonale del fotogramma che è 43 mm che per comodità è approssimato a 50 mm; tutti i valori associati tra angolo di campo e lunghezza di focale (come mostra lo schema sopra riportato) fanno riferimento a questo esempio, quindi per la nostra fotocamera se vogliamo conoscere l'esatta focale e il relativo angolo di campo dovremo moltiplicare la focale per il fattore di conversione che nei dati tecnici della fotocamera è riportato, di seguito un esempio per meglio chiarire la questione:

nella Nikon D100 il fotogramma, in formato chiaramente digitale, è 23,7x15,6 mm, la cui diagonale è 28,37 mm; il rapporto tra la diagonale del formato analogico e quest'ultima appena calcolata è 1,52 mm (questo numero solitamente viene rappresentato 1,52x), per cui se vogliamo con questo tipo di formato ottenere gli stessi risultati in termini di immagine, ovvero di angolo di campo che otterremo con una fotocamera analogica che monta un 50 mm di focale dovremo montare un obiettivo con una focale di 33 mm ($50 / 1,5$).

Concludiamo dicendo che per le fotocamere 35mm con pellicola da 24x36mm, l'obiettivo normale è il 50 mm, prendendo come punto di riferimento la focale 50mm (normale), gli obiettivi si differenziano fra grandangolari (focale minore) e teleobiettivi (focale maggiore).

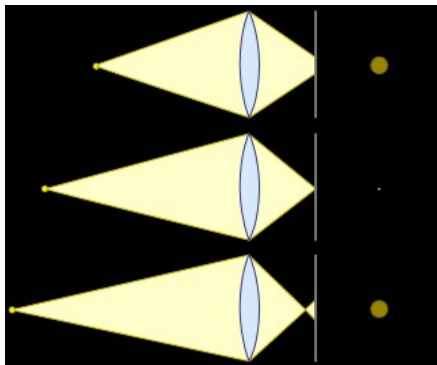
3) L'**apertura massima** di un obiettivo è uguale alla lunghezza focale diviso il diametro della lente più esterna dell'obiettivo, per intenderci quel vetro che vediamo all'estremità dell'obiettivo stesso, e questo valore rappresenta la massima apertura del diaframma. Quindi più basso sarà questo valore maggiore sarà l'apertura massima e più luminoso sarà l'obiettivo, riuscendo quindi a far passare più luce ed impressionare la pellicola in minor tempo. Solitamente questo valore è stampigliato sull'obiettivo a focale fissa e ve ne sono stampigliati due negli obiettivi a focale variabile (zoom), i due valori rappresentano le aperture massime agli estremi delle due focali.

Messa a fuoco e profondità di campo

Un argomento molto importante per la fotografia è la così detta messa a fuoco, riuscire a rendere alla vista nitida parte del fotogramma o addirittura tutto il fotogramma stesso; tutti fasci luminosi che attraversano l'obiettivo, vengono proiettati sull'asse ottico ove si trova anche un particolare punto chiamato punto focale, perpendicolare a questo si trova il piano focale, che coincide con il piano pellicola o piano del sensore.

I raggi che collimano con il punto focale generano dei punti così detti a fuoco ovvero nitidi alla vista umana, mentre i raggi che non collimano con tale punto generano sul piano focale il così detto 'circolo di confusione', ovvero un punto che può essere percepito dall'occhio umano non nitido.

L'immagine a fianco rappresenta un raggio luminoso che solo nella parte centrale collima con il piano focale generando un punto univoco, mentre l'immagine in alto e in basso rappresentano due raggi che anticipano o ritardano il piano focale generando il circolo di confusione. A questo punto possiamo facilmente capire che la perfetta messa a fuoco si può ottenere solo su un piano e quindi essendo la fotografia il porre una situazione tridimensionale in un piano come è possibile che tutto il fotogramma possa essere messo a fuoco?



La risposta a questa domanda può essere data integrando a tutto quello che abbiamo detto l'elemento che solo da una certa dimensione in poi l'occhio dell'uomo percepisce come non nitido il punto generato dal circolo di confusione o meglio solo da un certo diametro in poi del circolo si ha la sensazione dell'immagine sfuocata.

Quindi per una buona messa a fuoco il segreto è quello di coincidere con il piano focale oppure generare cerchi di confusione talmente piccoli da essere percepiti come dei punti dall'occhio o meglio dal cervello umano.

Dopo avere trattato il passaggio tra un punto a fuoco e uno non a fuoco vediamo l'importante concetto della profondità di campo ovvero quella lunghezza lineare, parallela all'asse ottico, nella quale si ha una percezione di fotogramma a fuoco; questa rappresenta la distanza davanti e dietro al soggetto principale che appare nitida.

Come detto prima c'è un'unica distanza a cui gli oggetti appaiono perfettamente a fuoco, la nitidezza diminuisce gradualmente davanti al piano focale ovvero verso il fotografo e dietro ovvero in direzione opposta al fotografo.

Il "campo nitido" è quell'intervallo di distanze davanti e dietro al soggetto in cui la sfocatura è impercettibile o comunque tollerabile dall'occhio dell'uomo, quindi dove il circolo di confusione date le sue ridotte dimensioni non è percepito come punto sfuocato.

La profondità di campo si dice essere maggiore se questo intervallo è ampio e minore se è ridotto, il campo nitido è sempre più esteso dietro al soggetto a fuoco che davanti; o meglio la sua distribuzione segue la regola che la parte davanti al piano focale è di circa $1/3$ dell'intero campo mentre i restanti $2/3$ occupano la parte posteriore del piano.

La profondità di campo è influenzata dai seguenti tre fattori:

1) variazione del diaframma

procedendo con il chiudere il diaframma ovvero passando da valori di f piccoli a valori di f grandi si potrà avere un aumento di profondità di campo chiaramente a discapito della quantità di luce che entra nella fotocamera;

2) variazione della distanza fotocamera soggetto;

quanto più dista il soggetto messo a fuoco dalla fotocamera, tanto maggiore sarà la profondità di campo;

3) variazione della lunghezza focale;

più è corta la focale dell'obiettivo maggiore è la profondità di campo, un obiettivo di 28 mm a parità di diaframma e distanza soggetto fotocamera avrà una profondità di campo maggiore di un obiettivo 135 mm;

Tornando ora alla nostra trattazione sulla messa a fuoco delle fotocamere e occupandoci di come avviene possiamo dire che ci sono vari sistemi per mettere a fuoco l'immagine in modo accurato, le fotocamere più semplici come ad esempio le compatte utilizzano, combinandoli, più accorgimenti per ottenere il fuoco fisso, tra cui un'apertura del diaframma molto ridotta ed obiettivi di tipo grandangolare per ottenere la messa a fuoco 'sulla distanza iperfocale', ovvero facendo in modo che tutto ciò che è compreso in un certo intervallo che solitamente è fra un metro e l'infinito sia ragionevolmente a fuoco.

Però la maggior parte delle fotocamere utilizza invece obiettivi a fuoco variabile, i quali cambiano a seconda della situazione la geometria del sistema, effettuando movimenti sull'asse ottico delle lenti al fine di ottenere il fuoco desiderato.

Infine possiamo dire che la messa a fuoco può essere effettuata o automaticamente, usando il mitico dispositivo di autofocus, o manualmente, questo non è possibile comunque farlo in tutte le fotocamere, agendo su una ghiera o sul tubo esterno dell'obiettivo.

Chiudendo l'argomento possiamo tranquillamente dire che oggi giorno l'automatismo dell'autofocus ci offre moltissima precisione per cui in fotografia è molto usato pensando poi a noi subacquei questo automatismo ci permette di effettuare scatti a fuoco senza preoccuparci anche di questa cosa.