

# *Capitolo VI*

## *Gli Obiettivi*

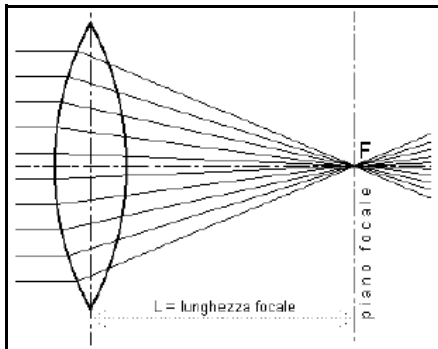




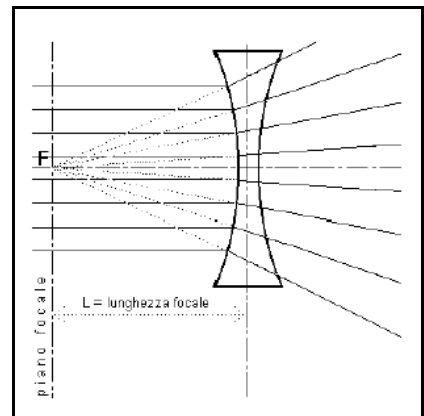
Dopo aver visto le parti principali della macchina fotografica vediamo che cosa sono, come sono fatti e come si valutano gli obiettivi. Analizzeremo così che cosa sono la lunghezza focale, i numeri di diaframma, la profondità di campo, l'iperfocale cioè tutti quegli elementi che sono alla base per la corretta comprensione e realizzazione di una fotografia. Vedremo poi come vengono classificati gli obiettivi in funzione della loro lunghezza focale, passando in rassegna i diversi tipi.

### Lunghezza Focale e Rapporto di Riproduzione

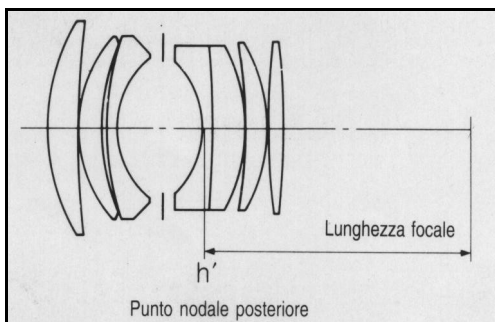
Il funzionamento delle lenti è basato sul fenomeno fisico della rifrazione. Esse deviano i raggi di luce incidente in funzione della loro forma. In una lente di tipo convergente (convessa o biconvessa) si osserva che se dei raggi di luce tra loro paralleli incidono sulla lente, dopo averla attraversata, vengono deviati in modo da andare a convergere tutti in un ben preciso punto detto fuoco e situato su un piano detto piano focale. La distanza fra il fuoco e il centro della lente è detta lunghezza focale (focal length). Al contrario di quello che normalmente si pensa le lenti più potenti sono quelle che hanno il fuoco molto vicino alla lente stessa, cioè che hanno una piccola lunghezza



divergere. In questo caso i raggi non s'incontrano e definire un punto di fuoco è praticamente impossibile. Si ricorre allora ad un artificio. Si considerano i prolungamenti dei raggi dalla parte dove sono ancora paralleli tra loro. I raggi s'incontrano in un punto che viene detto fuoco immaginario o virtuale. Ecco che, anche in questo caso, è

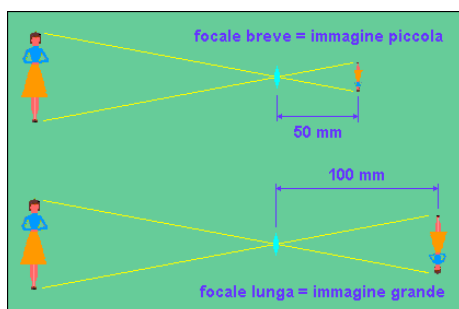


possibile parlare di piano e di lunghezza focale. Nella realtà un obiettivo è formato da più lenti e questo rende la definizione della lunghezza focale molto più complessa: la lunghezza focale di un obiettivo è la distanza tra il punto nodale posteriore dell'obiettivo ed il piano della pellicola quando la messa a fuoco è regolata sull'infinito ( $\infty$ ). Ad ogni modo, per semplificare la discussione, ipotizzeremo un obiettivo costituito da una sola lente convergente



biconvessa. La lunghezza focale determina la grandezza dell'immagine sulla pellicola (rapporto di riproduzione). Questo fattore determina due conseguenze importanti:

• A parità di distanza soggetto/obiettivo un obiettivo di focale lunga produce un'immagine più grande rispetto a un obiettivo di focale corta.



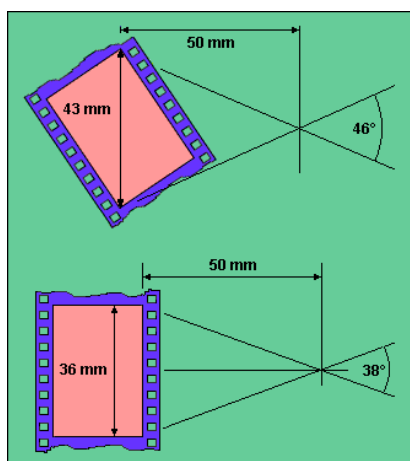
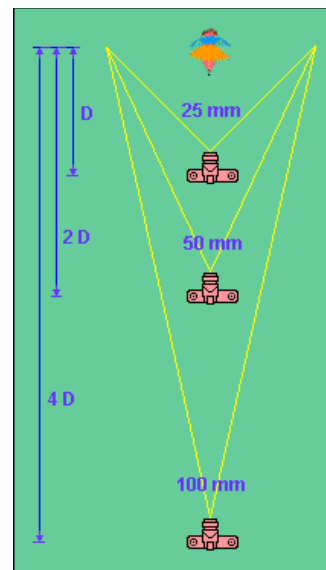
- Per mantenere fissa la grandezza dell'immagine sulla pellicola al variare della lunghezza focale dell'obiettivo impiegato, dovremo variare la distanza da cui si riprende il soggetto, allontanandoci da esso con l'aumentare della lunghezza focale impiegata.

Per ottenere la medesima grandezza dell'immagine, con un obiettivo a lunga focale bisogna allontanarsi dal soggetto.

Per lunghezza focale standard (o lunghezza focale normale) si intende quella all'incirca uguale alla diagonale del fotogramma impiegato, o di poco superiore. Ad esempio, nel formato 24x36 mm (diagonale = 43 mm) viene considerato normale un obiettivo di 50 mm di lunghezza focale.

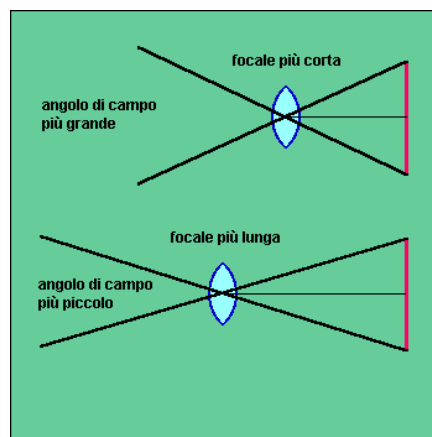
### Angolo di Campo

Per un certo formato di fotogramma, la lunghezza focale di un obiettivo determina il suo angolo di campo. È importante notare che l'angolo di campo di un obiettivo non dipende soltanto dalla sua focale, ma anche dalla grandezza del fotogramma che esso deve coprire. Fissiamo pertanto la nostra attenzione su uno dei formati più diffusi, ossia il 24x36 mm o 35 mm. In tale formato l'obiettivo normale ha una lunghezza focale di 50 mm e ricopre la diagonale del fotogramma.



Da semplici considerazioni geometriche si ricava che, in questo caso, l'angolo di campo è circa di 46°. Se invece ci si riferisce al lato più lungo del fotogramma (36 mm), si ricava che l'angolo in questione è di 38°. Questo è l'effettivo angolo di campo per le inquadrature orizzontali. A parità di formato, un obiettivo di focale più lunga è caratterizzato da un angolo di campo più ristretto. Invece, a parità di lunghezza focale, si ottiene un angolo di campo più ampio usando un formato di fotogramma più grande. La figura

rappresenta graficamente il variare dell'angolo di campo al cambiare della focale, nel formato 24x36 mm. All'aumentare della lunghezza focale diminuisce l'angolo di campo. Più avanti vedremo come vengono classificati i vari obiettivi, a seconda del loro angolo di campo.



### Apertura Relativa o Luminosità

Si pensi ad una stanza dotata di una finestra, distante 3 metri dalla parete opposta; quindi ad un'altra stanza con una finestra identica alla precedente, ma distante il doppio dalla parete opposta. Ebbene, la prima parete sarà più illuminata della seconda, perché la stessa quantità di luce viene distribuita su una superficie più piccola. In termini pratici si dice che la prima parete è più luminosa; tale proprietà è legata, come si intuisce, alla misura della finestra e alla sua distanza dalla parete di fondo.

L'esempio ci serve per definire l'apertura relativa, o luminosità, di un obiettivo, cioè la sua capacità di trasmettere la luce alla pellicola. Un obiettivo è tanto più luminoso quanta più luce fa arrivare alla pellicola. La luminosità di un obiettivo dipende da due fattori: il diametro della lente frontale (la dimensione della finestra, nell'esempio della stanza) e la sua lunghezza focale (distanza della finestra dalla parete). In particolare, si definisce luminosità il rapporto tra la lunghezza focale e il diametro della lente frontale dell'obiettivo:

$$f = \frac{L}{\text{diametro}}$$

La luminosità viene comunemente indicata con la lettera "f" seguita dalla barra "/" e dal numero che risulta dalla divisione suddetta. Ad esempio, l'espressione f/3 indica che il rapporto tra lunghezza focale e diametro è uguale a 3 (vedere figura). Altri modi meno diffusi per indicare la luminosità sono f.3 oppure 1:3. La luminosità di un obiettivo è espressa dal rapporto tra la lunghezza focale e il diametro della lente frontale dell'obiettivo. Nel caso di

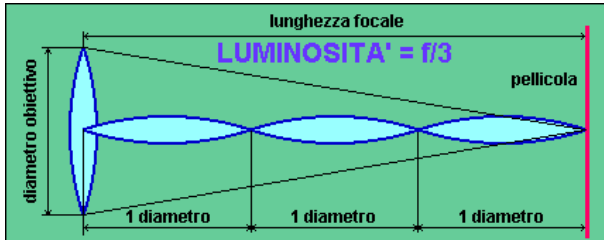


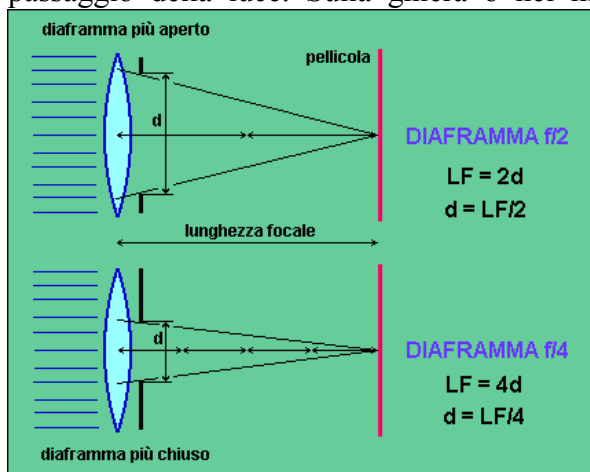
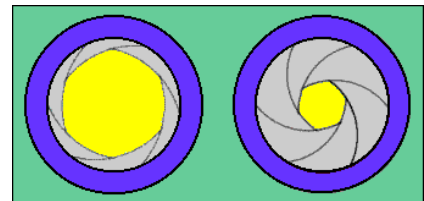
figura la luminosità è f/3.

E' da notare che il numero che esprime la luminosità diminuisce al crescere della quantità di luce trasmessa. In altre parole, un obiettivo f/2 è più luminoso di un obiettivo f/4. Ciò è dovuto al fatto che il diametro dell'obiettivo compare al denominatore della

frazione vista sopra: a parità di focale, se la lente frontale è più grande si ottiene come rapporto un numero più piccolo. Il nome apertura relativa mette in risalto il fatto che la luminosità non è un valore assoluto, ma dipendente dal diametro della lente frontale

### Il Diaframma

Abbiamo visto che la luminosità di un obiettivo si riferisce al diametro massimo del fascio luminoso che gli passa attraverso. Ogni obiettivo possiede un dispositivo meccanico che limita le dimensioni di questo fascio luminoso: si tratta del diaframma. Generalmente il diaframma è inserito tra le lenti dell'obiettivo ed è costituito da una serie di lamelle a iride, che possono essere chiuse o aperte per regolare il flusso luminoso che passa attraverso l'obiettivo. È evidente che quando si chiude il diaframma si altera l'apertura relativa dell'obiettivo, in quanto si riduce il diametro del foro di passaggio della luce. Sulla ghiera o nel mirino ad ogni apertura di



apertura di diaframma corrisponde un numero di apertura relativa, espresso come valori "f/", ossia col criterio già visto per la luminosità. In altre parole, il diaframma effettivamente impostato viene contraddistinto da un valore f/ corrispondente al rapporto tra lunghezza focale e il diametro lasciato aperto dalle lamelle a iride. Così, un diaframma f/4 indica che il foro del diaframma è compreso 4 volte nella lunghezza focale (foro piccolo), mentre f/2 indica che vi è compreso solo 2 volte (foro grande). Il diametro dell'apertura f/2 è il

doppio del diametro dell'apertura f/4; per la proporzione tra lunghezze e rispettive aree, risulta che la quantità di luce che passa attraverso un f/2 è quattro volte più grande di quella che passa attraverso un f/4. La scala dei diaframmi è unificata a livello internazionale e viene espressa da una serie di numeri che parte da 1 (diaframma uguale alla lunghezza focale) e procede con valori che via via corrispondono alla metà della quantità di luce trasmessa. La scala dei diaframmi risulta così avere i seguenti valori:

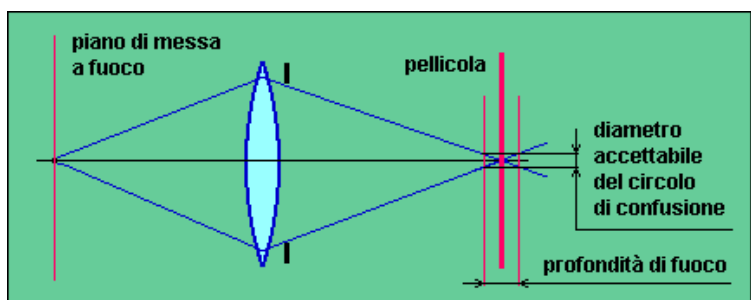
- 1    1.4    2    2.8    4    5.6    8    11    16    22    32

Il diaframma 1.4 fa passare la metà della luce rispetto al diaframma 1; il diaframma 2 fa passare la metà della luce del diaframma 1.4 e così via. Si noti che 1.4 è la radice quadrata di 2 (proporzione tra lunghezze ed aree) e che i numeri sono alternativamente il doppio dei precedenti (arrotondando il doppio di 5.6 a 11).

Nelle fotocamere più semplici ed economiche al posto dei numeri compaiono dei simboli di diaframma (come sole, cielo coperto e cielo nuvoloso) per indicare in modo approssimativo l'apertura di diaframma da adottare. In questi casi ci si riferisce alla giusta esposizione della pellicola, in relazione alle condizioni di luce.

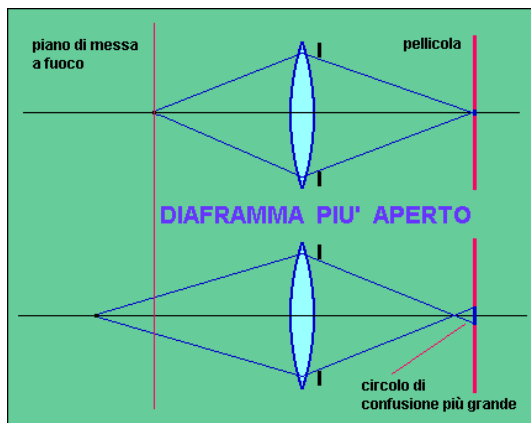
### La Profondità di Campo

Quando si mette a fuoco un punto, la sua immagine sulla pellicola diventa un circoletto più o meno grande, a seconda della precisione della foccheggiatura e della qualità dell'obiettivo. Fino a che il diametro del circoletto (più propriamente detto circolo di confusione o cerchio di diffusione) rimane entro certi limiti, il punto può essere considerato a fuoco. Il diametro accettabile del circolo di confusione non è una quantità fissa, ma dipende dalla grandezza



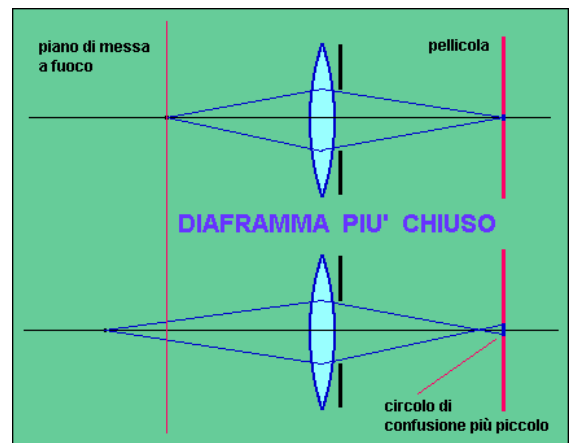
della riproduzione finale della fotografia (stampa o proiezione di diapositiva) e dalla distanza da cui viene osservata. Più si ingrandisce, più si sfocano i particolari; più si guarda da vicino una foto, più si vedono i difetti di messa a fuoco. Come ordine di grandezza, il diametro

accettabile del circolo di confusione è di circa 0,25 mm. Questo valore lo si ottiene considerando che la distanza corretta per osservare una stampa è pari alla lunghezza della sua diagonale. Il valore di 0,25 mm è considerato accettabile sia da Hasselblad che da Nikon.



Dalla figura sopra si ricava anche la definizione di profondità di fuoco, che esprime la possibilità di spostare il piano della pellicola avanti o indietro rispetto al piano di messa a fuoco ottimale, senza che il

soggetto risulti sfocato. Vediamo ora che cosa succede quando si mette a fuoco su un piano definito, supponendo di fotografare con un diaframma molto aperto. Un punto posto su quel piano viene perfettamente a fuoco sulla pellicola (parte superiore della figura seguente), mentre un punto lontano da quel piano diventa un circolo abbastanza ampio, per cui appare sfocato (diametro superiore a quello accettabile per il circolo di confusione). Nelle stesse condizioni, se fotografiamo con un diaframma più chiuso, per il punto lontano dal piano di foccheggiatura otteniamo un circolo di confusione più piccolo, per cui rientra nel valore accettabile per apparire a fuoco. Considerazioni analoghe valgono per i



punti posti tra il piano di messa a fuoco e la fotocamera. In ogni caso, più lontani sono i punti da quel piano, più sfocati appariranno nel fotogramma. La zona entro cui gli elementi della fotografia appaiono a fuoco in modo accettabile viene detta profondità di campo.

La profondità di campo dipende da diversi fattori quali la lunghezza focale dell'obiettivo usato, dal diaframma impostato, dalla distanza del soggetto.

In particolare la profondità di campo aumenta quando:

- Quando si utilizza un obiettivo a corta focale;
- S'impostano diaframmi più chiusi;
- Ci si allontana dal soggetto.

La profondità di campo è uno degli elementi che concorrono a determinare la nitidezza dell'immagine finale.

### ***Distanza Iperfocale***

Da quanto detto precedentemente si evince che la profondità di campo si estende sia davanti che dietro il piano di messa a fuoco e si è detto che l'entità di questa estensione cresce col diminuire della lunghezza focale, col diminuire del foro d'apertura del diaframma.

Ne deriva che l'operazione di mettere a fuoco sull'infinito e di chiudere molto il diaframma non ha molto senso perché sarebbe come voler estendere la profondità di campo oltre l'infinito. In altre parole, se si è alla ricerca della massima nitidezza in tutto il fotogramma, conviene mettere a fuoco su un piano intermedio tra la fotocamera e l'infinito. In base a calcoli di ottica geometrica, dopo aver fissato il diametro del cerchio di confusione accettabile, la lunghezza focale e il diaframma che si intendono impiegare, si ottiene la cosiddetta distanza iperfocale, ossia la distanza di messa a fuoco che garantisce l'estensione della nitidezza fino all'infinito; verso l'operatore la zona da considerare a fuoco è pari alla metà della distanza iperfocale.

Esistono quindi delle tabelle che forniscono i valori delle distanze iperfocali a seconda delle lunghezze focali e dei diaframmi impiegati. Ad esempio, con un obiettivo di focale 50 mm e con diaframma 8, si ha una iperfocale di circa 10 metri. Questo significa che in quelle condizioni la profondità di campo si estende da 5 metri fino all'infinito. Ci possono essere discordanze tra le varie tabelle, a seconda del diametro del cerchio di confusione considerato accettabile. La perfetta conoscenza dei meccanismi che regolano la profondità di campo e l'iperfocale è indispensabile al fine di poter ottenere, in sede di scatto, l'effetto desiderato.

Sugli obiettivi che possiedono la ghiera dei diaframmi in genere sono presenti i riferimenti che mostrano la zona a fuoco, a seconda del diaframma in uso e della distanza di foceggiatura. I due esempi hanno in comune la distanza di messa a fuoco su 5 metri.

A sinistra le frecce indicano la profondità di campo che si ottiene col diaframma 4 (estesa all'incirca da 4,5 a 8 metri). A destra si ha la profondità di campo con diaframma 16; come si



vede, di ottiene tutto a fuoco da 2,5 metri all'infinito (è il caso dell'iperfocale).

E' comunque opportuno esercitarsi sul campo, effettuando diversi scatti per provare le varie combinazioni suggerite in queste schede; su un foglio si devono scrivere i dati di ogni scatto, per potere valutare sulle stampe o in proiezione i differenti risultati.

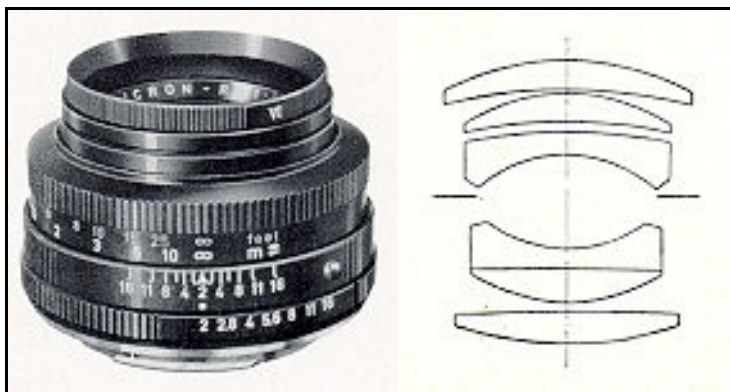


### Classificazione degli Obiettivi

Come si è già visto all'inizio di questo capitolo, i principali parametri che caratterizzano un obiettivo sono la lunghezza focale, l'angolo di campo e la luminosità. Si è anche visto che essi sono legati al formato della pellicola, ossia al tipo di macchina fotografica su cui l'obiettivo viene montato. Per fissare le idee, supporremo di avere a che fare col tipo di apparecchio più diffuso, la reflex 35 mm ad ottiche intercambiabili; il fotogramma misura 24x36

### Obiettivi Normali

Viene considerato obiettivo normale di un certo formato di pellicola quello che ha una lunghezza focale all'incirca uguale alla diagonale del fotogramma. Per tradizione, l'obiettivo normale del 24x36 mm ha una lunghezza focale di 50 mm, a cui corrisponde un angolo di campo di 46 gradi. La "normalità" risiede nel fatto che con questo obiettivo si ottiene una sensazione prospettica simile a quella che ha l'occhio umano. L'obiettivo normale spesso veniva offerto come standard all'acquisto del corpo macchina; la prospettiva e l'ampiezza del campo inquadrato lo rende adatto per fotografare in numerose occasioni. Esso generalmente possiede caratteristiche favorevoli di ingombro, peso, luminosità e prezzo. In linea generale, la qualità di un obiettivo normale è davvero elevata. In molte situazioni l'obiettivo normale non è soddisfacente; ad esempio, perché offre un angolo di campo troppo ristretto o perché costringe ad avvicinarsi troppo al soggetto. In questi casi si ricorre alla sostituzione dell'obiettivo con uno di lunghezza focale differente. E' evidente che una macchina fotografica ad ottica fissa è molto limitativa nell'uso, in quanto non consente l'intercambio degli obiettivi; in questo caso è preferibile orientare la scelta verso apparecchi dotati di obiettivo zoom di buona qualità e discreta escursione focale, in modo da potere impostare caso per caso l'inquadratura migliore.



### Obiettivi Grandangolari

Un obiettivo grandangolare ha una lunghezza focale più corta dell'obiettivo normale e quindi offre un angolo di campo più ampio. Per questo motivo le immagini prodotte da un grandangolo sono più piccole del naturale, restituendo la sensazione di una scena molto vasta.

Il grandangolo è utile per fotografare sia all'interno che all'esterno. Nel primo caso serve per riprendere ambienti molto ristretti; nel secondo, per foto di architetture, panorami o scene di vita vissute in maniera molto diretta e coinvolgente: spesso è ciò che avviene nei buoni reportage.



È importante notare che a parità di distanza dal soggetto, la prospettiva non cambia al cambiare della lunghezza focale dell'obiettivo; se si rimane fermi nella stessa posizione e si fanno tre fotografie (rispettivamente con un grandangolo, un normale e un tele), si ha esattamente la stessa prospettiva; a cambiare è l'ampiezza del campo inquadrato, che si restringe al crescere della lunghezza focale. Questo aspetto verrà esaminato

in dettaglio parlando di inquadratura e composizione. Rispetto all'obiettivo normale, un grandangolare offre una profondità di campo maggiore a parità di diaframma; la messa a fuoco selettiva, ricorrendo alla sfocatura, diventa praticamente impossibile. Il rimpicciolimento dei particolari e il loro maggior numero all'interno del fotogramma possono creare dei problemi di intelligibilità o di eccessivo ammasso, per cui ogni inquadratura va studiata con attenzione, per evitare che venga confusa e di cattiva lettura. Il vantaggio consiste in una minore sensibilità alle vibrazioni della macchina al momento dello scatto, per cui è più difficile ottenere immagini mosse.

Il grandangolare, se viene usato con intelligenza e senso fotografico, si presta alla realizzazione di immagini spettacolari e molto espressive: primi piani ingranditi rispetto allo sfondo, grande profondità della scena, notevole senso di rilievo. Un altro elemento, spesso esteticamente negativo, caratteristico dei grandangolari è costituito dalle linee cadenti, che si hanno quando le linee verticali convergono fortemente, invece di mantenersi parallele tra di loro; per ridurle al minimo bisogna evitare di inclinare la macchina fotografica verso l'alto o verso il basso. Queste considerazioni assumono grande importanza specialmente nelle fotografie di architetture.

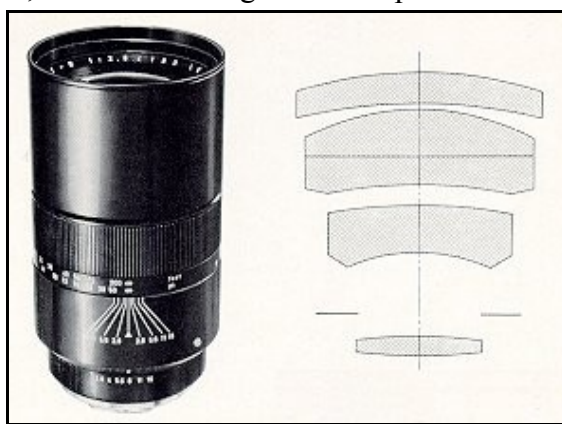
Se si usa il grandangolare per fare ritratti, dato che ci si deve avvicinare molto al soggetto si ottiene una resa prospettica deformante, tanto più sgradevole quanto più corta è la focale dell'obiettivo. Questa situazione è quindi da evitare, a meno che non ci sia una esplicita intenzione in tal senso da parte del fotografo.

Un caso particolare di grandangolo è il fish-eye (occhio di pesce), obiettivo di focale cortissima che arriva ad abbracciare ben 180 gradi o più di scena. La prospettiva da essi restituita è di tipo sferico, con linee molto distorte e fotogramma generalmente di forma circolare.

### **Teleobiettivi**

I teleobiettivi svolgono una funzione opposta a quella dei grandangolari. Si usano per isolare una porzione della scena, avvicinandola e ingrandendola più di quanto non faccia un obiettivo normale. Tornano quindi molto utili per fotografare soggetti lontani e difficilmente avvicinabili.

Al crescere della lunghezza focale del teleobiettivo, diminuisce l'angolo di campo e aumenta l'ingrandimento del soggetto sul fotogramma; di pari passo diminuisce la profondità di campo. Per avere una zona a fuoco sufficientemente ampia, si deve chiudere il diaframma; questo però comporta l'allungamento del tempo di otturazione. Come si può vedere, si tratta di trovare il giusto compromesso tra questi fattori; coi teleobiettivi si può essere costretti ad aumentare la sensibilità della pellicola e ad usare un treppiede, per evitare il mosso dovuto a tempi di posa non sufficientemente veloci. Si tenga presente che l'ingrandimento della scena comporta una maggiore sensibilità alle vibrazioni della macchina fotografica. Per questo insieme di motivi è bene non esagerare con la lunghezza focale del teleobiettivo, almeno fino a che lo si desideri impiegare a mano libera.



Un'applicazione tipica di un teleobiettivo di media lunghezza focale (85-135 mm) è nei ritratti; si riesce a stare ad una distanza giusta dal soggetto e se ne ottiene una prospettiva corretta nei lineamenti. Con un uso accorto del diaframma e della distanza di ripresa si riesce ad isolare il soggetto dal contorno, focalizzando l'attenzione su un volto, su una mano od

anche solo sulle labbra o un occhio, con la possibilità di creare immagini suggestive e personali. Altri impieghi tipici sono nello sport, nel paesaggio e nella caccia fotografica.

Un effetto caratteristico dei teleobiettivi è l'appiattimento prospettico della scena, con effetti di lontananza e profondità del tutto particolari, causato dall'appiattimento dei piani. In molti casi, quando si effettuano riprese a grande distanza, possono insorgere problemi di calo della nitidezza a causa delle stratificazioni dell'aria, fonte di velature o vere e proprie deformazioni dei contorni. Il fotografo creativo riesce spesso a sfruttare questi fattori apparentemente negativi, volgendoli a proprio vantaggio per realizzare immagini insolite e attraenti.

Infine i teleobiettivi trovano applicazione nella macrofotografia, per ottenere ingrandimenti non troppo spinti rimanendo nel contempo abbastanza distanti dal soggetto.

Un tipo particolare di teleobiettivo è quello a specchio o catadiottrico; la sua conformazione sfrutta la riflessione su due specchi interni, consentendo di realizzare lunghezze focali elevate (500-1000 mm) pur conservando dimensioni e pesi ridotti. In questi obiettivi in genere non è possibile regolare il diaframma (con due svantaggi: l'esposizione corretta si realizza soltanto ricorrendo al tempo di posa e non si può intervenire sulla profondità di campo). L'effetto della sfocatura è del tutto particolare e unico, in quanto i punti luminosi diventano a forma di piccoli anelli.

Negli usi normali, la lunghezza focale di un teleobiettivo non dovrebbe essere eccessiva, per ridurre al minimo i problemi appena visti; soltanto nelle applicazioni particolarmente spinte (fotografia sportiva o caccia fotografica) si può pensare di comprare teleobiettivi di lunghezza focale superiore a 200 mm.

### **Obiettivi Zoom**

Fin qui abbiamo esaminato vari tipi di obiettivi (normali, grandangolari, tele) distinti dalla loro lunghezza focale, che per un determinato obiettivo rimane fissa.

Da parecchi anni esiste altresì una particolare tipologia di obiettivi, caratterizzata da una lunghezza focale variabile; si tratta di obiettivi in cui, agendo su una ghiera, una leva o un pulsante, si può variare la lunghezza focale entro due estremità prefissate, mediante lo spostamento di un gruppo di lenti rispetto alle altre. Ad esempio, si può avere un obiettivo con una focale minima di 35 mm ed una massima di 100 mm, con possibilità di impostare manualmente qualsiasi lunghezza focale intermedia (come 42, 50 o 78 mm). Tali obiettivi vengono comunemente denominati zoom.

L'utilità pratica di simili obiettivi è evidente: senza cambiare il punto di ripresa è possibile effettuare l'inquadratura più adatta a realizzare l'idea di fotografia che si ha in mente. Ma ci sono anche altri vantaggi collegati all'uso di un obiettivo zoom. Non si è costretti a cambiare spesso l'obiettivo; si tratta di un elemento da non sottovalutare in occasioni come le foto di bambini, sport, reportage o simili. Si possono avere a disposizione tutte le lunghezze focali comprese tra le due estremità, senza soluzione di continuità; questo fattore è molto importante se si usa pellicola-invertibile per diapositive, nel qual caso non sarebbe possibile variare l'inquadratura dopo avere effettuato lo scatto (cosa fattibile invece con pellicola-negativa, in sede di ingrandimento). La possibilità stessa di provare diverse lunghezze focali prima di effettuare lo scatto consente di studiare più a fondo il soggetto da fotografare e di individuare il modo migliore per farlo. Inoltre invece di avere una macchina fotografica ad ottiche intercambiabili corredata dai tre obiettivi classici (grandangolo, normale e medio tele), si può acquistare un solo obiettivo zoom avente le estremità focali corrispondenti; ad esempio, nel formato 24x36 ci si può orientare su uno zoom 28-120 mm o simili, limitando la spesa e il peso complessivo dell'attrezzatura da portare appresso. Ma non tutto è così perfetto come sembra, perché gli obiettivi zoom, a fronte dei vantaggi illustrati, presentano anche numerose punti deboli rispetto alle ottiche fisse: qualità-ottica inferiore, luminosità limitata, peso sostenuto (elemento tanto più evidente quanto più bassa è la lunghezza focale utilizzata).

L'impiego di uno zoom comporta, in genere, una perdita di nitidezza, la presenza di distorsioni geometriche e aberrazioni cromatiche, una distribuzione non uniforme della luminosità tra centro e bordi del fotogramma. Ridurre al minimo questi fattori significa spendere cifre più elevate e aumentare l'ingombro dell'obiettivo.

All'atto pratico la scelta tra ottiche fisse e obiettivi zoom dipende, come sempre, dall'uso che si intende fare dell'attrezzatura e dalle preferenze del fotografo; con un buon obiettivo a focale variabile, dal costo e dal peso elevati, si possono realizzare immagini di ottima qualità coprendo la totalità delle normali esigenze fotografiche (panorami, ritratti, architetture...). Con due obiettivi zoom opportunamente scalati si possono coprire lunghezze focali estreme, dal grandangolare spinto al teleobiettivo molto lungo; esistono ottimi zoom che partono da 20-22 mm e arrivano a 90-100 mm, da cui si parte con un secondo zoom per arrivare a 300 mm e oltre.

Per finire, gli obiettivi zoom sono pressoché d'obbligo nelle macchine-fotografiche-compatte ad ottica non intercambiabile; in questo caso una buona escursione focale, unita da una qualità ottica adeguata, possono dare grandi soddisfazioni anche al fotografo più esperto e smaliziato. Tali macchine, pur non essendo reflex, possiedono una variazione automatica dell'inquadratura nel mirino al variare della lunghezza focale impostata.

### **Moltiplicatori di Focale**

Con una macchina fotografica reflex ad ottiche intercambiabili c'è un'alternativa all'acquisto di un teleobiettivo di focale molto lunga: ci si può procurare un moltiplicatore di focale, che è in grado di raddoppiare o triplicare la lunghezza focale dell'obiettivo su cui viene montato. Come si intuisce, non si tratta di un obiettivo vero e proprio, bensì di un accessorio che va interposto tra l'obiettivo e il corpo macchina.

Un moltiplicatore di focale consiste in un sistema ottico in grado di far divergere i raggi provenienti dall'obiettivo; in tal modo l'immagine formata dall'obiettivo viene ingrandita e distribuita su una superficie maggiore. Pertanto solo una parte dell'immagine fornita dall'obiettivo va a colpire la pellicola, causando una perdita di luminosità. Questo è il primo aspetto negativo legato all'uso di un moltiplicatore di focale; nel caso più frequente di un duplicatore di focale (indicato come moltiplicatore 2x), la perdita di luminosità equivale a due diaframmi. Per fissare le idee, partendo da un teleobiettivo avente una lunghezza focale di 135 mm con luminosità f/2.8, applicando un duplicatore si ottiene un nuovo sistema ottico caratterizzato da una lunghezza focale di 270 mm e da una luminosità f/5.6. Con un triplicatore di focale (3x) la perdita di luminosità sale a tre diaframmi, ottenendo un sistema ottico di 405 mm con luminosità f/8.



Si noti che nei moltiplicatori di focale tutto è congegnato in modo da mantenere una messa a fuoco perfetta sul piano della pellicola; inoltre la distanza minima di messa a fuoco rimane uguale a quella dell'obiettivo di partenza: si tratta di un aspetto positivo molto apprezzabile.

Ovviamente il costo di un moltiplicatore di focale è nettamente inferiore a quello di un obiettivo completo, col vantaggio di poterlo applicare anche a più di un obiettivo. Gli svantaggi sono rappresentati da una resa ottica che lascia sempre a desiderare e per la perdita di luminosità di cui si è detto; si tratta di una soluzione economica da adottare nei casi in cui si ricorra a teleobiettivi potenti solo di rado e senza la necessità di conservare la massima nitidezza. Si tenga inoltre presente che raddoppiare o triplicare la lunghezza focale porta con sé tutti i problemi di pericolo di mosso tipico delle focali molto lunghe: l'uso del treppiede

diventa pressoché indispensabile. I moltiplicatori di focale danno il meglio di sé quando vengono montati su teleobiettivi, mentre forniscono risultati peggiori coi grandangolari. Una soluzione interessante è rappresentata dall'uso di un duplicatore con un obiettivo normale 50 mm; si ottiene un 100 mm di buona resa, molto adatto per il ritratto.

In commercio esistono moltiplicatori di focale di vario tipo; ci sono quelli 1.4x, che limitano l'ingrandimento ma anche la perdita di luminosità e di nitidezza. Abbiamo poi i tipi scomponibili, formati da un gruppo ottico che usato da solo realizza un 2x; aggiungendo la prolunga si ottiene un 3x. Infine esistono pure moltiplicatori di focale di tipo zoom, con ingrandimenti da 2x a 4x; in questo caso la qualità ottica finale decade maggiormente.

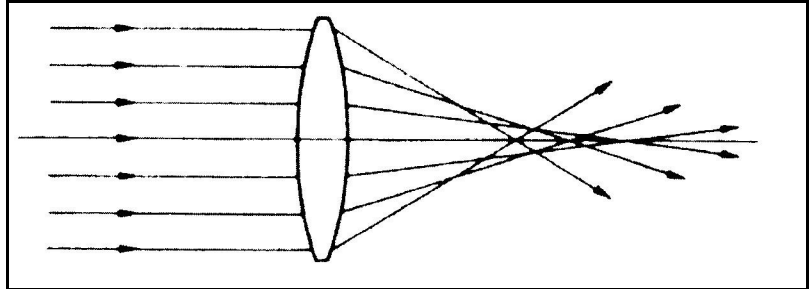
### **Le aberrazioni delle lenti**

Le aberrazioni delle lenti possono essere di tipo assiale o extra-assiale. Le aberrazioni assiali sono quelle che riguardano i raggi luminosi anche quando questi sono paralleli all'asse ottico, mentre quelle extra-assiali sono le aberrazioni relative alle radiazioni luminose non parallele all'asse ottico. Le aberrazioni assiali sono l'aberrazione sferica e l'aberrazione cromatica, mentre fanno parte di quelle extra-assiali l'aberrazione cromatica laterale, il coma, la curvatura di campo, l'astigmatismo e la distorsione. Le aberrazioni extra-assiali oltre che più numerose sono anche le più difficili da correggere.

### **Aberrazione Sferica**

L'aberrazione sferica è l'incapacità di un obiettivo di mettere a fuoco nello stesso punto le radiazioni luminose assiali e marginali. Le radiazioni parallele all'asse ottico che colpiscono la superficie delle lenti vengono rifratte sempre di più via via che aumenta la loro distanza dall'asse ottico stesso.

Dunque un obiettivo affetto da aberrazione sferica. Per ridurre questo problema l'unico sistema è ridurre il diametro della lente in modo da utilizzare solamente la zona centrale della lente.



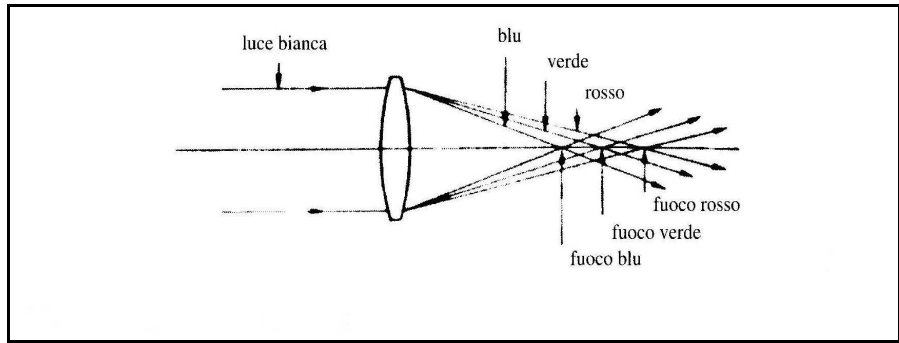
Dunque si deve chiudere il

diaframma. A livello progettuale per risolvere il problema si può o utilizzare vetri speciali con indice di rifrazione elevato oppure utilizzare delle lenti asferiche. Le lenti asferiche sono delle lenti la cui forma è la somma di una lente convergente e di una divergente che hanno entrambe dell'aberrazione sferica ma di segno opposto in modo tale che il difetto viene totalmente eliminato.

### **Aberrazione Cromatica**

L'aberrazione cromatica è l'incapacità di un obiettivo di mettere a fuoco nello stesso punto le diverse lunghezze d'onda (i colori) di uno stesso soggetto. Dato che la lente si comporta un po' come un prisma che scompone la luce bianca nelle sue componenti cromatiche, quello che succede è che l'obiettivo affetto da aberrazione cromatica mette a fuoco i raggi di colore blu più vicino di quelli verdi che a loro volta vengono messi a fuoco più vicino di quelli rossi. Questo difetto può essere minimizzato chiudendo il diaframma perché viene aumentata la profondità di fuoco. A livello progettuale questo difetto può essere corretto o utilizzando lenti di tipo positivo e negativo (convergenti e divergenti) con potere di dispersione uguale e contrario, oppure, meglio ancora, adottando, nello schema ottico, dei vetri speciali a

bassissima dispersione. Questa è la via dotata dalle industrie che producono obiettivi. Gli obiettivi corretti in due bande dello spettro visibile ( di solito il blu e il verde) sono detti acromatici, mentre quelli dove la correzione è estesa anche al rosso sono detti apocromatici. L'unico ostacolo alla

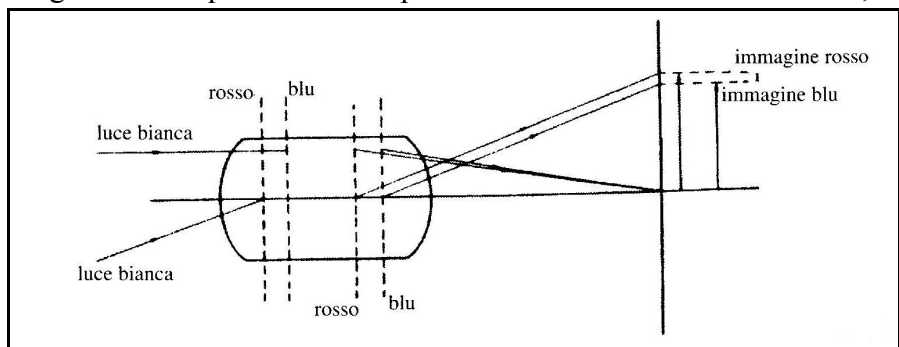


produzione di obiettivi apocromatici consiste nell'aumento di prezzo, tutt'altro che trascurabile, che accompagna inderogabilmente questo tipo di ottiche rispetto alle altre di analoghe focale. Gli obiettivi maggiormente soggetti ad aberrazione cromatica sono quelli di focale lunghe.

**Aberrazione Cromatica Laterale**

E' l'incapacità di una lente o di un obiettivo di mantenere la stessa dimensione di immagine per i diversi colori. Analogamente a quanto accade per l'aberrazione cromatica assiale, le

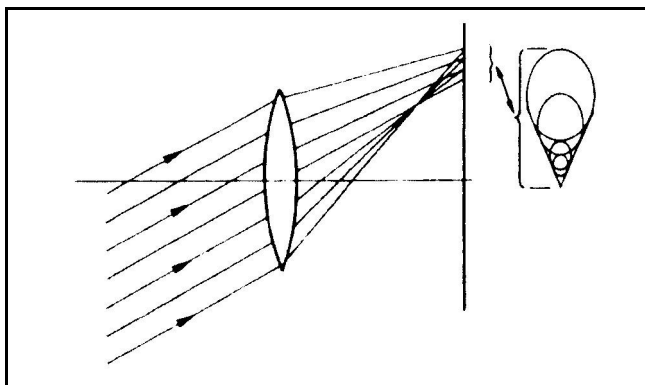
radiazioni di lunghezza d'onda diversa vanno a fuoco a distanze diverse dalla lente che le ha rifratte. In questo caso, però, non si tratta di un semplice allontanamento lungo l'asse ottico, ma di



veri e propri aloni colorati intorno all'oggetto fotografato. Questi aloni sono tanto più evidenti quanto è periferico l'oggetto inquadrato. Questo difetto non è correggibile perciò l'unica soluzione che rimane al fotografo è l'acquisto di un obiettivo di qualità migliore, magari apocromatico. Dato che, come già detto, questo tipo di difetto è presente soprattutto nelle lunghe focali, al limite l'acquisto di un'ottica di tipo apocromatico può essere limitato ai teleobiettivi.

**Coma**

Un obiettivo affetto da coma non e' in grado di riprodurre in maniera corretta dei soggetti puntiformi che non si trovano sull'asse ottico. In questo caso i punti di luce sono riprodotti come cerchi di luce tanto più grandi quanto più il punto luminoso si trova verso la periferia della lente. La

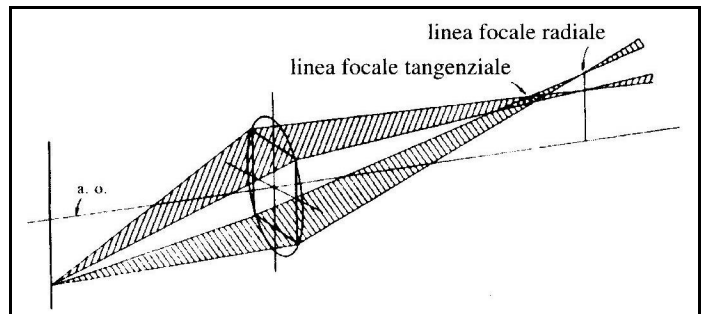


sovrapposizione di questi cerchi da origine a immagini simili alla forma di una cometa (da qui il nome dell'aberrazione). Questa aberrazione può essere minimizzata chiudendo il diaframma utilizzando cioè solo la parte

centrale della lente od obiettivo. Dal punto di vista progettuale il coma può essere corretto combinando in maniera opportuna elementi ottici positivi e negativi. Oggigiorno praticamente tutti gli obiettivi sono molto ben corretti da questo punto di vista.

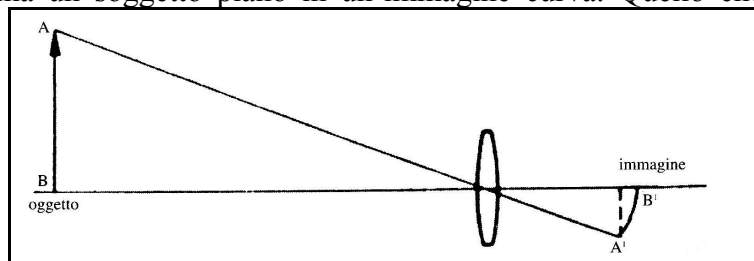
### Astigmatismo

In questo caso le immagini puntiformi extra-assiali vengono riprodotte come coppie di linee perpendicolari tra loro e poste su piani focali diversi. Dato che non è possibile ottenere una sola immagine puntiforme, e la rappresentazione di un punto per mezzo di una lineetta non è sicuramente bello, non resta che adeguarsi e scegliere il miglior compromesso possibile, cioè riprodurre il punto con un'immagine circolare di luce diffusa che si trova a metà strada tra le due linee. Se poi il soggetto non è un punto ma una linea, l'unica immagine accettabile sarà quella costruita su uno dei due piani, dotata però di basso contrasto a causa della luce diffusa. La chiusura del diaframma non migliora il problema e l'unico modo per correggere il difetto è lo studio di uno schema ottico che utilizzi elementi con forme delle superfici che siano in grado di eliminare alla radice il problema. E' da notare che la forma della superficie che riduce al minimo l'aberrazione sferica è quella che produce l'astigmatismo. Oggigiorno quasi tutti gli obiettivi sono ben corretti per questo difetto.



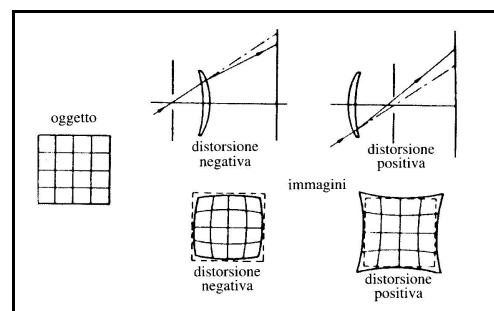
### Curvatura di Campo

In questo caso l'obiettivo trasforma un soggetto piano in un'immagine curva. Quello che succede con un obiettivo che presenta questo difetto è che le parti del soggetto più distanti dall'asse ottico vengono rifratte a distanze via via minori di quelle che si trovano sull'asse ottico. Il risultato è che l'immagine del soggetto piatto assomiglia a una calotta sferica con la concavità rivolta verso la superficie posteriore dell'obiettivo. In questo modo risulta impossibile avere contemporaneamente a fuoco l'intero soggetto.



### Distorsione

Questo tipo di distorsione fa sì che il rapporto di riproduzione del soggetto non rimanga costante per tutto il campo inquadrato. E' l'unica aberrazione che non crea problemi di nitidezza dell'immagine. Al contrario, è la forma delle immagini dei soggetti che risulta essere modificata rispetto al soggetto reale. In particolare la distorsione può essere di due tipi: positiva se il rapporto di riproduzione aumenta dal centro ai bordi dell'immagine, negativa se succede il contrario. Utilizzando come immagine di riferimento una griglia



di linee rette perpendicolari tra loro , una distorsione positiva da origine a un'immagine a cuscinetto, mentre una distorsione negativa da origine a un'immagine a barilotto. A determinare da quale tipo di distorsione è affetto un obiettivo è la posizione del diaframma all'interno dello schema ottico, e l'unico metodo per evitarla è l'adozione di uno schema ottico di tipo simmetrico con il diaframma posto sul piano di simmetria dello schema.

Quasi tutti gli obiettivi grandangolari sono affetti da distorsione negativa (a barilotto), mentre i teleobiettivi sono affetti da distorsione positiva (a cuscinetto).