

TELECOM ITALIA

FUTURE CENTRE



*Ciclo di incontri*  
**“Fotografia Digitale”**

**Fotografare in bit**

*Condividere i bit*

*I bit come tessuto sociale*

*Esploriamo il mondo della fotografia digitale*

## **Dalla luce ai bit, ecco come funzionano le fotocamere digitali**

**L**a *macchina* fotografica digitale è ormai diffusissima, facile da utilizzare e poco costosa. Non tutti sanno, però, come funziona e in alcuni casi sapere come funziona uno strumento permette di utilizzarlo meglio. Questo primo incontro del ciclo si propone di guardare la macchina fotografica digitale dal di dentro e di derivare da questo piccoli suggerimenti per fare foto migliori.

### **Introduzione. L'ecosistema fotografia**

È possibile affermare che dalla sua nascita ai giorni nostri la fotografia ha attraversato tre fasi o punti di discontinuità:

1. *la fotografia professionale;*
2. *la volgarizzazione della fotografia;*
3. *la digitalizzazione della fotografia.*

La prima fase o punto di discontinuità coincide con l'invenzione e il perfezionamento delle tecniche di ripresa e stampa che affiancano e via via sostituiscono una delle più diffuse tecniche di rappresentazione della realtà: la pittura. Alla nascita, le attività di ripresa e stampa erano svolte da una ridotta elite di professionisti e sperimentatori che hanno

posto le basi della fotografia moderna. Il carattere elitario di tale attività può ricondursi alla necessità di almeno due requisiti un tempo non facilmente soddisfabili: risorse economiche (l'attrezzatura, i materiali e la stampa non avevano prezzi sostenibili dalla massa) e risorse cognitive (la realizzazione di un'immagine richiedeva conoscenze tecniche avanzate). Gli scopi di quest'attività - svolta in ambito professionale o artistico - erano descrittivi, topografici, giornalistici. Anche quando la tecnica ha consentito le prime miniaturizzazioni delle fotocamere, principalmente con l'introduzione del formato Leica 24 x 36, rimasto inalterato fino ai giorni nostri, la ripresa fotografica era considerata ancora per addetti ai lavori (reporter) e per appassionati facoltosi. Tale fase è durata fino al secondo dopoguerra.

In questa prima fase, gli attori coinvolti erano pochi ed altamente specializzati: i produttori di fotocamere e di materiale sensibile (pellicole, carta, sviluppi); i fotografi (studi professionali, giornalisti, reporter, documentaristi) spesso impegnati anche in funzioni tecniche (sviluppo e stampa); i *publisher* (editori, giornali, agenzie) impegnati a raccogliere le immagini nei propri archivi e a pubblicarle sulla carta stampata; tale attività, esclusiva e caratterizzata da forti barriere all'ingresso, ha contribuito alla conoscenza del mondo esterno alla realtà ristretta fino ad allora nota e alla nascita di quella che sarà definita la società dell'immagine.

La seconda fase o punto di discontinuità può essere definita volgarizzazione della fotografia e consiste nella crescente diffusione della fotografia non solo tra i professionisti ma anche tra semplici appassionati. La realizzazione di fotocamere di piccolo e piccolissimo formato (prima il formato Leica, poi il 110), il passaggio dalle pellicole piane a quelle a rullo per facilitare il caricamento anche a persone non esperte, l'arrivo del colore, la semplificazione d'uso delle fotocamere e la riduzione sensibile dei loro prezzi sono alcuni tra gli eventi che hanno consentito la diffusione della fotografia in una società dove andavano sviluppandosi il benessere della classe media, la fruizione dei mezzi di

comunicazione di massa, la creazione del tempo libero. Da appanaggio di una elite di professionisti, la fotografia entrava nelle abitudini e nelle attività dei consumatori che, integrandosi nella nascente società dell'immagine, iniziavano a documentare per immagini la vita propria e quella di amici e parenti. La fotografia rimaneva tuttavia un'attività svolta nel tempo libero, conquista della società postindustriale: e fotografia diventa così sinonimo di vacanze, viaggi (il che giustifica l'aumento delle stampe nei periodi estivi), compleanni ed eventi (matrimoni, nascite, diplomi, servizio militare). L'ingresso nel mercato della fotografia della nascente industria nipponica di precisione provocava una corsa al perfezionamento tecnologico che consentiva, da un lato, di incrementare la qualità della ripresa fotografica professionale e, dall'altro, di dotare un pubblico sempre più vasto ed eterogeneo di dispositivi che non richiedono alcuna conoscenza ed operazione oltre la pressione del pulsante di scatto.

Al contempo, la stampa popolare restituiva al pubblico una rappresentazione per immagini di una società occidentale florida, benestante e civettuola, ritraendo i personaggi della "bella vita" che si sarebbero presto trasformati in icone e modelli. Progressivamente (e conseguentemente), anche nel privato si cedeva alle lusinghe di un crescente esibizionismo e di una sovrarappresentazione del sé: gli eventi formali come il matrimonio, di cui si soleva conservare un'iconografia composta e corale, diventavano l'occasione per documentare quanto era considerato riservato, intimo, non rappresentabile.

In questa seconda fase, si sono moltiplicati i ruoli: accanto ai tradizionali produttori di attrezzatura fotografica e ai professionisti dell'immagine, coloro che erano stati unicamente fruitori di immagini ne diventavano, per quantità, i principali produttori; a soddisfare le loro richieste iconografiche nasceva una imponente rete di laboratori fotografici di sviluppo e stampa caratterizzati da un costante aumento della produzione e, conseguentemente, da una costante necessità di automizzazione e serializzazione, il che si traduceva spesso in un livel-

lamento verso il basso della qualità dell'immagine. Mutavano in misura minore le prerogative dei *publisher* di immagini a causa delle forti barriere all'ingresso: la carta stampata rimaneva il luogo d'elezione per le immagini provenienti dal segmento professionale, mentre quelle dei dilettanti restavano negli album e nei cassette di casa; il ritorno dalle vacanze rimarrà, fino alla fase successiva della digitalizzazione, l'unica occasione per condividere con pochi (e annoiati) spettatori stampe e diapositive del proprio privato.

La terza ed ultima fase, la digitalizzazione delle immagini, è la più recente e la più rapida in termini di evoluzioni tecnologiche e strutturali. Le tecnologie per acquisire immagini su supporto digitale (una stringa di 1 e 0) anziché su materiale chimico passano in pochi anni dalla fase prototipale ai primi esemplari commerciali di fotocamere digitali, e da lì la corsa verso la qualità e l'eccellenza tecnica si fa serrata (a colpi di Megapixel). La produzione iconografica di massa, un tempo rallentata da limiti accidentali (le vacanze, la festa di compleanno), tecnici (i 36 fotogrammi di un rullino, i tempi dei laboratori) ed economici (i costi di sviluppo e stampa), beneficia della rimozione di tali ostacoli: le immagini scattate con la fotocamera digitale non hanno costi, non hanno limiti quantitativi e sono immediatamente fruibili sul computer, pronte per essere manipolate, migliorate, trasformate, condivise, pubblicate sul web. Smessi i panni di esemplari unici o difficilmente riproducibili, con l'avvento del digitale le fotografie si prestano, per loro natura, ad essere scambiate e inviate in infinite copie e ad essere stampate in maniera selettiva a discrezione dell'autore (non del laboratorio).

L'immediatezza della produzione e della disponibilità fotografica accelerano viepiù il ciclo di vita dell'immagine; la facilità di pubblicazione di immagini su siti web rimuove le vecchie barriere all'ingresso della carta stampata, in un processo di democratizzazione che cancella il confine tra produttori e fruitori di immagini. La nascita dei telefoni cellulari con fotocamera integrati, sempre in tasca e non solo in

occasioni particolari, acuisce, al contempo, quella sovrarappresentazione di sé iniziata nella fase precedente: la fotografia digitale consente di documentare e raccontare, visionare e commentare ogni attimo della vita del neofotografo che è contemporaneamente produttore e consumatore di immagini.

In questa fase si assiste ad una crescita importante dei ruoli: le manifatturiere di telefoni cellulari diventano i primi produttori (per unità vendute) di fotocamere digitali, e il mercato tradizionale assiste a grandi successi e a imprevedibili decessi (l'industria tedesca in testa); escono di scena molti produttori di materiali sensibili (pellicole) per il mercato consumer; i fotolaboratori, cresciuti fino a metà degli anni 90, devono adeguarsi a nuove tecniche di stampa (da file anziché da pellicola) e volumi in diminuzione (non più i 4-5 rullini delle vacanze, ma le sole foto selezionate dal cliente), anche perché iniziano a proliferare efficienti servizi di stampa fotografica on line che permettono agli utenti di inviare le immagini su un sito web, ordinarne le stampe e riceverle a casa.

Infine, fanno il loro ingresso sulla scena attori precedentemente estranei o inesistenti, che contribuiranno alla creazione e alla trasformazione dell'ecosistema dell'immagine digitale.

Tra i primi outsider della fotografia ci sono le versioni evolute dei siti web personali che iniziano ad offrire strumenti per la pubblicazione delle proprie immagini digitali; nascono e si moltiplicano così (on line) i photo album e le photo communities, con i primi strumenti di interazione tra utenti (consumatori-fruitori); i loro nomi oggi sono Flickr e Picasa, per citarne due. Si aggiungono altri attori: primi per importanza gli operatori di telecomunicazioni che forniscono ai propri clienti la connettività su reti fisse e mobili a banda (sempre più) larga e, successivamente, metodi e strumenti per condividere e pubblicare foto sul web. L'ecosistema aumenta per complessità con l'ingresso di fornitori di nuovi servizi on line quali la pubblicità, che viene spesso veicolata in siti di immagini digitali, e la localizzazione o georeferenziazione (che consente di stabilire in che luogo è stata scattata una foto).

È un ecosistema complesso e in costante definizione. Questo ciclo di conferenze cercherà di dare qualche elemento per conoscere i diversi aspetti della fotografia e in particolare della fotografia digitale. Il primo incontro affronta il funzionamento della fotografia dal punto di vista tecnico; nel secondo incontro si parlerà dei sistemi innovativi di condivisione delle immagini digitali; nel terzo incontro si considererà il potenziale sociale (inteso come comunicazione interpersonale) della fotografia digitale; nel quarto e ultimo incontro cercheremo di immaginare e capire quale è il futuro della fotografia digitale.

### *Come funzionano le fotocamere (digitali)*

Prima di parlare di fotocamere, a pellicola o digitali, occorre fare un passo indietro, rammentando brevemente le tecniche e le evoluzioni della rappresentazione pittorica e iconografica, dalle origini alla modernità, con particolare riferimento alla grande conquista della pittura: la prospettiva.



Un affresco medievale. L'assenza di prospettiva appiattisce tutte le figure sullo sfondo e non ne restituisce le corrette proporzioni

La rappresentazione del mondo risale a decine di migliaia di anni fa, stando alle incisioni rupestri che i nostri bisavoli ci hanno lasciato a testimonianza delle loro cacce e battaglie. Fino al Rinascimento, però, la rappresentazione pittorica lasciava parecchio a desiderare (vista con gli occhi di oggi) in quanto non era stata acquisita la capacità di mettere in prospettiva il mondo.

Pensiamo ai dipinti medievali oppure ai dipinti perfettamente conservati nelle tombe egizie con immagini di squisita fattura ma "piatte". Nel Rinascimento si sviluppa la tecnica del punto di fuga, di un punto immaginario in cui convergono le linee degli oggetti che vediamo se fossero prolungate all'infinito. Questo non è altro che la rappresentazione rovesciata di ciò che accade nella realtà.

Immaginiamo di avere un quadro appeso a metà di un salone e un altro quadro, identico, appeso sulla parete di fondo del salone. Se siamo con le spalle al muro ad osservare i due quadri l'angolo di visuale che occupa il quadro a metà della stanza sarà circa doppio di quello occupato dall'altro appeso alla parete in quanto da questo ci separa una distanza doppia rispetto al primo.

Il nostro cervello interpreta l'angolo con cui vediamo le dimensioni di un oggetto come un indizio per calcolarne la sua distanza (se ne conosce le dimensioni). Questo modo di "pensare" è corretto ed è quello che ci permette di vivere in questo mondo tridimensionale pur avendo una rappresentazione bidimensionale, come accade quando facciamo una foto. Gli artisti hanno imparato a sfruttare questo meccanismo per rendere la profondità di una scena: man mano che ci si allontana dal primo piano gli oggetti diventano più piccoli fino ad avere le dimensioni di un punto quando si collocano a distanze grandissime, all'infinito. Eccoci arrivati al punto di fuga da cui siamo partiti.

Per contro se il cervello non conosce le dimensioni e non ha elementi di confronto nella scena potrebbe arrivare a credere che due oggetti siano alla stessa distanza ed abbiano dimensioni diverse portando a illusioni ottiche paradossali.

L'angolo tramite cui osserviamo il mondo e gli oggetti è uno dei due elementi principali nella trasformazione dal mondo fisico tridimensionale alla sua rappresentazione bidimensionale.

Per un obiettivo questo angolo è rappresentato dalla lunghezza focale (il numero in mm che spesso viene citato: *ho un obiettivo da 50 mm*). Quanto più la lunghezza focale è "lunga" (il numero è alto) tanto più l'angolo è piccolo.

*Le lunghezze focali in grassetto sono quelle migliori per i ritratti in quanto corrispondono a quello che il nostro occhio vede (alla sua lunghezza focale). Attenzione però: alla lunghezza focale del nostro occhio corrisponde un angolo diverso da quello di un obiettivo che abbia la stessa lunghezza focale. Noi di occhi ne abbiamo due e si muovono di continuo fornendo al cervello un angolo equivalente a circa 128'.*

Se cambiamo la prospettiva con cui osserviamo le cose cambia la rappresentazione bidimensionale di queste. Quanto più la lunghezza focale è corta tanto più si enfatizza la differenza tra oggetti che stanno

Lunghezza focale	Tipo obiettivo	Angolo
17 mm	Grandangolare	104°
35 mm		62°
<b>50 mm</b>	Normale	47°
<b>80 mm</b>	Medio tele	30°
135 mm		22°
200 mm	Teleobiettivo	12°
400 mm		6°

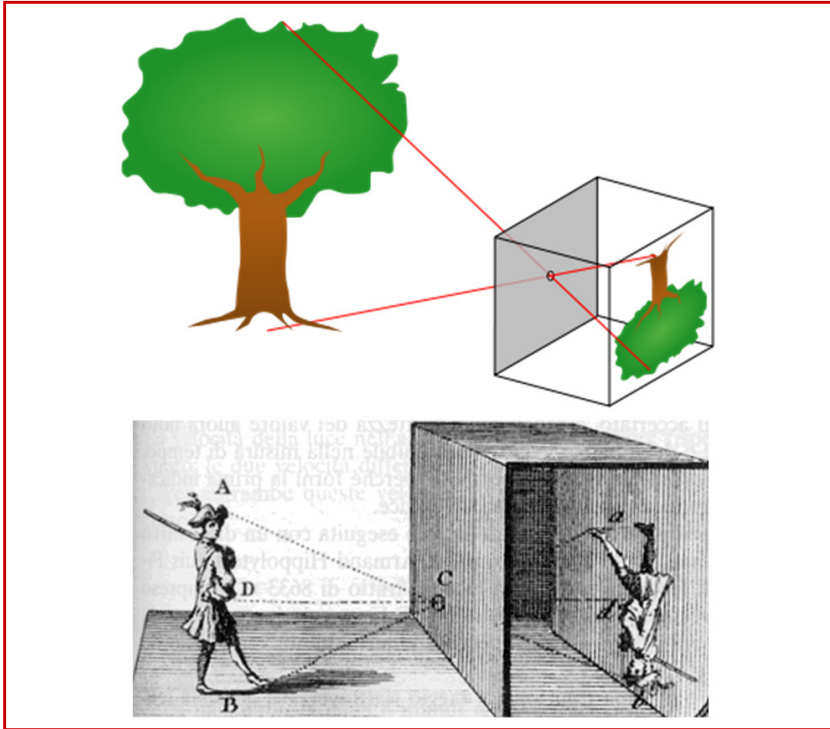
Tabella dei più comuni obiettivi fotografici

a distanze diverse dal punto di osservazione. Viceversa, tanto più la lunghezza focale aumenta tanto più gli oggetti sembrano appiattirsi. La rappresentazione a cui siamo abituati è quella del nostro occhio, non è che sia quella giusta, in prospettiva non esiste un giusto o uno sbagliato. Dato che il nostro cervello è particolarmente sensibile ai visi delle persone è bene cercare di usare la stessa prospettiva dell'occhio quando si vuole porre l'attenzione sul viso delle persone. Ecco allora il suggerimento di adottare una lunghezza focale tra i 50 e gli 85 mm per i ritratti. Se vogliamo enfatizzare (o slanciare) le gambe conviene fotografarle dal basso in alto con una focale leggermente più corta di un 50 mm...

Dopo la "scoperta della prospettiva" e delle regole matematiche sottese avvenuta nel Rinascimento alcuni ingegnosi studiosi scoprirono che un modo molto semplice per avere una rappresentazione efficace bidimensionale del mondo tridimensionale era quello di rinchiudersi all'interno di una grande scatola in cui era praticato un piccolo foro su una parete in modo che la luce che arrivava dal mondo esterno passasse per quell'apertura andando ad illuminare la parete opposta.

Se il buco era molto piccolo (detto foro stenopeico) come per magia sulla parete opposta si formava una immagine capovolta del mondo esterno. Il pittore poteva quindi "tracopiare" dal mondo reale con questa ingegnosa apparecchiatura. Canaletto, a Venezia, utilizzò spesso la camera oscura arrivando a creare dei quadri estremamente realistici in termini di prospettiva.

Nell'Ottocento, con l'evoluzione della chimica, non fu difficile far emergere l'idea che se nella camera oscura si fosse potuto mettere del materiale fotosensibile in grado di memorizzare la luce a cui veniva esposto si sarebbe potuto creare un quadro senza usare un pittore. Il materiale fotosensibile venne trovato abbastanza velocemente ma il problema era proprio che era fotosensibile. Si poteva ricreare su questo una immagine ma non appena veniva esposto alla luce, cosa che



Il principio della camera oscura

occorreva fare per riuscire a vedere l'immagine, questa sbiadiva fino a scomparire in quanto il materiale continuava a registrare la luce e a sovrapporre immagini su immagini. Era, come diremmo oggi, sovrapposto. La vera svolta avvenne quando si riuscì a trovare un sistema per bloccare la sua sensibilità alla luce in modo da poter conservare indefinitamente l'immagine. In sintesi se il foro era sufficientemente piccolo e il tempo di esposizione sufficientemente lungo, era diventato possibile impressionare un materiale fotosensibile con l'immagine (rovesciata) di un oggetto o una scena posti di fronte al foro.

Era nata la macchina fotografica.

Le fotocamere costruite su questo principio (dette pinhole cameras, camere a foro stenopeico, come quella raffigurata qui sotto) sono scatole isolate dalla luce, contenenti materiale fotosensibile (una pellicola piana posta sul fondo) e prive di lenti e obiettivo: tale funzione è svolta dal foro stenopeico, da cui entra la luce. Poiché il diametro del foro deve essere molto piccolo per consentire il funzionamento del principio della camera oscura, conseguentemente i tempi di posa tendono ad essere lunghi, rendendo impossibile usare fotocamere di questo tipo per riprese a mano libera o di soggetti in movimento. Inoltre, le immagini prodotte, in assenza di un obiettivo vero e proprio, dipendono dalla qualità e dalle caratteristiche del foro, e la loro nitidezza non è particolarmente accentuata.

Semplificando, si può affermare che la tecnica di ripresa fotografica è basata su due soli parametri ovvero: quantità di luce (apertura del diaframma o diametro del foro stenopeico) e durata della posa (tempo



Una pinhole camera

di apertura dell'otturatore o tempo di esposizione). Tale semplificazione è sostanzialmente valida per le fotocamere a pellicola caratterizzate, appunto, da due soli comandi (apertura del diaframma e tempo di esposizione) i cui valori dipendono dalla quantità di luce disponibile (misurabile con un esposimetro ed espresso in EV, *Exposure Value*) e dalla maggiore o minore sensibilità della pellicola.

Un esposimetro digitale. Valutando la quantità di luce disponibile, fornisce valori di tempo e diaframma da impostare sulla fotocamera. Le moderne fotocamere sono normalmente dotate di un esposimetro interno.

Data quindi la sensibilità di una pellicola, è possibile misurare la quantità di luce disponibile per ottenere una combinazione di aperture

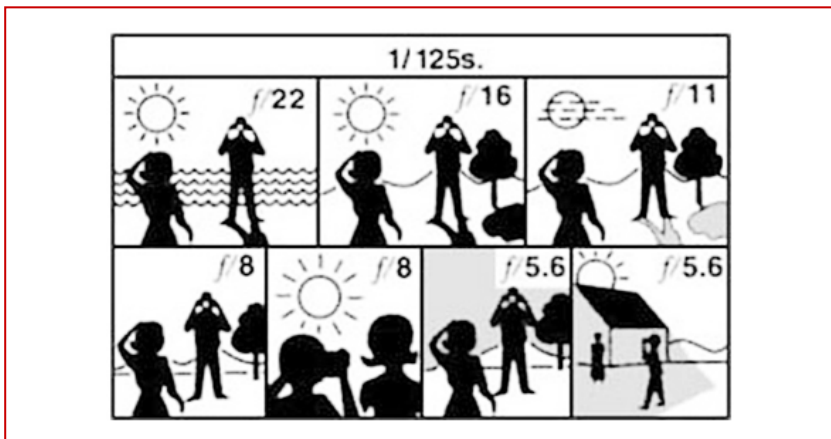


Un esposimetro digitale. Valutando la quantità di luce disponibile, fornisce valori di tempo e diaframma da impostare sulla fotocamera. Le moderne fotocamere sono normalmente dotate di un esposimetro interno.

di diaframma e tempi di posa tali da ottenere una corretta esposizione del fotogramma.

Per anni si è utilizzato con successo, grazie anche alla tolleranza (latitudine di posa) delle pellicole in commercio e all'abilità degli stampatori nei laboratori fotografici, la cosiddetta regola del 16. Secondo tale regola in situazione di luce ambientale diurna con una pellicola di sensibilità 100 ISO, l'esposizione corretta si ottiene impostando un tempo di 1/125 di secondo e un'apertura di diaframma  $f=16$  o tutte le combinazioni possibili (esempio:  $T=1/250$  s con  $f=11$ ,  $T=1/500$  s con  $f=8$  ecc.) poiché, come noto, per ottenere un'esposizione corretta, aumentando l'apertura del diaframma occorre diminuire il tempo di posa e viceversa.

Tale semplice principio ci porta ad una considerazione generale applicabile alle fotocamere a pellicola (in particolare le reflex ad ottica intercambiabile): per fare foto corrette, la fotocamera che si usa non è importante in quanto non è altro che un meccanismo che apre e chiude un foro di date dimensioni per un dato intervallo di tempo. Capacità



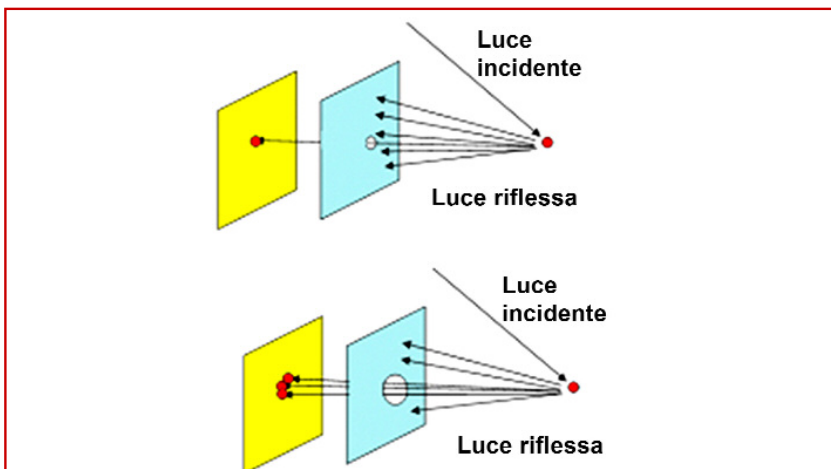
La regola del 16 si trova ancora stampata all'interno delle confezioni di pellicole fotografiche

del fotografo e qualità dell'ottica hanno, in effetti, un ruolo più importante.

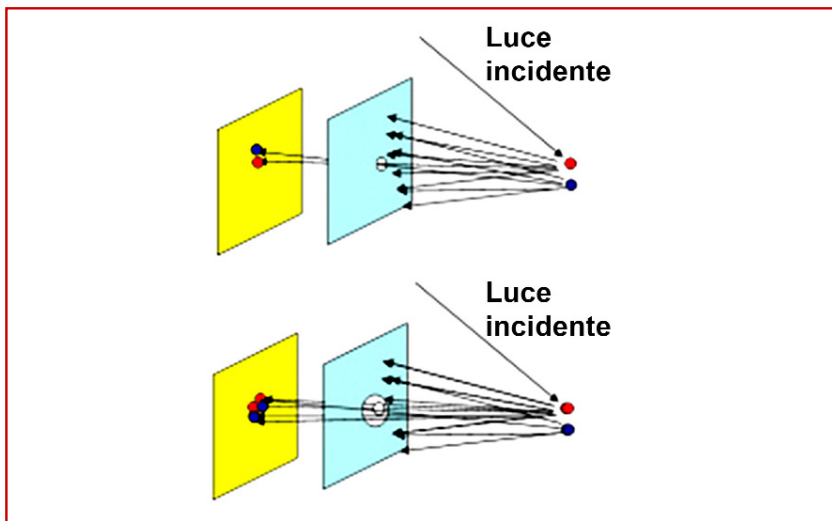
Con l'avvento e la diffusione delle fotocamere digitali, come si vedrà in seguito, la semplificazione qui esposta ha perso un po' della forza. Oltre a apertura del diaframma e tempo di posa sono entrati in gioco altri fattori che determinano la buona riuscita di una fotografia, primo tra tutti il cosiddetto bilanciamento del bianco (di cui si parlerà diffusamente) e altre variabili tecnologiche (la qualità e la dimensione del sensore, ad esempio).

### ■ *Come funziona un obiettivo?*

L'ottica è una scienza molto vicina alla geometria. Fortunatamente non occorre essere professori di matematica per capire gli elementi base dell'ottica che ci servono per comprendere il funzionamento dell'obiettivo e quindi utilizzarlo al meglio. Prendiamo un punto di un oggetto. La luce riflessa da questo punto si diffonde nell'ambiente circostante. Possiamo immaginare milioni di raggi luminosi che partono da quel punto per andare in ogni direzione (in linea retta).



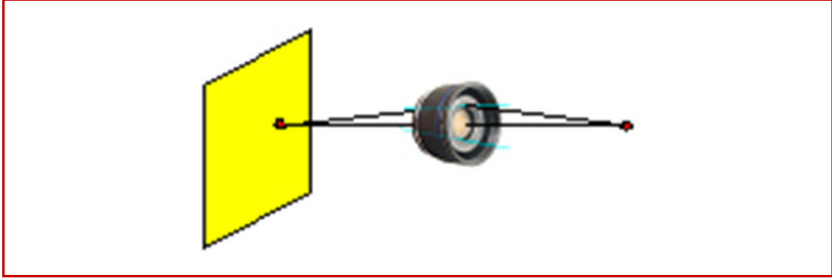
Se mettiamo un cartoncino con un piccolissimo foro di fronte all'oggetto, attraverso questo passerà solo uno tra i tanti raggi di luce riflessi da quel punto. Gli altri saranno bloccati dal cartoncino. Quel raggio andrà a disegnare il punto su di un secondo cartoncino posto dietro il primo che possiamo utilizzare come schermo. Se però allarghiamo il foro, attraverso questo passeranno ora anche altri raggi riflessi da quel punto e precisamente tutti quelli nell'angolo formato dall'apertura del foro rispetto al punto di origine dei raggi. Questo fa sì che sul secondo cartoncino, quello usato come schermo, vi siano ora molti punti che corrispondono alla luce riflessa dal punto che ci interessa. L'immagine non sarà più nitida ma sfumata.



Possiamo ripetere il ragionamento con più punti. In questo caso se il buco sul cartoncino è piccolissimo passerà un solo raggio per ogni punto del nostro oggetto e quindi sullo schermo vedremo riprodotto l'oggetto formato dai singoli punti, ciascuno distinto dall'altro.

Se invece allarghiamo il buco, su ogni punto dello schermo si andrà a sommare anche la luce riflessa da altri punti dell'oggetto in quanto

anche per questi non esiste più una corrispondenza uno a uno tra punto di riflessione e punto in cui il raggio colpisce il sensore.



Questo si traduce in un'immagine confusa, ovvio risultato del mescolarsi di raggi che provengono da punti diversi del soggetto che vogliamo fotografare.

Riepilogando: quanto più è largo il foro tanto più confusa sarà l'immagine e viceversa. Perché allora non facciamo il foro piccolissimo? A questa domanda risponderemo tra breve. Per ora limitiamoci a risolvere questo problema utilizzando un obiettivo.



Un obiettivo fotografico. Agendo sulla ghiera dei diaframmi, contraddistinta da valori da 1.4 a 16, è possibile aumentare o diminuire l'apertura, facendo aumentare o diminuire la quantità di luce in entrata

Le lenti presenti nell'obiettivo servono proprio a forzare tutti i raggi di luce provenienti da un punto dell'oggetto che stiamo fotografando a colpire un unico punto sul sensore (o sulla pellicola). L'immagine che vediamo è nitida. In pratica le lenti si dispongono a distanze tali tra loro che permettono di compensare l'angolo di incidenza sull'obiettivo dei raggi di luce riflessi dall'oggetto. Questa compensazione è fissa per tutti i raggi che arrivano (varia solo in funzione della distanza del raggio incidente dal centro dell'obiettivo ed è proprio grazie a questa variazione che si riesce a far convergere tutti i raggi in partenza da un punto dell'oggetto su di un unico punto del sensore.).

Disporre le lenti ad una certa distanza tra loro in modo tale da far convergere i raggi riflessi da un punto di un oggetto su di un unico punto del sensore viene detta "messa a fuoco". La compensazione avviene solo entro certi limiti: per questo motivo si dice che un obiettivo ha una distanza di messa a fuoco minima: è quella sotto la quale le lenti non sono più in grado di compensare l'angolo di incidenza. Non esiste una distanza di messa a fuoco massima (nelle lenti per macchine fotografiche). Abbiamo già detto che quanto più un oggetto è distante tanto meno esistono problemi di messa a fuoco (all'infinito tutti i raggi riflessi che arrivano all'obiettivo sono in pratica paralleli).

Essendo la compensazione fissa, questa è applicata anche ai raggi di luce riflessi da punti a distanza diversa dall'obiettivo rispetto al nostro oggetto. Quindi la compensazione che mette a fuoco un oggetto ad una certa distanza "sfoca" quelli a distanza diversa.

Visto che non è possibile per motivi geometrici fare in modo che raggi che provengono da punti a distanze diverse dall'obiettivo siano collimati perfettamente sul sensore siamo obbligati a scegliere un piano ad una certa distanza dall'obiettivo di cui vogliamo avere un'immagine nitida accettando di perdere via via in definizione più ci si allontana da quel piano (avvicinandosi o allontanandosi dall'obiettivo). Questo è quanto facciamo quando mettiamo a fuoco.

Per quanto abbiamo visto, quindi, tanto più si chiude il diaframma

(si rende piccolo il foro attraverso cui passa la luce nell'obiettivo) e tanto più nitidi saranno i particolari dell'immagine che non stanno sul piano di messa a fuoco. Viceversa, quanto più apriamo l'obiettivo (per fare entrare più luce) tanto più sfocati risulteranno i punti fuori dal piano di messa a fuoco. La zona attorno al piano di messa a fuoco in cui i dettagli risultano ancora abbastanza definiti si chiama *profondità di campo*. Non necessariamente avere una grande profondità di campo è una cosa buona.

Se si vuole fare un ritratto in genere si vuole che il viso risalti sullo sfondo e il modo migliore per farlo è diminuire la profondità di campo in modo da sfocare quanto sta dietro al viso.

I punti che stanno sul piano di messa a fuoco non sono influenzati dall'apertura dell'obiettivo.

La profondità di campo dipende anche dalla distanza del soggetto dall'obiettivo, dalla distanza dell'obiettivo dal sensore, dalla dimensione del sensore e dalla lunghezza focale dell'obiettivo. Più il soggetto è distante dall'obiettivo maggiore è la profondità di campo (le foto ai paesaggi vengono sempre a fuoco!); più vicino è il sensore (e più piccolo è) maggiore la profondità di campo; minore la lunghezza focale dell'obiettivo maggiore la profondità di campo.

Per questo motivo le macchine fotografiche digitali compatte (non reflex) forniscono fotografie più nitide di oggetti che sono fuori dal piano di messa a fuoco. La distanza tra sensore e obiettivo si misura in mm (mentre nelle reflex si misura in centimetri) il sensore è più piccolo e in genere hanno obiettivi "corti".

Sono quindi molto adatte a fare macrofotografie, fotografie in cui il soggetto è molto vicino all'obiettivo e in cui quindi la profondità di campo è molto piccola. Per contro non sono adatte a fare foto ai matrimoni in cui si vuole far risaltare gli sposi e sfuocare lo sfondo.

La luce che entra nell'obiettivo si compone di vari colori che corrispondono a frequenze. Ciascuna di queste frequenze viene deviata dalle lenti in modo diverso, così come evidenziato dal far passare un

<b>Per aumentare la profondità di campo</b>
Chiudere il diaframma
Diminuire la lunghezza focale
Allontanarsi dal soggetto
<b>Come scegliere il piano di messa a fuoco</b>
Nei ritratti mettere a fuoco l'occhio vicino
Nei paesaggi mettere a fuoco all'infinito
A parità di condizioni mettere a fuoco la parte della foto in centro a 2/3 a destra (??)

Tabelle esemplificative su profondità di campo e messa a fuoco

raggio di luce bianca in un prisma. L'effetto è di far cadere sul sensore in punti diversi la luce che si riferisce ad un unico punto del soggetto a seconda delle frequenze che la compongono. Questo fenomeno si chiama aberrazione cromatica e l'effetto è quello di un'immagine in cui i contorni sembrano avere un alone rosso da un lato e blu dall'altro. Alcuni obiettivi hanno dei sistemi appositi per correggerla; è anche possibile correggere questo problema al computer come si vedrà in un capitolo successivo.

Abbiamo visto come sia geometricamente possibile mettere a fuoco solo i raggi luminosi che partono dal piano di messa a fuoco, quindi ad una distanza precisa dall'obiettivo regolata girando la ghiera di messa a fuoco (automaticamente o manualmente). I punti che risultano sfocati possono assumere forme diverse in funzione di come è stato fatto l'obiettivo. La forma di questi punti si chiama "*bokek*" e contribuisce alla piacevolezza della foto finale.

Ogni obiettivo è un compromesso: non esiste un obiettivo in grado di fare tutto in modo perfetto. Gli zoom, che sono molto diffusi per la loro praticità e presenti su quasi tutte le compatte, hanno una resa inferiore rispetto ad obiettivi a lunghezza focale fissa (*prime*). Tuttavia gli zoom di oggi, grazie ad una progettazione effettuata al computer, hanno una resa che si avvicina molto a quella di un "*prime*".

Gli obiettivi moderni utilizzati dalle macchine fotografiche reflex (cioè a ottica intercambiabile in cui si può cambiare l'obiettivo a seconda delle necessità) hanno in genere un computer al loro interno in grado di comandare i vari gruppi di lenti per una perfetta messa a fuoco e in alcuni casi anche per controbilanciare i movimenti fatti dal fotografo al momento dello scatto.

L'ottica disponibile per le reflex offre prestazioni molto superiori rispetto a quella presente sulle macchine fotografiche compatte e permette una enorme flessibilità. Per la maggior parte delle persone che non fanno della fotografia un mestiere e non hanno il "pallino" della fotografia una compatta ben utilizzata soddisfa certamente le esigenze.

Un obiettivo lo abbiamo tutti, anzi due. I nostri occhi. Il loro funzionamento è esattamente uguale a quello di un obiettivo e anche per loro valgono le stesse regole dell'ottica. In questo caso il cristallino funziona da lente, si contrae cambiando la curvatura e permette quindi la messa a fuoco.

Il diaframma, cioè la pupilla, ha un'apertura abbastanza piccola, simile a quella di una macchina fotografica digitale compatta, e quindi ci offre una notevole profondità di campo. Quando non riusciamo a mettere a fuoco qualche oggetto, una scritta distante... cosa facciamo? Strizziamo gli occhi e questo cambia la dimensione del bulbo oculare, spostando il sensore (la retina) rispetto alla lente (il cristallino) migliorando la messa a fuoco. Di notte i dettagli si vedono meno bene, non solo perché c'è meno luce ad illuminarli ma perché la pupilla si allarga per far entrare più luce e quindi... maggiore apertura > minore profondità di campo.

Anche nel nostro occhio l'immagine di un oggetto arriva rovesciata sul sensore, sulla retina. È il cervello che raddrizza l'immagine, a nostra insaputa. Ma il cervello fa molto di più: adatta l'immagine al contesto e alla sua esperienza, la trasforma. Questo è quanto possiamo far fare anche alla macchina fotografica digitale e al suo computer.

Nell'ultima parte di questo articolo, l'appendice *Percezione visiva e composizione fotografica*, vedremo come il nostro cervello reagisce diversamente alla realtà percepita con gli occhi e all'immagine fotografata di tale realtà.

Ma prima di addentrarci in questo campo, dopo la prospettiva di cui abbiamo trattato in questa prima parte, occorre considerare il secondo aspetto fondamentale nella fotografia: la luce.

## La luce

Che sia la luce riflessa da un oggetto quella che ci consente di vederlo sembra oggi una cosa evidente. Eppure, per millenni gli uomini hanno pensato che fossero i nostri occhi ad emanare dei raggi che colpendo gli oggetti consentivano di vederli. Oggi la cosa sembra impossibile, in fondo in una stanza buia i nostri occhi illuminano ben poco... eppure ancora Aristotele affermava che il vedere è una facoltà dei nostri occhi che illuminano il mondo. Se vogliamo, un approccio simile è seguito dai fotografi che quando è buio fanno partire un raggio di luce dalla macchina fotografica, il flash. Tuttavia anche in questo caso ci è ben chiaro che quello che colpisce l'obiettivo, e poi il sensore, è la luce riflessa. È per questo motivo che il flash può essere utilizzato solo per fotografare oggetti relativamente vicini. Scattare una foto ad un panorama con il flash non serve assolutamente a nulla. Infatti la luce del flash si disperde e arriva agli oggetti lontani in quantità minima. La parte che riflessa arriva all'obiettivo è trascurabile. Lo vediamo quando facciamo una foto di notte in un ambiente. Gli oggetti più vicini al flash sono ben illuminati mentre man mano che ci si allontana diventano sempre più scuri.

Il fatto che noi vediamo, e che il sensore veda, grazie alla luce riflessa mette in primo piano l'importanza della luce che illumina l'oggetto che vogliamo fotografare. Se questa luce ha una tonalità arancione (come capita al tramonto o quando scattiamo una foto in una cucina illuminata da una lampada ad incandescenza) la luce che si riflette dall'oggetto avrà inevitabilmente una tonalità arancione. Al contrario se l'oggetto è illuminato da una luce al neon la scena e la fotografia assumerà una tonalità bluastra.

Il nostro cervello conoscendo per esperienza quale è il colore degli oggetti effettua la correzione per cui a livello cosciente non percepiamo le differenze di colore indotte dal diverso tipo di luce. Ovviamente se la luce che illumina è marcatamente diversa dall'usuale luce solare (che è quella a cui siamo geneticamente legati) la differenza si vede eccome. Pensiamo alle luci in discoteca....

Con la macchina fotografica a pellicola non ci sono possibilità di correggere internamente alla macchina la "dominante" di colore introdotta dalla sorgente luminosa. Occorre utilizzare dei filtri sull'obiettivo per eliminare il colore, la tonalità, che altera i colori. Operazione che ben pochi fanno anche per la complessità di disporre di molti filtri (e sapere quale utilizzare al momento opportuno, visto che grazie al nostro cervello noi non percepiamo la differenza). Perché allora se il cervello aggiusta la tonalità compensando le differenze quando si scatta la foto e poi la si guarda ci accorgiamo che i colori sono "sbagliati"?

Il fatto è che quando guardiamo la foto la guardiamo in un contesto in cui è presente una luce illuminante diversa da quella in cui abbiamo scattato la foto. Il cervello compensa la dominanza di questa luce ma non può compensare all'interno della scena una dominante diversa per cui quella immagine ci appare con colori sfalsati.

Nella macchina fotografica digitale la compensazione della dominante portata dalla luce che illumina la scena è effettuata tramite una funzione chiamata bilanciamento del bianco. In generale è possibile

lasciar fare al computer presente nella macchina fotografica (bilanciamento automatico del bianco).

Molte macchine dispongono anche di comandi per impostare il bilanciamento del bianco indicando il tipo di luce dell'ambiente: luce solare, al neon, lampada a incandescenza, flash... Macchine più sofisticate consentono di impostare direttamente il tipo di luce che illumina fornendo la sua temperatura di calore espressa in gradi Kelvin.

Un'ulteriore possibilità è offerta dal fatto che la macchina fotografica digitale a differenza di quella a pellicola non registra in modo definitivo il colore dei singoli punti ma ricostruisce queste informazioni a valle della foto. Il computer contenuto nella macchina fotografica digitale può registrare queste informazioni nella foto prodotta o può mantenerle separate per lasciare poi ad un altro computer il compito di assegnare il colore ad ogni singolo punto.

Se si vuole fare una foto con colori accurati, e si dispone di un PC per elaborarla dopo aver "scattato", un trucco è di inserire nella scena un foglio o un oggetto grigio. Su questo oggetto ogni dominante di colore sarà molto evidente e diventa facile correggerla applicando ovviamente la correzione a tutta la foto.

Parlando di messa a fuoco e profondità di campo, se avessimo un forellino piccolissimo sarebbe tutto a fuoco. Perché allora sono in commercio obiettivi con grandi aperture e cerchiamo di utilizzarli anche se sono pesanti e costano molto cari? Il fatto è che più è grande l'apertura e maggiore è la quantità di luce che arriva al sensore e di conseguenza il sensore riesce a "vedere" meglio l'immagine ed i suoi colori.

Immaginiamo di avere fatto un forellino talmente piccolo che nell'istante in cui effettuiamo l'esposizione riesca ad arrivare al massimo un fotone su ogni pixel del sensore (ogni punto sensibile del sensore). In questo caso potremo avere dei pixel che hanno ricevuto il fotone e altri che non lo hanno ricevuto. Il nostro sensore avrebbe quindi una immagine fatta da bianchi e neri, nessun grigio. Quando si è rilevato un fotone si ha il bianco, nessun fotone = nero.

Ovviamente potremmo prolungare il tempo di scatto (in cui passa la luce nell'obiettivo) ma questo approccio ha il difetto che i movimenti degli oggetti che stiamo fotografando (oltre a quelli nostri che fanno vibrare la macchina fotografica) porterebbero comunque ad immagini mosse, con effetto molto simile allo sfocato.

Quale è la quantità ottimale di luce che bisognerebbe far arrivare al sensore? Quella in grado di cogliere tutte le sfumature presenti nell'ambiente che stiamo fotografando. Quanto si riesce in effetti a raccogliere sul sensore (o sulla pellicola) è chiamato *latitudine di posa*. Sappiamo che il minimo livello di luce che si può avere è 0 (cioè tutto nero), nessun fotone colpisce quel particolare pixel. Il livello massimo, che per convenzione attribuiamo ad un bel bianco brillante, nell'ambiente non ha un limite (anche se in pratica questo esiste): possiamo sempre aumentare la luminosità di un punto, dal punto di vista della fisica questo significa aumentare l'energia emessa (pensiamo al sole e al fatto che non si riesce a guardarlo direttamente in pieno giorno in quanto manderebbe in crisi i sensori sulla nostra retina...).

Nella pellicola e nel sensore della macchina fotografica digitale il massimo corrisponde al valore massimo che può registrare l'emulsione fotografica sulla pellicola o il valore di tensione accumulabile nel pixel. Se anche fornissimo più luce l'emulsione non cambia il suo stato e il pixel non raggiunge una tensione maggiore. È un pò come se avessimo disponibile un bicchiere. In questo bicchiere potremo mettere dell'acqua e misurando il livello di questa potremo dire quanta ce n'è. Tuttavia se il bicchiere è pieno non sappiamo se la quantità versata è effettivamente quella contenuta o se ne era stata versata di più ed è finita fuori dal bicchiere.

Questo è esattamente cosa capita nella pellicola fotografica e nei pixel. Se esponiamo per un tempo tale che la pellicola diventa tutta nera (è un negativo, quindi la foto sarà tutta bianca) o il sensore raggiunge la massima tensione in tutti i suoi pixel anche prolungando l'esposizione, e quindi la quantità di luce che raggiunge lo strato sensibile, il risultato non cambia.

## Come funziona il sensore di una macchina fotografica digitale?

Il sensore sostituisce la pellicola delle macchine di una volta e serve allo stesso scopo, memorizzare l'immagine. Tuttavia il suo funzionamento è molto diverso da quello della pellicola e anche il modo di utilizzarlo, se lo si vuole fare bene, è diverso.

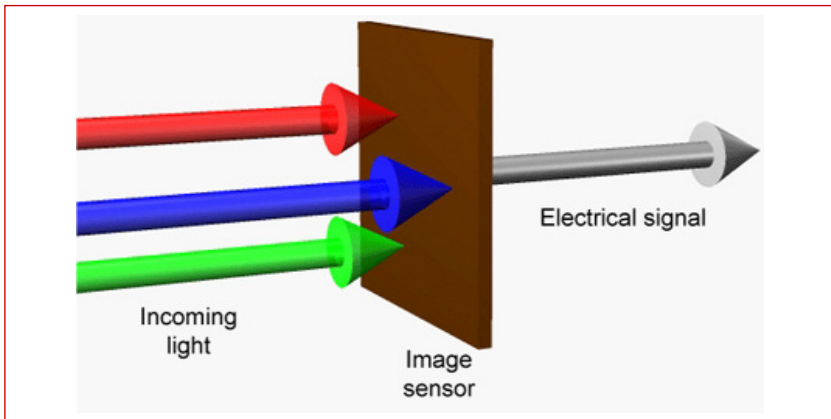
Mentre la pellicola è un substrato su cui viene stesa una emulsione chimica che quando è esposta alla luce cambia la sua struttura (diventando man mano più scura via via che riceve più luce) nel sensore sono presenti, come in un alveare, piccolissimi occhi, i pixel, ciascuno in grado di registrare la quantità di luce che lo colpisce. In pratica il pixel è l'unità d'informazione e quanti più pixel abbiamo tanto maggiore sarà il dettaglio teorico che possiamo registrare (quello pratico dipende anche dall'obiettivo utilizzato). Nella figura vediamo tre tipi di sensori, ciascuno con caratteristiche diverse, montati su fotocamere digitali attualmente in commercio:

- CMOS.
- CCD.
- Foveon X3.

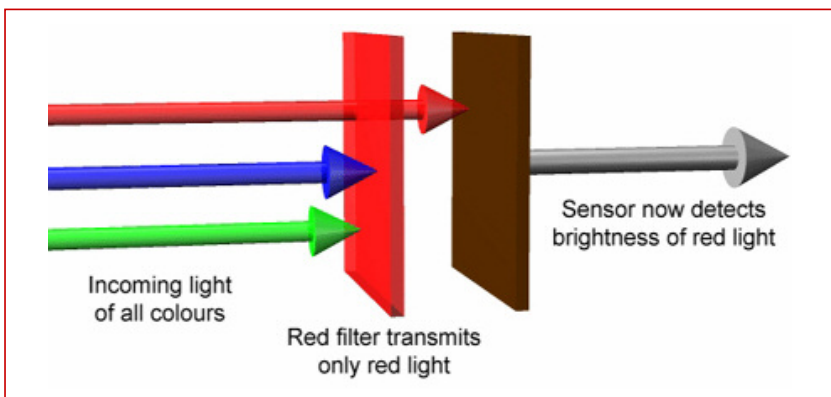


Sensori per fotocamere digitali

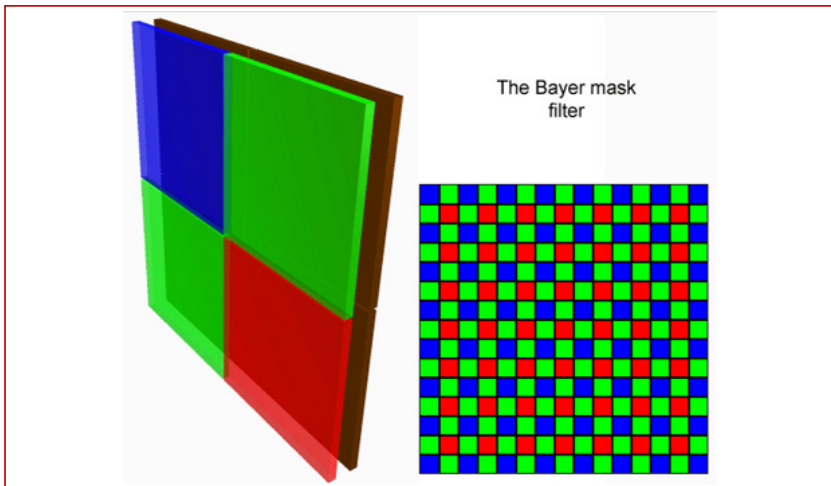
Quando un raggio di luce colpisce il pixel (durante il periodo in cui effettuiamo l'esposizione) questo si carica e il valore del potenziale che raggiunge corrisponde alla quantità di luce che lo ha colpito.



Ciascuna fotocella in un sensore può individuare solo la quantità di luce riflessa, non il suo colore; per questo motivo un filtro colorato è posto sopra ad ogni cella al fine di trasmettere solo luce dello stesso colore e bloccare gli altri colori. Ad esempio, se una cella ha un filtro passa rosso, quella cella individuerà solo il colore rosso.



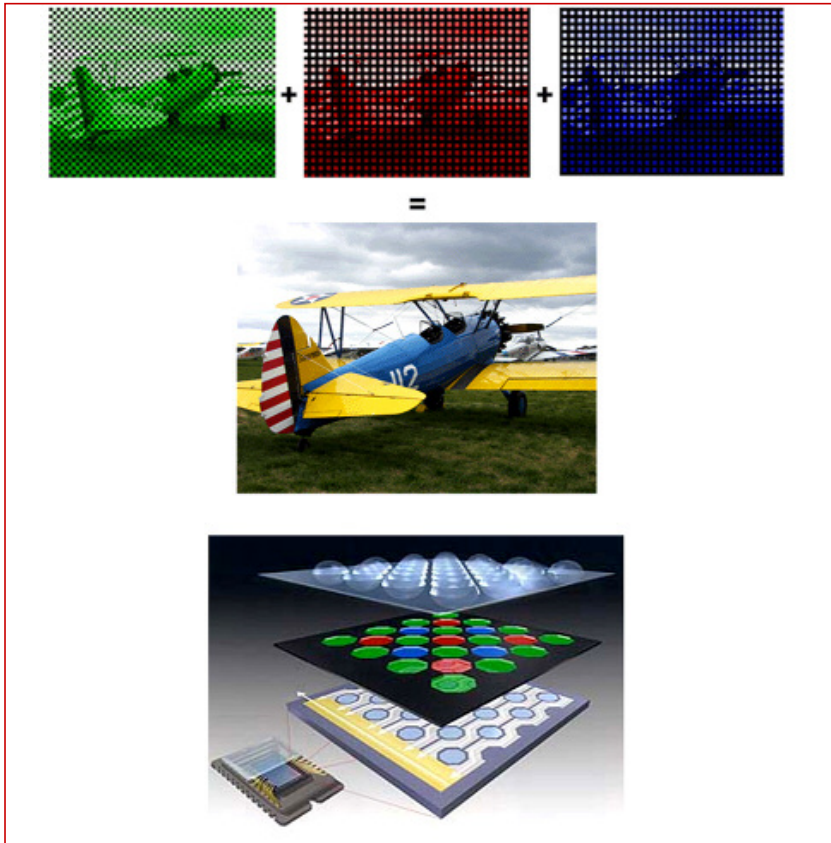
Utilizzando filtri dei tre colori primari (rosso, verde e blu), i tre colori possono essere individuati in un pattern regolare sopra ciascuna cella del sensore. In quasi tutte le fotocamere digitali, i filtri sono disposti in un pattern a mosaico di due filtri verdi per ogni filtro rosso e blu perché l'occhio umano è più sensibile alla luce verde. Questo tipo di filtro è chiamato maschera di Bayer in quanto è stato inventato dal Dr. Bryce E. Bayer di Kodak.



Filtro a maschera di Bayer

In tale modo, i segnali provenienti da ciascun gruppo di celle con filtro colorato possono essere decodificati o "demosaicizzati" dal processore d'immagine che individua lo spettro completo di colori. Un'immagine completa a colori è pertanto prodotta calcolando i valori di rosso, verde e blu per ciascuna posizione dei pixel.

I singoli pixel misurano la luce indifferentemente dal suo colore. Per permettere di memorizzare le informazioni relative ai colori si ricorre a dei filtri sovrapposti sui pixel in modo che solo un certo tipo di colore colpisca un certo pixel.



I filtri usati sono quelli che lasciano passare la luce verde, blu o rossa. Siccome il nostro occhio è più sensibile ai dettagli sulle frequenze collegate al verde si usano in pratica 2 pixel con filtro verde per ogni coppia di pixel con filtri blue rosso. È come se avessimo una sequenza verde, blu, verde, rosso, verde... Questo lo vediamo se osserviamo attentamente la figura precedente.

Nei sensori i pixel sono pixel, cosa cambia è il filtro che viene sovrapposto a ciascuno. Per questo motivo quando si dice che una macchina fotografica ha 4 Mpixel in realtà questo significa che ha 2

Mpixel di pixel con filtro che lascia passare il verde, 1 Mpixel di pixel con filtro che lascia passare il blu e 1 Mpixel di pixel con filtro che lascia passare il rosso. Nello schermo di un computer o di un televisore, invece, quando si dice che quello schermo ha 1Mpixel in realtà si dice che ha 1 Mpixel di punti in grado di emettere luce rossa, 1 Mpixel di punti in grado di emettere luce blu e 1 Mpixel di punti in grado di emettere luce verde.

Quando è terminata l'esposizione il computer presente nella macchina fotografica legge tutti i pixel, come fossero una memoria (cosa che in un certo senso sono) e li azzerava rendendoli pronti a rilevare la luce nella foto successiva.

Il tempo minimo tra uno scatto ed il successivo dipende dalla velocità di lettura dei pixel da parte del computer, dal tempo di elaborazione di queste informazioni (vedremo tra poco cosa vuol dire) e dal tempo di memorizzazione della elaborazione effettuata su una memoria tipo compact flash in cui si vanno ad accumulare le foto.

Il computer sa associare ad ogni pixel il colore della luce che gli viene fatta arrivare ed è quindi in grado di ricostruire l'informazione del colore. Questa è una delle elaborazioni che il computer deve fare.

Cosa significa misurare? Significa attribuire un valore numerico che possa poi essere convertito in una intensità di colore dallo strumento che dovrà visualizzare (o stampare) la foto.

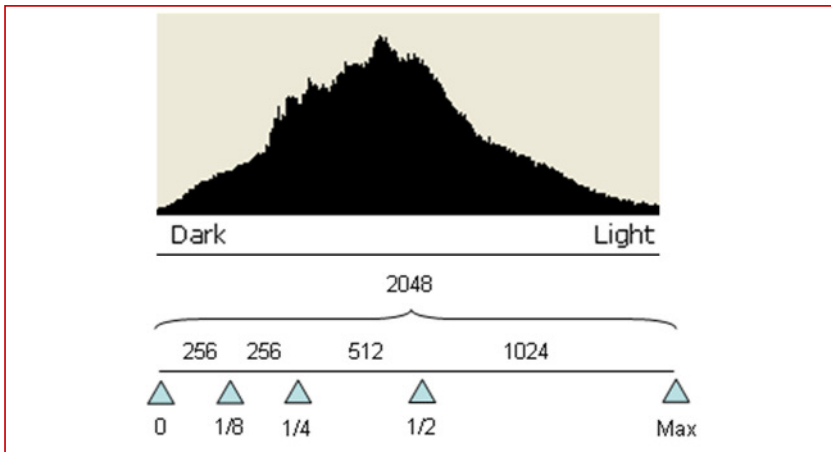
Ad un certo livello di intensità luminosa può essere attribuito un valore compreso tra 0 e 2048. 0 corrisponde ad assenza di luce (nero), 2048 corrisponde al massimo livello misurabile dal sensore. Supponiamo che la luce che arriva al sensore sia di un'intensità che è metà di quella massima misurabile. A questo livello viene associato il valore 1024. Se la luce incidente fosse la metà di questa (un quarto di quella massima misurabile) si associa il valore 512. Un'intensità dimezzata (un ottavo di quella massima) corrisponde al valore 256, e così via.

Ad alcuni questa suddivisione sembra logica, metà intensità luminosa equivale a metà valore del numero che la rappresenta. Inoltre

questo è anche il meccanismo utilizzato dalla retina, il nostro sensore. Ad altri questa sembra una suddivisione che penalizza le zone scure di una foto. Infatti per le zone che hanno una intensità luminosa compresa tra metà del massimo e il massimo la graduazione è prevista su 1024 valori mentre la graduazione tra  $1/8$  e  $1/4$  è ridotta a 256 valori. È quindi possibile esprimere più dettagli nelle zone chiare di una foto che non in quelle scure. Questa codifica ci dice anche che man mano che si dimezza la quantità di luce, minori sono le tonalità che riusciamo a codificare.

A differenza della macchina fotografica in cui il sensore è la pellicola in quella digitale si deve cercare di esporre il più possibile "a destra". Questa strana espressione deriva dal diagramma visualizzato in molti modelli di macchine digitali rappresentante la distribuzione dei valori di luminosità rilevati dal sensore.

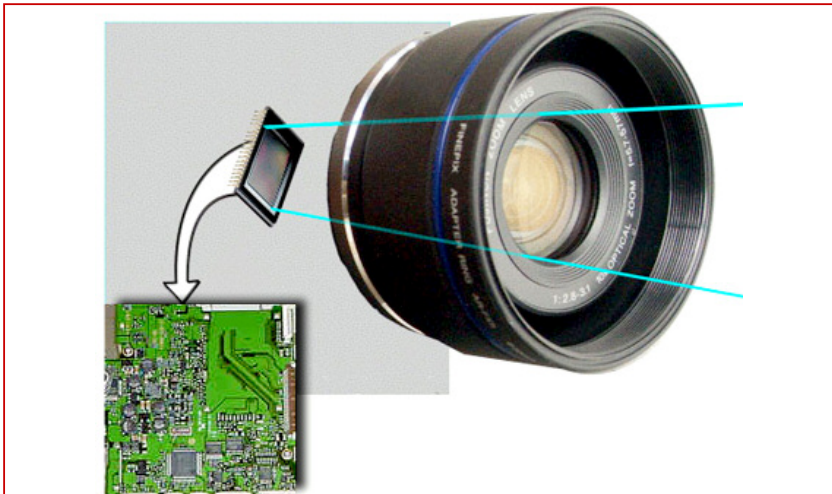
Questo diagramma deve stare il più possibile a destra dello schermo. Più stiamo a destra, infatti, più abbiamo la possibilità di dare graduazioni alle differenze di luminosità. Attenzione, però, a non sfiorare a destra in quanto tutto ciò che si trova sull'ultimo valore (2048) collassa tutte le luminosità dal massimo del sensore in su.



Sono ormai parecchie le macchine fotografiche digitali che ci permettono di visualizzare la distribuzione della luminosità. Non esiste una distribuzione corretta in assoluto. Questa va analizzata insieme a ciò che si fotografa. È evidente, infatti, che se facciamo una foto notturna la parte sinistra del diagramma sarà quella più popolata mentre se la foto è fatta sulla neve succederà l'opposto. In tutti i casi vale comunque la regola di stare attenti a non sfiorare né a sinistra né (ancora più importante) a destra e cercare di spostare la distribuzione a destra.

Come si fa a spostare la luminosità verso destra? Occorre semplicemente fare arrivare più luce al sensore e quindi tenere aperto l'otturatore per un tempo maggiore o aprire di più il diaframma (far passare più luce nell'obiettivo).

La macchina fotografica digitale è quasi uguale ad una macchina fotografica a pellicola se ci si limita a considerare obiettivo e sensore. Qui però finisce la somiglianza. Nella macchina fotografica digitale esiste un computer che tramite sofisticate applicazioni elabora l'immagine rilevata dal sensore trasformandola in modo significativo.



La sensibilità della macchina fotografica alla luce dipende dalla pellicola, in quella digitale dipende solo dai valori minimi della sensibilità del sensore. Sono il software e i circuiti elettronici che cambiano i valori di sensibilità nella macchina fotografica digitale. Motivi di fisica e chimica dell'emulsione aumentano la grana al crescere della sensibilità della pellicola, rumore elettrico creato dalla amplificazione del segnale emesso dal sensore, aumenta la grana (dovremmo più propriamente chiamarlo disturbo ma in questo caso ha preso il sopravvento il termine usato dai fotografi per indicare un disturbo dovuto all'emulsione) della immagine prodotta dal sensore.

Dato che il disturbo è all'incirca costante per un certo livello di amplificazione lo noteremo molto di più nei punti scuri dell'immagine e dove i colori dovrebbero essere uniformi, ad esempio in un cielo. Ricordiamo, però, che nel sensore la grana non esiste. Se ingrandissimo il fotogramma a partire da una pellicola ad un certo punto comparirebbe la grana, elemento fisico presente nell'emulsione. Invece nel caso di una foto scattata con una macchina fotografica digitale se questa non ha rumore di fondo (cosa che si verifica in assenza di amplificazione) il rumore non compare mai, per quanto si ingrandisca la foto. La tonalità di colore (il bilanciamento del bianco) è un artefatto creato dal computer che non esiste nell'immagine prodotta dal sensore.

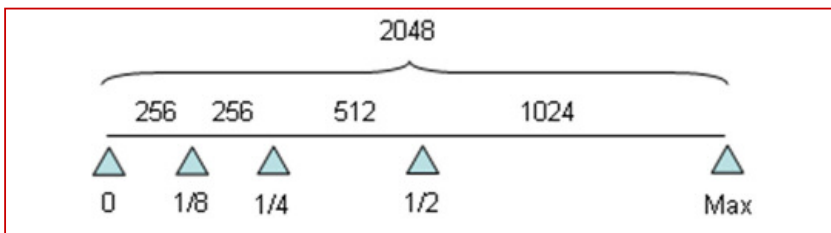
Il computer all'interno della macchina fotografica digitale trasforma i segnali rilevati dal sensore in un'immagine, ancora in forma di bit ma ormai immagine. È lo stesso processo, anche se realizzato in modo e con circuiti diversi, che porta alla trasformazione di quanto la nostra retina cattura in un'immagine percepita a livello cerebrale. Il nostro cervello restituisce alla percezione un'immagine in cui il bilanciamento del bianco è stato fatto, in cui i singoli pixel, i punti del mosaico che costituiscono quanto rilevato dal sensore, sono fusi in un continuo. Nell'immagine che segue a dx è visualizzata l'immagine che proviene dal sensore (fatta di tanti puntini ciascuno rosso o verde o blu), a sx l'immagine dopo essere stata elaborata dal computer.

L'immagine trasformata dal computer (o forse sarebbe più corretto dire "creata") viene codificata in bit utilizzando vari sistemi di rappresentazione, il più diffuso è probabilmente il JPEG.

Ricordi la codifica della luminosità che proviene dal sensore? In realtà, come abbiamo visto, non ne esiste una sola ma tre, una per ciascuno dei colori fondamentali: rosso, blu e verde.



Ogni punto dell'immagine può quindi essere rappresentato da un terna i cui componenti hanno un valore compreso tra 0 e 2047. Cioè abbiamo  $2048 \times 2048 \times 2048$  possibili tonalità: 8.589.934.592.



Nella rappresentazione JPEG si utilizzano terne i cui valori vanno da 0 a 255, quindi offrono  $256 \times 256 \times 256$  possibili tonalità: 16.777.216. Enormemente meno di quante sono possibili ma più che sufficienti per soddisfare pienamente i nostri occhi quando guarderanno la fotografia stampata.

Mettendo a confronto output del sensore e memorizzazione in JPEG vediamo che, mentre il sensore fornisce 1024 livelli di luminosità, nel JPEG si scende a 128...Procedendo a dimezzare la quantità di luce arriveremmo dopo 8 volte a disporre di un unico valore, 0 o 1, per esprimere la tonalità. A questo punto, invece, il sensore codifica ancora il valore su 16 tonalità. Per ovviare a questo problema si applicano dei sistemi di ripartizione dei valori diversi, chiamati curve gamma, ma lasciamo stare...diventeremmo troppo tecnici. È sufficiente dire che alcune regolazioni che si possono impostare sulle macchine fotografiche digitali (ad esempio l'impostazione "ritratto" oppure "tramonto"... ) vanno proprio ad alterare la distribuzione dei valori permettendo quindi di enfatizzare le tonalità medie piuttosto che quelle più scure. Vedremo meglio come utilizzare queste curve nel terzo capitolo.

Alcune macchine fotografiche digitali professionali hanno la possibilità di importare da un computer esterno queste curve per farle applicare dal computer interno durante l'elaborazione dei dati forniti dal sensore.

La diversa quantità di informazioni fornite dal sensore rispetto a quelle che vanno a finire sulla fotografia creata dal computer è importante quando parleremo di utilizzare un computer esterno per manipolare le immagini. È ovvio che quanto più ricche sono le informazioni su cui lavoriamo tanto migliore potrà essere il risultato finale.

Molte macchine fotografiche digitali offrono la possibilità di memorizzare direttamente le informazioni che provengono dal sensore saltando quindi il computer interno alla macchina fotografica. Questo formato di memorizzazione si chiama RAW e richiede una successiva elaborazione da parte di un computer esterno.

Gran parte delle macchine fotografiche digitali offre solo la possibilità di memorizzare le informazioni in formato JPEG, un sistema di rappresentazione che utilizza molto meno spazio di memoria per ogni fotografia. Per fare questo le informazioni provenienti dal sensore sono elaborate dal computer presente nella macchina fotografica e compattate tramite un sistema che cerca di bilanciare la fedeltà dell'immagine memorizzata rispetto a quella fornita dal sensore con un numero di bit inferiori. Quasi tutte le macchine fotografiche permettono di scegliere il tipo di compressione (cioè di riduzione) che si vuole applicare all'immagine. Ovviamente quanti più bit siamo disponibili ad utilizzare tanto più ricca di informazioni su dettagli e tonalità potrà essere l'immagine memorizzata.

In genere se non ci sono problemi particolari di memoria (come potrebbe invece capitare in una gita in cui abbiamo fotografato più del previsto e la nostra scheda di memoria si sta riempiendo troppo) conviene sempre memorizzare alla massima qualità disponibile. Se si dispone di un computer con cui elaborare le immagini in un secondo tempo, e anche del tempo per farlo, sarebbe bene memorizzare le foto in formato RAW (se la macchina lo consente - in genere questo formato è disponibile su macchine di alta gamma).

Si noti, comunque, che per fotografie che pensiamo di stampare su un formato cartolina il formato JPEG Fine e anche quello Good vanno benissimo. Se pensiamo a stampe di dimensione 13\*19 (o 13\*18 a seconda del tipo di macchina fotografica che abbiamo) è meglio usare il formato JPEG Fine. Se si intende elaborare la foto su di un computer esterno e magari ritagliarla per far risaltare dei particolari è molto meglio, se disponibile, usare il formato RAW o perlomeno il JPEG Fine.

Come si vede dalla tabella che mette in relazione il tipo di formato con lo spazio di memoria richiesto per una macchina fotografica da 5 Mpixel, nel formato RAW lo spazio necessario è indipendente dal tipo di immagine. Viceversa nel formato JPEG la dimensione dipende da

quale immagine abbiamo fotografato. Se fotografassimo un tappeto persiano, ricco di dettagli, occorre molto spazio di memoria mentre se fotografiamo un cielo azzurro lo spazio richiesto è molto limitato.

E se usassimo una macchina fotografica con più Mpixel o con meno? Ovviamente le dimensioni variano in modo proporzionale.

Cosa vuol dire Mpixel? La sigla indica il numero, espresso in milioni, di pixel, cioè di punti elementari del sensore in grado di rilevare la luminosità. Spesso viene fornito il numero di punti in orizzontale e quello in verticale (ad esempio 2560\*1920 cioè 4.915.200, arrotondato a 5Mpixel).

Lo stesso vale per la televisione quando si parla di una risoluzione di 1360\*720 (976.200, 1 Mpixel) o 1920\*1080 (2.073.600, 2 Mpixel) i due standard della televisione ad alta definizione. Attenzione però: come abbiamo visto nel televisore la terna blu-rosso-verde è contata come 1 pixel mentre la stessa terna nel sensore (che è poi una quaterna blu-verde-rosso-verde) è contata come 3 pixel (o meglio 4).

Maggiore il numero di pixel migliore la risoluzione che possiamo avere dal sensore. Le prime macchine fotografiche digitali apparse negli anni 90 avevano meno di 0,3Mpixel. Oggi troviamo sul mercato macchine digitali compatte da 8, 10 e anche 12, 14 Mpixel. Digitali reflex partono in genere da 10 Mpixel per arrivare ai 22 Mpixel.

Quale è la risoluzione che fa per te? Dipende da cosa intendi fare. Se il tuo scopo è scattare e poi vedere le foto sul televisore praticamente qualunque definizione va bene. Se le foto le guardi sul monitor di un PC sarebbe bene non scendere sotto i 3 Mpixel. Se invece vuoi stampare allora il numero di Mpixel dipende dalla dimensione con cui intendi stampare le tue foto. Una buona stampa richiede di avere circa 120 punti ogni centimetro. Una stampa da 13\*10 cm avrà quindi bisogno di almeno 1,87 Mpixel, una stampa da 19\*13 cm richiede 3,5 Mpixel.

Una macchina fotografica da 6 Mpixel è quindi sufficiente per formati fino a 21\*16 cm. Inoltre, si riesce ad avere qualità accettabili

anche con un numero inferiore di punti per centimetro utilizzando il computer per "creare" quelli che mancano. Attenzione però: se contiamo di elaborare la fotografia con il nostro computer di casa e magari ritagliarla per evidenziare dei particolari oppure per dare una diversa inquadratura i pixel disponibili possono scendere rapidamente.

Come criterio generale, comunque, si può dire che con fotocamere da 6 Mpixel si riescono a fare ottime foto che soddisfano le esigenze del 90% dei fotografi amatoriali e la pubblicazione di foto sul web.

Attenzione! Molte fotocamere compatte (non reflex) permettono di ingrandire l'immagine utilizzando uno zoom elettronico. Questo riduce in pratica la zona del sensore che viene utilizzata per registrare l'immagine. Il risultato apparente è quello di un ingrandimento maggiore ma questo va a spese della risoluzione. Infatti, se utilizziamo solo parte del sensore il numero di pixel scende rapidamente.

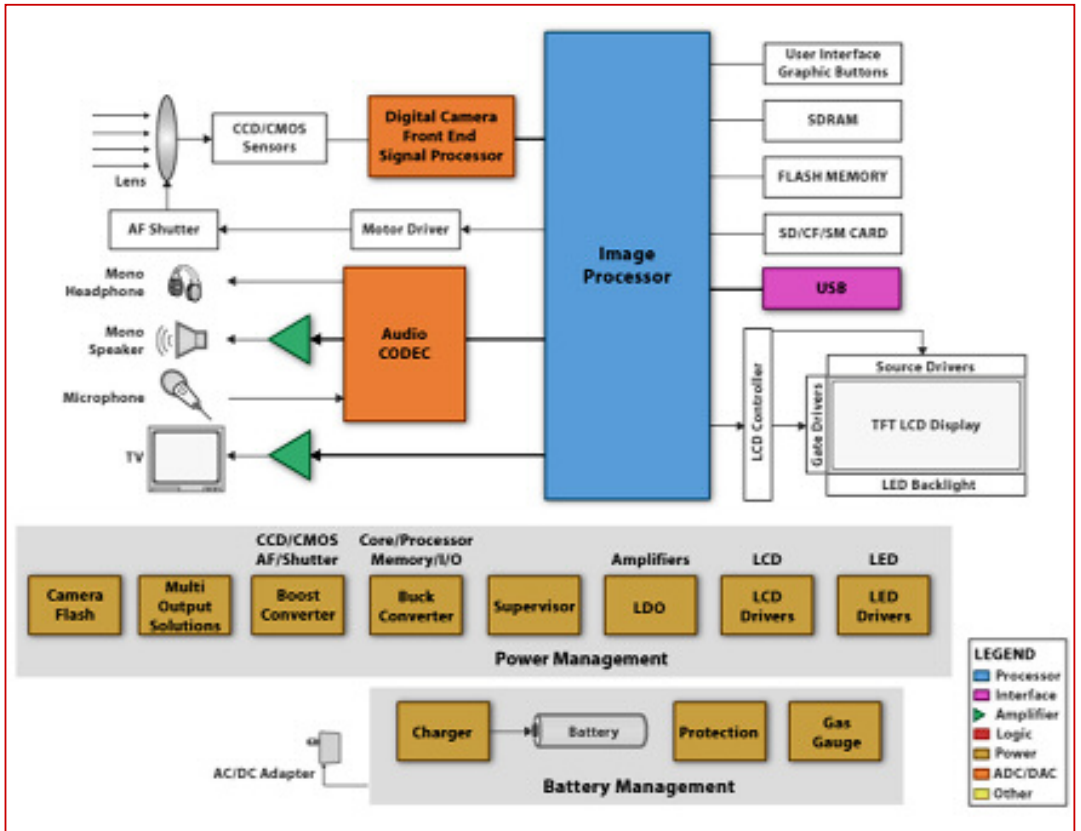
Avvicinare, e quindi ingrandire, un'immagine tramite uno zoom ottico che permette l'uso di una focale più lunga non cambia il numero dei pixel utilizzati e quindi la risoluzione, cioè il dettaglio che riusciamo a catturare. Modificare la focale inoltre cambia la prospettiva, riduce la profondità di campo. L'utilizzo di uno zoom elettronico invece non cambia la prospettiva e riduce la risoluzione. In pratica non dovrebbe mai essere utilizzato. L'operazione analoga di ingrandimento effettuata in post produzione, tramite un PC oppure in fase di stampa dal computer contenuto nella stampante, porta a risultati decisamente migliori in quanto si possono utilizzare degli algoritmi più sofisticati per compensare il minor numero di pixel.

Riepilogando: abbiamo visto le due parti fondamentali nella fotografia, la prospettiva e la luce. Questo vale per qualunque tipo di fotografia utilizzando qualunque tipo di macchina fotografica. Il bravo fotografo lo si vede per prima cosa da come sa utilizzare la prospettiva e la luce. Per la prospettiva gli strumenti sono la scelta dell'obiettivo più adatto e la scelta dell'inquadratura (come comporre la foto e da che punto scattarla).

Per la luce gli strumenti sono la scelta della sensibilità della pellicola o l'amplificazione del segnale proveniente dal sensore, la durata dell'esposizione, l'apertura dell'obiettivo, il flash.

La macchina fotografica digitale consente una maggiore flessibilità e soprattutto consente di imparare rapidamente e a basso costo visto che dopo ogni scatto possiamo esaminare il risultato e provare immediatamente a rifarlo con altri parametri. Mentre la fotografia basata sulla pellicola permette di fare ben poche operazioni in fase di post-produzione nella fotografia digitale è possibile eseguire un numero illimitato di operazioni che portano a risultati radicalmente diversi. Queste operazioni le vedremo nel terzo capitolo e sarà l'occasione per riprendere alcuni dei concetti presentati in questa prima parte e introdurne altri, come ad esempio il contrasto, la saturazione, la temperatura di colore.

Infine, di seguito i diversi blocchi logici che compongono una macchina fotografica digitale. Tra questi la parte ottica, il computer per l'elaborazione dell'immagine, lo schermo su cui visualizzarla e la memoria su cui registrare le immagini e da cui scaricarle con varie modalità su un computer o su una stampante.



## Appendice. *Percezione visiva e composizione fotografica.*

Le fotografie che vediamo stampate o su uno schermo hanno una forma rettangolare. Quando scattiamo la foto questa viene catturata dal sensore che a sua volta ha forma rettangolare. Le proporzioni (larghezza vs altezza) del sensore non necessariamente corrispondono a quelle dello schermo o della carta e vedremo come tenerne conto nella fase di stampa. La forma, comunque rettangolare, ci ha abituati a vedere le foto in un certo modo.

Esistono due aspetti collegati a questa forma. Uno è quello di uno scatto che ci si aspetta sia coerente con le linee imposte dai bordi del supporto su cui presenteremo la foto, l'altro della possibilità di forzare una immagine in una posizione diversa da quella del supporto su cui la visualizzeremo.

Rispetto al primo caso non è infrequente vedere una foto stampata in cui il mare...pende da un lato o magari un albero sembra più storto di quello che deve. Questo capita perché quando abbiamo scattato, magari sotto l'effetto della fretta, non abbiamo badato ad allineare le linee presenti nella fotografia con quelle forzate dal supporto su cui questa sarà presentata. Quando si scatta una foto ad un paesaggio in genere è bene che la linea dell'orizzonte sia orizzontale, come si aspetta chi guarderà la foto. Se così non fosse, niente paura, si può rimediare.

Quando guardiamo ad un edificio semplici considerazioni prospettiche portano al fatto che il lato più distante dell'edificio sembra essere più piccolo di quello più vicino, e anche che la base dell'edificio sembra essere più lunga che non la cima. Questo effetto è compensato dal nostro cervello che anzi sfrutta queste differenze per darci una sensazione di profondità. Quando usiamo la macchina fotografica si presenta lo stesso effetto e questo aumenta man mano che diminuisce la lunghezza focale dell'obiettivo, è quindi molto più visibile su di un grandangolo che non su di un tele.

Il nostro cervello, inoltre, quando guarderà la foto, non effettuerà più quella compensazione che esegue quando guarda l'edificio reale in quanto quella foto è parte di un contesto complessivo e il nostro cervello non effettua aggiustamenti su di un solo particolare, anzi, fa esattamente l'opposto. Cerca di adattare ogni particolare al contesto per arrivare ad una coerenza complessiva.

Quell'edificio che al momento dell'inquadratura per il click sembrava del tutto normale ora visto nella foto, su carta o su uno schermo, sembra sul punto di cadere. E non per nulla questo effetto si chiama quello delle linee cadenti. Tale difetto in un'immagine digitale può essere recuperato con gli strumenti di correzione prospettica di un software di fotoritocco come Photoshop.

Lo strumento è molto facile da usare ma ottenere buoni risultati non lo è. Infatti quello che si vuole ottenere è una compensazione delle linee cadenti non un loro completo annullamento in quanto è proprio la presenza di questo effetto che garantisce una percezione di profondità.

Prendiamo in esame le seguenti immagini: il primo fotogramma



Esempio di linee cadenti

presenta un soggetto verticale (il grattacielo) ripreso dal basso verso l'alto; tale inquadratura ha causato la presenza di linee cadenti.

La correzione delle linee cadenti può essere fatta in due modi. Allargando la fotografia, tirandola verso l'esterno, nel bordo in cui le linee cadenti convergono in modo da riportarle (quasi) parallele, oppure restringendo la fotografia nel bordo opposto. Nel primo caso Photoshop aggiunge pixel e la fotografia perderà le informazioni che vanno a finire fuori dai bordi. Nel secondo caso vengono "mangiati" dei pixel ed occorrerà ritagliare la fotografia per eliminare gli spazi "vuoti" dai bordi.

Nel primo caso si avrà un effetto di schiacciamento. Allargando il bordo superiore, infatti, compensiamo le linee cadenti ma diamo la percezione di un palazzo tanto più schiacciato quanto più grande è la correzione effettuata (quanto più tiriamo verso l'esterno i bordi). L'effetto diventa molto visibile, ad esempio sui campanili che appaiono tozzi.

Per compensare questo occorre, dopo aver corretto le linee cadenti, stirare la fotografia nell'altro senso. Ad esempio se abbiamo tirato la



fotografia in orizzontale da uno o da tutti e due gli angoli dello spigolo in alto, occorrerà stirarla anche verso l'alto andando a prendere il quadratino a metà del bordo superiore e tirarlo verso l'alto fino a quando l'immagine acquisti nuovamente una dimensione corretta. Ricordati che ogni volta che tiri l'immagine verso l'esterno (dagli angoli o dal centro) parti dell'immagine vanno a finire fuori dalla fotografia. Se questo è un problema occorre chiedere a Photoshop di allargare le dimensioni della foto e poi "stirla".