



La Fotografia digitale

seconda parte

Diego Giucci

Riprendiamo il nostro percorso sulla fotografia digitale, approfondendo alcuni temi di natura teorica che impattano in maniera diretta sulla qualità delle riprese fotografiche, prima di affrontare gli aspetti più propriamente tecnici della fotocamera e delle sue impostazioni: la **profondità di campo** e la **prospettiva** sono le principali scelte riservate al fotografo che condizionano il risultato dello scatto, controllabili completamente attraverso i parametri di ripresa e l'utilizzo di specifiche ottiche.

La Profondità di Campo

Gli obiettivi fotografici sono in grado di mettere a fuoco esclusivamente tutti i punti appartenenti ad un piano posto esattamente alla *distanza di messa a fuoco* (distanza dal soggetto al piano del sensore): tutto ciò che è più vicino o lontano formerà un'immagine sfocata sul sensore (o sulla pellicola), cioè l'immagine non sarà più un punto ma un piccolo cerchio (*circolo di confusione*).

Anche l'occhio umano presenta il medesimo comportamento, solo che rapide variazioni della curvatura del cristallino consentono di trasmettere al cervello più immagini della medesima scena che vengono rielaborate in modo da formare una visione dell'insieme che appare perfettamente a fuoco, dal piano più vicino a quello più remoto.

Purtroppo un analogo meccanismo non è presente negli obiettivi/fotocamere, ma un apparente difetto dell'occhio umano (la capacità di risolvere solo dettagli superiori ad una certa dimensione) consente di avere a fuoco sul sensore punti inclusi in una "zona di nitidezza apparente", cioè in pratica vedere nitidi anche soggetti non giacenti sul piano della messa a fuoco, purché la sfocatura sia tanto piccola da non essere risolta dall'occhio umano.

Il "campo nitido", cioè l'intervallo spaziale davanti e dietro al soggetto che appare nitido sul sensore, è denominato **Profondità di Campo** (PdC o DoF dall'inglese **Depth of Field**).

Più è ampia la PdC, maggiore sarà l'area che apparirà nitida nella foto, mentre una minore PdC farà sì che il soggetto a fuoco si stacchi dal resto della scena che risulterà più o meno sfocata.

IL CONTROLLO DELLA PROFONDITÀ DI CAMPO

La profondità di campo è influenzata da tre parametri di ripresa che sono a completa disposizione del fotografo:

Diaframma impostato (f-stop).

Lunghezza focale dell'obiettivo.

Distanza dal soggetto.

Diaframma

In generale, la scelta del diaframma ha un importante effetto sulla PdC e, nelle normali condizioni di ripresa, è il mezzo principale a disposizione del fotografo: a parità di lunghezza focale e distanza, passando da un'apertura ampia (es. f/2.8) ad una minore (es. f/22)

la PdC aumenta notevolmente.

Le foto seguenti, scattate a parità di lunghezza focale ed alla medesima distanza dal soggetto, mostrano chiaramente l'effetto dell'apertura del diaframma sul risultato finale.



Fig.2.1 Obiettivo 105mm; 400 ISO; 1/25s; f/22

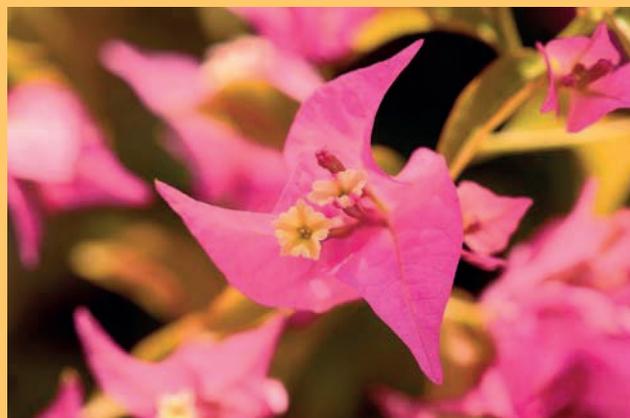


Fig.2.2 Obiettivo 105mm; 400 ISO; 1/200s; f/8

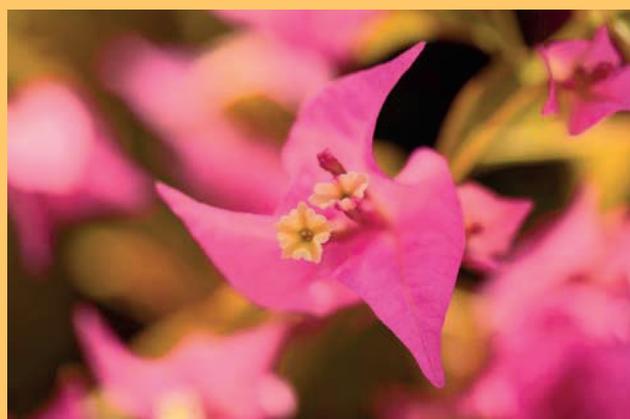


Fig.2.3 Obiettivo 105mm; 400 ISO; 1/640s; f/4

Come è stato già spiegato nella "prima parte" dell'articolo (vedi numero n° 14 di Nutrirsi), l'*apertura del diaframma* ed il *tempo di otturazione* sono strettamente legati: al diminuire di un *f-stop* il tempo di esposizione deve raddoppiare, per assicurare la stessa quantità di illuminazione che va a colpire il sensore.

Per tale motivo, non è sempre possibile utilizzare valori di apertura molto piccoli: in presenza di soggetti in movimento possono sorgere problemi nell'ottenere immagini nitide a causa della velocità del soggetto e, quindi, può essere necessario rinunciare ad una ampia *PdC* (oppure intervenire sulla sensibilità ISO del sensore, incrementando però il rumore elettronico).

Un altro elemento che limita l'utilizzo di *f-stop* particolarmente ridotti (diciamo da *f/22* in poi per il formato 35mm) è l'insorgenza del fenomeno della *diffrazione* della luce (legato alla sua natura ondulatoria) che provoca la perdita di nitidezza dell'immagine.

Lunghezza Focale

La lunghezza focale dell'obiettivo (a focale fissa o zoom) influenza direttamente la profondità di campo (in maniera molto differente a seconda delle dimensioni del sensore, come sarà descritto in dettaglio successivamente) ma, indipendentemente dalle dimensioni del sensore, la regola è che all'*umentare della lunghezza focale la PdC diminuisce*: così un **teleobiettivo**, a parità di impostazioni, avrà una *PdC* minore di un **grandangolo**. Quindi è importante ricordare che aperture minori offrono sempre una maggiore *PdC* e che obiettivi di minore lunghezza focale consentono di ottenere *PdC* maggiori, indipendentemente dall'apertura, rispetto a focali più lunghe.

Distanza dal Soggetto

Un'altra condizione operativa che modifica la profondità di campo è rappresentata dalla distanza del punto di ripresa dal soggetto: avvicinando il piano di messa a fuoco alla fotocamera la *PdC* diminuisce sensibilmente.

Questo è il motivo per cui, anche chiudendo molto il diaframma, difficilmente si riesce ad ottenere a fuoco un soggetto molto vicino e, contemporaneamente, lo sfondo in lontananza. Per contro, quando si fotografa un panorama in lontananza, la profondità di campo sarà sempre molto ampia, il che consentirà di utilizzare aperture più grandi, a tutto vantaggio di tempi di scatto più rapidi o scelta di sensibilità meno critiche (ISO più bassi).

Tra l'altro si noti che, almeno per il formato 35mm, le aperture di diaframma *f/8 - f/11* in generale rappresentano per gli obiettivi i valori che offrono la nitidezza massima.

Per quanto riguarda la distanza di ripresa, esiste una posizione del soggetto che corrisponde alla *massima profondità di campo*: tale posizione viene definita **distanza iperfocale** e, quando il piano di messa a fuoco coincide con l'*iperfocale*, la *PdC* si estende da *metà di tale distanza all'infinito*.

La *distanza iperfocale* dipende dalla lunghezza focale dell'obiettivo e dall'apertura del diaframma secondo la seguente formula (approssimata, ma in grado di fornire risultati praticamente uguali a quella esatta):

$$H = L^2 / (f_n \times c) \quad [1]$$

In cui:	H	distanza iperfocale (in mm); dividere per 1.000 per H in m;
	L	lunghezza focale dell'obiettivo (in mm);
	f_n	rapporto di apertura (diaframma) $f_n = 1.4; 2, 2.8; 4; 5.6; 8; 11; 16, \dots$
	c	circolo di confusione (in mm); (vedi più avanti).

A titolo di esempio, con un obiettivo da 50 mm di focale ($L=50$), apertura *f/8* ($f_n=8$) e circolo di confusione $c=0,025$ mm, risulta una iperfocale:

$$H = 12,5 \text{ m}$$

per cui, focheggiando alla distanza H, la scena risulterà a fuoco da 6,25 m all'infinito.

Introdotta la *distanza iperfocale*, è possibile completare il discorso sulla profondità di campo esplicitando le formule che consentono di calcolare la *distanza prossima* e la *distanza remota* che rappresentano l'estensione della *PdC* quando il *piano di messa a fuoco* (soggetto) è posto alla distanza S dalla fotocamera:

$$D_P = (H \times S) / (H + (S - L)) \quad [2]$$

$$D_R = (H \times S) / (H - (S - L)) \quad [3]$$

In cui:	H	distanza iperfocale (in mm);
	S	distanza del soggetto (in mm)
	L	lunghezza focale dell'obiettivo (in mm);
	D_P	è la distanza prossima (in mm); dividere per 1.000 per D_P in m;
	D_R	è la distanza remota (in mm); dividere per 1.000 per D_R in m.

Così, proseguendo l'esempio precedente, se il soggetto è messo a fuoco a 8 m dalla fotocamera ($S=8.000$ mm), si ottengono:

$$D_P = 4,9 \text{ m}$$

$$D_R = 22,0 \text{ m}$$

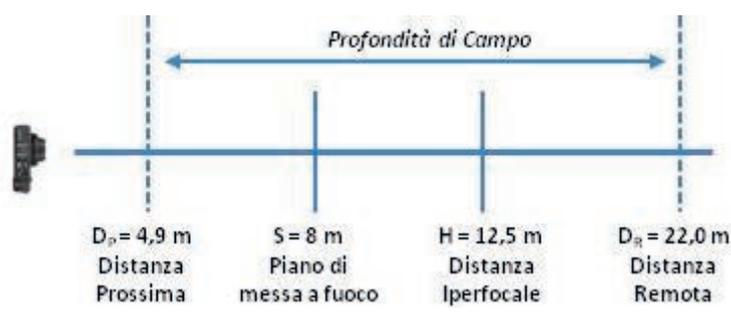


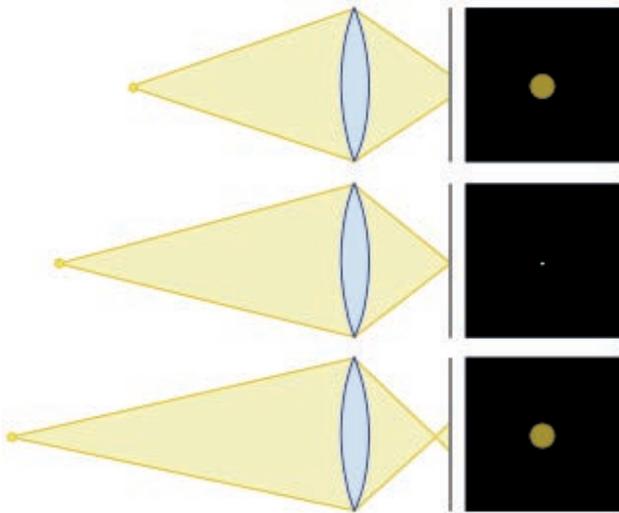
Fig.2.4 Schema della Profondità di Campo

Circolo di Confusione

Esaminiamo ora con maggiore dettaglio attraverso quali meccanismi si forma la *profondità di campo*. Come detto in precedenza, l'occhio umano non è in grado di distinguere particolari al di sotto di certe dimensioni: ciò fa sì che anche cerchi di piccole dimensioni vengano percepiti come punti (definiti appunto *cerchi di confusione*).

Convenzionalmente (o forse è più corretto dire storicamente) si è assunto che il *cerchio di confusione* abbia un diametro di circa 0,20-0,25 mm per riproduzioni di dimensioni 20x25 cm, osservate alla distanza della visione distinta (circa 25-30 cm per una vista non alterata).

In pratica in queste condizioni, l'occhio umano vede come un punto qualsiasi cerchio con diametro inferiore al *cerchio di confusione*, fenomeno che dà origine sulla riproduzione alla zona di "*campo nitido*" e che è proprio alla base dell'effetto della *profondità di campo*.



Tutti i punti del soggetto proiettati all'interno del cerchio di confusione sono assimilati ad un unico punto

Fig.2.5 Rappresentazione *Circolo di Confusione*
Origine: Wikipedia

Le considerazioni svolte finora consentono di comprendere il meccanismo attraverso il quale l'*apertura del diaframma* interagisce con il *cerchio di confusione* che è alla base della generazione della *profondità di campo*, come mostrano schematicamente le figure seguenti:

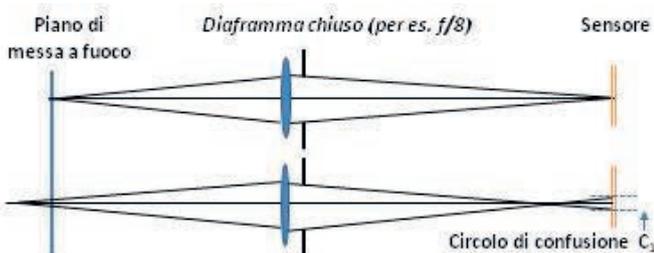


Fig.2.6 *Circolo di Confusione: diaframma chiuso*

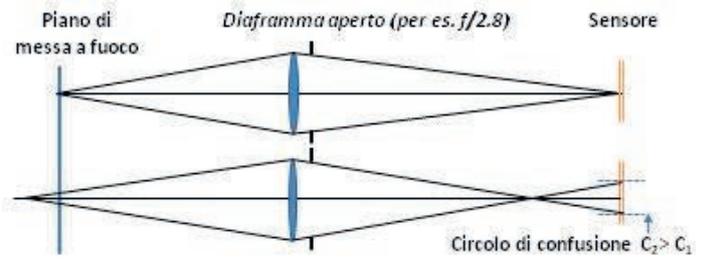


Fig.2.7 *Circolo di Confusione: diaframma aperto*

Come si può immaginare, il diametro del *cerchio di confusione* dipende dalle dimensioni del supporto utilizzato per la riproduzione: una pellicola 24x36mm (o un sensore di pari dimensioni, definito anche "*full frame*") deve essere ingrandita circa 8 volte per raggiungere le dimensioni 20x25 cm e, pertanto, su tale supporto il diametro del cerchio di confusione (più conservativo) risulta pari a $0,20/8 = 0,025$ mm, mentre per il formato APS-C (22,5x15,0 mm) è circa 0,015 mm. Considerazioni analoghe valgono ovviamente per altre dimensioni del sensore.

La Prospettiva Fotografica

Secondo il Lessico Universale Treccani la prospettiva è "*l'arte di rappresentare gli oggetti (nel disegno, nella pittura, nelle sculture a bassorilievo/altorilievo) in modo da esprimere i rapporti spaziali tra le varie parti quando si genera una rappresentazione piana che fornisce, di un qualsiasi oggetto reale, una immagine corrispondente a quella data dalla visione diretta*".

Il trasferimento su una superficie bidimensionale (piana, sferica o genericamente curva) dell'immagine di una scena tridimensionale è una problematica che ha origini remote, sia per quanto riguarda l'arte che la scienza: il primo a dare un contributo significativo, basato su principi matematici, è stato intorno al III secolo a.C. proprio Euclide, il fondatore della geometria, con il suo trattato "L'Optica", ripreso ed integrato in età augustea dall'architetto romano Vitruvio.

Non abbiamo testimonianze dell'arte pittorica greca, perduta definitivamente nel corso dei secoli, ma nella pittura romana si ritrova un uso abbastanza diffuso della prospettiva, principalmente negli elementi decorativi ed architettonici degli affreschi.

Nei secoli successivi si è assistito ad un approccio "empirico" della prospettiva, contaminato anche da elementi legati al contesto socio-culturale del tempo (tipica nel medioevo la rappresentazione in cui il personaggio più importante assumeva nella scena le dimensioni maggiori, al di fuori di un qualsiasi rigore prospettico): bisogna giungere fino al Rinascimento per assistere al passaggio definitivo dalla "*perspectiva communis*" (rappresentazione intuitiva della visione spaziale) alla "*perspectiva artificialis*", codificata da Leon Battista Alberti nel XV secolo a partire dagli studi del Brunelleschi e, da quel momento, adottata in tutta la produzione pittorica europea.

Il dipinto della *Città Ideale*, immagine-simbolo del Rinascimento, rappresenta contemporaneamente la razionalizzazione dello spazio urbano e la perfetta prospettiva lineare ortocentrica nella visione quattrocentesca.



Fig.2.8 La Città Ideale (Anonimo) 1480-1490
Galleria Nazionale delle Marche (Urbino)

Nonostante l'abilità pratica acquisita nei secoli da parte di pittori e illustratori, solo nel XVIII secolo si è giunti, con **Gaspard Monge**, ad una definitiva risposta scientifica alla "*metodica della rappresentazione*", con l'introduzione della **geometria proiettiva**, dalla quale il suo allievo **Jean-Victor Poncelet** ricavò la formalizzazione teorica dei metodi usati nella prospettiva, pubblicati nel "*Traité des propriétés projectives des figures*" (Parigi, 1822).

IL CONTROLLO DELLA PROSPETTIVA

Uno dei punti fondamentali per gestire la prospettiva è la cognizione delle **relazioni di mensurali** degli oggetti che compongono la scena: due elementi delle medesime dimensioni, posti alla stessa distanza dal soggetto, anche in una foto risulteranno pressoché identici, *ma a distanze differenti, il più vicino sarà per l'osservatore indubbiamente più grande.*

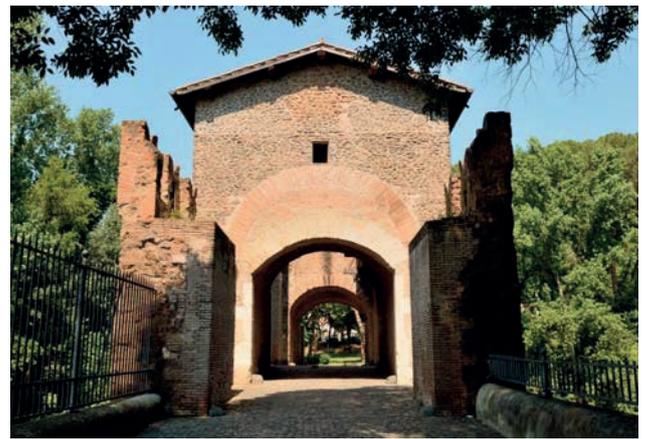
Un altro elemento che caratterizza la prospettiva è la manifestazione del fenomeno denominato **linee di fuga**: classico l'esempio dei binari ferroviari che, osservati dal centro, *sembrano diminuire la distanza tra loro e convergere verso un punto.*

Quanto detto finora evidenzia il fatto che, nella scelta della scena da riprendere, il fotografo ha ampie possibilità di manovra: cambiando l'**angolo di ripresa** (in orizzontale/verticale) e la **distanza di ripresa** (*avvicinandosi o allontanandosi*) dagli elementi più significativi, può variare la prospettiva, fino ad ottenere, dello stesso soggetto, foto completamente differenti.

È importante notare che, a differenza di altri elementi di ripresa che agiscono sulla qualità della foto, *non esiste la prospettiva migliore in assoluto*, cioè il controllo della prospettiva consente al fotografo di scegliere esclusivamente la sua "*visione del mondo*" (nel bene e nel male!).

Variazione del punto/angolo di ripresa

Molto spesso un soggetto può essere più o meno valorizzato modificando, anche di poco, il **punto di ripresa**: le due foto seguenti riprendono il medesimo soggetto, la prima con una vista frontale, la seconda spostando il punto di ripresa di 2 metri a sinistra e ruotando la fotocamera, verso destra, di circa 30°. Come si può notare, fermo restando che la Fig.2.9 riporta tutti i dettagli dell'accesso al ponte, la Fig.2.10 contestualizza meglio il monumento (vista del fiume), offrendo anche una migliore resa tridimensionale.



Ponte Nomentano sul fiume Aniene (Roma)
Edificato nel VII secolo, ha subito vari aggiustamenti.
Ultimo restauro nel 1856.

Fig.2.9 Zoom a 32mm; ISO 100; 1/200s; f/6.3



Fig.2.10 Zoom a 26mm; ISO 100; 1/160s; f/7.1

Variazione della distanza di ripresa/focale

Le due foto seguenti inquadrano il medesimo soggetto, ripreso variando contemporaneamente la **distanza di ripresa** e la **lunghezza focale** dell'ottica, in modo da mantenere approssimativamente sul fotogramma la medesima dimensione del soggetto.



Villa di Massenzio (Roma – Appia Antica)
Torre Sud del Circo di Massenzio – 311 d.C.

Fig.2.11 Focale 24mm; 200 ISO; 1/400s; f/10



Fig.2.12 Focale 14mm; 200 ISO; 1/640s; f/10

La Fig.2.12 evidenzia chiaramente il fenomeno noto come “linee cadenti”: quando lo spazio a disposizione non consente di riprendere per intero il soggetto, mantenendo in orizzontale l’asse di ripresa, si è costretti a inclinare verso l’alto la fotocamera, provocando la caduta delle linee verticali.

Questa problematica ostacolò pesantemente la diffusione della fotografia come forma di rappresentazione in architettura: agli inizi dello sviluppo del mezzo fotografico (primi anni dell’800) era praticamente inaccettabile una restituzione grafica in cui non venisse mantenuto il parallelismo degli elementi verticali e l’ortogonalità con le linee orizzontali. Solo verso il 1925 alcuni autori, rompendo i canoni tradizionali, proposero una lettura innovativa dello spazio, sfruttando le “*linee di fuga*” per una visione artistica e personale delle opere architettoniche (ad es. László Moholy-Nagy, Lucia Moholy, Aleksandr Rodčenko). In pratica, per evitare (o limitare) l’apparente difetto delle “linee cadenti” è necessario mantenere “in bolla” la fotocamera (cioè con l’asse ottico il più possibile perpendicolare al soggetto): in realtà, anche se ormai siamo abituati ad accettare la convergenza delle linee verticali/orizzontali, è possibile apportare le correzioni necessarie mediante appositi software di post-produzione (potenza della fotografia digitale!).

Variazione della lunghezza focale

La sequenza di riprese delle Fig.2.13-14-15-16 è stata effettuata mantenendo fisso il punto di ripresa (*distanza dal soggetto*) e la direzione dell’asse ottico della fotocamera (*angolo di ripresa*): l’unico elemento variabile è costituito dalla *lunghezza focale* dell’obiettivo. Come si può notare, le immagini trasmettono a chi le osserva messaggi abbastanza diversificati (dalla panoramica al dettaglio) ma, in realtà, la prospettiva è sempre la stessa: infatti quello che cambia è l’*angolo di campo*, cioè la porzione di soggetto che viene riportata sul sensore. In pratica, quando si utilizza un obiettivo con lunghezza focale maggiore, si riproduce un’area più ristretta e più grande del soggetto (*minore angolo di campo*): si potrebbe ottenere la medesima foto ingrandendo (e ritagliando) il fotogramma ottenuto con una focale minore (a scapito della qualità finale).



Ripresa dal Giardino degli Aranci (Roma – Aventino)

Fig.2.13 Focale 50mm; 100 ISO; 1/160s; f/11



Fig.2.14 Focale 100mm; 100 ISO; 1/160s; f/11



Fig.2.15 Focale 200mm; 100 ISO; 1/200s; f/11



Fig.2.16 Focale 340mm; 100 ISO; 1/200s; f/11

In conclusione, sfatando un luogo comune, l'uso di focali differenti (equivalente a variare lo zoom dell'ottica), mantenendo fissa la fotocamera, **non è un modo per variare la prospettiva**, ma consente di modificare l'**angolo di campo**, cioè la porzione di soggetto inquadrato ovvero, utilizzando un teleobiettivo (lunga focale), ottenere l'immagine ingrandita di un oggetto lontano.

Variazione del rapporto soggetto/sfondo

Un altro strumento a disposizione del fotografo per cambiare la prospettiva è avvicinarsi o allontanarsi dal soggetto (primo piano): avvicinandosi e volendo mantenere invariata la dimensione dell'intero primo piano, sarà necessario utilizzare un grandangolo, allontanandosi invece si ricorrerà ad un teleobiettivo. Come detto al paragrafo precedente, per ottenere una variazione effettiva della prospettiva, *il cambio di lunghezza focale dovrà essere accompagnato dalla variazione della distanza del punto di ripresa dal soggetto.*

Nelle foto naturalistiche ciò consente di avere un grande controllo su come viene rappresentato il paesaggio: con un grandangolo, avvicinandosi al primo piano, si ottiene una immagine di grande profondità, mentre con un teleobiettivo la prospettiva si appiattisce e tutti gli elementi della scena appariranno più vicini tra loro.

Le foto seguenti evidenziano tale meccanismo, che si può sintetizzare affermando che, nelle riprese dei paesaggi:

- il grandangolo enfatizza il primo piano e rimpicciolisce lo sfondo;
- il teleobiettivo tende a diminuire l'evidenza del soggetto e ingrandisce lo sfondo.



Fig.2.17 **Focale 14mm**; 100 ISO; 1/200s; f/10



Fig.2.18 **Focale 110mm**; 100 ISO; 1/250s; f/8

Aumentando la lunghezza focale, il meccanismo di appiattimento dello sfondo diventa sempre più evidente: nell'immagine che segue, il natante in primo piano dista circa 500m dal punto di ripresa sulla spiaggia, mentre lo sfondo (il Promontorio del Circeo) è distante oltre 40 Km!

Il controllo della prospettiva offerto dal meccanismo illustrato è estremamente potente e particolarmente efficace specialmente per le riprese di panorami: attenzione però a non sottovalutare l'effetto dell'uso di teleobiettivi sulla **profondità di campo**, che si riduce, come illustrato in precedenza, in modo consistente.



Fig.2.19 **Focale 200mm**; 100 ISO; 1/250s; f/9

Un altro alert è relativo all'uso del grandangolo: proprio per la caratteristica di enfatizzare il primo piano (cioè in pratica di ingrandire maggiormente le parti del soggetto più vicine all'obiettivo) è **fortemente sconsigliato l'uso del grandangolo nei ritratti**, a meno che non si vogliano ottenere immagini grottesche e volutamente deformate: per fotografare persone (primo/primo piano) è opportuno ricorrere ad obiettivi medio-tele, con lunghezze focali intorno a 80-100mm (riferite a dimensioni del sensore 24x36mm), possibilmente di grande apertura (da f/1.4 a f/2.8) per poter controllare la sfocatura dello sfondo (il cosiddetto "bokeh") e far risaltare al meglio il soggetto dagli elementi che lo circondano.



FOTOGRAFARE LA NATURA

Foto ottenuta con la tecnica del "Focus Stacking": 30 fotogrammi con i medesimi dati di scatto ma con messa a fuoco su piani differenti, combinati in modo da unire solo le parti a fuoco di ciascun fotogramma.
[Software di post-elaborazione: Helicon Focus 5.3]

Dati di scatto (per tutte le 30 foto):
Lunghezza focale: 105mm
Diaframma: f/5.6
Tempo di scatto: 1/25s ISO: 400
Compensazione esposizione: 0.0 EV
Autore: Diego Giucci