

La càmera digital

Antoni Marín Amatller

PID_00152513



Universitat Oberta
de Catalunya

www.uoc.edu



Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca>

Índex

1. Càmera compacta i rèflex	5
1.1. L'òptica	6
1.1.1. L'enfocament	6
1.1.2. L'angle visual i la distància focal	12
1.2. El control de la llum	18
1.2.1. La intensitat de llum	18
1.2.2. L'equilibri cromàtic: temperatura de color i balanç de blancs	28
1.2.3. El bràqueting	31
1.2.4. El flaix	33
2. El rang dinàmic i l'histograma	37
2.1. Ansel Adams i el sistema de zones	39
2.2. El rang tonal i el rang dinàmic	41
3. L'exposició en fotografia digital	43
4. Les imatges HDR	47

1. Càmera compacta i rèflex

La càmera digital combina les opcions de la càmera fotogràfica tradicional amb recursos propis de l'electrònica i amb funcionalitats derivades de la tecnologia digital. Molt sovint, l'aspecte i les funcions són tan diferents dels aparells fotogràfics tradicionals que resulta difícil trobar l'analogia entre tots dos sistemes. Tampoc no és infreqüent que el fotògraf acostumat a utilitzar un equip clàssic no estigui còmode amb el retard habitual en el disparament de les càmeres digitals. D'altra banda, l'usuari que accedeix a la càmera digital com una extensió més del seu equip informàtic pot ser que no acabi d'entendre la relació existent, per exemple, entre una imatge moguda i velocitats d'obturació lentes.

A partir de punts de vista i interessos tan diversos com són els mons de la fotografia i de la informàtica, abordarem la descripció de la càmera amb una perspectiva integradora. Caldrà que el fotògraf es capbussi en un conjunt de menús i opcions més propis d'un ordinador que de la seva vella càmera. Alhora, l'usuari que arribi al món de la fotografia a partir de la informàtica haurà de familiaritzar-se amb nocions potser noves per a ell, però força conegudes en els ambients fotogràfics.

Podem plantejar diverses aproximacions al tema de la càmera fotogràfica digital. Els models compactes són pràcticament d'ús universal i els models rèflex són més presents dia a dia. Les prestacions d'uns i d'altres són molt diferents i de fet varien constantment com a resultat de la ràpida evolució comercial. En aquest apartat en plantegem la descripció i comparació sobre la base dels punts comuns entre tots dos, que mostrem en l'esquema següent:

a) Temes relacionats amb l'òptica.

- L'enfocament.
- L'angle visual i la distància focal.

b) Temes relacionats amb el control de la llum.

- Relatius a la intensitat.
 - Diafragma.
 - Obturador.
 - Fotòmetre: mesura puntual, mesura centre ponderat i mesura matricial.
 - Modes d'exposició.
 - Sensibilitat.
- Relatius a l'equilibri cromàtic: Temperatura de color i balanç de blancs.
 - Bràqueting.

- Flaix.

1.1. L'òptica

Una càmera és una caixa fosca amb una obertura per la qual entra la llum. És on se situa l'òptica, el conjunt de lents particular de cada càmera. La funció que té en cada model és la mateixa, aconseguir que la llum es concentri sobre una superfície determinada i es reproduïxi així nítidament la imatge del motiu extern. En una càmera tradicional, en aquest pla en el qual es concentra la llum es col·loca el negatiu; en una càmera digital hi ha el sensor electrònic.



Objectiu compost d'una càmera rèflex.

1.1.1. L'enfocament

Aconseguir que la imatge estigui enfocada és bàsic en la presa d'una fotografia. Habitualment, el fotògraf cerca la nitidesa, si bé sovint pot buscar especialment la fotografia borrosa en funció dels objectius expressius que pretengui.

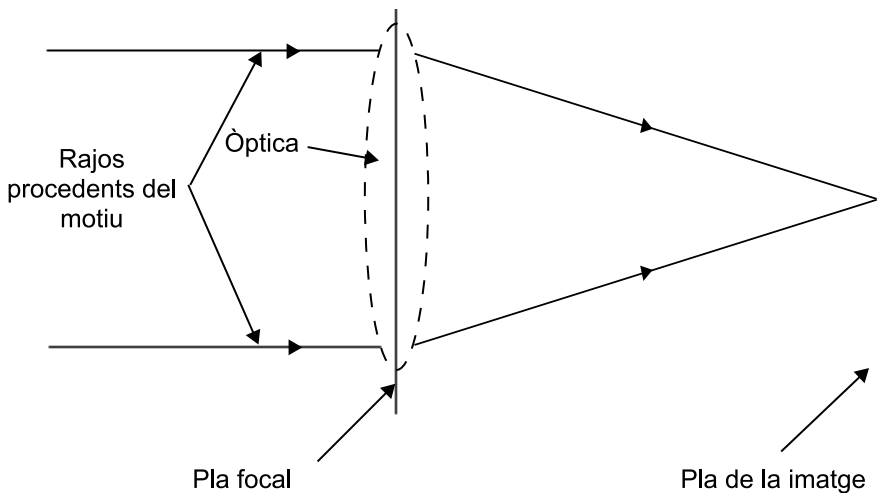


Esquerra: imatge fora de focus; dreta: imatge enfocada.

Per a comentar el procés d'enfocament, són importants dues nocions: una és la del *pla de l'òptica* i l'altra, la del *pla de la imatge*.

En una lent simple, els rajos de llum que provenen de l'exterior canvien la seva direcció en travessar la lent. El pla en el qual es produeix la desviació es denomina *pla focal*.

Esquema d'una lent simple

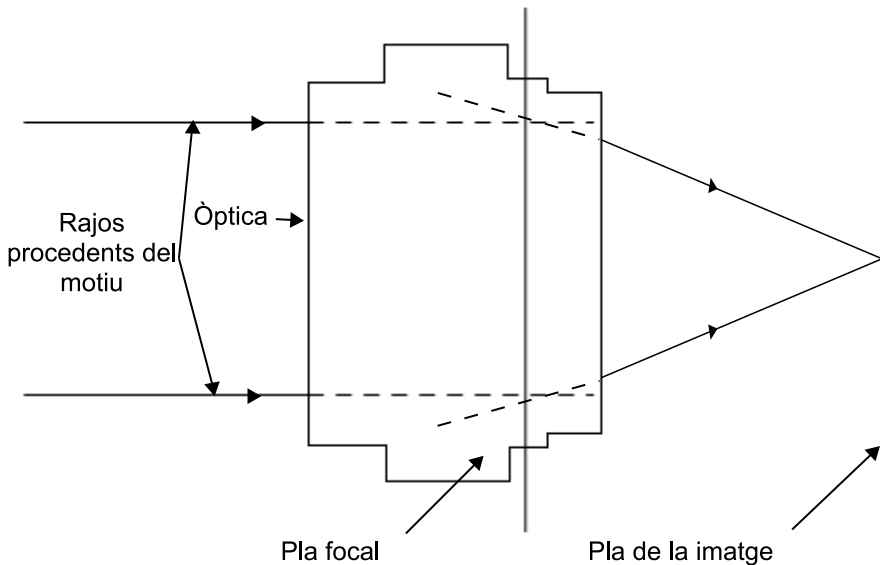


Així, el **pla focal** és el pla on els rajos de llum que provenen de l'exterior canvien l'angle de la trajectòria per desviar-se cap al pla en el qual es forma la imatge.

Tanmateix, en una càmera fotogràfica, el pla focal no és identificable a simple vista perquè els objectius no estan compostos per una única lent, sinó per un conjunt d'elles; aquest tipus d'objectius rep el nom d'**objectiu compost**.

Un **objectiu compost** està constituït per un conjunt de lents. La missió dels objectius compostos és compensar les aberracions i defectes que té una lent única. Els objectius de les càmeres fotogràfiques són en realitat objectius compostos. Tanmateix, a efectes d'entendre el concepte de *pla d'imatge* és útil recórrer a la lent simple.

Esquema d'una lent composta

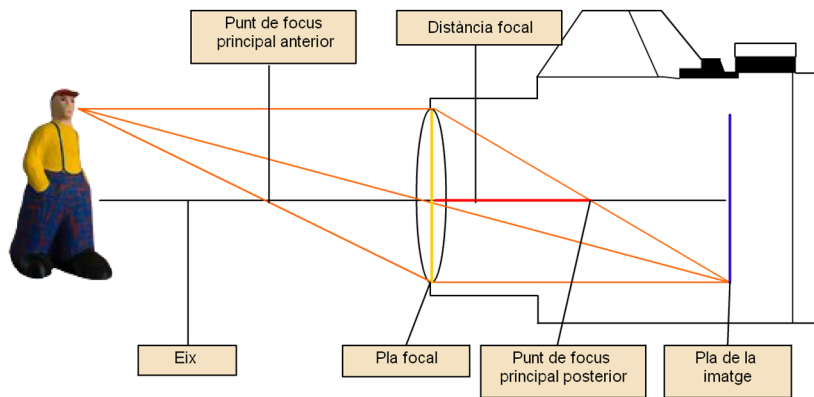


En una lent composta, els canvis de direcció són diversos, atès que els conjunts òptics estan dissenyats per a corregir les imperfeccions que tota lent presenta. En aquests, el pla focal és un resultat calculat sobre la base del resultat conjunt de totes les lents i és equivalent a la mateixa noció a la lent simple.

El **pla de la imatge** és la superfície sobre la qual es concentren els raigs que han travessat l'objectiu (tant si és aquest simple com compost). És on hi ha el sensor electrònic.

La formació de la imatge

La lent de la càmera refracta la llum que prové del motiu i concentra els raigs en el pla interior on se situa el negatiu o el sensor electrònic. Resultat del procés és la formació d'una imatge invertida del motiu en el pla de la imatge.



L'enfocament idoni en cada situació varia en funció de la distància del motiu respecte de l'objectiu. La càmera enfoca ajustant la posició de les lents perquè la projecció dels raigs de llum sobre el pla de la imatge sigui nítida. El desplaçament pot ser visible des de l'exterior o fer-se internament. I d'altra banda, pot fer-se de manera manual o automàtica.

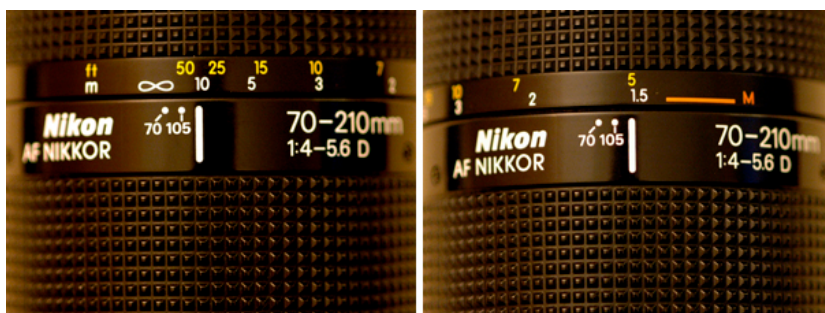
El control del focus és bàsic per al fotògraf. La possibilitat de poder enfocar girant l'anell de l'òptica es troba en totes les càmeres rèflex i en alguns models de les compactes. Les de mida reduïda acostumen a presentar un enfocament automàtic, i si disposen d'enfocament manual, aquest no s'acciona sobre les lents, sinó per mecanismes com ara rodes complementàries o menús que acaben resultant poc pràctics en la majoria de les situacions.

Un detall important que podem observar en el focus d'un objectiu és el fet que l'escala d'enfocament no presenta una progressió lineal.

Les escales d'enfocament

Observeu els exemples següents:

- En el primer cas (esquerra), el punt de focus és a 10 metres. A l'esquerra, un lleu desplaçament del cos de l'objectiu col·loca el punt en l'infinit. Per la dreta, en una distància lleugerament superior, és el punt a 5 metres. Quan el punt de focus és llunyà, el marge per a enfocar és molt ampli.
- En el segon cas (dreta), el punt de focus assenyalat per la ratlla blanca és a 1,5 metres. Això significa que la imatge que obtenim estarà enfocada sobre un motiu que és a 1,5 metres. Observeu que, a l'esquerra, el punt següent, que és el de 2 metres, té una distància important.



Punt d'enfocament en un teleobjectiu a 10 metres (esquerra) i a 1,5 metres (dreta).

En tot objectiu, el marge de focus és molt més ampli cap a l'infinit que cap a les distàncies curtes. Enfocar un motiu llunyà és molt menys crític que fer-ho sobre un de pròxim.



Fotografies de subjectes distants (esquerra) i pròxims a la càmera (dreta).

A continuació i en relació amb l'òptica, és convenient aturar-se en un altre punt clau.

Qualsevol objectiu té una **distància mínima d'enfocament**, el punt més pròxim a la càmera que l'objectiu pot mostrar amb nitidesa. Tot el que estigui per sota d'aquest valor apareixerà borrós.

Cada objectiu té una distància mínima d'enfocament diferent. És un factor que depèn del tipus d'òptica. A part de l'angle visual, el disseny d'alguns objectius els permet treballar en distàncies curtes que poden depassar aquesta distància mínima d'enfocament. És quan posen en joc l'opció de Macro. En alguns models, el pas a la funció de Macro és més evident que en d'altres.

Un altre tema relacionat amb l'òptica és l'**autofocus**. Pràcticament tots els models actuals, rèflex o compactes, poden enfocar en mode automàtic. És una prestació extremadament pràctica, especialment quan treballem amb òptiques de focal llarga¹. Però d'igual manera que es tracta d'una prestació de gran ajuda, és molt recomanable que la càmera pugui passar a **focus manual**, o bé que el fotògraf pugui controlar fàcilment la zona d'enfocament.

El focus manual és recomanable en situacions com les que es mostren a continuació. La càmera ha enfocat el fons en lloc del motiu en primer terme, que era l'objecte de la fotografia.

⁽¹⁾A les càmeres de 35 mm, es consideren objectius de focals llargues o teleobjectius, els quals presenten valors superiors a 85 mm

Angulars i angulars extrems

A les càmeres de 35 mm, es consideren angulars les òptiques amb valors com 24 mm, 28 mm, 35 mm. Les de valors com 12 mm, 14 mm, o 16 mm són angulars extrems. Es coneixen amb el nom d'*ull de peix*.

Primer terme desenfocat i enfocat de fons



Aquest és un problema habitual en els objectius autofocus; en lloc que s'enfoqui el primer terme, la càmera enfoca el fons. En aquestes situacions, disposar d'una càmera amb capacitat de bloquejar l'enfocament mitjançant un primer punt de pressió en el botó disparador, per exemple, resulta de gran utilitat. Si no disposem d'un mecanisme fàcil per a bloquejar l'enfocament, també pot resultar convenient l'enfocament manual.

En aquestes situacions l'enfocament manual és més pràctic que l'autofocus. No obstant això, la càmera pot disposar de formes de prioritzar diverses modes d'enfocament i el fotògraf pot escollir la que consideri més adequada en cada situació.

En els models compactes sovint l'enfocament és automàtic. No obstant això, alguns disposen de prestacions interessants. Suposem la situació següent: el motiu que volem fotografiar és en primer terme. Si ens situem al centre, la càmera l'enfoca sense problemes, però la composició resultant és excessivament centrada. La situació idònia és desplaçar lateralment el motiu, però llavors la càmera enfoca el fons i el motiu es desenfoca.

Alguns models permeten bloquejar l'enfocament i l'exposició en el primer punt del disparador. D'aquesta manera centrem la càmera sobre el motiu, l'enfoquem, mantenim premut el primer punt de disparament del botó, desplaçem la càmera per a l'exposició correcta i disparem. En alguns models hi ha la possibilitat de determinar la forma d'enfocament de la càmera.

Zones de prioritat d'enfocament



1.1.2. L'angle visual i la distància focal

Per a definir l'angle visual, cal tornar a l'esquema del pla de l'òptica i del pla d'imatge. De nou simplifiquem la realitat de les òptiques compostes amb una lent simple, per tal de visualitzar el concepte.

La distància existent entre el pla de l'òptica i el pla de la imatge es denomina **distància focal**. És un paràmetre que s'expressa en mil·límetres.

Es considera que un objectiu amb una distància focal de 50 mm és un objectiu normal, els valors per sota de 35 mm corresponen a òptiques angulars i els superiors a 85 mm, a teleobjectius. La denominació d'objectiu normal prové de considerar que l'objectiu normal és el que reproduïx l'escena exterior de la manera més aproximada a la visió que la persona té d'ella.

Tipus d'objectiu segons l'àrea de projecció

Segons la mida de la superfície sobre la qual es projecta la llum, podem considerar objectiu normal o teleobjectiu una mateixa distància focal. Així, per exemple, una distància focal de 80 mm en una càmera de 6'. 6 cobreix un angle equivalent al que cobreix un 50 mm en una càmera de 35 mm. I un 50 mm en format 6'. 6 és una òptica angular, mentre que en format 35 mm és un objectiu normal. Com més petita sigui l'àrea del negatiu o el sensor, menor és la distància necessària per a mostrar una escena exterior a una mida determinada. Descartant ara les càmeres de mig i gran format, prendrem aquí com a referència de distàncies focals la càmera de 35 mm.

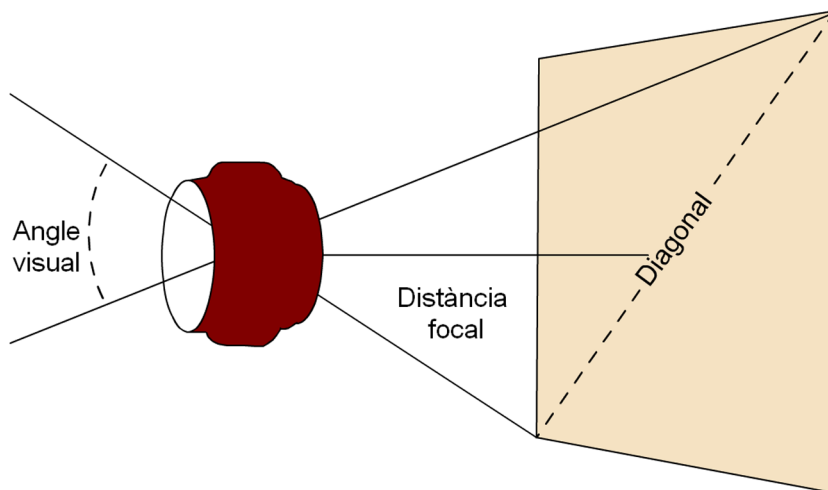
De la noció de *distància focal* es deriva la *d'angle visual*.

Els raigs de llum que provenen de l'escena i travessen l'òptica arriben al pla d'imatge amb un angle determinat. Aquest angle es denomina **angle visual**.

Si la distància entre el pla de l'òptica i el pla de la imatge es redueix, l'angle s'incrementa, si la distància focal creix, l'angle cobert es tanca. En menor distància més gran és l'angle i per tant més gran l'àrea que cobrim de l'escena.

Distància focal

Quan la distància focal disminueix, per exemple en obrir el *zoom*, l'angle visual s'amplia. En 35 mm, els valors per sota dels 35 mm de distància focal es consideren angulars.



Els objectius de focal curta són els que tenen valors per sota dels 50 mm. A partir de 35 mm es consideren gran angulars. Observeu en l'esquema següent com la menor distància focal implica un angle de cobertura més gran.

Els valors clàssics en els objectius gran angulars són habitualment els següents (els últims de la llista es denominen *ull de peix*):

- 28 mm
- 24 mm
- 21 mm
- 18 mm
- 16 mm
- 14 mm
- 12 mm
- 10 mm

Objectius de gran angular

La primera imatge (esquerra), presa amb angular, permet col·locar en el quadre alhora els elements propers a la càmera i els llunyans. La segona (dreta), presa amb teleobjectiu, comprimeix el primer terme amb el fons.



En el supòsit contrari hi ha els teleobjectius. En incrementar la distància focal l'angle de cobertura es tanca. Alguns dels teleobjectius més habituals són:

- 105 mm
- 135 mm
- 200 mm
- 300 mm
- 400 mm
- 500 mm

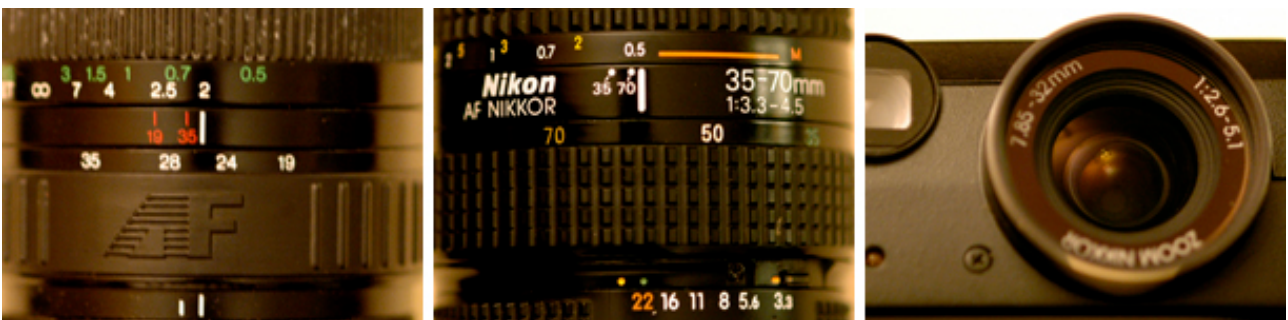
Els objectius de les càmeres compactes

A les càmeres compactes, els valors equivalents de la distància focal són molt menors que en les rèflex. En muntar sensors electrònics més petits que un negatiu de 35 mm, els valors varien notablement. Per a cobrir una mateixa àrea d'una escena, és necessària una distància focal molt menor que l'equivalent en 35 mm. Observeu els casos següents. La primera foto (esquerra) està feta en angular en una càmera compacta el valor de la qual és de 8 mm. La segona foto (dreta) es va fer des del mateix punt en posició teleobjectiu. En aquesta càmera, el valor és de 20 mm.



Com hem comentat, prenem aquesta relació d'objectius en relació amb la càmera rèflex de 35 mm. Ara bé, els casos de les càmeres compactes i de les càmeres rèflex digitals presenten excepcions a aquesta relació.

Distància mínima d'enfocament en diversos objectius



Esquerra: gran angular, 2 metres; centre: zoom de 35-70 mm, 0,5 metres; dreta: objectiu de càmera digital compacta (els 7,85 mm corresponen a un angular, mentre que els 32 mm a un teleobjectiu).

A les càmeres rèflex digitals, hi ha models que munten sensors amb una mida equivalent al negatiu de 35 mm i càmeres amb sensors de mida inferior. En el primer cas els valors de les òptiques es corresponen al 100% amb els valors de les mateixes òptiques en càmeres de negatiu. Es tracta de les rèflex FX.

En el cas de les rèflex amb un sensor de mida menor que el negatiu de 35 mm, utilitzem les mateixes òptiques que en les càmeres clàssiques, però el valor real de l'angle s'incrementa en funció de la diferència de mida.

El paràmetre que fem servir per a conèixer la cobertura real d'un objectiu en aquestes circumstàncies es denomina **factor focal**.

Així, un factor focal d'1,5 significa que cal multiplicar per aquesta xifra la distància focal d'una òptica per a conèixer-ne el valor efectiu. Les cases fotogràfiques faciliten el factor focal de cada càmera. Aquests models reben normalment la denominació de **DX**.

Taula

Equivalents d'òptiques fixes per a format DX

35 mm	DX amb factor focal 1,5
400	600
200	300
105	157,5
50	75
35	52,5
28	42
24	36
19	28,5

Molts dels objectius actuals són de **focal variable**, són els coneguts habitualment com a **zoom**. En variar la distància focal, poden cobrir un camp de distàncies focals determinat. Alguns ho fan en la part del gran angular (òptiques del tipus 12-24, 14-24, 19-35...); d'altres oscil·len al voltant dels objectius normals (per exemple les 35-70); d'altres cobreixen la gamma dels teleobjectius i d'altres van des d'angulars més o menys pronunciats o teleobjectius més o menys potents. La gamma és molt variada i l'elecció es basa en criteris d'utilitat, de pressupost i de la qualitat requerida.

Cal assenyalar el fet que els objectius DX només poden usar-se en càmeres amb el factor focal recomanat pel fabricant. No poden usar-se en càmeres FX ni en les clàssiques de 35 mm.

Taula

Camps de distàncies focals en objectius zoom per a format DX

35 mm	DX amb factor focal 1,5
16	24
70-210	105-215
35-70	52,5-105
16-85	24-127,5
18-200	27-300

Una distinció important que cal fer és la del *zoom* òptic i el digital, sobretot per l'elevat nombre de càmeres que els inclouen. Un *zoom* 35-70 té un factor d'ampliació de 2x. Un de 70-210 el té de 3 augments (3x). Actualment, els factors d'ampliació del *zoom* s'incrementen i és fàcil trobar models amb recorreguts de més de 10 x com el 18-200. Es tracta d'ampliacions que depenen de l'òptica, que són resultat del desplaçament de posició de les lents. Però en els models digitals és freqüent trobar també factors d'ampliació que responen als denominats *zoom digitals*.

Un **zoom digital** incrementa notablement la imatge, però l'ampliació no es realitza mitjançant les lents, com en el zoom òptic, sinó a través de programari. La imatge original s'augmenta per interpolació. Aquest tipus de zoom, si bé pot redimensionar a l'alça la imatge, no produeix fotografies de qualitat.

Tant en un cas com en l'altre, el zoom es defineix pel nombre d'augments que pot proporcionar.

Actualment, la majoria de les càmeres compactes incorporen rangs de zoom elevats, però normalment es tracta d'augments digitals, no òptics. La qualitat de l'augment obtingut electrònicament és molt inferior a la que proporciona un bon conjunt òptic. Fins i tot és preferible dur a terme l'ampliació durant l'edició si és necessari.

Les dues imatges següents van ser preses amb la mateixa càmera. El fotògraf no es va desplaçar, totes dues es van disparar, doncs, des de la mateixa distància. La superior correspon a l'augment del zoom òptic, en la segona es va fer servir el digital. El nombre d'augments és notable. Però a part de l'augment, cal assenyalar com en la corresponent al zoom digital l'efecte de pixelatge és molt més evident i apareix quan ampliem excessivament la imatge. D'altra banda, també hi podem observar soroll. Analitzant amb detall la zona del blau

de l'aigua, en la fotografia següent podem veure amb claredat punts de color. La comparativa de les dues imatges correspon a àrees similars de la imatge en brut, tal com va ser captada per la càmera.



Dues imatges de la mateixa escena. En la primera (esquerra) es va utilitzar únicament el zoom òptic. En la segona (dreta), també el zoom digital. La pèrdua de qualitat i l'increment de soroll són evidents.

Parlem de **rang del zoom** amb referència al grau de variació que permet un objectiu entre les seves dues posicions extremes.

Un rang de 10:1

Un rang de 10:1, per exemple, significa que la imatge que capta en posició angular podem ampliar-la 10 vegades. El resultat visual serà com aproximar una part de l'escena a l'espectador.

1.2. El control de la llum

Una exposició correcta comporta que arribi al sensor fotogràfic la quantitat de llum necessària per a reproduir una escena amb un contrast i una gamma de tons correcta. Si arriba massa llum, la fotografia es crema; si n'arriba poca, queda fosca. En el primer cas es diu que se **sobreexposa** i en el segon, que se **subexposa**.



1.2.1. La intensitat de llum

La manera com es controla aquesta entrada de llum es basa inicialment en dos procediments:

- Deixar entrar més o menys llum obrint o tancant el **diafragma**.
- Deixar entrar més o menys llum deixant oberta l'entrada més o menys temps mitjançant l'**obturador**.

De manera complementària a aquests dos procediments, hi ha la possibilitat de variar la **sensibilitat**. Inicialment, el sensor electrònic reacciona a l'entrada de llum d'una manera estàndard, però podem amplificar-ne la resposta electrònicament incrementant la capacitat de resposta. Els punts d'increments de la sensibilitat es corresponen amb els que es donen al diafragma i l'obturador.

El diafragma

El **diafragma** està format per un conjunt de làmines estructurades de manera que poden formar un cercle central que s'obre o es tanca de manera controlada. Per aquest cercle passa la llum cap al sensor.

Diafragma d'un objectiu compost



Els valors del diafragma són universals per a tots els objectius. La idea bàsica a retenir en aquesta escala és que cada valor comporta l'entrada del doble de llum que el valor superior i la meitat que el valor inferior. L'escala usada clàssicament a les càmeres és la següent:

2,8	3,5 (o 4)	5,6	8	11	16	22	32
-----	-----------	-----	---	----	----	----	----

Un diafragma 8 deixa passar la meitat de llum que un diafragma 5,6 i el doble que un diafragma 11.



Escena fotografiada amb diafragma 5,6 (esquerra); amb diafragma 8 (centre); amb diafragma 11 (dreta).

Aquests valors són coneguts àmpliament i són els que normalment es troben a l'anell de diafragmes de la càmera. Aquest anell acostuma a poder ajustar-se manualment. Ara bé, en els models digitals apareixen també altres valors intermedis. Així, si incrementem o reduïm els valors del diafragma, en el visor electrònic de control observem com els valors poden ser:

5,6	6,3	7,1	8	9	10	11	13
-----	-----	-----	---	---	----	----	----

L'ajust electrònic de les càmeres permet regular fragments de pas i creem així valors intermedis. El principi és el mateix, només que en aquest cas es tracta que cada valor deixa passar 1/3 més de llum que l'anterior i 1/3 menys que el següent. És convenient memoritzar l'escala bàsica perquè, com veurem posteriorment, procediments com la profunditat de camp posen en joc valors de diafragma i és habitual referir-se només als valors clàssics com a valors de referència.

L'obturador

El segon element que entra en joc per a regular l'entrada de llum és l'**obturador**. És el mecanisme mitjançant el qual es controla amb més o menys temps la llum que arriba al sensor. A la càmera tradicional parlàvem del temps durant el qual arribava llum al negatiu. A la càmera digital, regulem la durada mitjançant el període de temps durant el qual el sensor és actiu.

Els valors clàssics de l'obturador es representen en l'escala següent. No obstant això, igual com passa en el diafragma, les càmeres digitals treballen també amb valors intermedis.

8	4	2	1	2	4	8	15	30	60	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------

Els valors corresponen a:

- Els quatre valors de l'esquerra representen segons. Corresponen a exposicions de 8, 4, 2 i 1 segon.
- Els valors restants situats a la dreta corresponen al denominador de fraccions d'1. És a dir, corresponen a mig segon, un quart de segon..., una mil·lèsima de segon o una vuit mil·lèsima de segon.

La regla d'or que cal recordar també aquí és que un valor qualsevol comporta el doble de temps d'exposició del valor de la dreta i la meitat del de l'esquerra. Així, 125 deixa passar la meitat de llum que 60 i el doble que 250.

Fotografies amb increments d'obturador



El diafragma i l'obturador són els mecanismes bàsics per a regular la quantitat de llum que arriba al sensor. El procés s'inicia amb la lectura de la llum mitjançant el fotòmetre de la càmera. En funció de la quantitat de llum existent, la càmera proposa una combinació de diafragma i obturador determinats per aconseguir una exposició correcta. Però podem variar aquesta combinació proposada sense que els nous valors afectin l'exposició, sempre que mantinguem el principi del doble o meitat de valor de cada pas.

Diverses combinacions de diafragmes i obturadors

El fotòmetre llegeix la llum i d'aquesta lectura la càmera proposa una exposició de 125/8. L'exposició és correcta, com podem veure en l'exemple següent.

Escena fotografiada amb diferents velocitats d'obturació i diafragmes



Modificar proporcionalment els valors de diafragma i de velocitat d'obturació no modifica l'exposició.

Però al fotògraf li pot interessar variar o bé la velocitat o bé el diafragma. Si en lloc de 125 col·loquem 250, entrarà la meitat de llum, i per tant la foto quedaria subexposada si no duem a terme ajusts al diafragma. Cal compensar-ho amb el doble d'entrada de llum, és a dir, utilitzant un diafragma 5,6.

O la situació pot ser la inversa. El fotògraf pot necessitar tancar el diafragma a 16. Són dos punts menys i, per tant, quatre vegades menys llum. Haurà de compensar la pèrdua incrementant la velocitat d'obturació en la mateixa proporció, és a dir, usant un valor 30.

En resum, el procés es concreta en el fet que el fotòmetre mesura la quantitat de llum i la càmera calcula la relació entre velocitat d'obturació i obertura de diafragma que permeten realitzar una exposició correcta.

La combinació concreta que es mostri en cada ocasió depèn de diversos factors, però el fotògraf ha de tenir clar que sempre pot modificar la relació d'obturador-diafragma i conservar l'exposició correcta si compensa adequadament els canvis de lluminositat en un dels paràmetres amb l'equivalent invers en l'altre.

En arribar a aquest punt presentem dos aspectes que podem comentar. Un, el que es refereix al tipus de lectura que fa el fotòmetre, i l'altre, el que es refereix als modes d'exposició de la càmera. La càmera disposa de modes automàtics, amb prioritat en el diafragma o en l'obturador, manuals o programats per a decidir quina és la combinació idònia que es proposa en cada cas.

Modes de lectura del fotòmetre

Habitualment es presenten tres situacions de lectura de la llum com les més comunes entre les càmeres. Això no significa que totes les tinguin, ni que es tracti de les úniques possibilitats. Simplement són les més freqüents i estandarditzades.

Un primer tipus de lectura és la **puntual**. El fotòmetre llegeix la llum en una àrea central molt concreta. En la imatge que segueix es mostren els valors per a diversos punts de la imatge. Evidentment el fotògraf ha d'apuntar a cada zona i registrar les dades que obté. Aquesta mesura puntual és útil per a exposar amb un criteri propi una situació en la qual es donen importants diferències de lectura entre diverses zones. Un contrallum, per exemple, és mostra d'això.

Un segon tipus de lectura és la puntual amb **prioritat al centre**. És similar a l'anterior, però presenta la diferència que no únicament és el cercle central el que fa el càlcul, sinó que es dona una compensació en la qual es prioritza el centre però es té en compte també una zona contigua més extensa. Aquest tipus de mesura resulta més apropiada que l'anterior si el fotògraf no necessita calcular exhaustivament les diferents zones.

Un tercer cas és el de l'**exposició matricial**. Aquí hi ha una variació important entre les diverses marques fotogràfiques, ja que cada una crea en aquest tema el seu propi mètode. En aquest tipus d'exposició es divideix la pantalla en diverses zones, la càmera registra l'exposició en cada una d'elles i decideix la combinació idònia en funció d'un repertori de situacions estàndards que té emmagatzemades en una base de dades. Així, per exemple, la càmera pot "decidir" si una situació és de contrallum i en conseqüència sobreexposar-la.

Els modes d'exposició

Cada càmera digital disposa o pot disposar, segons el seu nivell de prestacions, de diverses modes d'exposició o disparament.

Un primer mode és el **mode automàtic**. En aquest mode, la càmera determina la combinació idònia de velocitat d'obturació i diafragma. D'altra banda, més enllà de l'exposició, el mode automàtic afecta també altres funcions, com el balanç de blancs o l'autofocus. Normalment, col·locar la càmera en aquest mode implica automatitzar gran part dels processos. Alguns poden col·locar-se en funció manual en alguns models; en d'altres, però, no és possible aquesta funció, per la qual cosa es manté el mode automàtic.

En el **mode S** (*shutter priority*) la càmera es col·loca en el mode d'exposició de prioritat a la velocitat d'obturació. Això significa que el fotògraf selecciona manualment la velocitat i la càmera ajusta automàticament el valor de diafragma per a aconseguir l'exposició correcta. Aquesta modalitat d'exposició resulta adequada quan treballem amb motius en moviment que cal reproduir

nítidament. La fotografia d'esports és paradigmàtica de l'ús d'aquest tipus de programes. S'hi utilitzen velocitats d'obturació altes per a congelar situacions que habitualment tenen lloc de manera accelerada i ràpida.

Mode d'exposició S



Les escenes esportives recomanen l'ús de velocitats d'obturació ràpides per a congelar el moviment.

El **mode A** (*aperture priority*) és en certa manera l'invers a l'anterior, i en aquest col·loquem la càmera en el mode d'exposició de prioritat a l'obertura. El fotògraf selecciona un valor concret de diafragma, i la càmera ajusta el valor necessari d'obturació per a aconseguir l'exposició adequada.

En aquest mode de funcionament cal estar alerta perquè un valor de diafragma excessivament tancat en una situació de llum concreta no obligui a utilitzar una velocitat d'obturació massa lenta. Una combinació de diafragma 16 i obturació 2, per exemple, pot correspondre a una exposició correcta, però, si no tenim trípode, difícilment la imatge serà nítida.

Aquest mode d'exposició amb prioritat a l'obertura resulta adequat quan volem controlar la profunditat de camp. Així, per exemple, és útil en la fotografia de paisatges o en el retrat. En totes dues situacions normalment es pretén controlar la profunditat de camp, habitualment amb finalitats inverses. Treballar en aquest mode d'exposició permet controlar amb més precisió el diafragma utilitzat, i per tant inferir les característiques d'enfocament o desenfocament de la nostra fotografia.

Mode d'exposició A



En la fotografia de paisatges, acostumem a treballar amb prioritat a l'obertura del diafragma per a tenir més control de la profunditat de camp.

En el **mode M** (*manual*) el fotògraf té la llibertat total de decidir els valors de diafragma i velocitat que col·loca a la càmera. Així pot subexposar o sobreexposar, si el vol o necessita, per exemple per a aplicar tècniques creatives. També li permet exposar voluntàriament per a les ombres o les llums altes.

En aquest mode és factible realitzar exposicions de diversos minuts deixant l'obturador obert.

Mode d'exposició M



En el mode manual, els valors d'obturació i diafragma es controlen individualment. Podem recórrer a aquest mode per necessitats d'exposició concretes.

Finalment, segons els diversos models de càmera, podem disposar de diversos **programes predeterminats**. Els programes predeterminats són programes especialitzats en situacions concretes, en les quals la càmera duu a terme els ajustos considerats idonis per a aquesta situació, o presenta ajuts en pantalla, com per exemple en la presa de panoràmiques o macros.

Habitualment, hi ha diversos programes mitjançant els quals es fa treballar la càmera sobre la base de les necessitats de cada tema. Així, per exemple, en el programa de retrat es prioritza l'enfocament sobre el motiu més proper, en el d'esports es dóna prioritat a les velocitats d'obturació altes i en el de panoràmiques es presenta una digitalització parcial de la imatge que s'acaba de captar, per a ajudar a situar l'enquadrament següent.

Modes d'exposició predeterminats

La imatge següent es va prendre amb el programa de focs d'artifici de la càmera. Aquest programa proporciona automàticament una velocitat d'obturació lenta per a poder captar així les esteles dels coets. També s'ajusta la temperatura de color per a exposicions d'interior, de manera que es compensi el to vermellós groguenc dels focs.



La fotografia anterior correspon als focs d'artifici a la platja de la Concha. La fotografia es va disparar a pols, sense trípode. Per aquesta raó els punts de llum es desplacen i reflecteixen la tremolor del fotògraf. Usar un programa predefinit no assegura la presa correcta de les imatges; en l'exemple hauria estat necessari establir la càmera mitjançant un trípode a causa de la velocitat d'obturació lenta.

La sensibilitat

La sensibilitat de la càmera és el tercer factor que juga un paper important en el control de la quantitat de llum. De la mateixa manera que hi ha les escales de velocitats d'obturació i d'obertures de diafragma que tenen la particularitat que cada valor dobli l'anterior o que representin la meitat de llum, també l'escala de sensibilitats es basa en el mateix principi. Així, a les pel·lícules i negatius tenim aquesta escala de valors ISO o ASA:

25	50	100	200	400	800	1.600
----	----	-----	-----	-----	-----	-------

mentre que a les càmeres digitals podem trobar-ne aquesta altra:

100	200	400	800	1.600	3.200
-----	-----	-----	-----	-------	-------

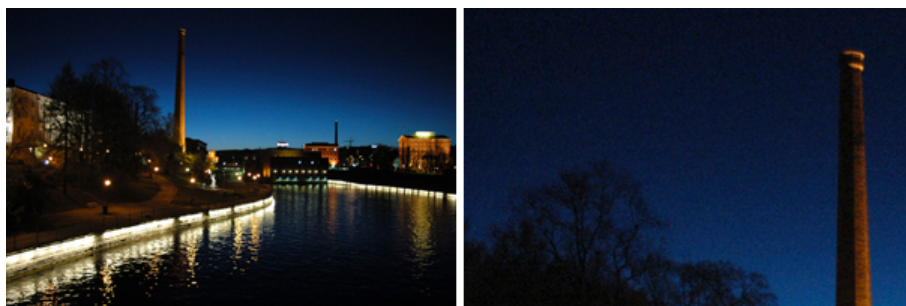
Igual com amb els passos intermedis en les escales de l'obturador i del diafragma, també aquí hi ha passos que signifiquen 1/3 d'increment o reducció de la sensibilitat.

Una primera conclusió que es dedueix de la comparació de totes dues escales és que la càmera digital presenta més sensibilitat a la llum. I aquesta constatació augmenta davant del fet que moltes càmeres digitals tenen els 200 com a sensibilitat mínima.

Associats a l'increment de sensibilitat hi ha problemes en un cas i en l'altre. En els negatius, a mesura que s'incrementa la sensibilitat ho fa la mida del gra. A les càmeres digitals, l'increment de la sensibilitat comporta un augment progressiu del soroll. Això passa perquè el sensor electrònic sempre treballa a una única sensibilitat, la mínima de la càmera. L'augment d'ISO té lloc per ampliació electrònica del senyal, i això es tradueix en un increment del soroll. Es coneix amb aquest terme el conjunt d'aberracions de color que es generen en intensificar el senyal electrònic que genera el sensor. És recomanable, per tant, treballar en la sensibilitat mínima de la càmera sempre que això sigui possible.

Les possibilitats de la sensibilitat

L'increment de sensibilitat en una càmera digital permet disparar a pols en situacions de llum pobres, però això acostuma a comportar un increment del soroll.



Tot i el problema del soroll, la possibilitat de poder variar la sensibilitat de cada disparament en funció de les necessitats de les situacions amb què es troba el fotògraf és un avenç substancial respecte del fet de treballar amb material negatiu. Aquí és possible canviar la sensibilitat sense canviar de rodets, mentre que en una càmera digital pot modificar-se foto a foto.

1.2.2. L'equilibri cromàtic: temperatura de color i balanç de blancs

La **temperatura de color** és un concepte que desperta amb facilitat incredulitat o estranyesa quan se sent els fotògrafs parlar-ne amb la màxima naturalitat. Pot semblar un terme rebuscat, però és dels aspectes que intervenen sempre que es fa una fotografia. La temperatura de color és una qualitat de la llum que afecta inexorablement la imatge que fa. La llum de l'alba abans de la sortida del sol és freda, i habitualment es plasma en tons blaus en la fotografia. La llum ambient de les bombetes i de les espelmes és extremadament càlida i s'expressa en tons grocs i vermellorsos. Una mateixa llum pot canviar sobtadament de freda a càlida, abans i després de la sortida del sol. La llum de les làmpades incandescents, dels focs artificials, de l'alba amb sol és càlida. La dels dies ennuvolats és freda.

Diferències importants de la temperatura de color



A l'esquerra, una imatge de matinada a punt que surti el sol. A la dreta, una imatge de matí amb el sol cobert per núvols.

El concepte de temperatura de color prové del fet que un metall canvia de color a mesura que la seva temperatura s'incrementa. Entorn dels 2.700 K (graus Kelvin) s'emet llum de tons vermellors groguencs, però a mesura que s'incrementa la temperatura, els tons tendeixen primer a blancs i després a blavosos. El fet que les temperatures de color baixes siguin considerades com a càlides i les altes com a fredes no guarda relació amb la temperatura real, sinó que es tracta d'una consideració cultural.

Situacions d'il·luminació nocturna



Les variacions i barreges de diferents temperatura de color són importants.

La temperatura de color es mesura en graus Kelvin. Es considera que una temperatura de 5.500 K equival a la claror del sol al migdia i és considerada llum blanca. En els ambients ennuvolats, la temperatura del color puja i la imatge tendeix a una dominant blava, mentre que la il·luminació artificial baixa la temperatura i crea una dominant cap al vermell.

El negatiu fotogràfic clàssic està adaptat majoritàriament a la llum diürna. La major part dels films són per a llum de dia i només uns quants de menys coneguts estan preparats per a llum artificial. Però captar fotos en altres condicions diferents a les recomanades per a cada tipus de pel·lícula implica no poder

enregistrar adequadament els colors sense l'ajuda de filtres. Així, és possible fotografiar amb pel·lícula per a llum de dia en ambients il·luminats amb bombetes incandescents si col·loquem un filtre blau a la càmera. I a la inversa, fer fotos un dia ennuvolat sense que les imatges tinguin tons freds si col·loquem un filtre ataronjat a la càmera.

A diferència de la càmera analògica, la digital permet regular la temperatura de color mitjançant una operació que es denomina **balanç de blancs**. Consisteix a ajustar els nivells dels colors primaris per a compensar la desviació de tonalitat que tingui la llum ambient respecte de la llum blanca. Cal assenyalar que si bé la visió humana s'adapta a aquests canvis, el sensor electrònic capta els tons que hi hagi.

Habitualment, les càmeres disposen d'un menú per a ajustar la temperatura de color:

- En l'opció d'**Automàtic**, l'ajust es duu a terme automàticament en cada situació.
- L'opció de **Llum de dia** és per a les situacions de llum de sol directa.
- Pot haver-hi una opció per al disparament amb flaix.
- **Ennuvolat** i **Ombra** són ajustos per a compensar l'excessiva fredor d'aquestes situacions.
- **Incandescent** és l'opció per a il·luminació amb bombetes incandescents.
- **Fluorescent** es fa servir per a compensar aquesta il·luminació.
- En l'opció de **Preajust**, es duu a terme l'ajust manual. Cal cercar una superfície blanca que estigui il·luminada amb la llum a equilibrar, dirigir-hi la càmera i prémer el botó d'ajust manual.

A part d'aquestes opcions, és possible que la càmera disposi d'un ajust fi que permeti escalfar o refredar progressivament, i fins a cert punt, una fotografia.

Quan es dispara en mode **RAW** és indiferent l'ajust de temperatura de color que col·loquem a la càmera, ja que el procés d'equilibrar el blanc es duu a terme durant l'edició.

Ús del filtre de fotografia fred en Photoshop



La primera imatge (esquerra) és l'original presa per la càmera. La segona (dreta), la mateixa imatge després d'aplicar-hi el filtre (80) en el Photoshop.

1.2.3. El bràqueting

Hi ha situacions en les quals resulta difícil escollir l'ajust de balanç de blancs apropiat i la combinació de velocitat d'obturació i obertura de diafragma òptima per aconseguir una exposició correcta. Tradicionalment, el fotògraf ha aplicat una tècnica per a trobar la combinació de diafragma i velocitat òptima, consistent a disparar sèries de fotografies de la mateixa situació o motiu amb variacions d'habitualment 1/3 de diafragma. En les variacions subtils entre una exposició i la següent, cerquem la impressió d'un nivell de llums alts i zones d'ombra que ofereixin el màxim de detall en totes les àrees.

Les càmeres digitals permeten la realització automàtica d'aquest conjunt d'operacions. El procés rep el nom de **bràqueting** (de l'anglès *bracketing*) i consisteix en la realització automàtica de sèries de fotografies amb increments successius de valors de l'exposició o de la temperatura de color.

Pel que fa a l'exposició, el fotògraf pot especificar-ne l'increment. En la fotografia digital el procediment no és més que una traducció del procés manual que se seguia en la fotografia clàssica.

En la sèrie següent s'ha seleccionat l'opció de disparar fotografies consecutives amb increments d'1/3 de diafragma en cada una. A partir de la primera lectura de llum la cambra ha dut a terme la seriació.

Bràqueting en l'exposició amb increments d'un punt en cada presa



Però a diferència del tema de l'exposició, en el de la temperatura de color les coses canvien. En la fotografia clàssica, l'ajust de la temperatura de color òptima no és possible sense l'ús dels filtres correctors que se situen davant de l'òptica. En la fotografia digital, en canvi, l'ajust del balanç de blancs és una funcionalitat incorporada a les càmeres.

Així, de la mateixa manera que hi ha l'opció del bràqueting automàtic, per a l'exposició és possible el bràqueting del balanç de blancs. En aquest cas, la càmera duu a terme sèries de tres fotografies en les quals s'ajusta progressivament la temperatura de color, des d'un ajust lleugerament càlid fins a un altre amb tendència a colors més freds.

En la sèrie següent pot observar-se com varien gradualment els tons de les imatges. La diferència és molt subtil: des de tons més freds inicials fins a un lleuger taronja final. Es tracta d'un ajust fi perquè el fotògraf pugui decidir posteriorment quin és l'ajust de blancs que considera idoni.

Bràqueting en el balanç de blancs amb increments successius de la temperatura de color en cada presa



1.2.4. El flaix

Hi ha situacions en què la il·luminació és insuficient i cal utilitzar fonts complementàries, com el **flaix**. El dispositiu produeix una llum intensa i instantània que se sincronitza amb el disparament de la càmera. Té una temperatura de color similar a la de la llum de dia.

La sincronització amb la càmera es produeix a partir de velocitats com 125 o 250, segons els models. És interessant que pugui sincronitzar amb una velocitat curta perquè amb una de llarga no hi ha problemes. Si la velocitat d'obturació és de 30, és més fàcil que durant l'1/30 de segon de l'exposició es dispari el flaix, que no que ho faci en un període d'1/500, per exemple. El disparament del flaix és de l'ordre de mil·lèsimes de segon. 1/10.000, 1/15.000 o 1/30.000 són velocitats habituals. Aquest fet comporta que es pugui fer servir el flaix per a congelar un moviment ràpid del subjecte.

Combinació del tret del flaix amb una velocitat d'obturació llarga



La llum del flaix ha il·luminat el diable pròxim a la càmera, i n'ha congelat el moviment. L'exposició llarga ha permès captar les espurnes i ha fet aparèixer mogudes les persones del fons.

Un dels principals problemes del flaix és que produeix una llum dura, amb contrastos intensos i ombres marcades. El flaix muntat sobre la càmera acostuma a produir aquest efecte. És molt recomanable treballar amb el flaix rebotant la llum en una superfície com el sostre, una paret o una pantalla de reflexió. En aquestes situacions la llum embolica el motiu, les ombres desapareixen o es minimitzen.

La llum dura del flaix

Observeu la situació que es mostra d'exemple a continuació, il·luminada per un flaix disparat contra el motiu i un flaix rebotat.



La fotografia de l'esquerra s'ha realitzat amb el flaix disparat cap a la flor. Els colors s'aplanen i es cremen amb facilitat, apareixen ombres contra el fons. En la de la dreta, el flaix s'ha disparat perquè la seva llum reboti contra el sostre. Els colors guanyen en textura i apareix volum en la flor. No hi ha ombres contra el fons.

Per a poder rebotar el flaix cal que es pugui separar de la càmera. Els models de torxa compleixen aquesta funció a la perfecció. Hi ha també accessoris que s'hi acoblen i que de fet són pantalles de reflexió portàtils. Alguns flaixos incorporen una pantalla de reflexió retràctil que és de gran utilitat.

Per al càlcul de la il·luminació i deixant a part el flaix manual, que està pràcticament en desús, s'utilitzen o bé sistemes de control automàtic o bé sistemes TTL. Progressivament, aquests últims es refermen com els sistemes habituals.

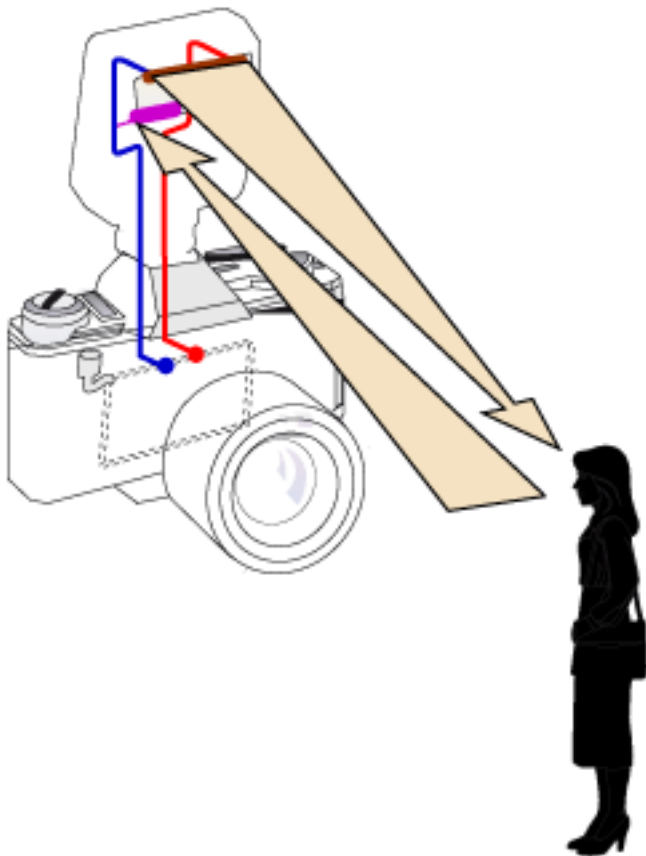
Tant en la mesura automàtica com en la TTL, el temps de llampada del flaix es regula, de manera que com més a prop es trobi el motiu que cal il·luminar, menor sigui el temps de disparament del flaix. I al contrari, si hi ha més distància, més temps d'exposició.

En la mesura automàtica, el sensor que capta la llum reflectida pel motiu es troba en el flaix mateix. Per a ajustar l'exposició, cal col·locar la sensibilitat i el diafragma tant en el flaix com en la càmera. Pot ser el mateix diafragma, o disparar el flaix un diafragma per sota del valor de la càmera, quan es tracta d'il·luminar un motiu tot conservant una sensació d'ombra parcial.

En el cas del control TTL del flaix, el sensor que regula el temps està situat en la càmera mateixa i analitza la llum a través de l'òptica. Per tant té en compte els factors d'il·luminació ambiental o l'ús de filtres a la càmera que amb el flaix de llampada automàtica no es tenen en compte.

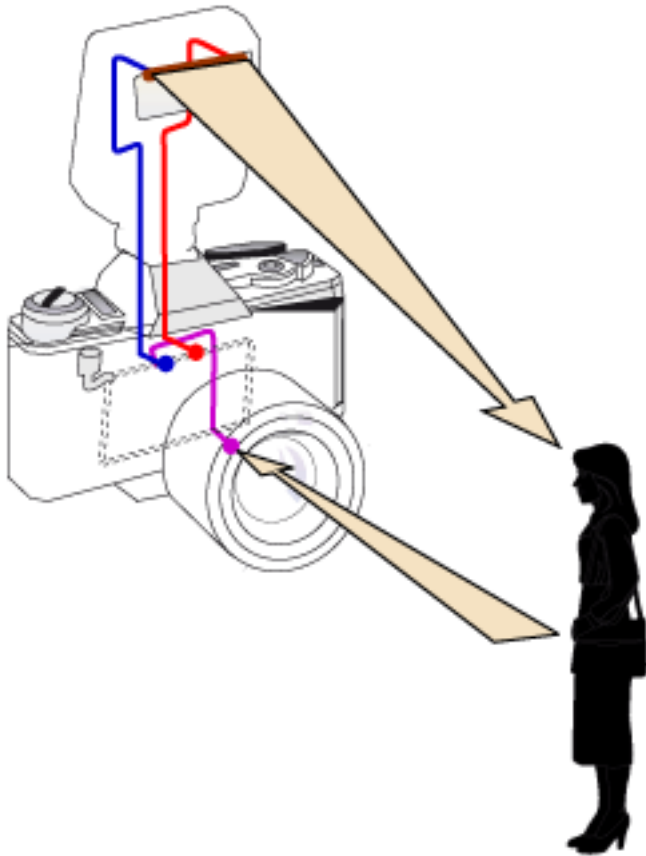
Els flaixos TTL presenten també funcions complementàries, com la sincronització a la cortineta posterior. És una prestació molt interessant que permet combinar la llum del flaix amb exposicions llargues. En disparar també el flaix, és possible barrejar la il·luminació més clara del motiu amb la llum ambiental. Habitualment, la sincronització del flaix es produeix en iniciar el disparament: gairebé tots els flaixos sincronitzen amb la cortineta davantera de l'obturador (cortineta primària), però en els que disposem d'aquesta funció, podem sincronitzar-la opcionalment amb la posterior (segona cortineta).

Flaix automàtic



En el flaix automàtic, la cèl·lula receptora està en la unitat del flaix i analitza la llum reflectida en el motiu

Flaix automàtic TTL



En el flaix TTL, la cèl·lula receptora està situada a la càmera i l'anàlisi de la llum es fa a través de l'òptica

2. El rang dinàmic i l'histograma

En l'apartat anterior s'han descrit els mecanismes que hi ha disponibles a la càmera per a mesurar la quantitat de llum d'una escena i controlar la manera com es regula l'entrada de llum per a aconseguir l'exposició correcta. El fotòmetre mesura la llum, i sobre la base de la sensibilitat a què es treballa s'ajusten els valors d'obertura del diafragma i de velocitat d'obturació perquè arribi al sensor la quantitat de llum necessària i capturar fidelment els detalls de l'exterior. En aquest apartat analitzarem les característiques de diverses situacions de lluminositat que es donen en una escena, i la manera com aquestes són tractades per la càmera.

Qualsevol escena, en ser captada per la càmera, presenta una gradació de zones que van des d'unes àrees més o menys fosques fins a altres de més o menys brillants. Els casos són diversos, ja que mentre unes vegades una escena pot tenir grans diferències de llum, en d'altres no hi ha massa diferència entre la zona més brillant i la més fosca. I fins i tot en situacions en les quals les zones més fosques s'aproximen al negre i les més clares al blanc, pot passar que entre les unes i les altres hi hagi una progressió de tons gradual, o que al contrari, pràcticament no hi hagi tons intermedis.



Fotografia amb un rang tonal extens

De manera resumida, podem parlar del **rang tonal** com l'escala de graus de lluminositat que presenta una escena, i de **rang dinàmic** com la capacitat d'un dispositiu fotogràfic de captar un nombre determinat d'aquests nivells de lluminositat.

Per exemple, un paisatge a contrallum, amb fulles il·luminades i zones d'ombres profundes, tindrà un rang tonal més alt que un paisatge de tons similars amb il·luminació uniforme. Sobre una escena i l'altra, un dispositiu com el sensor electrònic de la càmera pot ser insuficient per a captar tot el rang tonal en el primer cas i pot cobrir perfectament el del segon. El rang dinàmic del dispositiu és fix, però mitjançant l'exposició adequada i tècniques posteriors de processament, pot dilatar-se.



Fotografia amb menys variacions en el rang tonal que l'exemple anterior

El problema no és nou, de fet la relació entre rang tonal d'una escena i rang dinàmic d'un dispositiu o material fotogràfic és un tema amb solera en el món fotogràfic. Ansel Adams probablement representi un exemple paradigmàtic a l'hora de plantejar-se el problema i sistematitzar-ne una via de solució. A continuació duem a terme una breu referència al treball d'Ansel Adams. Es tracta d'una pinzellada que pretén relacionar temes de la fotografia digital amb els de la fotografia clàssica, però que el lector pot saltar-se perfectament i anar directament a l'apartat següent.

2.1. Ansel Adams i el sistema de zones

Ansel Adams va néixer el 1902 a San Francisco i va ser abans de tot un fotògraf de paisatges, que va definir i va desenvolupar un concepte tan clau en la història de la fotografia com és el sistema de zones.

El **sistema de zones** consisteix en la definició de nivells de gris d'intensitat creixent en la imatge, els quals cobreixen el ventall complet de tons possibles des del blanc fins al negre. La zona 0 correspon al negre i la zona X al blanc. Entre l'una i l'altra hi ha onze zones identificades habitualment mitjançant xifres romanes.

Allò que destaca del sistema és que les zones permeten al fotògraf relacionar sistemàticament allò que veu amb el resultat que obtindrà a la còpia final. Així, entre zones, controls d'obturació i diafragma a la càmera i temps de revelatge, hi ha una correlació que permet l'anàlisi i control rigorós del procés fotogràfic. La intensitat d'una zona duplica o divideix per la meitat la intensitat de les zones contigües, de la mateixa manera que els canvis en un punt dels valors de diafragma, velocitat d'obturació o valors ISO signifiquen el pas del doble o la meitat de la quantitat de llum. La combinació sistemàtica dels valors de les zones i dels controls de la càmera possibilita que el fotògraf pugui decidir el grau de textura i detall d'àrees determinades de la imatge, controlant que allò que ha previsualitzat en un inici es plasmi a la còpia final.

Previsualització "fotogràfica"

Per a Ansel Adams, la presa d'imatges no és una traducció ràpida de la realitat, sinó que es basa en una recerca intuïtiva del significat, la composició, la forma i l'estructura. Adams considera que el primer pas per a l'obtenció d'una fotografia és la previsualització, entesa aquesta com l'habilitat de construir una visió anticipada de la còpia final abans fins i tot d'haver tret la càmera de la bossa. Habitualment, el fotògraf aprèn a veure la realitat emmarcada en els límits del visor, mediatitza la realitat externa amb relació a les regles i els condicionants del llenguatge fotogràfic. Ansel Adams porta el procediment a un nivell de màxima exigència en unir les regles de la composició amb els procediments detallats per a controlar l'exposició.

Per a Adams, la imatge es construeix inicialment en la ment, com si d'un quadre es tractés, i la previsualització que duu a terme no incumbeix únicament a la distribució dels elements, sinó que també arriba al procés físic. És necessari que el fotògraf prengui, per a cada imatge, un conjunt de decisions que relacionen l'exposició, el revelatge del negatiu i el positivat de la còpia final mitjançant una metodologia coneguda com a *sistema de zones*.

La música en el sistema de zones

Tot i que la primera idea d'Ansel Adams respecte al seu futur professional fos la de ser pianista, el seu interès es va centrar aviat en la fotografia, es diu que intentant captar els paisatges del Yosemite National Park. De música a fotògraf, una combinació no especialment significativa a primera vista, però que molt bé va poder contribuir a generar una relació entre la progressió de les notes musicals al teclat del piano i la gradació de tons d'intensitat creixent del sistema de zones.



Fotografia de paisatge amb zones entre el negre i el blanc

El nombre de zones que es mostren en una imatge constitueix la **gamma**. Una fotografia amb prou contrast i una gradació de tons contínua tindrà una gamma diferent d'una altra amb menor contrast o amb buits en els tons. No hi ha una norma de representació única, sinó que el fotògraf decideix la combinació que cregui idònia per a allò que vol mostrar o comunicar. El sistema de zones és la metodologia que li permet controlar el procés.



Fotografia de paisatge amb una escala variada de zones

En un primer moment les decisions incumbeixen a l'exposició. El principi bàsic en la fotografia tradicional és el d'exposar per a les ombres i revelar per a les llums. Cal calcular l'exposició de manera que les zones fosques tinguin prou textura, ja que una exposició curta les deixa empastades, sense detall. No obstant això, calcular l'exposició per a obtenir detall en les ombres comporta una sobreexposició general que provoca que les zones de llums alts que s'aproximen al blanc rebin massa llum. En aquestes condicions, un revelatge

normal les cremaria. I aquí és on entra la segona part de la fórmula, la de revelar per als llums. Reduir el temps de revelatge del negatiu de manera que aquestes zones conservin textura és el mecanisme que compensa la sobreexposició anterior.

Aquests procediments, les modificacions de l'exposició i el temps de revelatge, possibiliten l'expansió o reducció del contrast. Així, sobre-revelar incrementa el contrast, mentre que sub-revelar el redueix. Un negatiu pot aplanar-se quan té excessiu contrast o aixecar-se quan en té poc. El control que té del procés fotogràfic mitjançant el sistema de zones inclou també altres aspectes com el filtratge, el contrast del paper o l'ús de reserves durant l'ampliació.

Com a resum de les idees bàsiques, podem comentar que el problema que abordava Ansel Adams continua tenint plena actualitat. Com representar un rang tonal mitjançant la fotografia? Si el rang tonal d'una escena és superior al rang dinàmic que obtenim a partir d'un procés fotogràfic, com comprimir-lo? O en el cas que sigui reduït excessivament, com expandir-lo? Ansel Adams aplica procediments en els quals exposa per a les ombres i revela per a les llums altes, s'ajuda de filtres per controlar la reproducció dels tons d'una escena i experimenta per a obtenir un coneixement profund del comportament dels diferents materials sensibles.

En la fotografia digital els procediments que caldrà aplicar són diferents. Varia la forma d'exposició i varien les tècniques per a expandir o comprimir l'escala de reproducció de tons d'una escena. En apartats successius s'entrarà amb més detall en els processos digitals específics. Aquí únicament pretenem posar en relleu la importància de la relació entre el rang tonal d'una escena i el rang dinàmic d'un dispositiu.

2.2. El rang tonal i el rang dinàmic

Com hem comentat abans, el rang tonal i el rang dinàmic són dos conceptes que s'interrelacionen.

Qualsevol escena presenta zones de diferent lluminositat que podem representar en una gradació de tons d'intensitat creixent.

El rang tonal constitueix l'escala en què es representen els tons d'una escena. El rang dinàmic d'un sensor electrònic determina la quantitat de tons d'una escena, és a dir, del rang tonal d'aquesta, el qual serà capturat a l'hora de fer una fotografia. Un dispositiu amb un gran rang dinàmic capturarà més quantitat de tons que un altre amb un rang dinàmic inferior.

En la definició de rang dinàmic hi ha un element clau a tenir en compte. No s'inclouen en el rang dinàmic efectiu d'un sensor els tons que no es reproduïxen nítidament i amb detall. Les zones que es reproduïxen amb un nivell important de soroll no es consideren vàlides.

El rang dinàmic es mesura de manera equivalent als passos de diafragma. Per tant, un sensor amb un rang dinàmic de 6 podrà reproduir detalls a 6 zones de l'escena. I reprenent aquí la formulació de zones d'Ansel Adams, cada una d'aquestes zones es correspon amb els valors de l'escala de diafragmes. Així, de la mateixa manera que entre un diafragma i els contigus la quantitat de llum es duplica o es divideix per la meitat, entre cada un dels nivells es representen detalls de l'escena amb el doble o la meitat de llum que els nivells adjacents.

El rang dinàmic es mostra perfectament a les càmeres digitals mitjançant l'histograma. Pràcticament en tots els models és possible visualitzar aquesta representació gràfica una vegada feta la foto. L'histograma acaba essent una eina clau a l'hora de valorar l'exposició de cada imatge. Es tracta d'un gràfic en el qual en l'eix horitzontal es representen els tons, en la part esquerra les ombres i a la dreta els llums alts. En l'eix vertical les altures successives representen la quantitat de píxels existents en la imatge en cada nivell de lluminositat.

En el moment de fer les fotos, l'anàlisi de l'histograma es converteix en una eina de gran ajuda per al fotògraf. Sovint treballar a la claror del dia provoca que sigui complicat poder analitzar visualment i de manera adequada la imatge que es mostra a la pantalla de la càmera. És difícil avaluar si està cremada, si les ombres estan o no empastades o si el grau de contrast és el correcte. L'histograma es converteix en una eina més fiable que permet una avaluació objectiva de la distribució de tons de la fotografia.



Fotografia de paisatge amb una escala variada de zones

3. L'exposició en fotografia digital

Com ja hem comentat, l'histograma mostra la distribució de píxels en cada un dels nivells de lluminositat. Els exemples de diferents histogrames mostren la relació dels gràfics amb les característiques de la imatge captada. La conclusió òbvia és que l'histograma és una eina idònia per analitzar l'exposició correcta; ara bé, quina corba ha de presentar en una forma òptima l'histograma? És recomanable una corba centrada i simètrica? És preferible una altra d'escorada? I si aquest és el cas, cap a on serà la desviació, cap a les ombres o cap a les llums?

En la fotografia clàssica el principi bàsic formulava que en situacions d'alt contrast l'exposició del negatiu havia d'optimitzar-se per a les ombres, i posteriorment compensar la sobreexposició reduint-hi el temps de revelatge. En fotografia digital el principi és l'invers: cal exposar per a les llums altes, i després expandir el rang tonal mitjançant eines d'edició. Hi ha una raó per a aquest canvi en la forma d'exposició. Ho veurem tot seguit i després analitzarem alguns exemples.

Exposició automàtica i sobreexposició



Hem vist en l'apartat del rang dinàmic que aquest es concreta a un nombre de diaframes. Un sensor amb un rang dinàmic de 6 podrà captar detall en un ventall de 6 nivells de diafragma. Podríem pensar que, en conseqüència, si dividim la informació disponible per 6, obtenim el volum de dades que es generen per a cada diafragma. Però en realitat la distribució de la forma no és un repartiment aritmètic, sinó una progressió geomètrica.

La pel·lícula i el sensor davant dels canvis de llum

L'ull reacciona als canvis de llum d'una manera no lineal. Passar de veure a ple sol o a veure en una zona ombrívola significa veure menys, això és evident. Però no veure milers de vegades menys, com passa en realitat si tenim en compte la quantitat de fotons en una situació i l'altra. Els canvis de llum són lineals. La resposta de l'ull davant seu és progressiva. La pel·lícula fotogràfica i el diafragma estan concebuts perquè responguin

de manera similar a l'ull. És a dir, de manera progressiva. El sensor electrònic no. Té una resposta lineal, i per a poder analitzar el doble de llum ha de posar en marxa el doble de cèl·lules.

La meitat dels píxels del sensor es destinen a analitzar les llums altes, és a dir, el diafragma més alt. La quarta part, a analitzar el diafragma anterior, i la vuitena part a l'anterior a aquest. En conseqüència, el diafragma corresponent a les ombres disposa únicament d'1/64 dels píxels disponibles.

Suposeu que treballem en RAW. Habitualment el sensor genera en aquests casos una informació que s'analitza amb una profunditat de 12 bits. D'aquesta manera, per a descriure la llum entre el negre i el blanc es disposa de 4.096 nivells. La meitat d'ells es destinen al diafragma més tancat, la quarta part, al diafragma anterior i només 1/64, al diafragma més obert. Recordeu que el diafragma més tancat és el que capta els tons de les llums altes mentre que el més obert ho fa en els tons de les ombres. Si ho col·loquem en una taula, els valors que poden analitzar en cada diafragma quedarien de la manera següent:

Diafragma	2,8	4	5,6	8	11	16
Nivells	64	128	256	512	1.024	2.048

Es fa evident, doncs, que subexposar un diafragma és perdre la meitat de capacitat d'anàlisi del sensor. Dit d'una altra manera, reduir a la meitat els tons disponibles per a construir una imatge.

Si en comptes de RAW treballem en jpg, la pèrdua per a la mateixa situació és molt més dramàtica. El jpg no admet més de 8 bits i per tant el màxim nombre de nivells disponibles és $2^8 = 256$. En conseqüència, hem de reformular la taula de la manera següent:

Diafragma	2,8	4	5,6	8	11	16
Nivells	4	8	16	32	64	128

Un cop vista aquesta forma de distribució, podem plantejar-nos què passa quan se subexposa un diafragma. La resposta és òbvia, es desestimen la meitat dels recursos en cada cas, 2.048 nivells en l'un i 128 en l'altre.

Els píxels i la sensibilitat

La raó d'aquesta distribució rau en la resposta lineal del sensor a la llum. Per a analitzar el doble de llum són necessaris el doble de píxels, i la mateixa proporcionalitat se segueix per a cada increment o cada reducció.



Per tal de treballar l'exposició d'aquesta manera, cal disparar la càmera en mode manual, ja que la resta de modes es basen en la lectura de la llum que fa la càmera i el càlcul dels valors de velocitat i diafragma a partir dels programes o prioritats que s'hagin col·locat a la càmera.

Recordeu que normalment hi ha tres modes de lectura: central, amb ponderació al centre i matricial. Per a una lectura delimitada sobre zones concretes fem servir la lectura central, en la qual el fotòmetre capta la llum d'àrees molt concretes. Mellado recomana seleccionar la zona més brillant que volem reproduir amb detall (correspon a la zona 7 de la gradació de zones d'Ansel Adams) i sobreexposar dos diafragmes perquè la corba acabi just en el punt màxim de les llums altes a l'histograma.

Mellado planteja també un altre mètode, que denomina passiu, i el contraposa a l'anterior, que defineix com a actiu. Consisteix a disparar, observar l'histograma i sobreexposar o subexposar en passos successius fins a aconseguir que l'exposició se situï a la zona de les llums altes. És un mètode que no presenta més problemes que la inversió de temps i la despesa de bateria.

Una forma de treball que resulta pràctica també quan la càmera disposa de controls de subexposició i sobreexposició és partir de la lectura de la càmera, observar l'histograma i incrementar o reduir passos de subexposició o sobreexposició en funció de com volem exposar la imatge.

Finalment, hi ha una altra opció. Si la subexposició té la funció de llums altes², es mostren sobre la pantalla del visor llampades parpellejants que indiquen les zones en les quals els píxels han sobrepassat el màxim de llum i són ja blanc sense detall. Mitjançant aquest mètode, es tracta de disparar al màxim de lluminositat arribant fins a un punt abans del qual apareguin els indicadors de llums altes. En el fons es tracta del mateix mètode que en el cas anterior, però substituint la visualització de l'histograma per la funció de llums altes.

Lectura recomanada

Sobre els modes de lectura, podeu veure l'obra de J. M. Mellado (2006) *Fotografia digital de alta calidad*. Barcelona: Artual.

⁽²⁾Aquesta denominació de la funció pot variar d'una marca a l'altra.

La funció llums altes d'algunes càmeres

Mitjançant la funció Llums altes, les zones cremades queden ressaltades d'alguna manera. Aquest exemple correspon a una captura de pantalla en un revelador de RAW. La mateixa imatge en el visor de la càmera amb l'indicador de llums altes activat, mostra, amb una intermitència entre blanc i negre, la zona cremada que aquí visualitzem en vermell.



4. Les imatges HDR

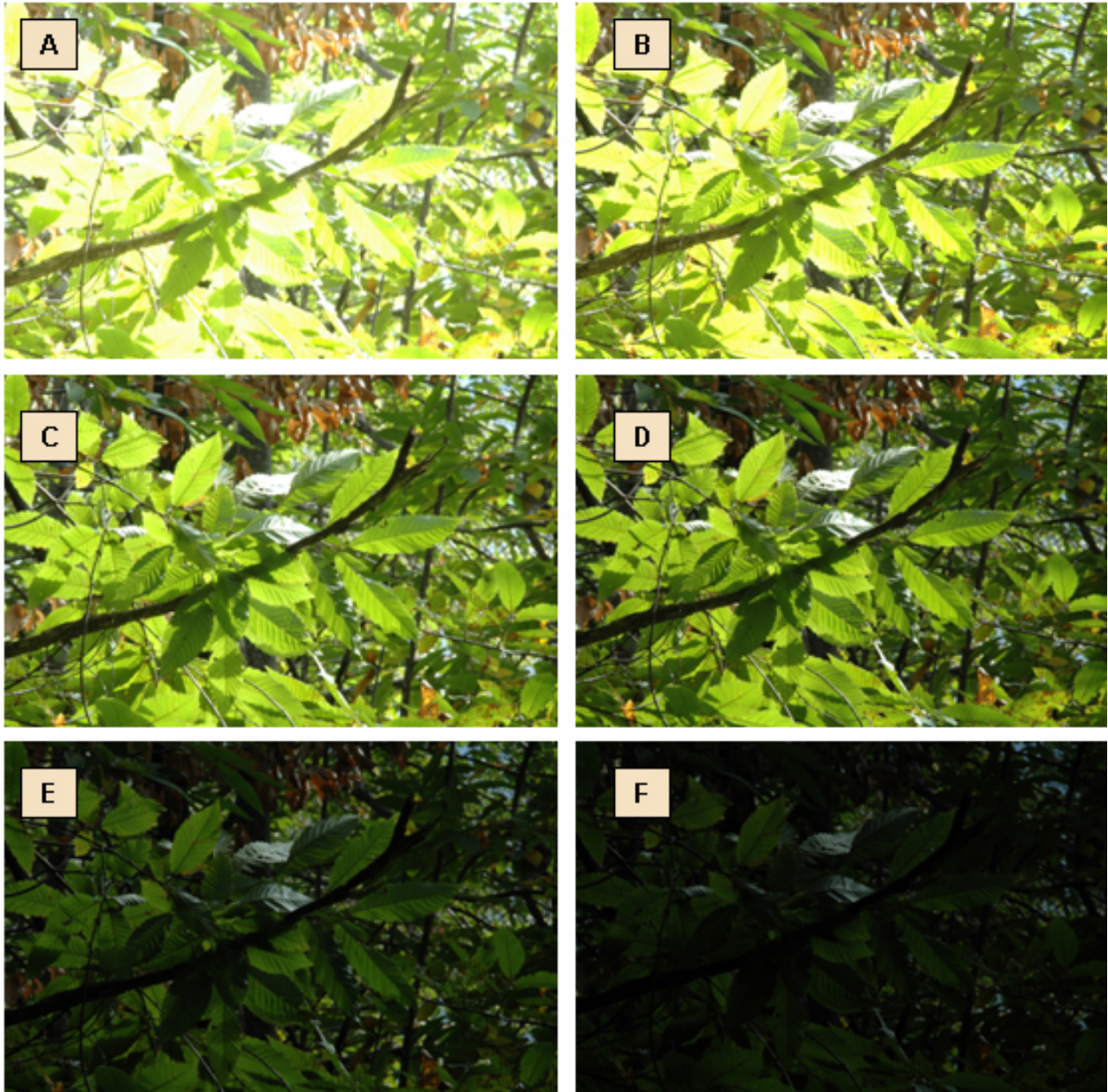
Més enllà dels 16 bits, algunes versions de programari com el Photoshop permeten també un tractament a 32 bits. Són les denominades imatges d'alt rang dinàmic. En la realització d'aquestes imatges es posen en joc necessitats i requisits amb metodologies de treball que recorden el procés lent i minucios que seguia Ansel Adams per a captar els paisatges mítics de la seva obra. Les imatges d'alt rang dinàmic es construeixen a partir de sèries de fotografies que captin un mateix motiu, amb ventalls que van des de sis o set diafragmes de subexposició fins al mateix nombre de diafragmes de sobreexposició. El trípod és imprescindible per a aconseguir que no hi hagi més canvis als fotogrames que els derivats dels canvis de velocitat d'obturació. No és possible aplicar el procediment a subjectes en moviment. Les sèries resultants es combinen en arxius de 32 bits i permeten obtenir rangs dinàmics amb valors clarament superiors als procediments basats en exposició d'un únic arxiu amb posterior tractament mitjançant eines d'ajust de la gamma.

HDR correspon a les inicials de *high dynamic range*, és a dir, **imatges d'alt rang dinàmic**; són imatges amb una capacitat de reproduir detall en una escala de zones superior a l'habitual. Si, com hem comentat, un sensor pot tenir un rang dinàmic de 6, una imatge HDR pot presentar un rang dinàmic superior a 10.

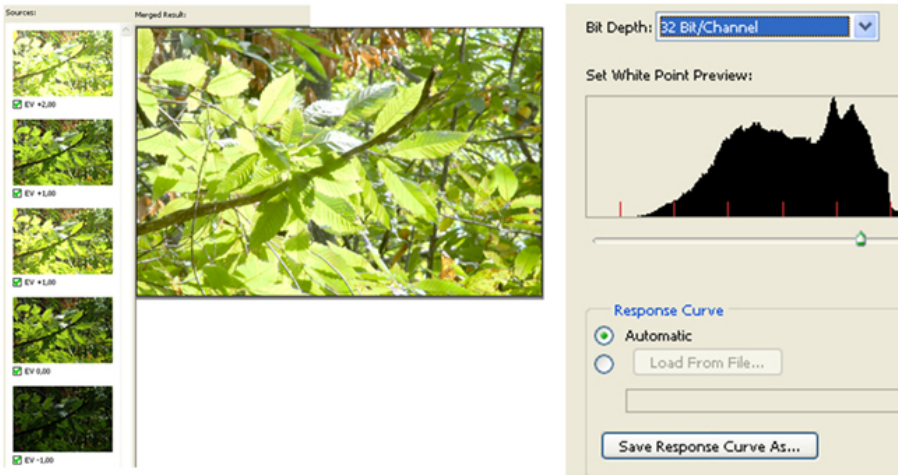
Es tracta d'un procediment incorporat al Photoshop des de la versió CS2 i consisteix en una imatge a 32 bits. Per a la seva realització es prenen sèries de fotografies estàtiques d'un tema, de manera que entre l'una i l'altra hi hagi un o dos punts de diferència de llum. Posteriorment, la sèrie de fotografies s'obre en l'aplicació i es duen a terme ajustos en la gamma amb eines com Nivells o Corbes.

Les prestacions que requerim del processador, memòria RAM de l'equip i rendiment de la targeta gràfica, són elevades. Treballar a 32 bits amb sèries de potser 8 o 10 fotografies captades en plena resolució i probablement en format RAW no és gens trivial. Però si resollem els problemes tecnològics, les imatges d'alt rang dinàmic poden resultar de gran interès i poden mostrar detall en una extensa gamma de zones.

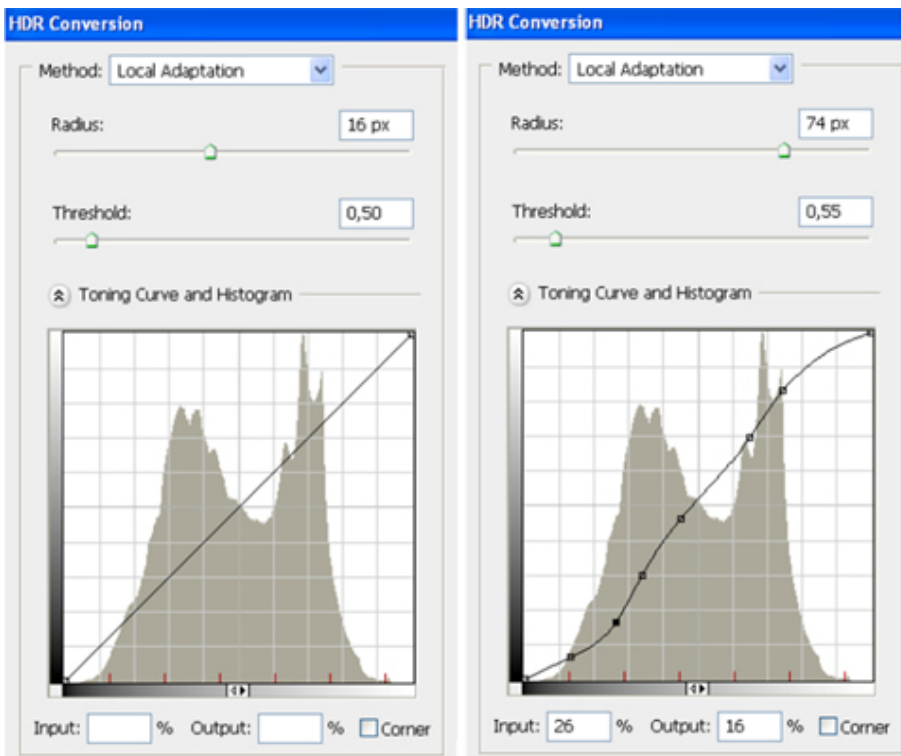
Per a fer fotografies en HDR cal captar sèries d'imatges amb increments progressius de l'exposició. És preferible modificar la velocitat d'obturació i mantenir fix el diafragma per a evitar possibles problemes amb la profunditat de camp. En la sèrie següent s'han captat les fotos amb increments d'1 punt, variant la velocitat d'obturació.



Tot seguit s'obren les imatges al Photoshop mitjançant la instrucció d'automatització de combinar per a HDR. En pantalla es mostra la sèrie de fotografies d'origen i una imatge prèvia de la composició.



En el pas següent, escollim un mètode de conversió per a les imatges. A l'histograma apareixen els nivells del rang dinàmic disponibles. El quadre de diàleg per a editar és similar al de Corbes. Duem a terme els ajustos de manera selectiva en cada zona.



Exportem el resultat com a arxiu gràfic:

