



White Paper sulla gestione del colore 3  
Spazi e conversione dei colori

Nei white paper precedenti, abbiamo visto che la rappresentazione dei colori non è assoluta poiché dipende in primo luogo dal tipo di periferica usata. Le prestazioni dei sistemi di gestione dei colori dipendono, tra le altre cose, dall’affidabilità dei modelli o spazi dei colori che sono un requisito essenziale per garantire la corrispondenza esatta e prevedibile tra i colori rappresentati sui vari tipi di periferiche, ossia le periferiche RGB (monitor, fotocamere e scanner) e CMYK (stampanti, plotter e altre periferiche di output).

Le tecnologie di conversione assicurano la corrispondenza tra gli spazi dei colori usati dalle singole periferiche grazie all’uso di processi di conversione avanzati.

## Modelli di colori

I modelli di colori sono modelli matematici astratti che descrivono la modalità in cui i colori vengono rappresentati a gruppi, generalmente costituiti da tre o quattro valori o componenti colore. RGB e CMYK sono i modelli di colori più ampiamente usati. Essendo astrazioni, i modelli di colori devono necessariamente utilizzare una scala o un riferimento per la definizione dei singoli colori. In assenza di una correlazione a uno spazio di colori assoluto, tali modelli sono più o meno equivalenti a sistemi di colori arbitrari non direttamente associati ai requisiti di applicazioni specifiche.

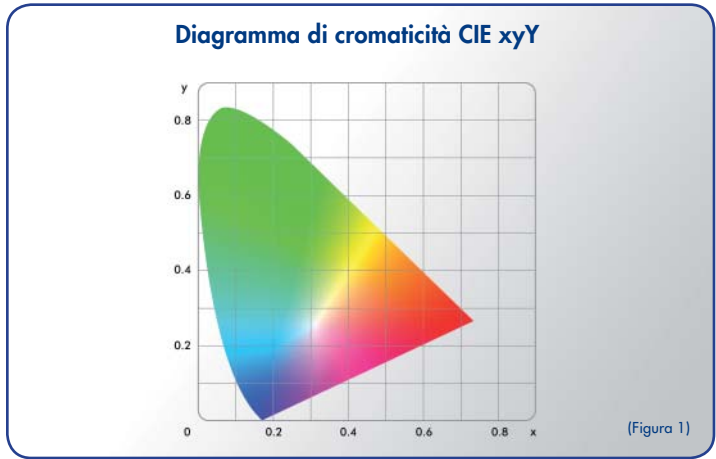
**Modelli di colori CIE**  
Per consentire una comprensione più approfondita dei colori, CIE (International Commission on Illumination), l’ente internazionale responsabile della definizione dei requisiti per la luce, l’illuminazione e gli spazi dei colori ha definito, negli anni ’30, una serie di standard per gli spazi dei colori dello spettro visibile. Tali standard avevano lo scopo di permettere il confronto tra i diversi spazi dei colori percepiti dagli osservatori e dalle periferiche.

CIE ha effettuato una serie di test su più persone per stabilire le caratteristiche visive medie di un “osservatore standard” nonché le sue reazioni a singoli colori. Poiché l’occhio umano dispone di tre tipi di sensori sensibili a intervalli di lunghezza d’onda diverse, i colori percepiti possono essere rappresentati su un grafico come un elemento tridimensionale.

**CIE-XYZ**  
CIE ha sviluppato il cosiddetto “sistema dei colori XYZ”, chiamato anche “sistema dei colori standard”. Questo sistema viene tuttora usato per definire i colori percepiti dall’occhio umano e come riferimento per gli altri spazi dei colori. Al pari del modello RGB basato sulla somma di tre colori principali, il modello CIE-XYZ utilizza 3 colori principali immaginari definiti in base allo spettro, ossia X, Y e Z che rappresentano il colore (onde elettromagnetiche) che può essere combinato per descrivere tutti i colori percepiti “dall’osservatore standard”.

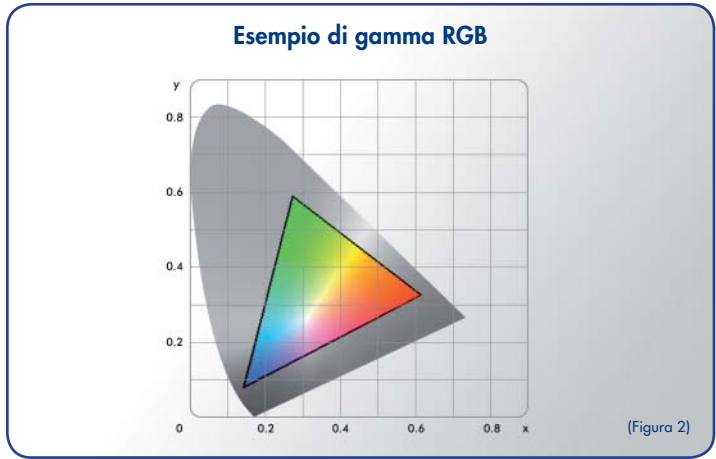
**CIE xyY**  
Per consentire una rappresentazione corretta di una figura tridimensionale su un foglio bidimensionale, CIE ha convertito lo spazio dei colori tridimensionale in due dimensioni di colori artificiali (genericamente chiamati cromaticità) e in un’intensità. Quindi, ha

acquisito una sezione bidimensionale di questo spazio nel punto corrispondente alla massima intensità. Tale sezione rappresenta il cosiddetto diagramma di cromaticità, chiamato anche “Diagramma della cromaticità xyY CIE” (Figura 1).



I colori rappresentati variano a seconda dello spazio dei colori della periferica usata per visualizzare le immagini. La gamma di tutti i colori visibili sul grafico CIE è rappresentata da una figura a forma di lingua. Il bordo curvo corrisponde ai colori dello spettro visibile, mentre quello lineare (rappresentato dalla linea viola) corrisponde alle tonalità di viola non comprese nello spettro. I colori meno saturi si trovano all’interno della figura, con il bianco al centro.

La gamma viene normalmente rappresentata come un’area del Diagramma della cromaticità CIE 1931 mostrato nella Figura 2. Il bordo curvo rappresenta i colori monocromatici. Le aree della gamma hanno generalmente una forma rettangolare poiché i colori vengono solitamente rappresentati usando i tre colori principali.



Il diagramma della cromaticità permette di determinare la reazione alla luce dell’occhio umano entro un dato spettro, ma non può essere usato per specificare i colori degli oggetti (o degli inchiostri di stampa) poiché la cromaticità misurata durante l’osservazione di un oggetto è influenzata anche dalla sorgente luminosa. Le sezioni tagliate corrispondenti alle lunghezze d’onda corte e lunghe rappresentate nel diagramma vengono scelte arbitrariamente, poiché anche se l’occhio umano è

effettivamente in grado di vedere la luce con lunghezze d’onda fino a 810 nm, la sensibilità è migliaia di volte inferiore rispetto a quella con cui l’occhio umano percepisce la luce verde.

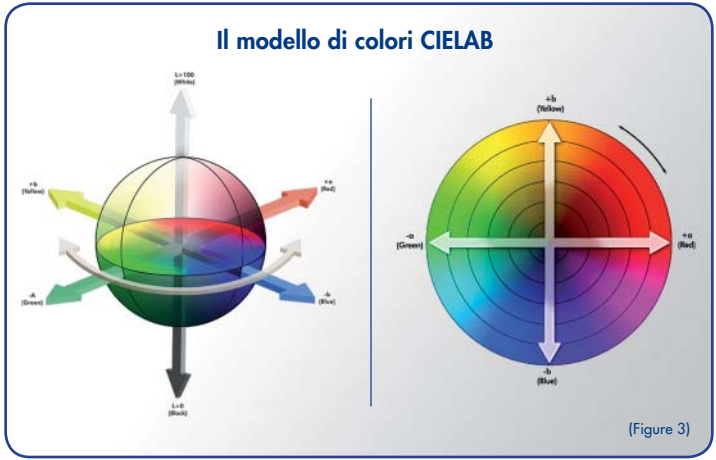
**Il modello di colori CIELAB (L\*a\*b\*)**  
Questo modello di colori (Figura 3) è stato sviluppato da CIE nel 1976 per migliorare la rappresentazione dei colori. Rappresenta il modello di colori più completo convenzionalmente usato per descrivere tutti i colori visibili all’occhio umano. In sostanza si tratta di uno spazio di colori tridimensionale in cui le differenze di colore vengono percepite come di uguale entità ed equamente distanziate. Questa differenza può essere espressa in delta-E (DE).

*Delta-E è la descrizione matematica della distanza tra due colori, quindi fornisce un’indicazione sia della tonalità che delle variazioni di densità. Per calcolare il valore delta-E di due colori, è necessario usare i rispettivi valori L\*a\*b\*. Delta-E è la distanza tra due punti nello spazio dei colori L\*a\*b\*.*

*Vale però la pena ricordare che un osservatore medio è in grado di percepire solo differenze superiori a valori 5-6 delta-E, poiché quelle nell’ordine di valori 3-4 delta-E richiedono molto allenamento. Tuttavia, poiché l’occhio umano è molto più sensibile alle variazioni dei livelli di grigio e delle tonalità medie, è possibile che sia in grado di notare una differenza pari a 0,5 delta-E.*

Ciascun colore può essere definito in modo preciso tramite i suoi valori “a” e “b” specifici e la sua luminosità (“L”). I tre parametri del modello rappresentano la luminanza del colore (“L”, il cui valore minimo corrisponde al nero), la sua posizione tra il rosso e il verde (“a”, il cui valore minimo corrisponde al verde) e la sua posizione tra il giallo e il blu (“b”, il cui valore minimo corrisponde al blu), scalati rispetto al punto di bianco di riferimento.

Il vantaggio di questo spazio di colori deriva dal fatto che non è legato ad alcun tipo di periferica e può quindi essere considerato oggettivo. Le stesse combinazioni di valori a, b e L descrivono esattamente sempre lo stesso colore. Per questo motivo, il modello CIELAB viene generalmente usato come riferimento per il processo di conversione dei colori dei sistemi ICC.

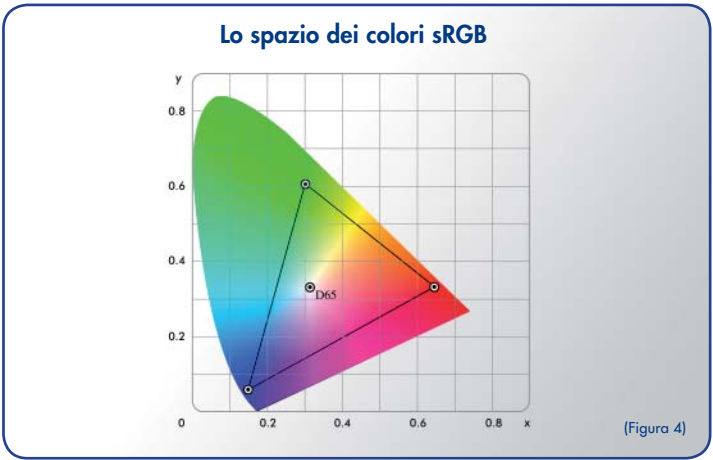


## Spazi dei colori

Gli spazi dei colori derivano dai modelli di colore e forniscono ulteriori informazioni sulla scala o sul riferimento. Gli spazi dei colori sRGB o Adobe RGB (1998) definiscono entrambi una scala che rende possibile la rappresentazione dei colori. Entrambi derivano dal modello dei colori RGB e offrono una rappresentazione geometrica tridimensionale quantitativamente misurabile dei colori che possono essere visualizzati o generati tramite il modello dei colori RGB.

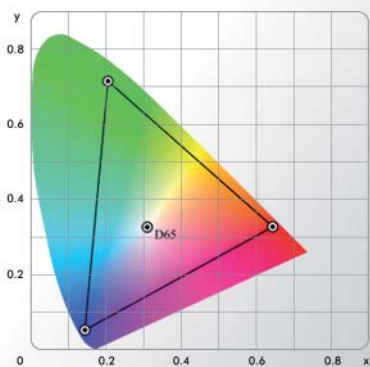
**Spazio dei colori sRGB**  
Lo spazio dei colori sRGB o RGB (Red Green Blue/Rosso Verde Blu) standard è uno spazio di colori RGB creato da Hewlett-Packard e Microsoft e adottato da molti dei principali produttori (Figura 4). Questo spazio di colori definisce i colori principali rosso, verde e blu come colori in cui uno dei tre canali è impostato sul valore massimo (255), mentre gli altri 2 sono impostati a zero, con un valore di gamma pari a 2,2. Lo spazio dei colori sRGB fu inizialmente creato per i monitor CRT (nel 1996) e viene generalmente usato per le immagini destinate alla visualizzazione sul Web.

Il punto di forza dello spazio dei colori sRGB deriva dalla sua ampia diffusione in ambiente grafico, dove è diventato lo spazio di colori di riferimento sia per i professionisti che per Windows. Ciò nonostante, i professionisti tendono spesso a criticarlo per la sua gamma di colori limitata. Alcuni colori visibili, compresi alcuni dei colori che possono essere rappresentati con il modello CMYK, non possono essere infatti riprodotti con il modello sRGB.



**Spazio dei colori Adobe RGB (RGB 1998)**  
Lo spazio dei colori Adobe RGB è stato sviluppato da Adobe Systems nel 1998 allo scopo di includere la maggior parte dei colori che potevano essere riprodotti sulle stampanti a colori CMYK. Tuttavia, questo spazio di colori deve essere usato con periferiche, come i monitor, che utilizzano i colori RGB. Lo spazio dei colori Adobe RGB comprende approssimativamente il 50% dei colori visibili specificati nello spazio dei colori sRGB, perché comprende un maggior numero di tonalità di ciano-verde. Gli spazi e i modelli dei colori sono molto importanti per la gestione dei colori e vengono usati nei processi di conversione dei colori illustrati nella Figura 5.

### Lo spazio dei colori Adobe RGB 1998



(Figura 5)

- L'intento del rendering, che definisce la modalità utilizzata dal modulo CMM (Color Matching Module) per gestire i colori fuori gamma durante le conversioni tra più spazi di colori. La specifica ICC definisce quattro intenti di rendering - percettivo, colorimetrico relativo, saturazione e colorimetrico assoluto - a seconda del concetto di associazione della gamma.

Il White Paper n. 4 di LaCie relativo alla gestione del colore spiega in dettaglio le modalità operative di questi elementi nel flusso di lavoro di gestione dei colori.

## Conversione dei colori

Un sistema di gestione dei colori (CMS) ideale deve essere compatibile con tutti i sistemi operativi e i pacchetti software, indipendentemente dal tipo di periferica usata. Tuttavia, le differenze nella rappresentazione dei colori rendono necessario l'uso di vari meccanismi di conversione. Inoltre, per ottenere una conversione precisa, è necessario utilizzare una serie di riferimenti indipendenti da periferiche e piattaforme specifiche. Gli spazi di colori CIELAB e CIE XYZ sono elementi chiave di questo processo.

Il sistema multipiattaforma e basato su standard aperti più comunemente usato oggi è stato definito da ICC (International Color Consortium), un'organizzazione di settore creata nel 1993 da otto aziende leader. Apple ColorSync per Mac OS X e ICM per Windows sono esempi di sistemi per la gestione dei colori conformi con ICC.

Questo sistema è basato sui seguenti elementi:

- Un modulo di abbinamento dei colori (CMM), ossia un software incorporato nel software per la grafica, il sistema operativo e/o il driver hardware. Le tabelle degli indirizzi CMM di ciascun profilo specificano le modalità per la conversione dei colori. Ciascun profilo contiene più tabelle che consentono di convertire lo spazio dei colori delle singole periferiche in uno spazio dei colori di riferimento, detto anche PCS (Profile Connection Space).
- Uno spazio dei colori di riferimento o PCS (Profile Connection Space), che rappresenta lo spazio di riferimento standard usato per la conversione dei dati dei colori. Lo spazio PCS può essere uno spazio di colori  $L^*a^*b^*$  o CIE XYZ.
- I profili dei colori (profili ICC), che descrivono la modalità di riproduzione dei colori usata dalle singole periferiche. In pratica, i profili dei colori descrivono lo spazio dei colori della periferica al sistema di gestione del colore. I profili possono essere ottenuti eseguendo la calibrazione oppure creando profili ICC specifici con strumenti compatibili (come LaCie Blue eye pro per i monitor LaCie). I profili possono essere incorporati in un documento oppure caricati in un'applicazione.

"LaCie continua a essere uno dei leader nel settore dei monitor a colori, caratterizzati da una combinazione di caratteristiche progettuali innovative e di design accattivanti ed eleganti. Con sedi negli Stati Uniti, in Europa e in Giappone, LaCie è il principale produttore di periferiche compatibili con PC e Mac, che comprende anche la nuova generazione di monitor LCD a colori. Grazie alla sua capacità di fornire strumenti rivoluzionari per contenuti multimediali, LaCie anticipa le esigenze di professionisti quali grafici, fotografi e produttori di film che hanno la necessità di disporre di soluzioni valide e pratiche per una gestione precisa dei colori."



LaCie • 22985 NW Evergreen Parkway, Hillsboro, OR 97124 STATI UNITI  
LaCie Group • 17 rue Ampère 91349 Massy Cedex FRANCIA