

La colorimetria – Il sistema
CIE 1931

La colorimetria – Il sistema CIE 1931

Introduzione

La misurazione di un colore è in linea di principio nient'altro che una visione dei colori standardizzata. I due fattori luce e osservatore sono normati.

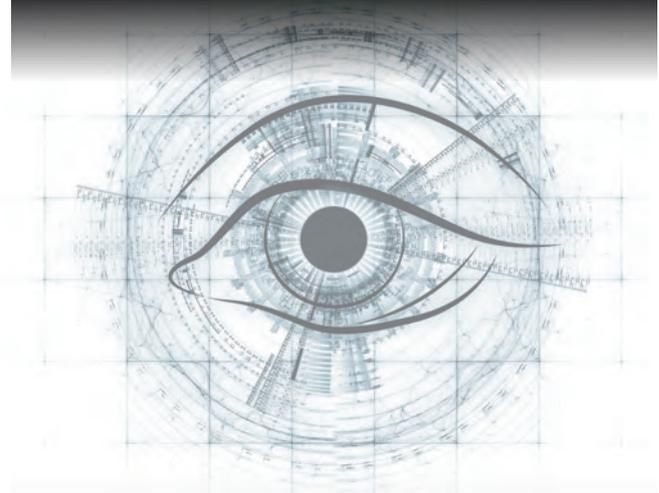
La base scientifica per la colorimetria si basa sull'esistenza di 3 diversi gruppi di segnali (valenze primarie blu, verde, rosso) che vengono inoltrate dall'occhio dell'osservatore. Il punto di partenza per la trasmissione in un sistema normato è la sensibilità dei coni S, M ed L. Le sensibilità, riferite alle lunghezza d'onda, oggi sono note. La CIE, la Commission Internationale de l'Éclairage (Commissione internazionale per l'illuminazione), nel 1931 ha stabilito quale base per un sistema colorimetrico internazionale tre (facilmente realizzabili) colori spettrali quali valenze primarie, e precisamente rosso R = 700,0 nm, verde G = 546,1 nm e blu B = 435,8 nm.

La sensibilità dei coni tuttavia dipende anche dall'angolo di osservazione. La normazione avvenne con il concetto di Osservatore Standard CIE. L'osservatore standard è, come l'illuminante standard, una tabella di valori numerici che rappresentano un "osservatore standard medio umano". Le percezioni cromatiche non sono specifiche per un singolo osservatore.

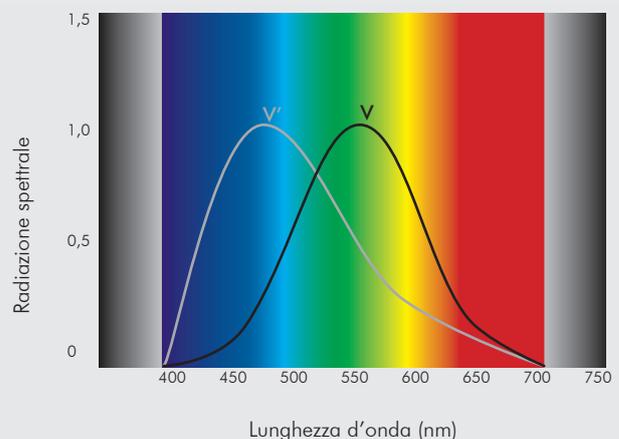
Il grado di sensibilità dell'occhio umano – La luminosità

Nell'area visibile dello spettro elettromagnetico (400 nm – 700 nm) l'occhio umano percepisce le stesse radianze spettrali di diverse lunghezze d'onda con livelli di luminosità differenti. Tale fattore spettrale di visibilità dell'occhio è stato misurato e standardizzato dalla CIE (Commissione internazionale per l'illuminazione) per l'osservatore standard. La curva $V(\lambda)$ si applica alla visione della luminosità (visione fotopica), quando i coni sulla retina sono attivi. I valori per il fattore spettrale di visibilità per la visione diurna sono stati elencati nel 1923 dalla CIE e nel 1924 acquisiti con l'esecuzione di calcoli colorimetrici.

La curva $V'(\lambda)$ si applica alla visione scotopica nella quale sono i bastoncelli a essere chiamati a operare quali recettori attivi. I valori del fattore spettrale di visibilità per la visione notturna sono stati raccolti in uno standard nel 1951 dalla CIE. Nello spazio di luminanza tra la visione diurna e la visione notturna, l'area mesopica (visione crepuscolare), la curva di sensibilità spettrale si sposta con luminanze di adattamento sempre più piccole anche verso lunghezze d'onda più corte.



Fattore di visibilità dell'occhio



Curva $V\lambda$ = visione fotopica / giorno = (CIE 1924)
Curva $V'\lambda$ = visione scotopica / notte = (CIE 1951)

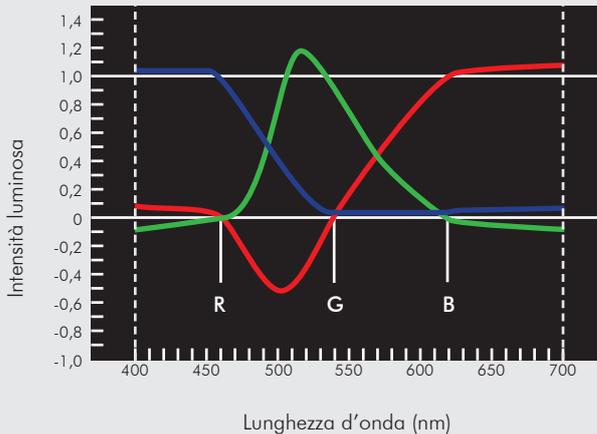
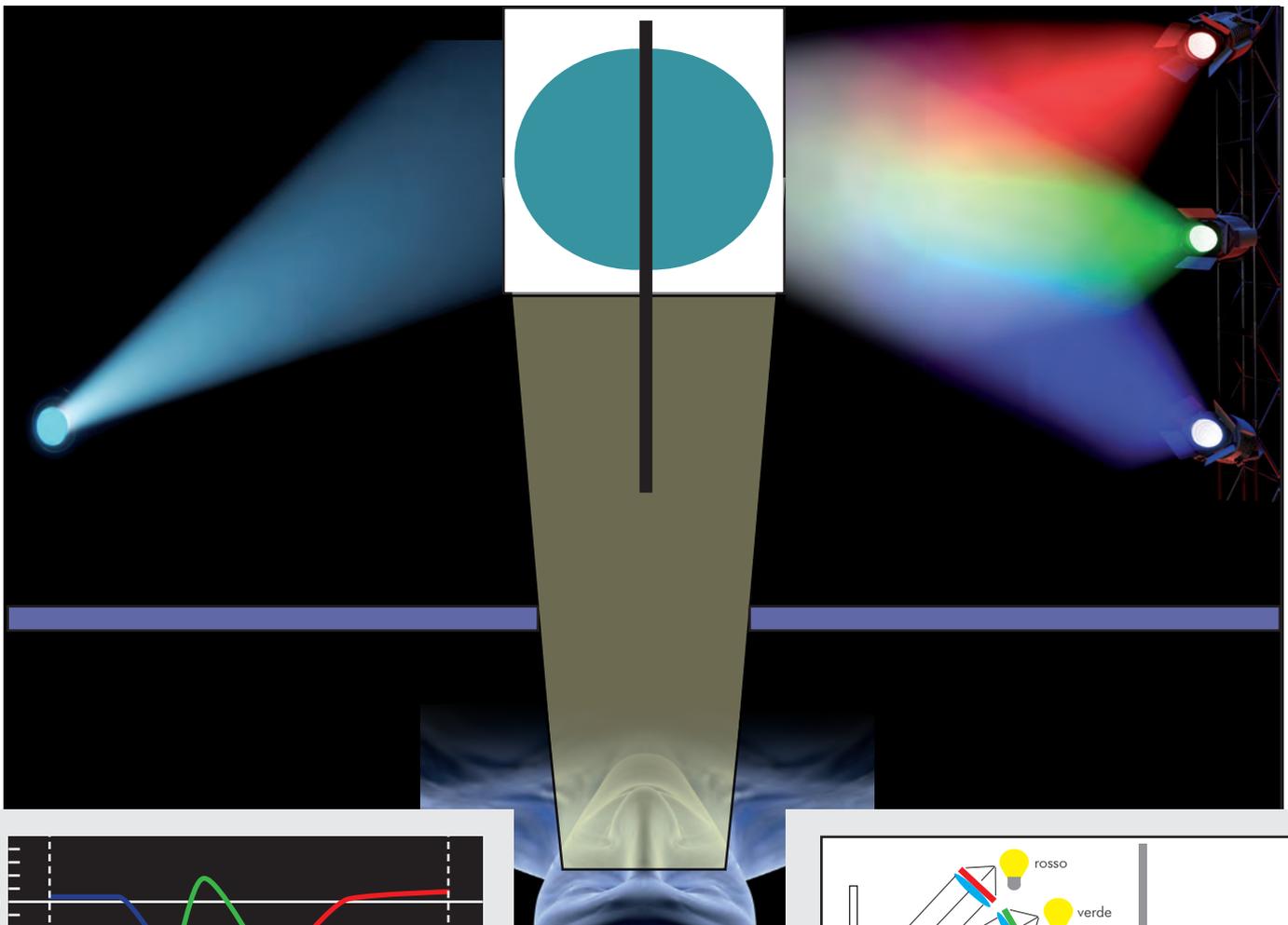
Percezione dello stimolo cromatico dell'osservatore umano

Per la definizione di un "osservatore standard" quale base per tutte le misurazioni e i calcoli di colorimetria sono stati condotti esperimenti con osservatori umani normovedenti.

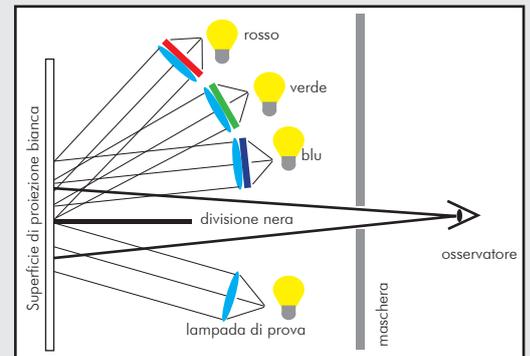
In questi esperimenti è stato utilizzato uno schermo diviso. Su un lato è stato proiettato un determinato colore, e sull'altro lato tre raggi di luce nei colori luminosi blu, verde e rosso. L'osservatore doveva riprodurre l'impressione cromatica del primo colore tramite modifiche della luminosità delle tre sorgenti di luce (teoria dei tre colori). Sono state annotate in una tabella la quantità della radiazione per ogni variazione delle tre sorgenti di luce

primarie e ogni variazione della luce di prova per ogni lunghezza d'onda. L'intera area degli stimoli cromatici percepibili dall'uomo ha quindi potuto essere registrata permettendo la registrazione numerica della visione dei colori.

Gli esperimenti più significativi per la determinazione della sensibilità tricromatica dell'occhio sono stati condotti nel 1928 da W. D. Wright e nel 1931 da J. Guild. Gli esperimenti di Wright e Guild hanno provato che i valori numerici variavano leggermente perché le sorgenti di luce primarie erano leggermente spostate. Questi esperimenti della mescolanza cromatica additiva confermarono la teoria dei tre componenti di Young.



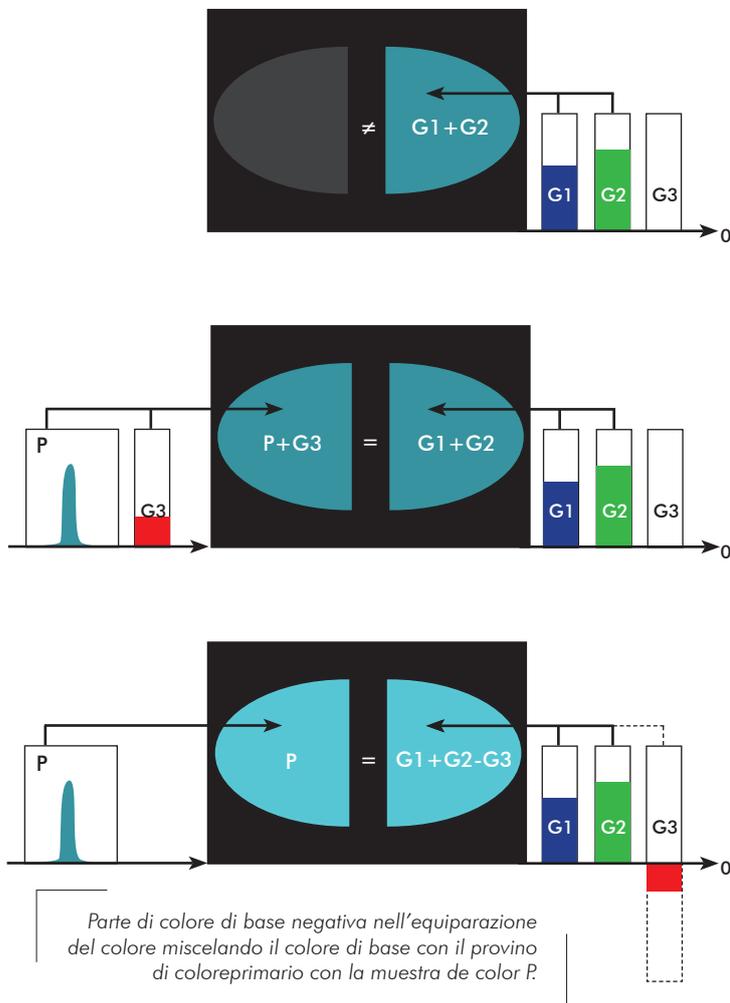
Esperimento della mescolanza additiva di radiazione



L'osservatore standard a 2° – CIE31

Negli esperimenti sulla mescolanza additiva si è dimostrato che con le tre valenze primarie RGB della CIE non è possibile creare tutti i colori reali. A volte è stato necessario mescolare il provino di colore con uno dei tre colori di base per ottenere una corrispondenza con la mescolanza dai restanti due colori di base. Ciò significa che determinati colori si possono ottenere mescolando i tre colori di base solo quando un colore di base apporta una "parte negativa". Per alcuni colori spettrali i valori di un indice cromatico dovevano quindi essere negativi.

In ragione di queste limitazioni, nel 1931 i tre indici immaginari e arbitrari della CIE X, Y e Z sono stati definiti quali valenze primarie, selezionati dal punto di vista della comoda valutazione colorimetrica. Con questi indici



$P + G3 = G1 + G2$
corrisponde a
 $P = G1 + G2 - G3$

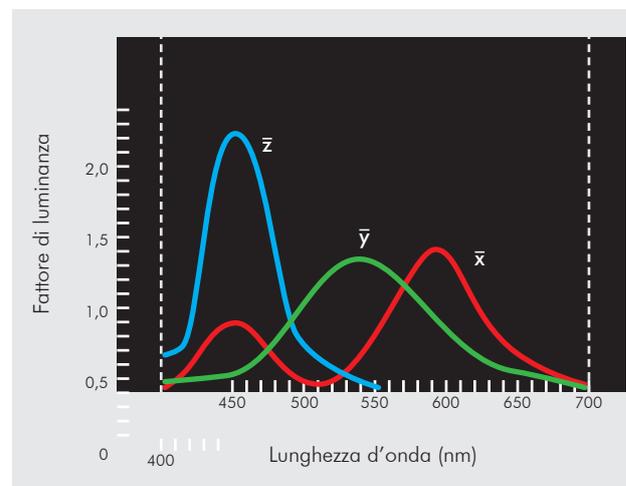
P ... Provino, G1, G2, G3 ... tre colori di base

è possibile rappresentare tutti i colori reali tramite la mescolanza additiva. Questi indici si chiamano "componenti tricromatiche CIE", lo spazio colore viene chiamato "spazio colore XYZ CIE".

La trasformazione delle valenze primarie RGB nelle valenze primarie XYZ è avvenuta con le seguenti caratteristiche:

- I valori negativi nelle equazioni hanno dovuto essere eliminati (i valori negativi a quel tempo erano estremamente difficili da elaborare elettronicamente)
- Definizione di un nuovo sistema con tre valenze primarie "immaginarie" \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} in modo tale che il luogo spettrale rientrasse in un triangolo che viene definito da queste tre valenze primarie
- La funzione \bar{y} è stata selezionata e calcolata in modo che corrispondesse alla funzione della sensibilità alla luminosità $V(\lambda)$ (CIE 1924) e quindi fosse possibile semplificare i calcoli
- La funzione \bar{z} è stata equiparata a zero per la maggior parte dello spettro visibile per semplificare anche in questo caso i calcoli
- I calcoli sono stati effettuati per una sorgente luminosa con la stessa radiazione e per l'intero spazio spettrale in modo tale che le superfici delle funzioni \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} fossero uguali.

Le funzioni trovate vengono chiamate funzioni spettrali \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} CIE. Non sono vere e proprie funzioni in senso stretto; rappresentano l'osservatore standard medio.



Funzioni del valore spettrale \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} dell'osservatore standard a 2° (CIE31)

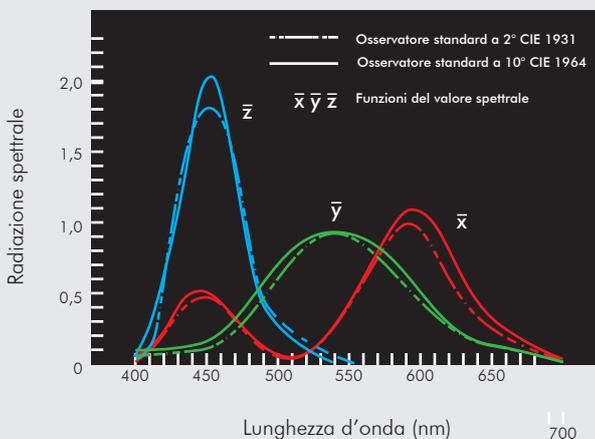
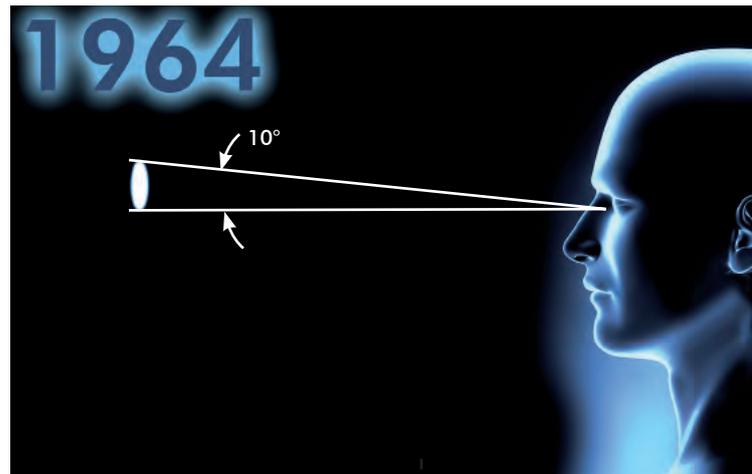
L'osservatore standard a 10° – CIE64

Perché il tipo di percezione umana possa confluire in un risultato di misurazione in modo controllato, è stato necessario definire uno standard per la visione umana. Tale visione normata è stata definita nei cosiddetti osservatori standard CIE.

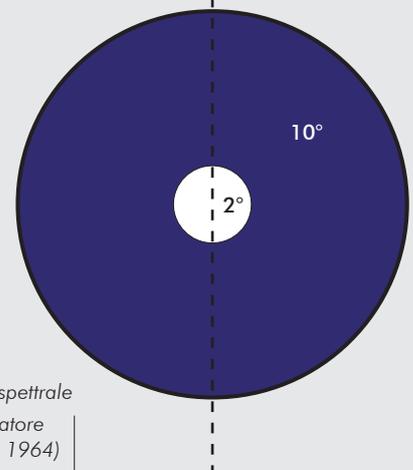
L'osservatore standard CIE31 o osservatore standard a 2° fa riferimento a un esperimento per la determinazione della sensibilità al colore media dell'osservatore umano. È stato osservato che l'uomo percepisce i colori nel modo più preciso quando colpiscono l'occhio nella zona della visione più acuta (fovea, macchia lutea). Nel caso della normale distanza di osservazione da un provino di colore tale area si discosta di circa 2° dall'asse ottico dell'occhio. Di conseguenza è stato stabilito che l'angolo al quale l'osservatore standard vede deve essere esattamente di 2°. Ciò corrisponde a un campo visivo della grandezza di una moneta da 1 euro quando la si tiene davanti a sé estendendo il braccio.

Il campo visivo normale della percezione umana tuttavia è più grande di quest'area di 2°. Inoltre Jacobsen (1948) e Judd (1949) hanno dimostrato che i calcoli colorimetrici sulla base dell'angolo di 2° non corrispondevano bene alle effettive osservazioni nell'area delle lunghezze d'onda corte (in particolare per il violetto). Di conseguenza nel 1960 la CIE propose un altro angolo di osservazione standard, l'osservatore standard a 10°. Questo corrisponde a un campo visivo della grandezza di un foglio DIN A4 alla normale distanza di osservazione di 30 cm. Le funzioni dei valori spettrali \bar{x}_{10} , \bar{y}_{10} , \bar{z}_{10} di questo nuovo osservatore standard sono state normate nel 1964 dalla CIE.

The field of vision of 2° standard observer corresponds to the size of a coin of 1 Euro that you hold with an outstretched arm in front of you.



Funzioni del valore spettrale \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} dell'osservatore standard a 10° (CIE 1964)



Observador colorimétrico estándar CIE 1964 (10°) \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} - Funciones colorimétricas

Calcoli colorimetrici dei componenti tricromatici standard XYZ del sistema CIE 1931

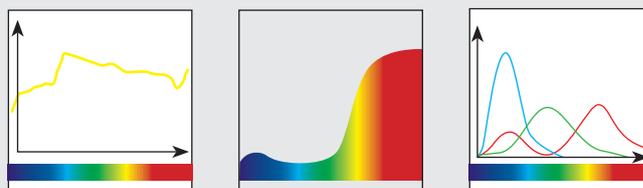
Utilizzando le funzioni dei valori spettrali standard \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} dell'osservatore standard la curva spettrale può essere trasformata in 3 valori, le cosiddette componenti tricromatiche standard XYZ. Con l'aiuto di queste componenti tricromatiche standard il colore di un oggetto o di una sorgente luminosa può essere determinato sulla base di tre indici.

Un esempio: Calcolo della componente tricromatica standard X di una valenza di colore. Inoltre si moltiplica

per ogni lunghezza d'onda dello spazio spettrale visibile il valore della funzione del valore spettrale x con il valore della prestazione di radiazione spettrale S di un illuminante standard alla stessa lunghezza d'onda. Questo calcolo viene effettuato per ogni ampiezza della lunghezza d'onda ($d\lambda$) nell'intero spazio spettrale (400 nm – 700 nm). Infine si calcola la somma del prodotto così calcolato per tutte le lunghezze d'onda (λ di 400 – 700 nm).

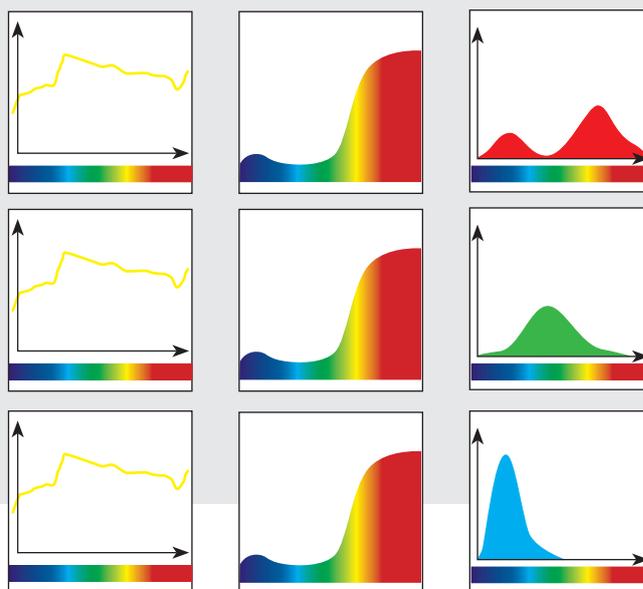


= percezione del colore



= descrizione colorimetrica

$$X = \sum_{400}^{700}$$



Per una classificazione univoca del colore abbiamo bisogno:

1. della ripartizione della radiazione dell'illuminante (E)
2. della remissione fisica dipendente dalla lunghezza d'onda / del grado di riflessione dell'oggetto (R)
3. delle valenze dell'osservatore / della funzione del valore spettrale dell'osservatore normale \bar{x}

Per il calcolo di una valenza cromatica di un oggetto colorato si equipara la radiazione $S(\lambda)$ al prodotto $E(\lambda) \cdot R(\lambda)$ per ogni lunghezza d'onda, cioè la radiazione della sorgente luminosa $E(\lambda)$ che illumina un oggetto, viene ridotta della percentuale del grado di riflessione di questo oggetto e per ogni scaglione di lunghezza d'onda a $(\Delta\lambda)$.

La formula matematica per la componente tricromatica standard X dell'oggetto colorato è dunque:

$$X = \sum_{400}^{700} E(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

Dove

E = la radiazione della sorgente luminosa (illuminante)

R = il grado di riflessione dell'oggetto

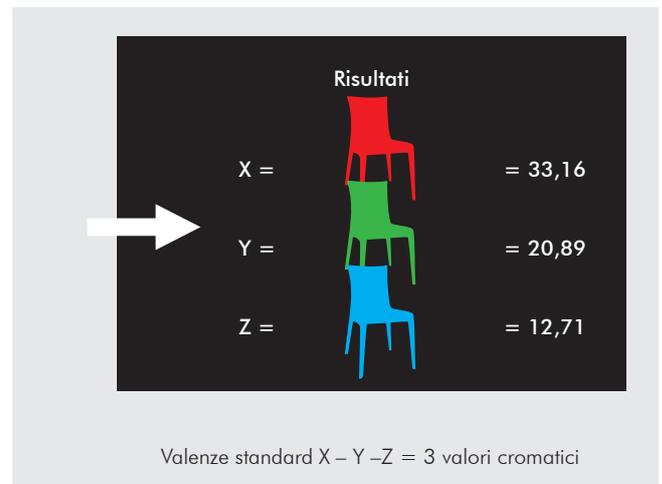
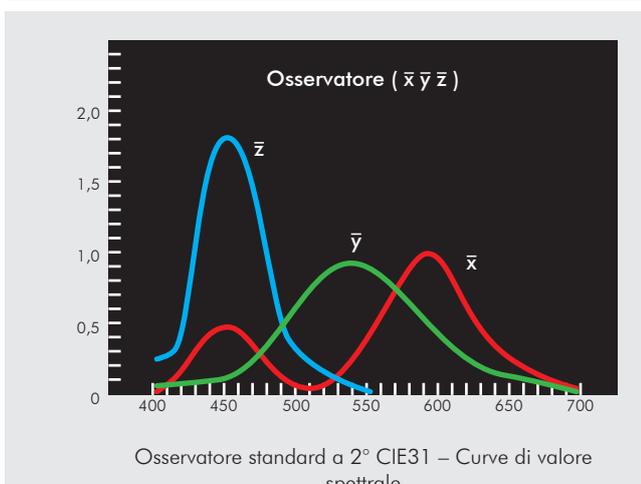
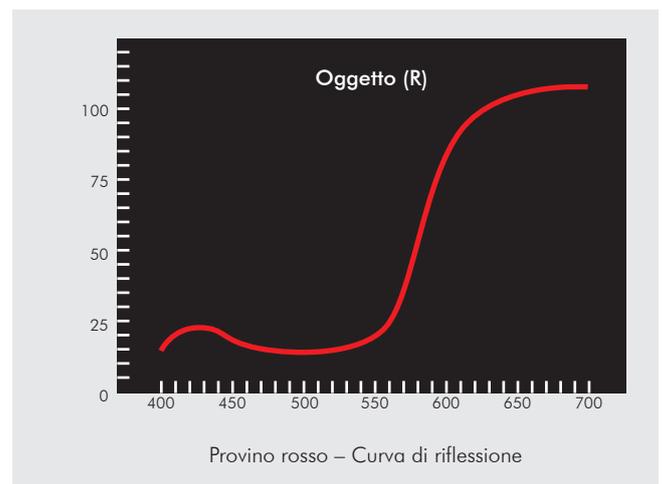
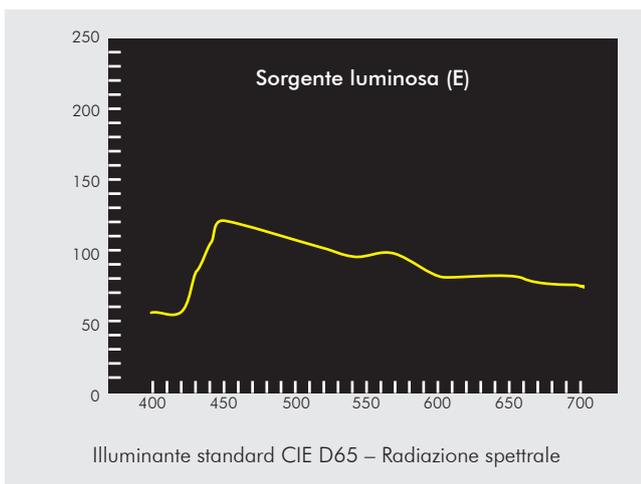
\bar{x} = la función colorimétrica del observador estándar

\bar{x} = la funzione spettrale dell'osservatore standard

λ = simbolo della lunghezza d'onda;

Se (λ) si trova dietro ad altri simboli significa che questi dipendono dalla lunghezza d'onda

Per il calcolo di Y e Z si procede nello stesso modo.



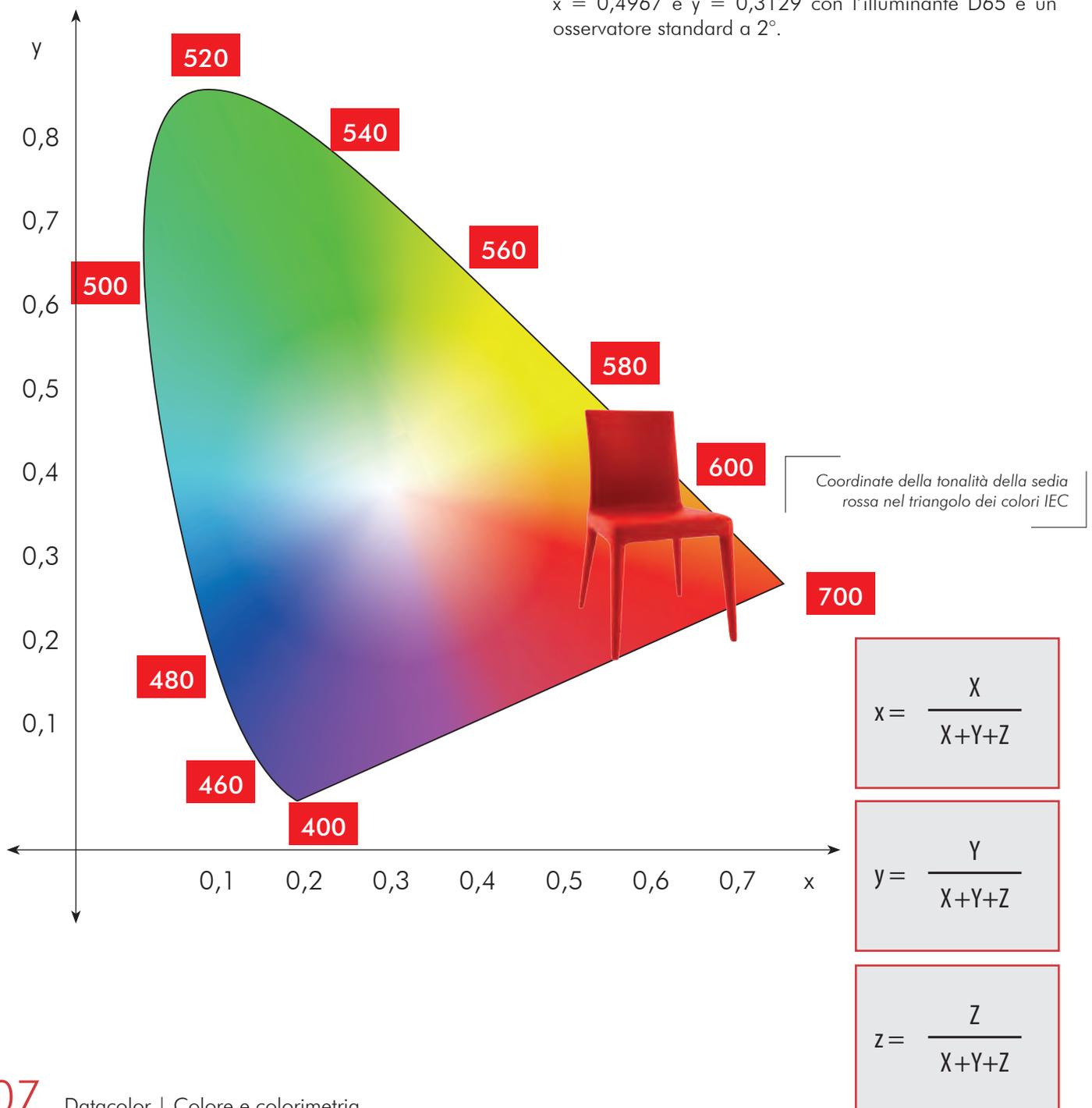
Radiazione spettrale (E) x fattori di riflessione (R) x funzioni del valore spettrale (x,y,z) = 3 componenti tricromatiche (X,Y,Z)

Il principio di calcolo per le componenti tricromatiche standard XYZ

Il diagramma colorimetrico secondo il sistema della valenza standard CIE31

Con l'aiuto delle componenti tricromatiche standard XYZ del sistema delle valenze standard CIE31 è possibile definire in modo estremamente preciso un colore. La correlazione con la valutazione visiva tuttavia spesso purtroppo è molto difficile. Anche se la componente tricromatica standard Y corrisponde relativamente bene alla sensibilità alla luminosità, i valori X e Z si riescono ad avvicinare solo con molta difficoltà ai criteri delle tinte e della saturazione della percezione visiva del colore.

Per poter rappresentare in modo più chiaro (per cromaticità) lo spazio colore tridimensionale percepito dall'osservatore, è stato sviluppato il diagramma colorimetrico standard CIE bidimensionale. Con l'aiuto di tale strumento le valenze cromatiche possono essere definite separatamente dalla luminosità. A tale scopo la CIE ha introdotto le cosiddette componenti tricromatiche standard x, y e z dove x e y vengono prese in considerazione per la definizione della cromaticità. La "x minuscola" è la componente relativa rossa e la "y minuscola" la componente relativa verde (z è superflua in quanto $z = 1 - x - y$). Per la scarpa nel nostro esempio le componenti tricromatiche sono come segue: $x = 0,4967$ e $y = 0,3129$ con l'illuminante D65 e un osservatore standard a 2°.



Per la rappresentazione grafica, la CIE propone un sistema di coordinate con x quale asse delle ascisse e y quale ordinata. Le componenti tricromatiche dei colori puri dello spettro visibile creano una curva concava nella forma di una "suola di scarpa". Questa viene chiamata luogo spettrale. Nello spazio interno della "suola di scarpa", anche detto triangolo del colore, sono rappresentati tutti i colori possibili (alla luce). Ogni punto di colore su questa superficie ha una cromaticità diversa. Le tinte verdi e blu si trovano nello spazio superiore del triangolo dei colori, le tinte del violetto sono in basso a sinistra e le tinte del rosso in basso a destra. La retta di connessione tra violetto e rosso si chiama retta della porpora (il porpora non è un colore spettrale!). Questa superficie chiusa contiene i luoghi di colore di tutti i tipi di colore reali.

Al centro della superficie si trova il punto acromatico neutro ($x=0,333$, $y=0,333$) di una sorgente luminosa con radiazione di pari energia, anche detto punto bianco. Il punto bianco varia a seconda dell'illuminante utilizzato in quanto ogni illuminante ha una composizione spettrale diversa. L'illuminante A (luce di lampadina a incandescenza) è nella zona molto più gialla / arancione rispetto agli altri illuminanti. L'illuminante D65 (luce diurna) è più bianco e si trova vicino allo spazio centrale.

Per la definizione e la classificazione più semplici di un colore nel diagramma colorimetrico standard CIE 31, invece delle componenti tricromatiche standard si può anche definire la lunghezza d'onda di pari tinta e la saturazione di un colore. Questo metodo permette la determinazione di un colore secondo la tinta e la saturazione, come nel caso della classificazione visiva. Questo è anche il vantaggio di questo metodo. La lunghezza d'onda di pari tinta è la lunghezza d'onda che corrisponde alla mescolanza additiva del colore in questione. Descrive la tinta del punto di colore puro. La saturazione è la quota percentuale del colore puro nella mescolanza. La saturazione più alta corrisponde a 1. Corrisponde al colore puro. Una saturazione pari a 0 corrisponde al colore dell'illuminante (luce bianca). La saturazione è maggiore nel luogo spettrale e minore nel punto acromatico centrale.

Conclusione - Osservazioni

In sintesi possiamo dire che il colore di un oggetto, ad esempio del provino rosso, si può determinare in modo univoco con l'aiuto del sistema colorimetrico standard CIE31 con riferimento a tre indici X, Y e Z e considerando l'illuminante standard e l'osservatore standard CIE31.

Il sistema colorimetrico standard CIE31 è la base scientifica della moderna colorimetria. Su questo sistema si basano tutti i lavori e le ricerche sullo sviluppo di nuove formule colorimetriche dal 1936 ad oggi. E nonostante permettesse la definizione estremamente precisa di un colore con riferimento a tre indici, ha continuato ad essere oggetto di numerosi studi e ottimizzazioni. Nei seguenti capitoli impareremo a conoscerne alcuni



Gli spazi colore

Generalità

La totalità di tutti gli stimoli cromatici che vengono percepiti dal senso della vista rappresenta uno spazio strutturato, cioè uno spazio di ampiezza infinita che contiene e racchiude tutti gli oggetti.

Gli spazi colore ci aiutano a definire i colori con valori numerici e ci forniscono quindi un criterio oggettivo per la classificazione dei colori. Inoltre, servono per la rappresentazione e la determinazione delle differenze cromatiche. Tale caratteristica viene utilizzata per la definizione dell'accettazione.

Oggi vi sono numerosi atlanti cromatici e cataloghi dei colori nelle forme più disparate. La strutturazione di ciascuno di essi si rifà a uno specifico approccio creativo e non può essere ricondotta a un modello matematico.

La nascita della colorimetria nel 1931 ha reso possibile la descrizione precisa della struttura della totalità di tutti i colori percepibili e la definizione dei limiti di utilizzo.

Storia – Sviluppo dal 1905 al 1976

All'inizio del 20° secolo Albert Henry Munsell ha sviluppato un sistema di colori su basi scientifiche. Egli definì i colori in base alle caratteristiche misurabili tinta, luminosità e saturazione e li classificò tridimensionalmente in modo corrispondente. Nel 1905 pubblicò un testo contenente la descrizione del sistema, "A Color Notation". Nel 1915 comparve il primo atlante cromatico che mostra lo spazio colore tridimensionale da diverse prospettive.

L'atlante cromatico di MUNSELL si orienta alla percezione del colore dell'osservatore umano e mostra

- una struttura otticamente equilibrata (spazio colore della stessa forma) e
- un metodo per la determinazione reciproca dei colori dove ogni colore può prendere solo un singolo posto.

Il sistema CIE31 al contrario parte dalle caratteristiche fisiche della luce. Con il sistema CIE si punta a ottenere una unificazione e standardizzazione dei colori e delle sorgenti luminose così come dei colori dei corpi. In questa sede non tratteremo della distanza geometrica dei colori. MacAdam (1942) con i suoi esperimenti sulla percezione visiva dei colori ha dimostrato la non uniformità dello spazio colore CIE31. Un osservatore doveva osservare 2 colori a condizioni di illuminazione costanti – un colore era fisso mentre il secondo lo doveva impostare in modo che fosse identico al primo. Gli esperimenti furono condotti con 25 diversi provini di colore del diagramma CIE31. I colori corretti si situavano tutti in una ellissi intorno al provino originale e la forma e l'orientamento di tale ellissi erano molto diversi a seconda del colore.

Ciò spinse la CIE a sviluppare trasformazioni matematiche per lo spazio colore CIE31 per ottenere uno spazio colore uniforme.

David L. MacAdam

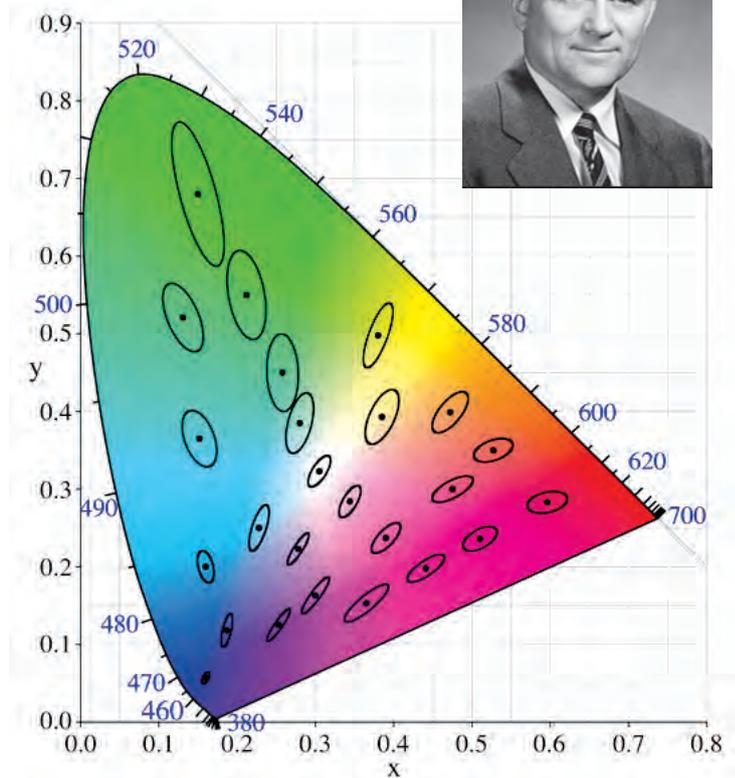


Diagramma colorimetrico con le ellissi di MacAdam

El espacio de color CIE Lab. Definiciones y propiedades

Nel 1976 la CIE suggerì due nuovi sistemi: gli spazi colore CIELuv e CIE Lab. Per differenziarli da altri sistemi (in particolare dal sistema Hunter) tutti i parametri utilizzati sono stati provvisti di * (ad es. L^* , a^* , b^*).

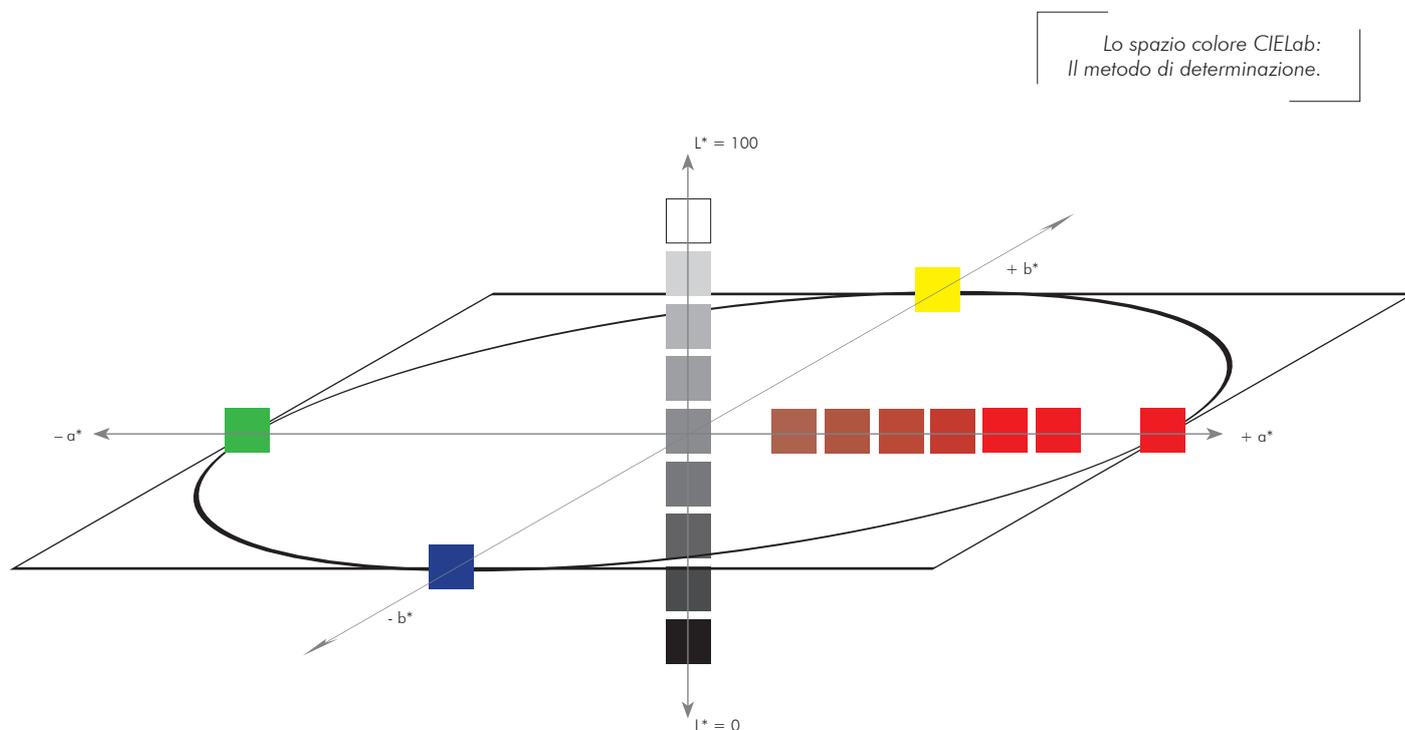
Il sistema CIELuv viene utilizzato principalmente per la mescolanza additiva, come ad esempio la valutazione dei colori per scanner e monitor. Il sistema CIE Lab si limita all'esame dei colori corporei.

Il sistema CIE Lab è ancora oggi il più diffuso per la misurazione del colore. Per questo motivo nel seguito lo tratteremo in maggiore dettaglio.

Lo spazio colore CIE76, chiamato anche spazio colore CIE Lab o sistema CIE Lab, si basa su una trasformazione non lineare dello spazio colore X,Y,Z (CIE31). Gli obiettivi che ha perseguito la CIE con lo sviluppo del sistema CIE Lab sono due:

- La definizione di uno spazio colore nel quale distanze geometriche uguali corrispondono a distanze percepite uguali e
- lo sviluppo di un sistema di interpretazione molto più semplice in cui ci si potesse orientare più facilmente

Lo spazio colore CIE Lab è caratterizzato dall'equidistanza e dall'indipendenza da ogni dispositivo. Ogni colore percepibile nello spazio colore è definito con le coordinate $\{L^*, a^*, b^*\}$. Utilizzando la teoria dei colori opposti, in questo caso verde e rosso sono disposti su punti opposti dell'asse a^* . L'asse b^* corrisponde ai colori opposti blu e giallo. L'asse L^* si pone verticalmente e rappresenta la luminosità. L'asse L^* può essere anche definito asse dei grigi neutro in quanto contiene i punti terminali nero ($L=0$) e bianco ($L=100$) e i valori intermedi su questo asse sono le tinte del grigio acromatiche.



La formula per la trasformazione e il calcolo dello spazio colore CIE76 (CIELab) partendo da XYZ (CIE31) è la seguente:

Componenti tricromatiche: : L* a* b*

$$L^* = 116 \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_n}} - 16 \quad \text{per } \frac{Y}{Y_n} > 0.008856 \quad a^* = 500 \left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \right]$$

$$L^* = 903.3 \left(\frac{Y}{Y_n} \right) \quad \text{per } \frac{Y}{Y_n} \leq 0.008856 \quad b^* = 200 \left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) \right]$$

dove

■ se $\frac{X}{X_n} > 0.008856$, $f\left(\frac{X}{X_n}\right) = \sqrt[3]{\frac{X}{X_n}}$, altro $f\left(\frac{X}{X_n}\right) = 7.787 \left(\frac{X}{X_n}\right)$

■ se $\frac{Y}{Y_n} > 0.008856$, $f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) = \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_n}}$, altro $f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) = 7.787 \left(\frac{Y}{Y_n}\right)$

■ se $\frac{Z}{Z_n} > 0.008856$, $f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) = \sqrt[3]{\frac{Z}{Z_n}}$, altro $f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) = 7.787 \left(\frac{Z}{Z_n}\right)$

I valori X_n, Y_n, Z_n sono le componenti tricromatiche di un bianco assoluto (idealmente uno stimolo cromatico acromatico) di un colore corporeo con il rispettivo illuminante standard CIE (ad es. D65 o A). Con queste condizioni X_n, Y_n, Z_n sono componenti tricromatiche dell'illuminante standard, dove Y_n è uguale a 100.

Ad esempio: per D65/10°:

$$X_n = 94.81$$

$$Y_n = 100.00$$

$$Z_n = 107.304.$$

Per la descrizione delle differenze di colore con l'aiuto dei fattori di correlazione luminosità, saturazione e tinta si possono utilizzare le seguenti espressioni:

■ **Luminosità CIE76: L***

La grandezza L* viene definita tramite la seguente relazione:

$$L^* = 116 \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_n}} - 16 \quad \text{per } \frac{Y}{Y_n} > 0.008856$$

$$L^* = 903.3 \left(\frac{Y}{Y_n} \right) \quad \text{per } \frac{Y}{Y_n} \leq 0.008856$$

■ **Saturazione – Saturazione cromatica CIE76: C***

La grandezza C* viene definita tramite la seguente relazione:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

■ **Angolo della tinta CIE76: h**

La grandezza h viene definita tramite la seguente relazione:

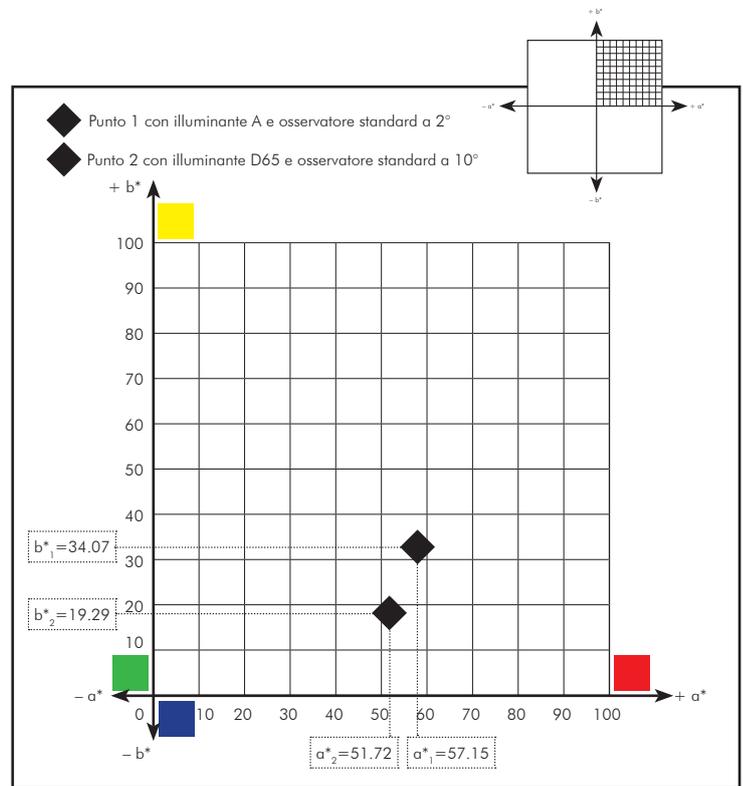
$$h = \arctg \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

Inoltre lo spazio colore CIELab ha le caratteristiche di uno spazio euclideo. Ciascuno dei suoi punti può essere descritto tramite:

■ le sue coordinate rettangolari L^* , a^* e b^* , dove

- L^* rappresenta la luminosità
- a^* rappresenta la valenza cromatica rosso-verde
- b^* rappresenta la valenza cromatica giallo-blu

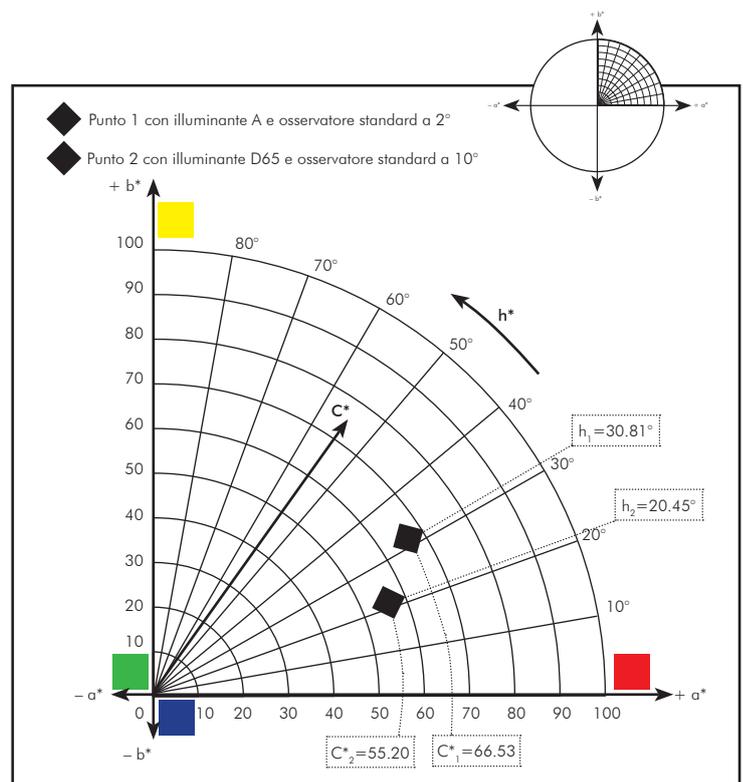
Posizione dei punti cromatici con coordinate rettangolari L^* a^* b^* del sistema CIELab



■ O tramite le coordinate cilindriche L^* , C^* e h , dove

- L^* rappresenta sempre la luminosità
- C^* rappresenta la saturazione cromatica
- h rappresenta l'angolo della tinta

Posizione dei punti cromatici con coordinate cilindriche L^* C^* h del sistema CIELab

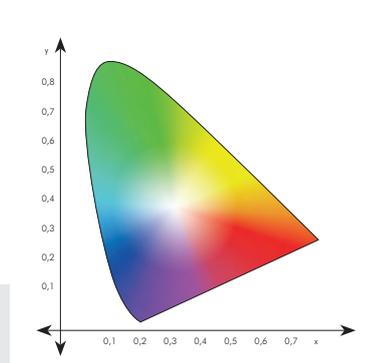
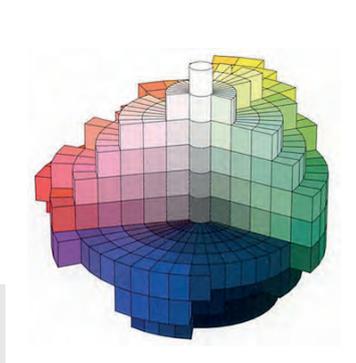
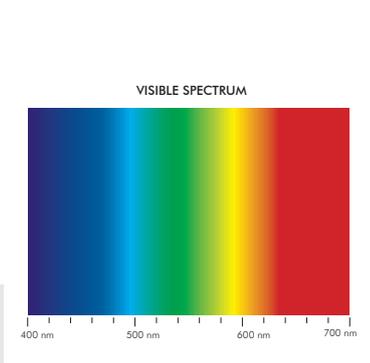


La conseguenza della trasformazione è che per lo spazio colore CIELab non esiste un diagramma colorimetrico. Nel livello di colore definito dai valori a^* , b^* ovvero C^* , h non è più possibile addizionare i colori.

Lo spazio colore CIELab è strutturato all'incirca secondo criteri relativi alla sensibilità (non in modo assoluto!), corrisponde statisticamente alla percezione dei colori dell'uomo. Di conseguenza non è di forma regolare nella valutazione di percezione dei colori psicologica ma facilita l'interpretazione di un punto colore e le differenze colorimetriche.

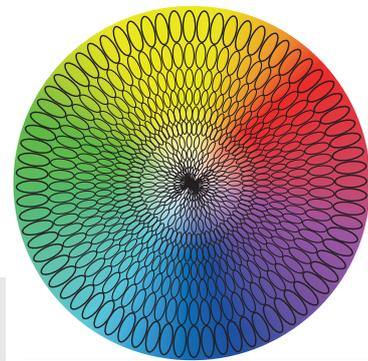
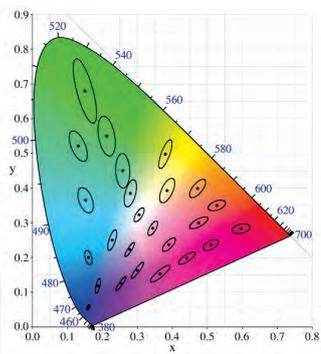
Dal colore alla misurazione del colore

Nei capitoli precedenti abbiamo visto lo sviluppo della colorimetria, dalla valutazione visiva fino alla definizione di un colore sulla base dei sistemi colorimetrici standard CIE31 e CIELab 1976. Abbiamo sempre osservato i colori singolarmente o in modo isolato. Nei capitoli seguenti tratteremo della valutazione delle differenze tra due o più colori e dell'accettazione dei colori.



Prima della colorimetria		
sempre	1905-1915	
Lingua	Atlante di Munsell	CIE31
"rosso" "forte" "chiaro"	Provino 2,5 R 5/12	X = 33,16 Y = 20,89 Z = 12,71 per D65 / 2°
Vocabolario limitato	Definizione comparabile	Primo calcolo
Decisione da parte dell'uomo		

*Dal colore ... alla misurazione del colore
Dal linguaggio tecnico ... allo spazio colore CIE 1931
... e allo spazio colore CIELab 1976*



Con la colorimetria

1931	1976	
Triangolo dei colori	Spazio colore CIELab	
$x = 0,4967$ $y = 0,3129$ L_1 dominante = 628 nm densidad luminosa = 46,9 % per D65 / 2°	$L^* = 52,15$ $a^* = +51,72$ $b^* = +19,29$ per D65/10°	$L^* = 52,15$ $C^* = 55,20$ $h = 20,45^\circ$ per D65/10°
Prima definizione oggettiva	Definizione tramite coordinate rettangolari	Definizione tramite coordinate cilindriche

Calcolo colorimetrico

Lista di referenze

- Farbe sehen, Corinna Watschke, 01.2009 [www.planet-wissen.de],
- Farbmanagement in der Digitalfotografie (ISBN 3-8266-1645-6), 2006, Redline GmbH, Heidelberg
- Beschreibung und Ordnung von Farben, Farbmatrik, Farbmodelle, DMA Digital Media for Artists – Archiv 2006-2011, Kunstuniversität Linz, Gerhard Funk
- Messen – Kontrollieren – Rezeptieren, Dr. Ludwig Gall [www.farbmatrik-gall.de]
- Farbabstandsformeln, 2012, Fogra Forschungsgesellschaft Druck e.V. [www.fogra.org]
- Wikipedia, various articles about color and color measurement [http://de.wikipedia.org/wiki/Farbe]
- Various representations of color models and color spaces [http://www.chemie-schule.de/chemieWiki_120]
- Praktische Farbmessung, Anni Berger-Schunn, 2. überarbeitete Auflage, 1994, Muster-Schmidt Verlag, Göttingen – Zürich
- Farbabstandsformeln in der Praxis, SIP 01.2011
- Schläpfer, K.: Farbmatrik in der grafischen Industrie, 3. Aufl. St. Gallen; UGRA 2002 (Tabelle S. 48)

Dati di pubblicazione

Editore:

Datacolor AG Europe, 6343 Rotkreuz, Suiza

Teléfono: +41.44.835.3800 | Fax: +41.44.835.3820 | info@datacolor.com | www.datacolor.com

Struttura e composizione:

Marlene Deschl, artwork deschl, Wappersdorfer Strasse 17, 92360 Mühlhausen, Alemania Teléfono:

+49.9185.923836 | +49.9185.923837 | artwork@deschl.com | www.deschl.com

Testo:

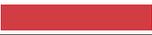
Gabriele Hiller, Hiller Direct Marketing, Stühren 41, 27211 Bassum, Alemania

Teléfono: +49.4249.960.3654 | Fax: +49.4249.960.3656

info@hiller-direct-marketing.de | www.hiller-direct-marketing.de

Walter Franz, Datacolor AG Europe, wfranz@datacolor.com

© Copyright Datacolor. Todos los derechos reservados.

datacolor 

EUROPA

Datacolor AG Europe

6343 Rotkreuz

Teléfono: +41 44.835.3800

Email: ecmarting@datacolor.com

AMERICA

Datacolor Headquarters

Lawrenceville, NJ

Teléfono: +1 609.924.2189

Email: marketing@datacolor.com

ASIA

Datacolor Asia Pacific Limited

Hong Kong

Teléfono: +852 24208283

Email: asiamarting@datacolor.com