



**Università degli Studi di Palermo**

*Dipartimento di Ingegneria Chimica,  
Gestionale, Informatica, Meccanica*

## **Informatica per la Storia dell'Arte**

Anno Accademico 2013/2014

Docente: ing. Salvatore Sorce

### **Rappresentazione delle informazioni**

III parte: immagini

## Sull'uso dell'e-mail...

- **SUBJECT:** <*testo significativo*>
- Testo chiaro e conciso
- Usare l'italiano \*esteso\* e grammaticalmente corretto
- Inserire i dati utili per ottenere l'informazione desiderata
- **Firmare** sempre il messaggio
  - In mancanza di **subject** e di **firma**, il messaggio rimarrà **senza risposta!!**
- Altri dettagli nella **sezione F.A.Q.** del mio sito



## Notizie

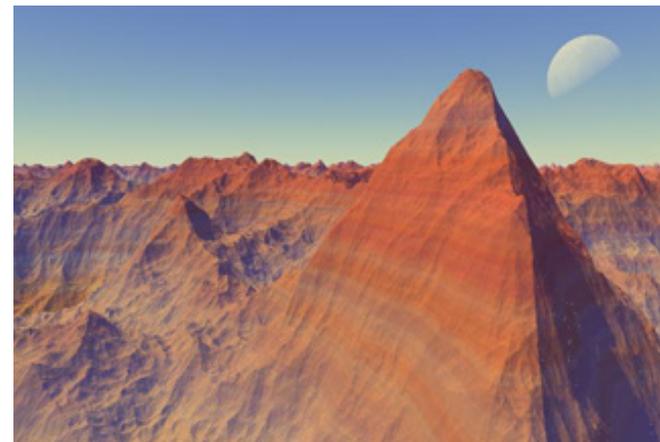
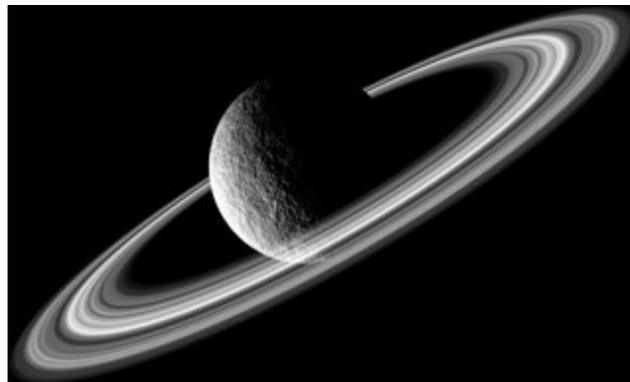
- Docente:
- Ing. Salvatore Sorce, Ph.D.
- [salvatore.sorce@unipa.it](mailto:salvatore.sorce@unipa.it), 09123862609
  
- Lezioni:
- Mar e Mer, 15-17, aula Multimediale A del Polo Didattico
  
- Ricevimento:
- Martedì, 11-12, @ ex-Dip. Ing. Nucleare, edificio 6, II piano
- *Dopo il corso: per appuntamento*
  
- Sito web:
- <http://www.unipa.it/sorce> (LEGGERE LA SEZIONE F.A.Q.)



## Immagini digitali - categorie

- Immagini reali: acquisite da una scena reale mediante telecamera, scanner, fotocamera, ...
- Immagini artificiali o di sintesi: generate all'interno del calcolatore
  - Non necessariamente oggetti reali
  - Possono simulare scene reali
- Immagini miste: ottenute da combinazioni tra componenti reali e sintetiche

## Esempi



# L'informazione grafica

*grafica a caratteri*

```
      X
XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX
XXX   XXX
XXX   XXX
```

*grafica vettoriale*

x1 = 7055  
y1 = 1530

x2 = 9265  
y2 = 2210

x1 = 7055  
y1 = 3570

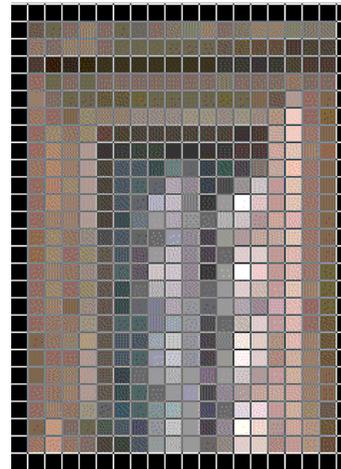


x1 = 9265  
y1 = 4335

x1 = 7055  
y1 = 5440

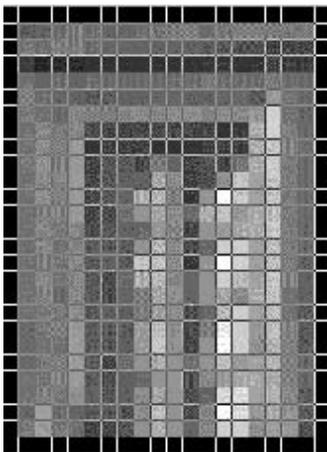
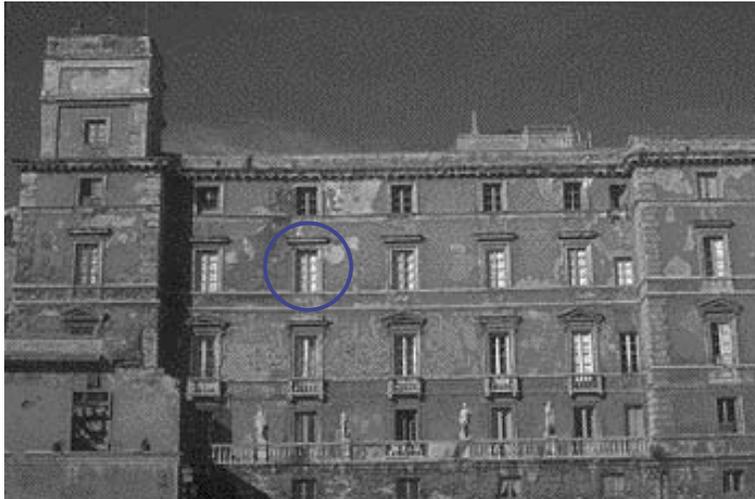


x1 = 9265  
y1 = 6375

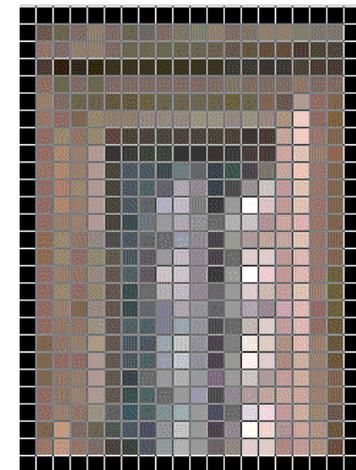


*grafica raster*

## I "punti" dell'immagine



Ogni punto dell'immagine è caratterizzato da intensità luminosa e "colore"

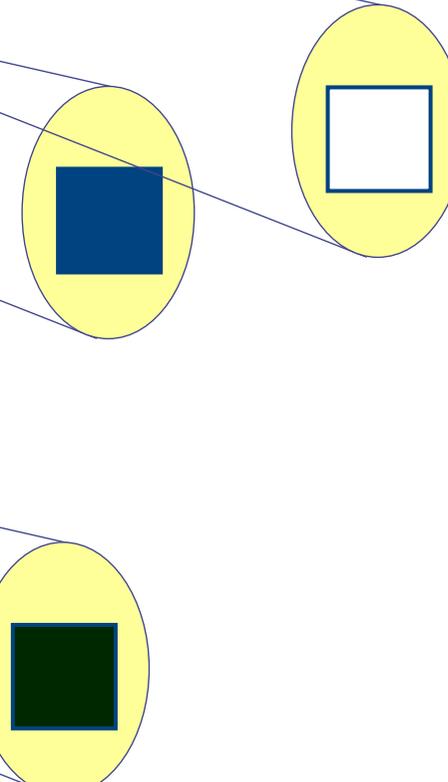
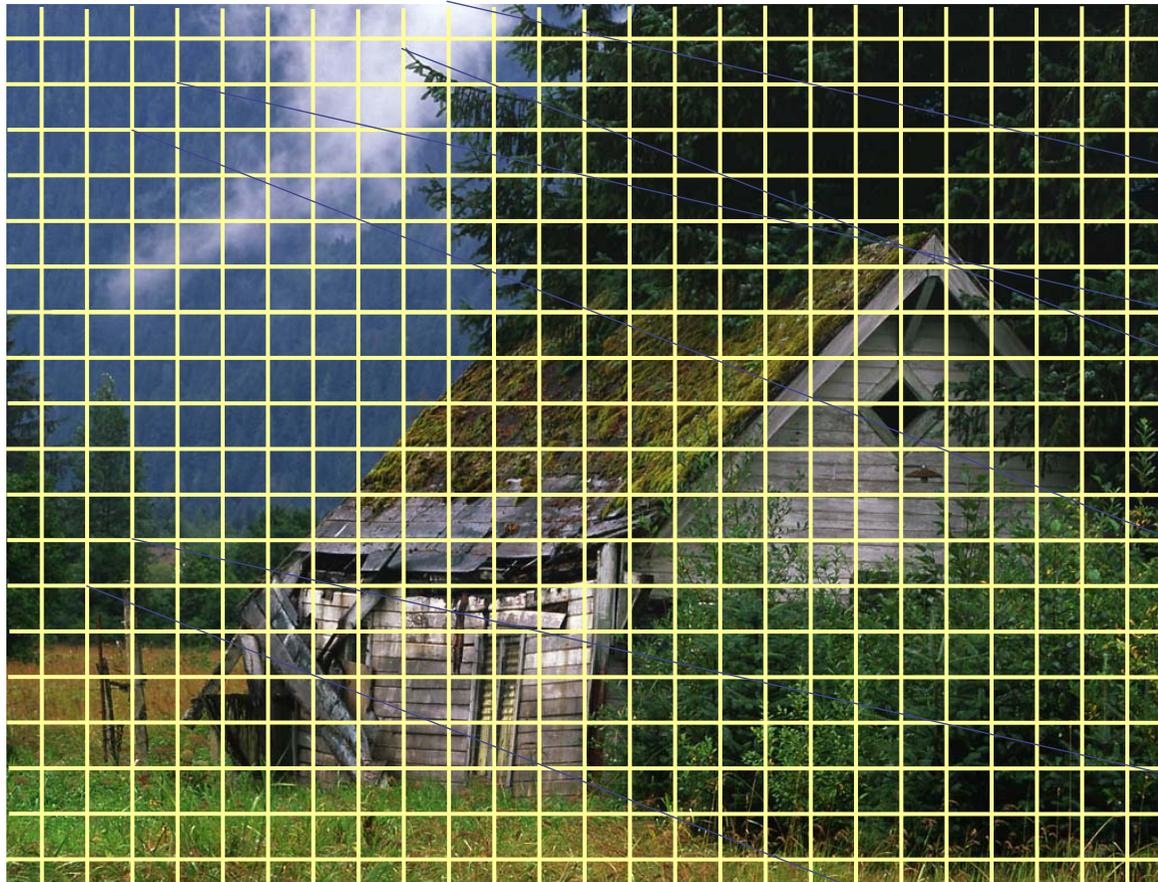


## Digitalizzazione

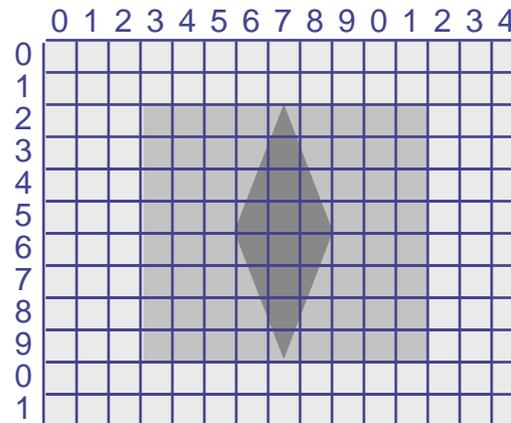
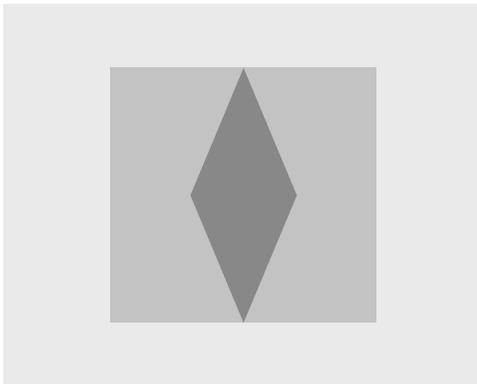
- L'immagine deve essere tradotta in un insieme di numeri
- Due fasi
  - Campionamento spaziale
  - Quantizzazione



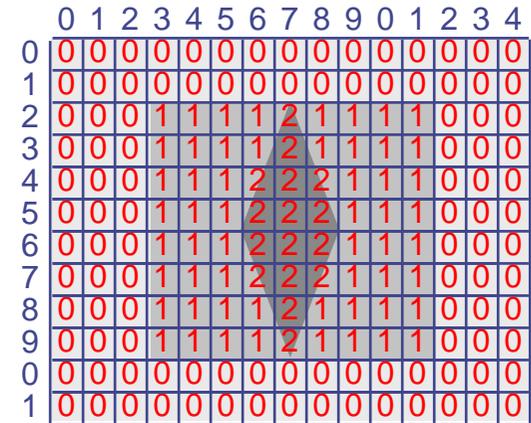
## Digitalizzazione delle immagini



## Esempio di digitalizzazione



Campionamento  
15 x 12



Quantizzazione  
3 valori {0,1,2}

## Esempio di digitalizzazione: NOTA BENE



Immagine originale

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0
3	0	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0
4	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1	0	0	0
5	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1	0	0	0
6	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1	0	0	0
7	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1	0	0	0
8	0	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0
9	0	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Immagine quantizzata

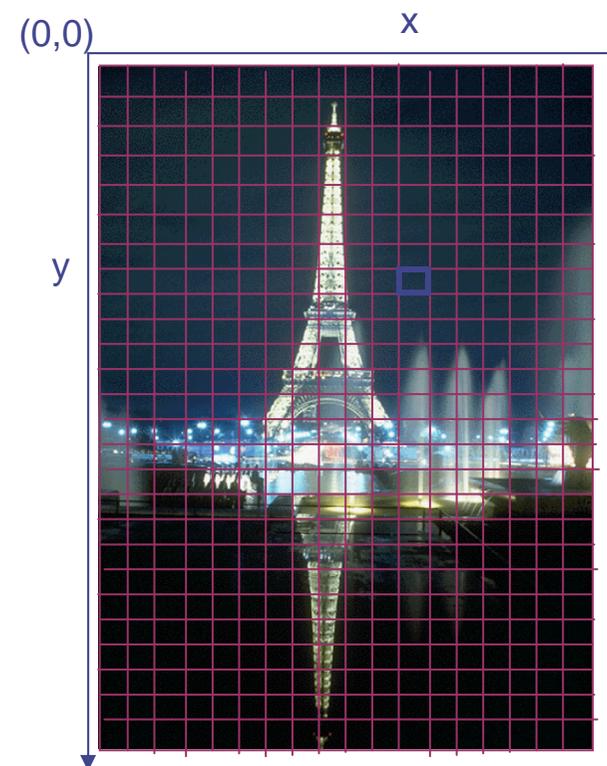






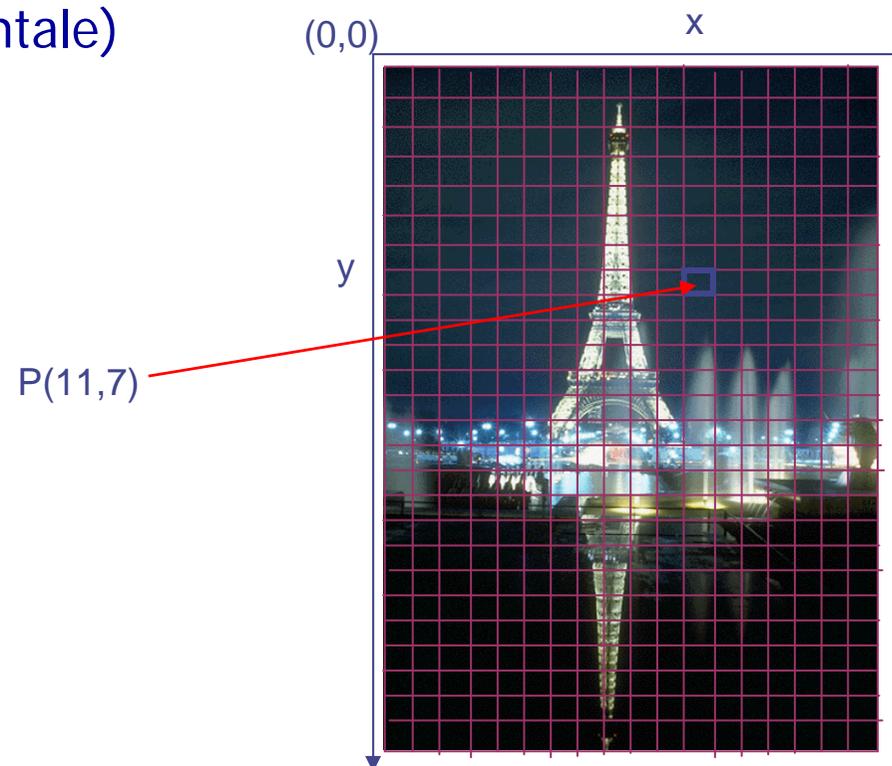
## Campionamento spaziale

- Suddivisione della superficie dell'immagine in un determinato numero di rettangoli
- Pixel = picture element
- Pixel  $(x,y)$ 
  - $x$  = numero colonna (orizzontale)
  - $y$  = numero linea (verticale)



## Campionamento spaziale

- Suddivisione della superficie dell'immagine in un determinato numero di rettangoli
- Pixel = picture element
- Pixel  $(x,y)$ 
  - $x$  = numero colonna (orizzontale)
  - $y$  = numero linea (verticale)



## Aspect ratio di un'immagine

- Rapporto tra lato lungo (orizzontale) e lato corto (verticale) dell'immagine



1:1  
CCTV



1,33 : 1 (4:3)  
NTSC (3:2)  
PAL (5:4)



1,78 : 1 (16:9)  
HDTV



2,35 : 1  
Panoramico  
(DVD)

## Pixel aspect ratio

- Rapporto larghezza/altezza del pixel
  - pixel rettangolari su alcuni dispositivi
  - pixel 1:1 per elaborazione
- Con differenti PAR, immagini distorte



## Dimensione/risoluzione delle immagini

- Altezza e larghezza di un'immagine bitmap sono espresse in numero di pixel
- Dimensioni sullo schermo =
  - dimensioni in pixel dell'immagine +
  - grandezza del monitor +
  - impostazione del monitor



## Dimensione delle immagini: esempio

- immagine 800 x 600
- monitor da 15 pollici
- impostazione 800 x 600
  
- riempie tutto lo schermo





## Dimensione delle immagini: esempio

- immagine 800 x 600
- monitor 20 pollici
- impostazione 800 x 600
  
- riempiere tutto lo schermo
  - singoli pixel dell'immagine più grandi
  - ogni pixel dell'immagine "copre" più punti del monitor (se il monitor ha una risoluzione nativa maggiore)



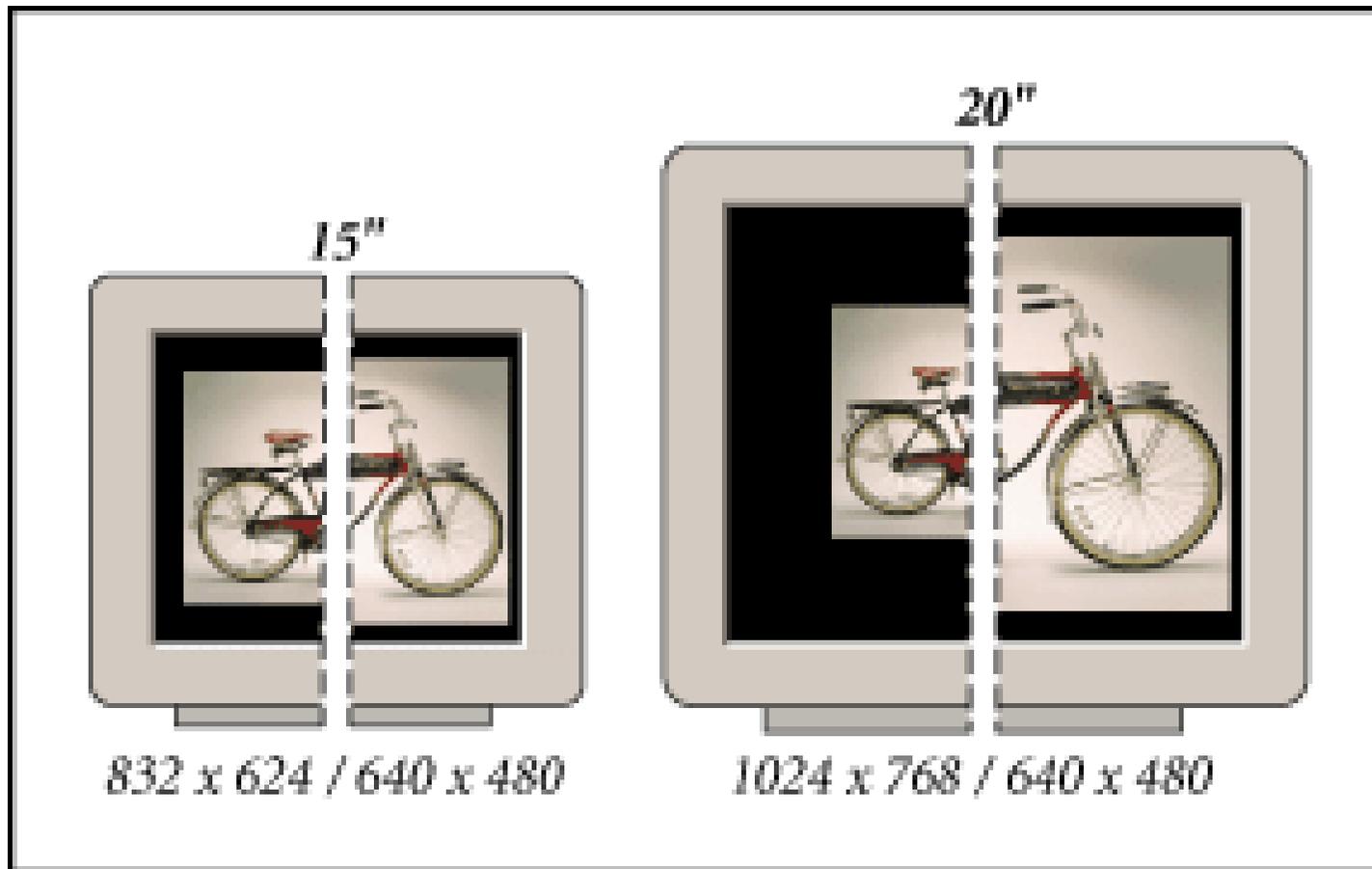


## Dimensione delle immagini: esempio

- immagine 800x600
- monitor 20 pollici
- impostazione 1024 x 768
  
- Occupa una parte dello schermo
  - singoli pixel dell'immagine più piccoli
  - mappatura 1:1 tra pixel e punti (se il monitor ha 1024 x 768 punti)



## Esempio: immagine 620 x 400



## Risoluzione: due misure

- dpi = dots per inch (punti per pollice)
  - per le periferiche (scanner, stampanti, ...)
  - Esempio: risoluzione di scansione
- ppi = pixel per inch (pixel per pollice)
  - misura riferita all'immagine digitale
  - Esempio: risoluzione di immagine pronta per una periferica

## Risoluzione di input

- Densità delle info catturate nella digitalizzazione di un'immagine
- Scanner a letto piano
  - = risoluzione di scansione
- Fotocamera digitale
  - = numero totale di pixel sulla griglia CCD (es: 8 MegaPixel)



## Risoluzione di output

- Densità di info richieste per l'output finale (su più dispositivi di stampa o display)
- Dipende da ...
  - risoluzione stampante (frequenza di retinatura)
  - risoluzione del monitor

## Dimensioni e risoluzione

- Le *dimensioni in pixel* determinano il livello di dettaglio (es.: 640 x 480 pixel)
- La *risoluzione* determina la superficie su cui vengono impressi tali pixel (es.: 72 ppi)

## Confronto tra due risoluzioni di input

300 ppi



72 ppi



## Risoluzione del monitor

- pixel (o punti) visualizzati per ciascuna unità di lunghezza del monitor (unità di misura dpi)
- dipende da grandezza del monitor (in pollici) e dalle impostazioni (es. 1024 x 768)
- Risoluzioni tipiche: 72 dpi, 96 dpi



## Dimensione immagini sul monitor

- Pixel dell'immagine convertiti in pixel del monitor
- Se risoluzione immagine > risoluzione monitor, immagine monitor > immagine stampata
  
- Esempio
  - immagine 1x1 pollici, risol. 144 ppi, monitor 72 dpi
  - immagine occupa 2 x 2 pollici sullo schermo
  - immagine occupa 1 x 1 pollici sulla stampa



## Risoluzione della stampante

- Il numero di dpi di inchiostro prodotti dalla stampante
- Tipiche risoluzioni
  - stampanti a getto di inchiostro:
    - ◆ supportano risoluzioni di 300 o 600 dpi
    - ◆ garantiscono stampa di qualità per risoluzione max 150 ppi
  - stampanti laser: 300 o 600 dpi
  - fotounità: 1200 dpi o superiore (2400 dpi)

## Confronto tra dimensioni a parità di risoluzione



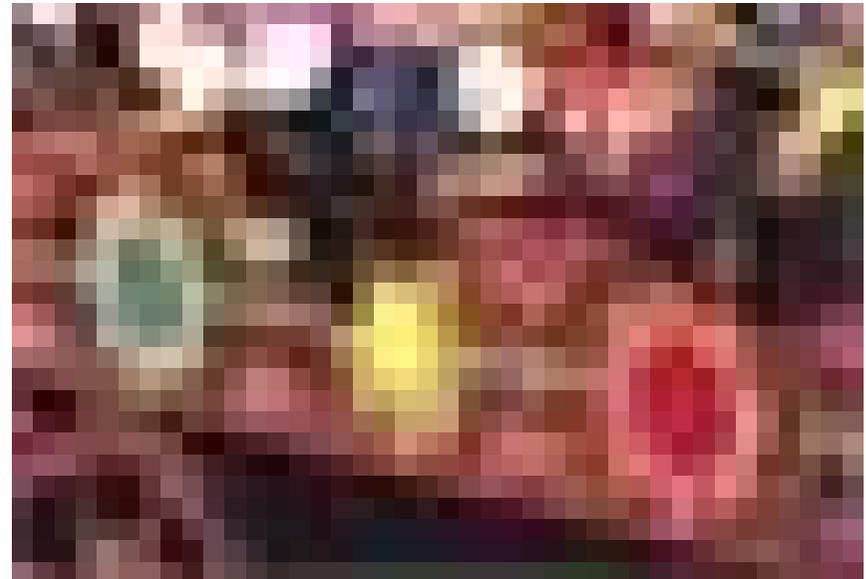
## 160x105 vs 320x210



## 80x52 vs 320x210



# 40x26 vs 320x210





## Quantizzazione

- Occorre assegnare ai pixel valori finiti di intensità luminosa
- I valori dipendono dal numero di bit: con N bit,  $2^N$  valori

## Gamma dinamica (livelli di grigio)



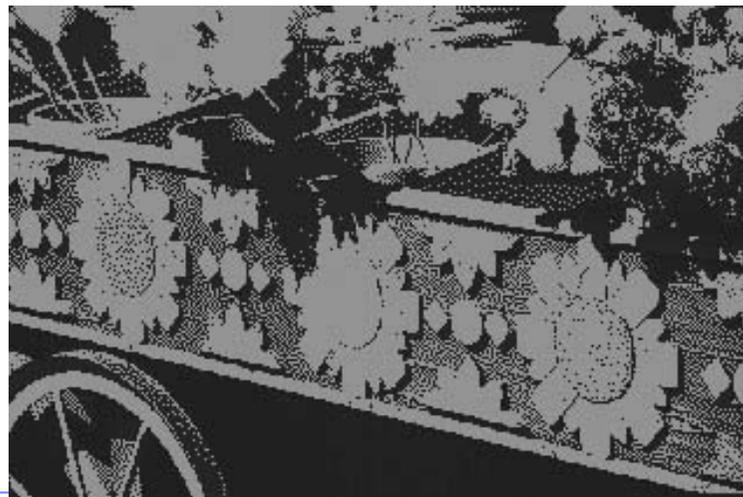
# Esempio



4 bit



8 bit



2 bit

## Errore di quantizzazione

- Quanto il valore quantizzato differisce dall'intensità reale
- E' mediamente pari alla metà della regione di quantizzazione

4 bit (16 livelli di grigio)

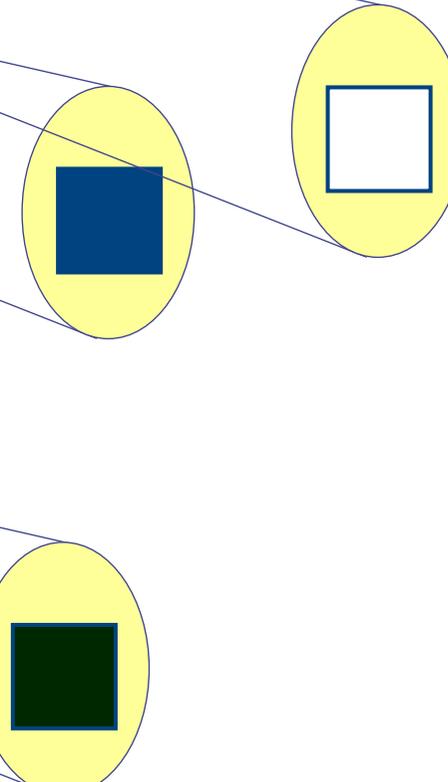


8 bit (256 livelli di grigio)

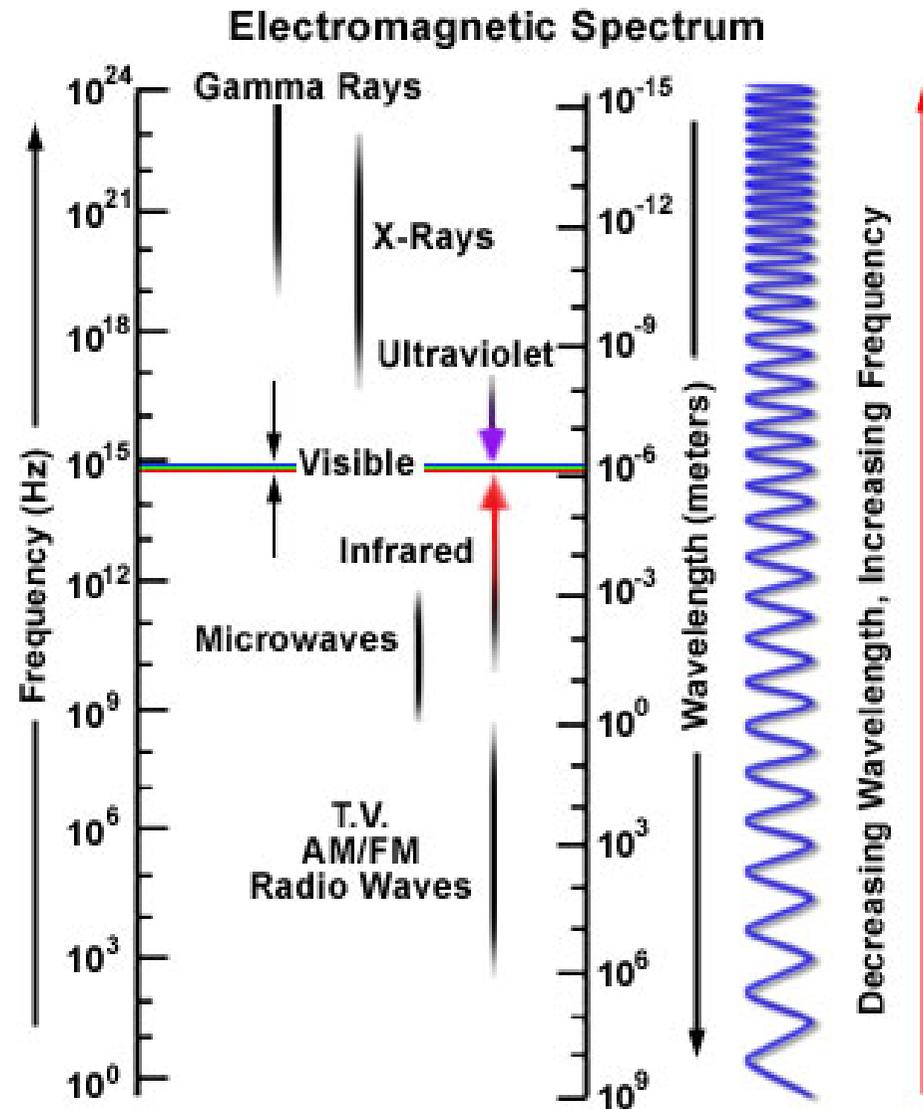




## Digitalizzazione delle immagini

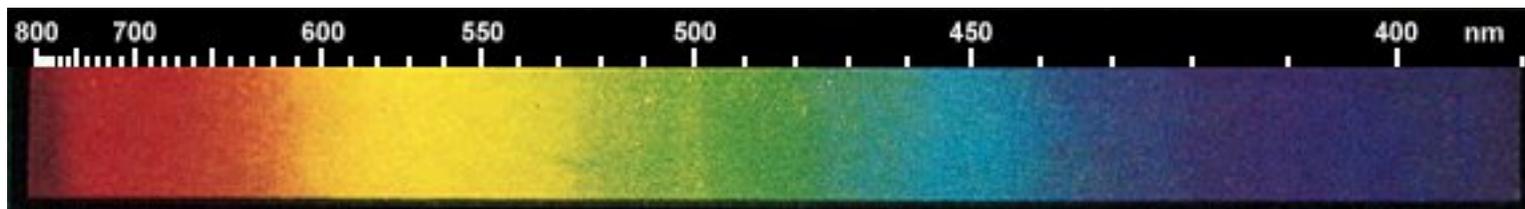


## Lo spettro elettromagnetico



## Lo spettro della luce

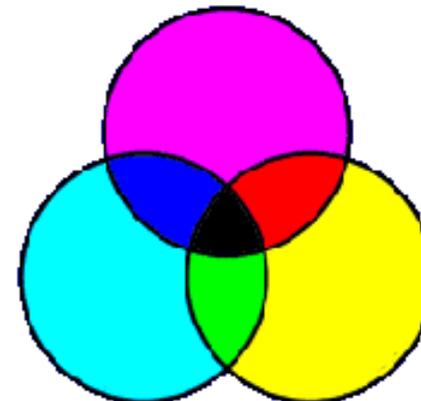
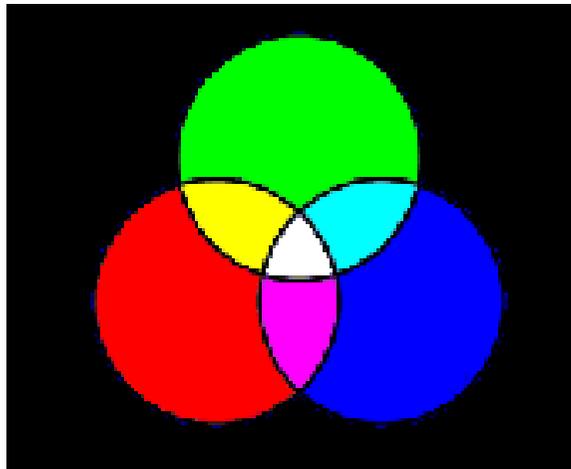
- E' una piccola porzione della piccola porzione che arriva sulla Terra
- Lunghezze d'onda dello spettro visibile
  - da 380 nm ( $10^{-9}$  m), luce violetta
  - a 760 nm, luce rossa
- Sotto i 380 nm, ultravioletti
- Sopra i 760 nm, infrarosso
- Fino a circa 1 mm le percepiamo come calore



## Intuitivamente

- Molti colori si possono ottenere mescolando pochi colori di base
- Si sommano luci, sintesi additiva
- Si sommano pigmenti, sintesi sottrattiva

*Colori  
complementari*

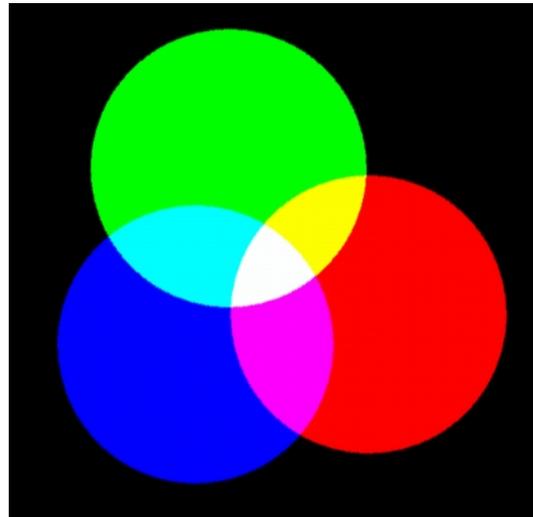


## Modelli additivi

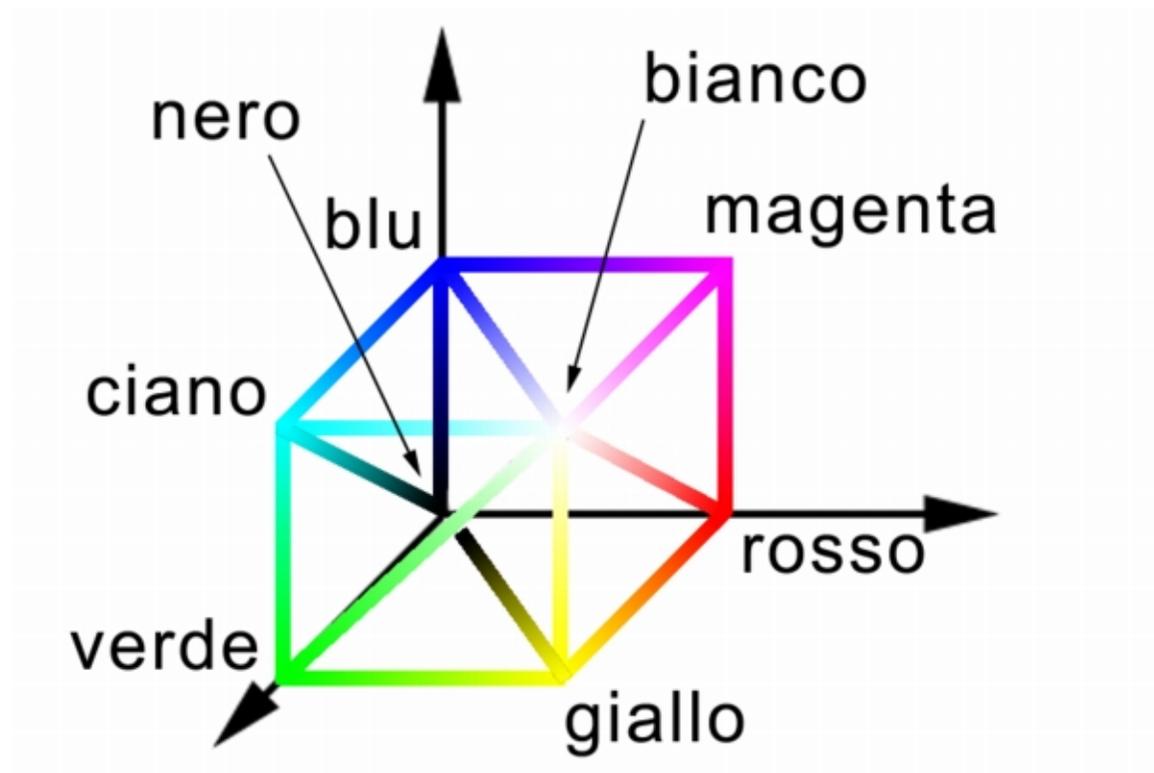
- I colori si creano aggiungendo colori al nero fino al bianco
- Gli ambienti dove viene utilizzato il colore additivo sono quelli ad emissione propria (monitor)

## Spazio RGB

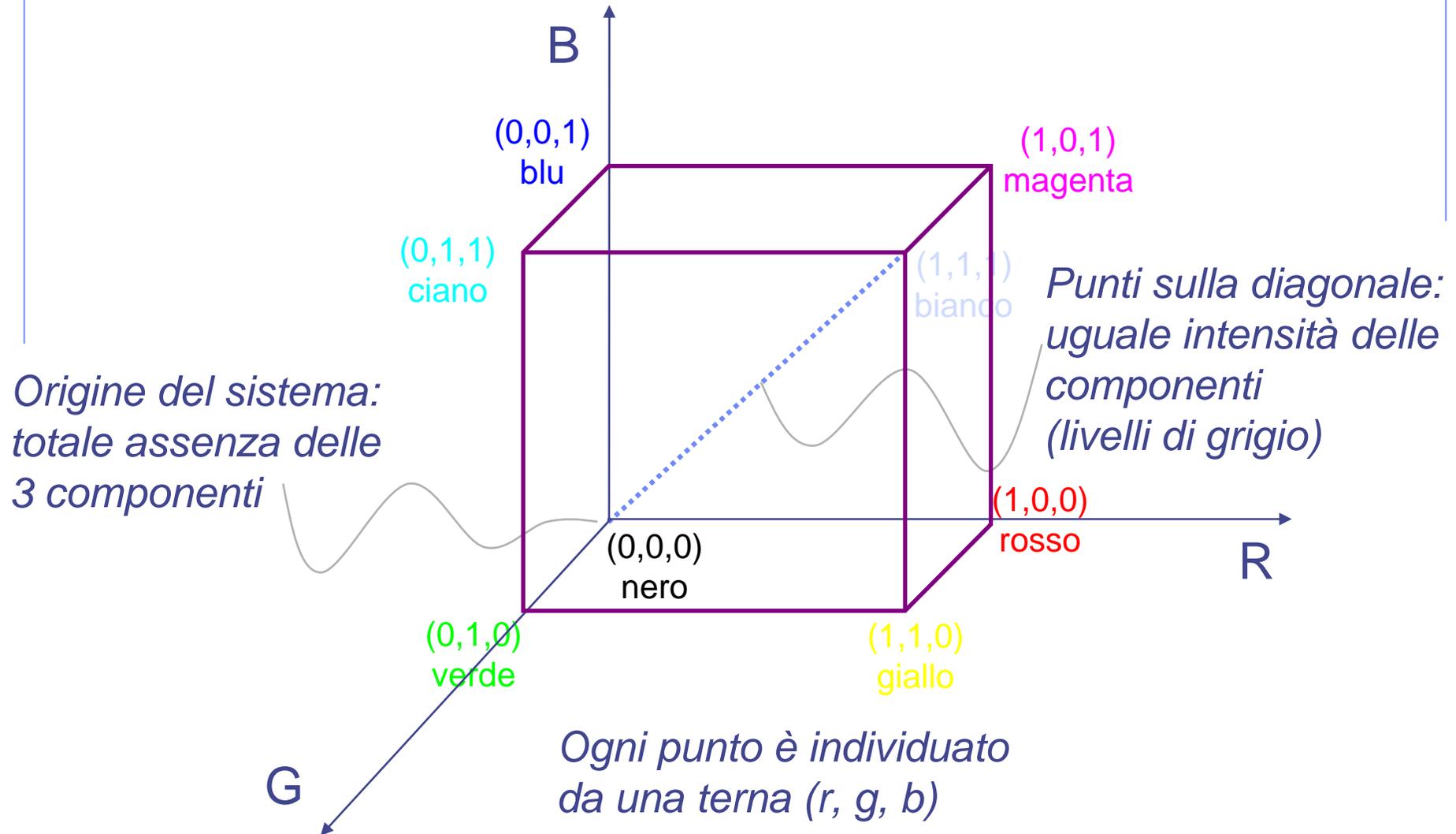
- Modello di tipo additivo: il contributo di ogni colore è sommato per formare il colore finale
- Base di tre colori: Red, Green, Blue



## Spazio geometrico RGB



## Spazio geometrico RGB

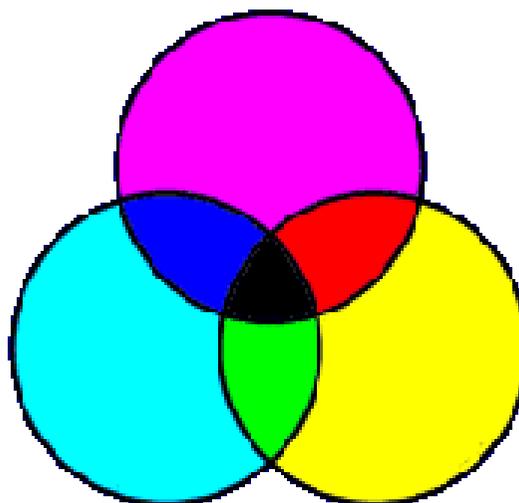


## Modelli sottrattivi

- Colori primari sottratti al bianco per ottenere tutti i colori fino al nero
- Gli ambienti sottrattivi sono quelli riflettenti di natura (un'immagine a colori su carta)

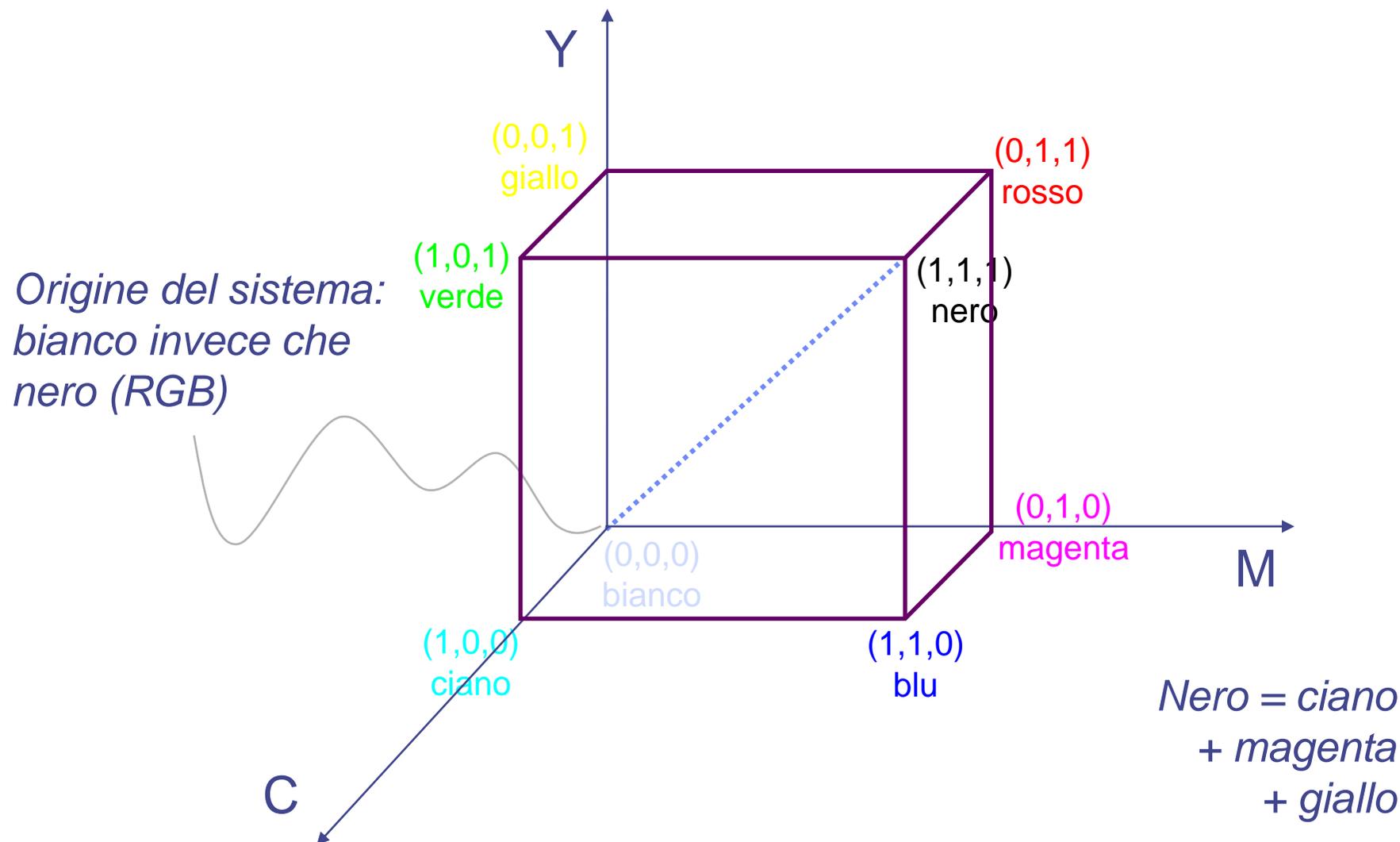
## Lo spazio CMY

- Modello duale del modello RGB
  - tipo sottrattivo: componenti sottrattive rispetto alla luce bianca
  - stampa (colore di base bianco - foglio di carta)
- Ciano, magenta, giallo sono i colori complementari di rosso, verde e blu



*Colori duali:  
ciano - rosso  
magenta - verde  
giallo - blu*

## Spazio geometrico CMY



## Spazio dei colori nelle immagini digitali

- Non valori continui per le tre componenti, ma discreti
- Esempio: un byte per componente ( $3 \times 8 \text{ bit} = 24 \text{ bit}$ )
- Modalità TrueColor

## Digitalizzazione delle immagini

- Rappresentazione binaria dei colori RGB
  - un colore sul monitor è specificato da tre componenti: rosso, verde e blu
  - l'intensità di ogni colore è rappresentata da una quantità (da 0 a 255)
  - Ogni intensità RGB è rappresentata da un byte (8 bit)
  - l'intensità più bassa è 0000 0000, la più alta è 1111 1111
  
- Alcuni esempi:
  - **Rosso** -> R 1111 1111 G 0000 0000 B 0000 0000 (0xFF0000)
  - **Verde** -> R 0000 0000 G 1111 1111 B 0000 0000 (0x00FF00)
  - **Blu** -> R 0000 0000 G 0000 0000 B 1111 1111 (0x0000FF)
  - **Bianco** -> R 1111 1111 G 1111 1111 B 1111 1111 (0xFFFFFFFF)
  - **Nero** -> R 0000 0000 G 0000 0000 B 0000 0000 (0x000000)
  - **Giallo** -> R 1111 1111 G 1111 1111 B 0000 0000 (0xFFFF00)
  - **Magenta** -> R 1111 1111 G 0000 0000 B 1111 1111 (0xFF00FF)
  - **Ciano** -> R 0000 0000 G 1111 1111 B 1111 1111 (0x00FFFF)
  - **Grigio** -> R 0100 1010 G 0100 1010 B 0100 1010 (0x4A4A4A)

## La stampa

- Il colore di sfondo è rappresentato dal foglio di carta (in genere il bianco)
- Inchiostri dei vari colori sottraggono componenti alla luce riflessa (C sottrae R, M sottrae G, Y sottrae B)
- Esempio: superficie bianca (R+G+B) con strati di colore C e Y assorbirà le componenti R e B lasciando che solo il G (verde) sia riflesso

