

I formati grafici

- La definizione di una **codifica**, di un **modello colore**, di una **organizzazione** e di una **compressione** ancora non è sufficiente a garantire l'**interoperabilità** sulle immagini
 - ovvero, che tutte le applicazioni siano in grado di **leggere**, **processare** e **scrivere** le stesse immagini
- Serve qualcosa di più: un **formato di memorizzazione**

I formati grafici

- I formati di memorizzazione per le immagini sono spesso detti **formati grafici**
- Coincidono con i formati di file, che spesso assumono come proprio nome l'**estensione** data al nome dei file
- Avremo così: JPG, GIF, PNG, TIFF, PCX, BMP, ICO, ...

I formati grafici

- Un formato grafico specifica tutte le caratteristiche che abbiamo visto (codifica, colore, organizzazione, compressione)
- In più, specifica in che modo devono essere scritti i dati su disco
- Infine, si aggiungono spesso dei **metadati**
 - informazioni testuali che dicono qualcosa sull'immagine, ma non fanno parte di essa
 - per esempio: in che data è stata scattata una fotografia? con che zoom? chi detiene il ©?

I formati grafici

- Nel seguito vedremo alcuni formati comuni per le immagini raster
- Di ogni formato indichiamo:
 - il nome comune (estensione dei file)
 - il nome completo
 - il tipo MIME (usato su web e email)
 - una descrizione delle principali caratteristiche tecniche
 - l'ambito d'uso

I formati grafici: BMP

- **BMP** (Windows Bitmap) – image/bmp
- formato senza compressione o con RLE
- usato spesso per piccole immagini o icone, praticamente solo su Microsoft Windows
- Se vi trovate con un'immagine BMP, convertitela subito in GIF o PNG...
 - a meno che non vi serva all'interno di un programma (come *risorsa*)

I formati grafici: GIF

- **GIF** (Graphics Interchange Format) – image/gif
- formato con compressione LZW, indicizzato, palette limitata a 256 colori
- uno dei colori può essere indicato come trasparente
- supporta le animazioni; ogni *frame* è un'immagine GIF completa
- molto usato sul Web (ma ha problemi di brevetti)

I formati grafici: IFF / ILBM

- **IFF** (Interchange File Format) – image/ilbm
- formato bitplane, indicizzato, da 2 a 262.144 colori, con compressione RLE
- codifica speciale HAM con 16 milioni di colori in soli 8 bitplane (adatto agli incarnati); una sorta di compressione hardware
- usato in origine sui computer Amiga, ora si trova talvolta in applicazioni televisive (titolatori, sfondi, chroma key, ecc.)

I formati grafici: JPG / JPEG

- **JPG** (Joint Photographic Expert Group) – image/jpeg
- di lui sappiamo tutto: direct color, compressione lossy JPG
- adatto a immagini “fotografiche” senza forti contrasti, eccellente fattore di compressione; non supporta trasparenza
- usato dall'80%-90% delle immagini sul web; adatto anche ad applicazioni TV
- poco adatto alla stampa (artefatti)

I formati grafici: JPG / JPEG

- Notate che il nome “ufficiale” del formato dei file è JFIF (JPEG File Interchange Format)
 - JFIF è il nome del *formato di file*
 - JPEG è il nome della *codifica / compressione*
 - JFIF è il formato **raccomandato** per le immagini JPEG, ma non è l'unico
 - infatti, altri formati usano la stessa compressione
 - ma tanto l'estensione usata da JFIF è .jpg...

I formati grafici: JP2 / JPG2

- **JP2** (JPEG 2000) – image/jpeg2000
- Successore del JPEG, stesse caratteristiche ma con compressione wavelet
- compressione più alta, qualità migliore
- uso rarissimo, non supportato dai principali programmi di grafica, né dai sistemi operativi più diffusi

I formati grafici: PBM/PGM/PPM

- **PBM** (Portable BitMap), **PGM** (Portable GrayMap), **PPM** (Portable PixelMap) – image/x-portable-bitmap & co.
- Formati non compressi, assai inefficienti; solo informazioni colore
- Usati soprattutto per l'elaborazione di immagini in batch (file facili da analizzare)
- Definiti e supportati dalla *suite* di programmi grafici `netpbm`
 - conversioni da/per tutti gli altri formati

I formati grafici: PCD

- **PCD** (Photo CD) – image/jpcd
- Formato proprietario Kodak, compressione lossy, 24 bit di colore
- Usato nei Photo CD
- Adatto alle foto delle vacanze, del tutto inflessibile, poco adatto ad altri usi
- Convertite subito in JPG!

I formati grafici: PCX

- **PCX** (Paintbrush) – image/pcx
- Compressione RLE, colori indicizzati o a 24 bit
- Usato in origine solo dal programma Paintbrush – che però era fornito con Windows, e quindi finì per essere molto usato
- Formato vecchio, convertite in GIF, PNG o JPEG a seconda dei casi

I formati grafici: PNG

- **PNG** (Portable Network Graphics) – image/png
- Compressione lossless, da 1 a 48 bit di colore, supporta il canale alpha (trasparenza)
- Uso analogo a GIF, ma senza brevetti, più efficiente, e con caratteristiche più avanzate
- Quando non sapete cosa usare, usate PNG e vivrete felici!

I formati grafici: PSD

- **PSD** (Photoshop) -- application/x-photoshop
- Formato proprietario di Photoshop; ha innumerevoli caratteristiche, ma in pratica è usabile solo da Photoshop (e da alcuni altri programmi analoghi)
- Non adatto per la distribuzione di immagini
 - a fine lavoro, salvate in un altro formato
- Mantiene però le informazioni di editing
 - se usate Photoshop, tenete sempre una copia del file in PSD per eventuali ulteriori modifiche!

I formati grafici: TIF / TIFF

- **TIF** o **TIFF** (Tagged Image File Format)
– image/tiff
- Compressione lossy o lossless (più diffusa), metadati, profondità colore arbitraria
- Usato moltissimo per la stampa; è un formato che sicuramente non perde qualità durante i vari passaggi
- I file tendono a essere molto grandi: inadatto per l'uso in rete

I formati grafici: XBM/XPM

- **XBM** (X Bitmap), **XPM** (X Pixmap) – image/x-xbitmap, image/xpm
- Formato B/N (XBM) o a colori (XPM), nessuna compressione
- L'immagine è codificata in ASCII sotto forma di un programma C !!
- Formato nativo di X-Windows, l'ambiente grafico di UNIX
- Uso analogo a BMP su Windows

I formati grafici: XBM/XPM

- Esempio di file XPM

```
/* XPM */
static char * rossi_estoril_day1_xpm[] = {
"170 170 17899 3",
" c #171717",
". c #151412",
"+ c #1A1512",
"@ c #2C251F",
"# c #3B322B",
"$ c #3A3027",
"% c #372A22",
"& c #212123",
"* c #151517",
"= c #1B191A",
"- c #201F1D",
"; c #22211D",
"> c #272621",
", c #2D2A23",
" ' c #2E2B24",
... altre 17984 righe così...
" . + @ # $ % & * = - ; > , ' ) ! ~ * { ] ^ / ( _ :
< [ ] | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 a b c d e f g h i j k l m n o
p q r s t u v w w w x y z A B C D E F G H I J K L M N O
P Q R S T U V W X Y Z ` . . + . @ . # . $ . % . & . * . = . - . ; . ; . ; . > .
, . ' . ) . ! . ~ . { . ] . ^ . / . ( . _ . : . < . [ . } . | . 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . 7 . 8 . 9 . 0 . a . b .
c . d . e . ' . f . g . h . < . i . j . , . k . l . m . n . o . p . q . r . s . t . u . v . w . x . y . z . A .
B . " ,
... altre 169 righe così
}
```

metadati immagine:
170x170, 17899 colori

palette: 17899 righe, ogni
riga
è codice c colore

dati immagine:
170 righe di 170 codici ciascuna
(un codice per pixel)



I formati grafici: XCF

- **XCF** (eXperimental Computing Facility) -- application/x-gimp-image
- Formato proprietario di Gimp; ha innumerevoli caratteristiche, ma in pratica è usabile solo da Gimp
- Non adatto per la distribuzione di immagini
 - a fine lavoro, salvate in un altro formato
- Mantiene però le informazioni di editing
 - se usate Gimp, tenete sempre una copia del file in XCF per eventuali ulteriori modifiche!

Tag nei formati grafici

- Alcuni formati grafici (primi fra tutti TIFF, JPEG e PNG) hanno la possibilità di ospitare **tag** arbitrari all'interno del file
- Un tag è una coppia (etichetta, valore) il cui significato non è stabilito dal formato
 - ... in generale!
 - TIFF definisce un certo numero di tag per memorizzare le informazioni sulla risoluzione, sul colore, ecc.

Tag nei formati grafici

- Un gruppo di tag molto popolari è dato dallo standard **EXIF**
- Usato da pressoché tutte le macchine fotografiche digitali e da alcuni altri dispositivi
- Incorporato in JPEG, JPEG2000 e TIFF
- Informazioni utili su immagine, autore, fotocamera, modalità di scatto, ecc.

Tag nei formati grafici

- Esempio:



Proprietà di «IMGP0388.JPG»

Generali Simboli Permessi Apri con Annotazioni Immagine

Tipo immagine: jpeg (Formato JPEG)
Larghezza: 1024 pixel
Altezza: 768 pixel
Marca fotocamera: PENTAX Corporation
Modello fotocamera: PENTAX Optio E10
Data dello scatto: 2006:07:02 17:48:05
Tempo d'esposizione: 1/131 sec.
Programma d'esposizione: Normal program
Modalità esposimetro: Center-Weighted Average
Scatto con flash: Flash did not fire, auto mode.
Lunghezza focale: 16,5 mm
Sensibilità ISO: 100
Software: V1.00

Ajuto Chiudi

Tag nei formati grafici

- Ultima moda in EXIF: coordinate GPS
 - posizione e orientamento della macchina
 - si sa sempre esattamente dove, quando e come una foto è stata scattata!
- Ulteriori estensioni si stanno affermando con l'uso delle fotocamere nei telefonini
 - es.: numero del telefonino con cui è stata scattata una foto!

Elaborazione digitale di immagini

- Una volta codificata un'immagine con un numero (ovvero, una serie di numeri), possiamo **elaborarla** a nostro piacimento!
- Ovviamente, siamo interessati a elaborazioni che **hanno senso dal punto di vista grafico**
- Nel seguito faremo alcuni esempi; è *indispensabile* la sperimentazione in laboratorio!

Elaborazione digitale di immagini

- Distinguiamo tre famiglie di elaborazioni:
 - **trasformazioni geometriche**
 - **elaborazioni sul colore**
 - **filtri e convoluzioni**
- Ogni elaborazione può essere applicata all'intera immagine o a una parte di essa
 - la **selezione di parti** è di per sé un argomento interessante

Strumenti per l'elaborazione digitale

- In teoria, l'elaborazione digitale di immagini consiste solo di qualche operazione matematica...
- Ma in pratica, i dati in una qualunque immagine sono talmente tanti che è impossibile elaborarla senza usare un programma apposito
- Noi useremo **GIMP** negli esempi e in laboratorio
- Molto diffuso (ma a pagamento) è anche **Photoshop** (in varie incarnazioni)

The GIMP

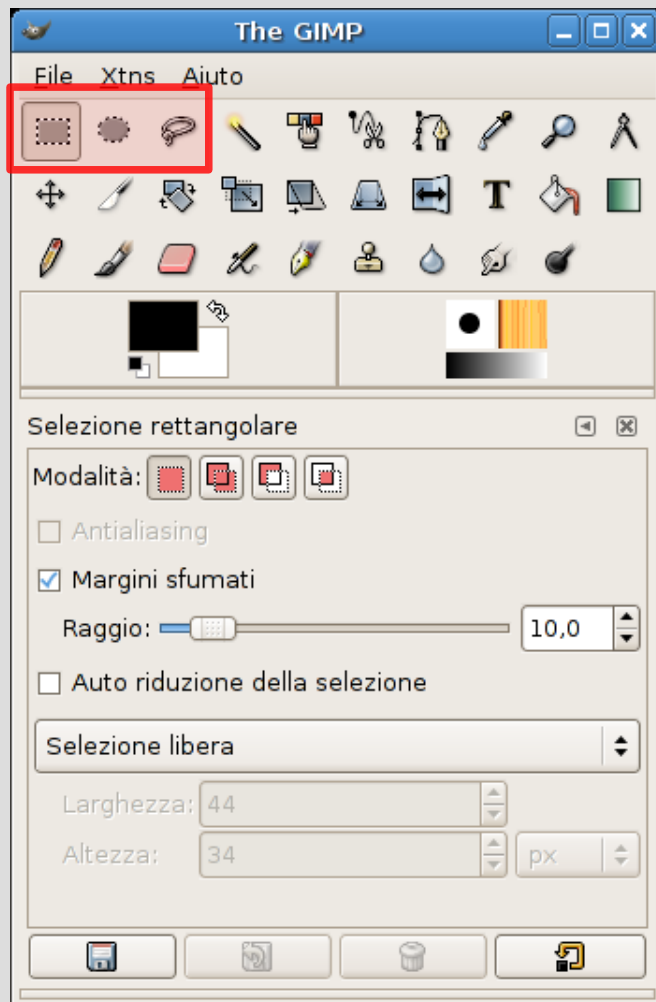
- GIMP: un programma open-source, gratuito, disponibile su tutte le piattaforme, potente quanto le alternative commerciali
- Esiste anche in versione per i film



Selezione di parti di immagine

- Data un'immagine, esistono diversi criteri per selezionare una sua parte
 - criteri geometrici
 - la selezione è la parte di immagine compresa entro certi confini, indicati dall'utente
 - criteri colore
 - la selezione è la parte di immagine il cui colore soddisfa certi criteri, indicati dall'utente
- Altri criteri sono di uso particolare
 - es: la selezione è la regione corrispondente a un testo appena aggiunto all'immagine

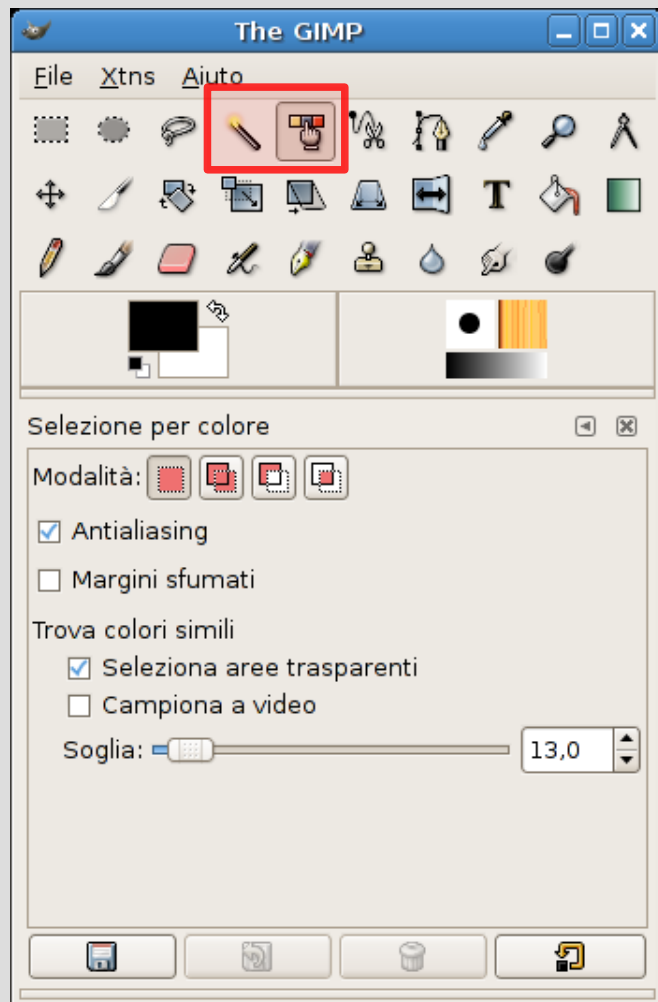
Selezione geometrica



- Rettangolo ed elisse selezionano aree con forma geometrica regolare
- Il “lazo” seleziona un'area di forma irregolare, disegnata a mano dall'utente



Selezione per colore



- La “bacchetta magica” seleziona un'area contigua con colori simili
- La “palette” seleziona tutte le parti dell'immagine con lo stesso colore (o simile)



Selezioni combinate

- È poi possibile invertire, unire, rimpiazzare, intersecare selezioni diverse, fino ad ottenere il risultato desiderato
- Esistono funzioni per *allargare* o *restringere* l'area selezionata
 - per includere o escludere i dettagli del bordo
- La selezione può essere salvata e caricata indipendentemente dall'immagine
 - utile per lavorare su più immagini simili

Trasformazioni geometriche

- Le **trasformazioni geometriche** cambiano l'informazione *spaziale* dell'immagine
- Casi tipici:
 - ingrandimenti e riduzioni
 - spostamenti, rotazioni
 - ribaltamenti, riflessioni speculari
 - ritaglio

Trasformazioni geometriche

- Esempio:
 - selezioniamo la testa di Valentino con lo strumento Ellisse e un bordo sfumato
 - lo spostiamo a destra (lasciando un buco)
 - lo ruotiamo di 30° in senso antiorario
 - lo incolliamo nella nuova posizione



Trasformazioni colore

- Le **trasformazioni colore** alterano i colori che compongono l'immagine, senza alterarne l'aspetto geometrico
- Possono essere applicate all'intera immagine (o selezione) oppure separatamente ad ogni *piano colore*
- Si tratta di elaborazioni di natura più “fotografica”

Trasformazioni colore

- Fra le trasformazioni più comuni:
 - **bilanciamento** colore (viraggi e correzione)
 - **tonalità** e **saturazione** (colori più o meno vivi)
 - colore **dominante** (effetto “seppia”)
 - **luminosità** e **contrasto** (stile TV)
 - tagli con **valori soglia** (mette a 0 o al massimo certi colori)
 - regolazione dei **livelli** e **curve colore** (regolazione più fine con ridistribuzione dei colori)
 - **posterizzazione** (riduzione numero colori)
 - **desaturazione** (elimina colori troppo accesi)
 - **inversione** (produce il negativo)
 - **riscalatura** (mappa range di colore su altri range)

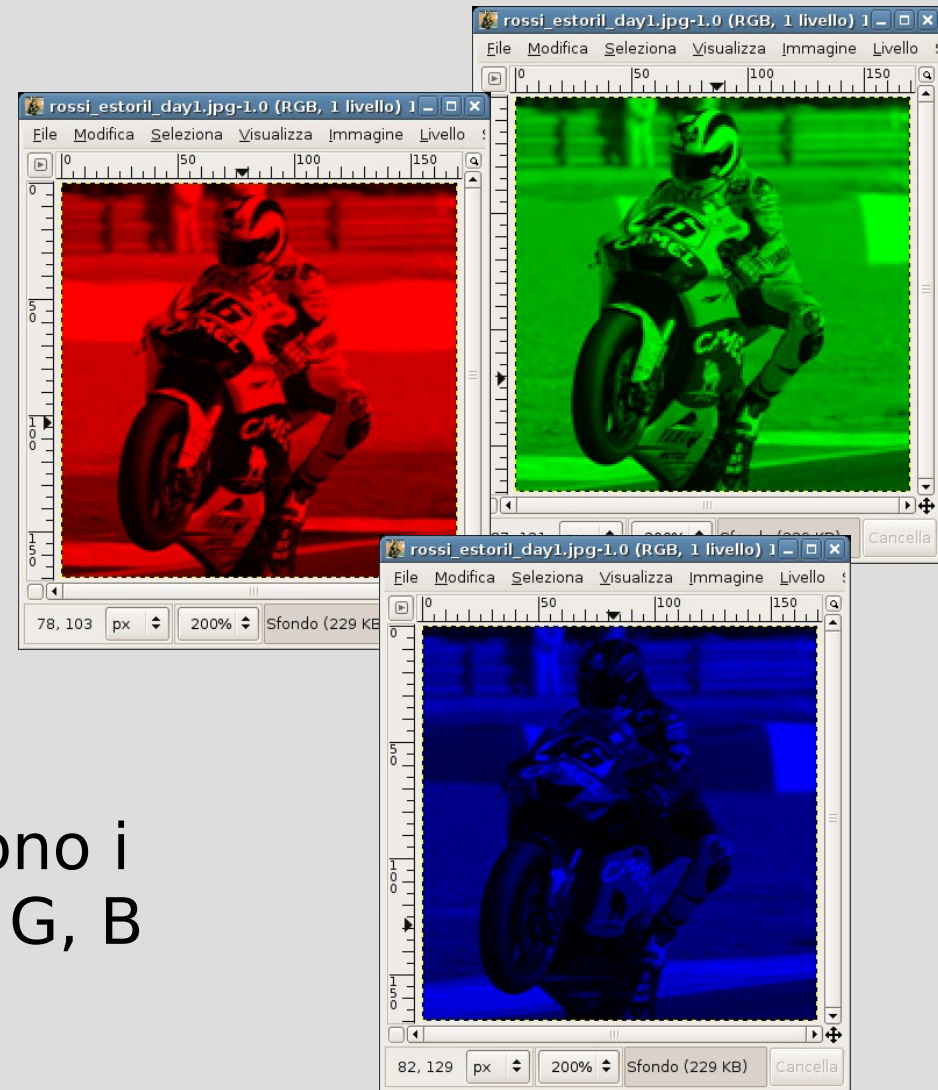
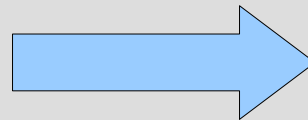
Trasformazioni colore

- I tre concetti fondamentali per capire le trasformazioni colore:
 - **canale**: un piano dell'immagine in organizzazione planare (di solito, R, G, B o C, M, Y, K; eventualmente trasparenza)
 - **istogramma**: conteggio della frequenza dei colori (quanti pixel dell'immagine hanno un dato colore)
 - **mappatura**: funzione matematica, a volte espressa graficamente, che trasforma un valore/colore di ingresso in uno di risultato

Trasformazioni colore

Canali

- Abbiamo già visto il concetto di **canali**

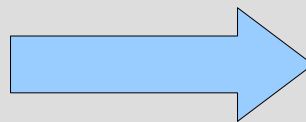


Questi sono i canali R, G, B

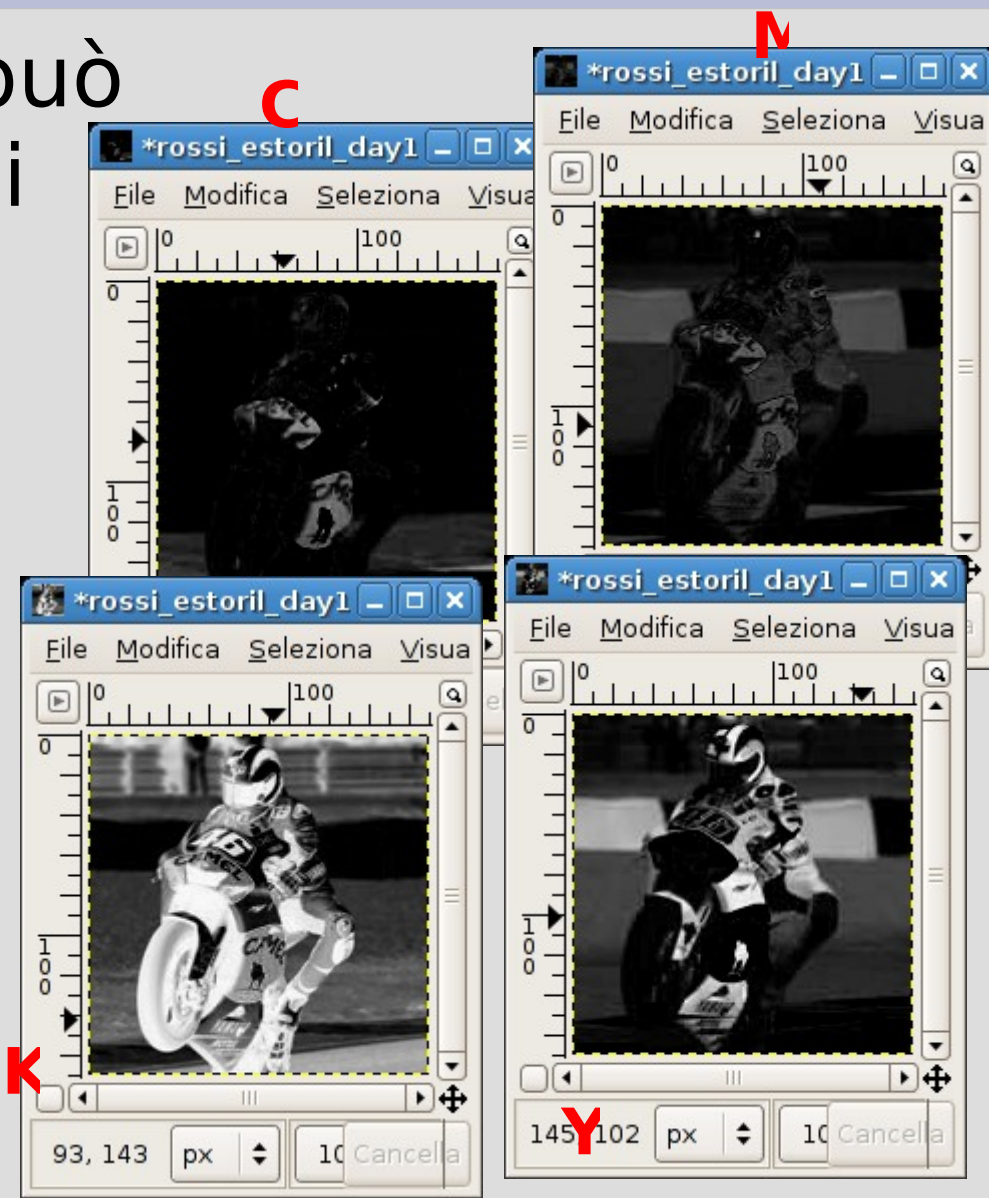
Trasformazioni colore

Canali

- La stessa immagine può essere divisa in canali di diverso tipo:



Questi sono i canali C, M, Y, K



Trasformazioni colore

Canali

- In realtà, ogni canale può essere visto come un'immagine a scala di grigi
 - indipendentemente dal fatto che a volte i programmi “colorino” l'immagine di un canale con il colore a cui il canale si riferisce
- Alcune trasformazioni operano su un solo canale alla volta, oppure su n canali contemporaneamente – trattandoli però come n immagini distinte in scala di grigi
- Ogni pixel di un canale ha un'intensità
 - 0%-100%, ovvero 0.0-1.0, ovvero 0-255, ...

Trasformazioni colore

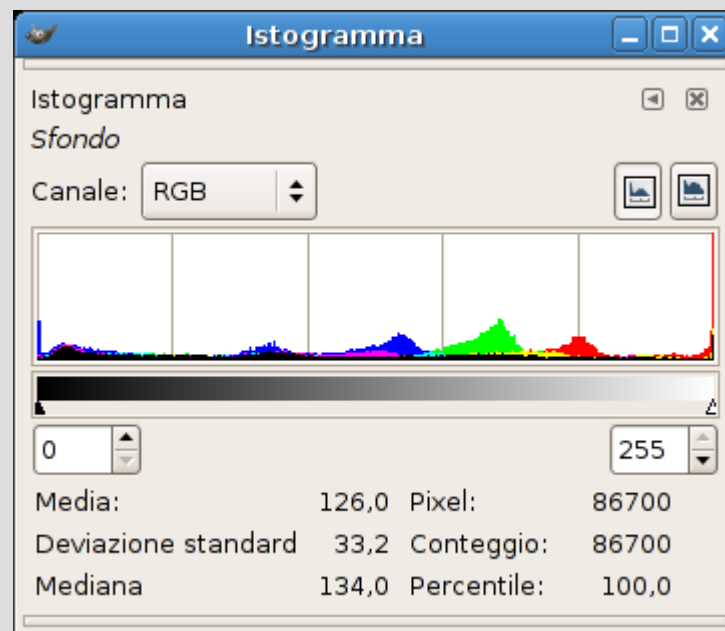
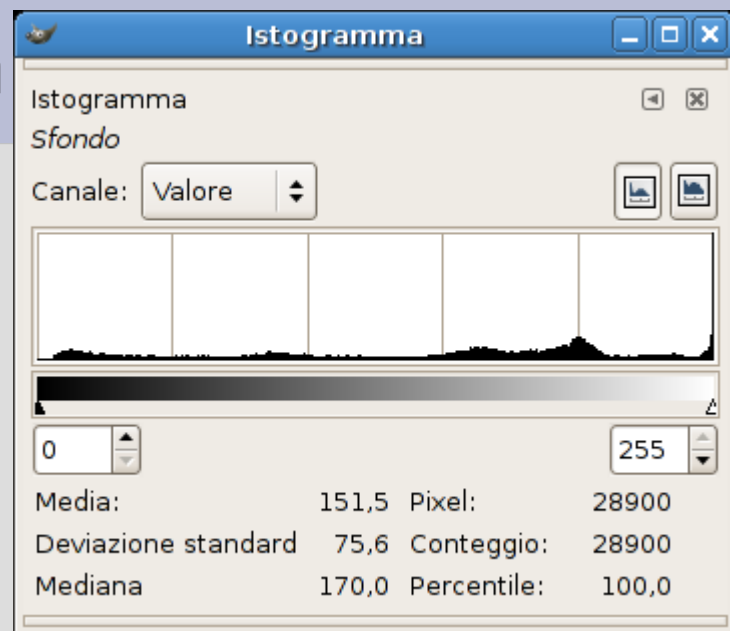
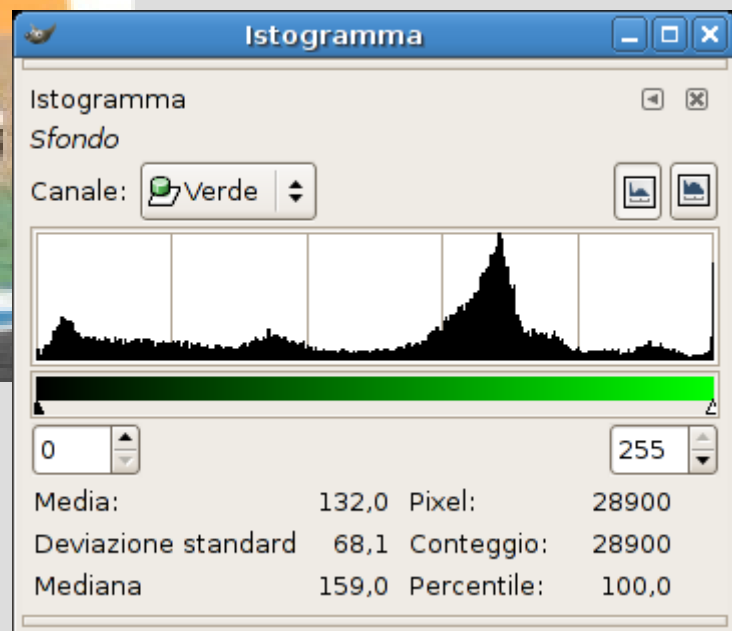
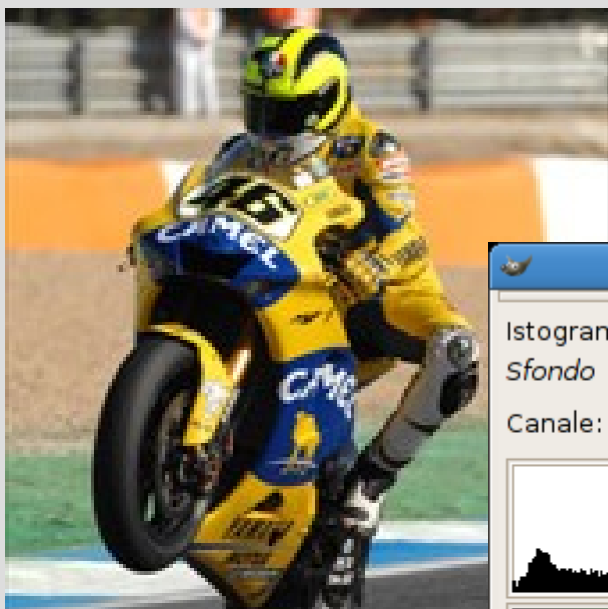
Istogramma

- L'**istogramma colore** mostra visualmente la distribuzione dell'intensità all'interno di un canale
 - Asse x: intensità del “colore”
 - Asse y: percentuale dell'immagine coperta da quel “colore”
- Tipicamente, si guarda o modifica un istogramma alla volta...
- ... ma è anche possibile manipolare più istogrammi in contemporanea

Trasformazioni colore

Istogramma

- Esempio:



Trasformazioni colore

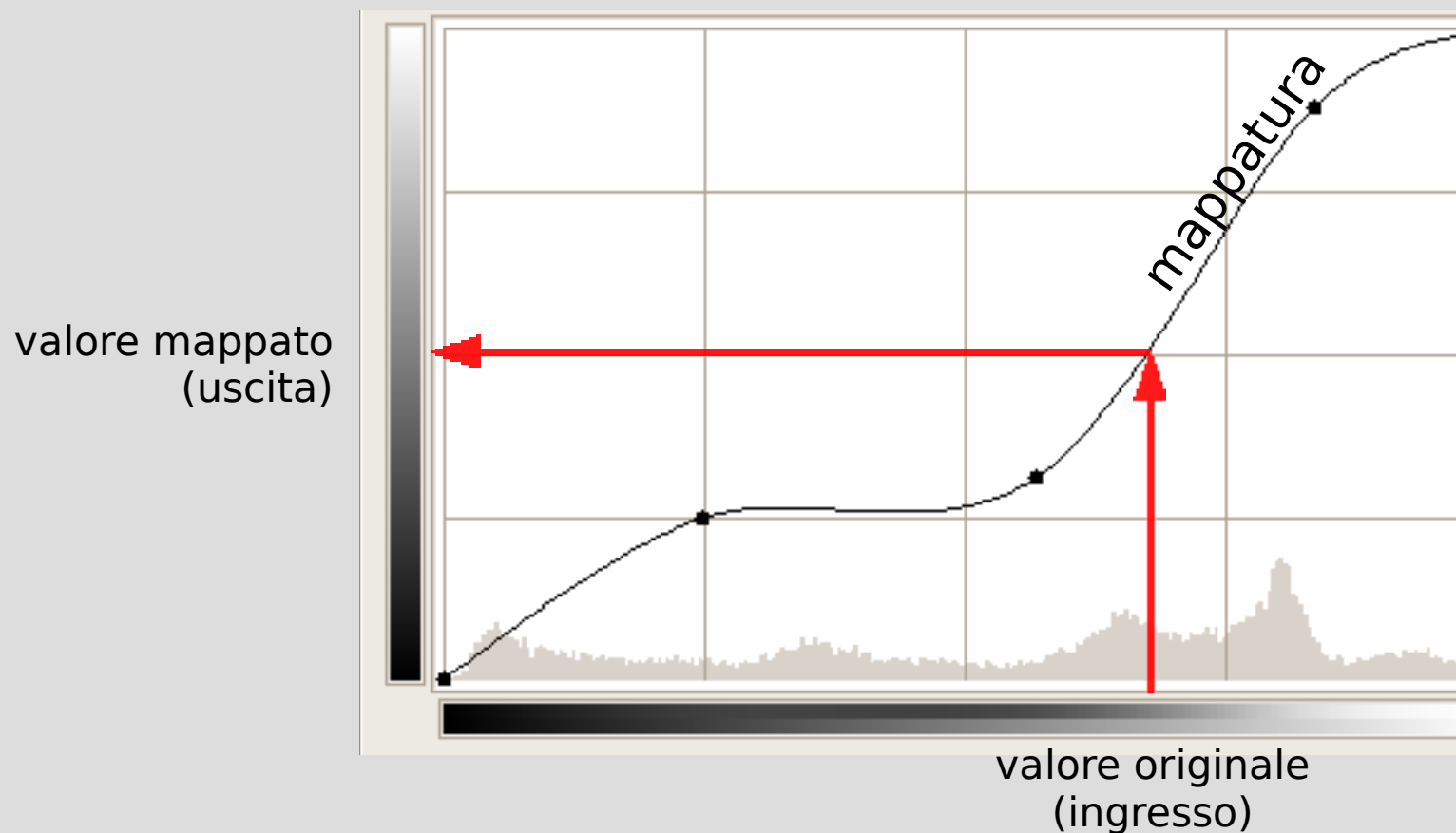
Mappatura

- Una **mappatura** è una funzione matematica arbitraria, che trasforma un valore di intensità (ingresso) in un'altro (uscita)
 - Entrambi i valori devono essere nel *range* delle intensità (0%-100% o codifiche varie)
- Esempi:
 - $m(x) = x$ lascia tutto come sta
 - $m(x) = 1-x$ inverte i valori
 - $m(x) = x/2$ dimezza tutte le intensità

Trasformazioni colore

Mappatura

- Spesso una mappatura è espressa graficamente tramite una curva:

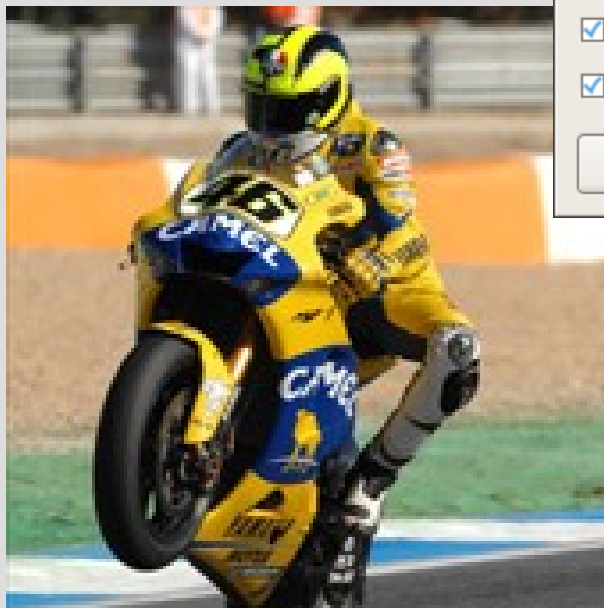


Bilanciamento

- Il **bilanciamento** consiste nell'effettuare una mappatura su tutti i piani colore per cambiare le **dominanti colore**
- In altre parole, si aumentano o diminuiscono i rossi, i verdi o i blu dell'immagine, in maniera uniforme
 - +rosso = -ciano -rosso = +ciano
 - +verde = -magenta -verde = +magenta
 - +blu = -giallo -blu = +giallo

Bilanciamento

- Esempio:



Bilanciamento



Tonalità e saturazione

- Simile al bilanciamento, ma si può applicare a un solo *colore primario* alla volta anziché a tutta l'immagine
- Del colore selezionato possiamo regolare separatamente **tonalità**, **luminosità** e **saturazione**

Tonalità e saturazione

- Esempio: schiariamo e sbiadiamo i gialli

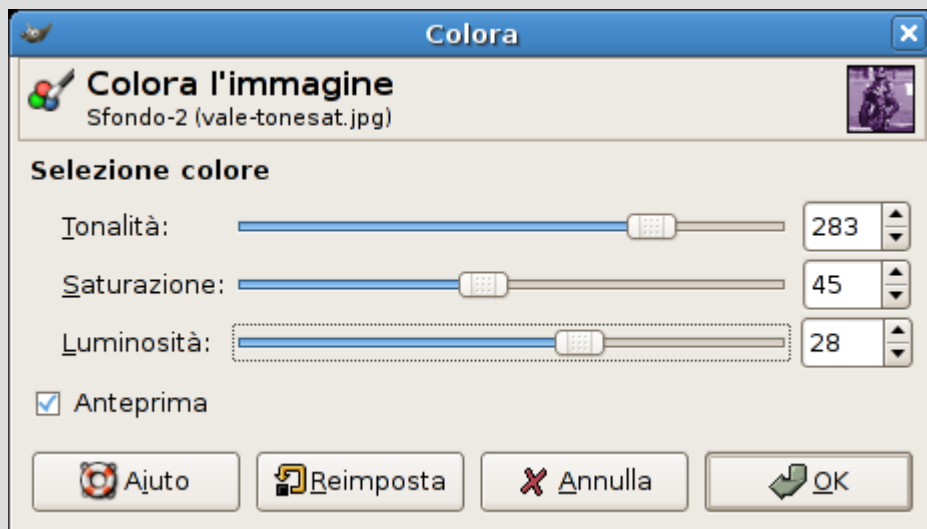


Colore dominante

- Questa trasformazione riduce l'immagine ai soli valori (praticamente, a scala di grigi), impostando tutti i canali secondo una tonalità, luminosità e saturazione data
- Si applica all'intera immagine
- Notare che l'immagine rimane **strutturalmente** a pieni colori – semplicemente, i colori usati la rendono simile a una a scala di grigi

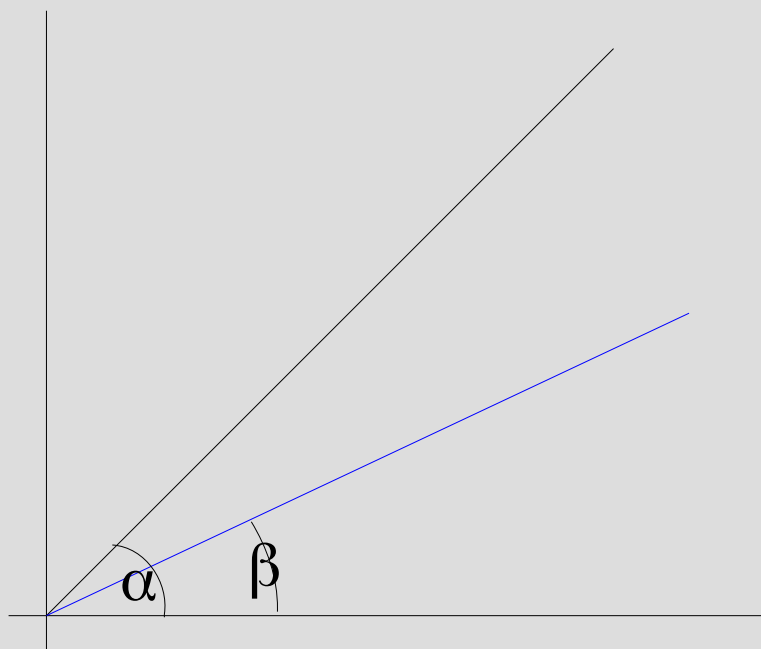
Colore dominante

- Esempio: cambiamo la tonalità (aggiungendo una dominante blu/violetta), la saturazione e la luminosità per simulare una vecchia foto Kodak, ormai quasi sbiadita:

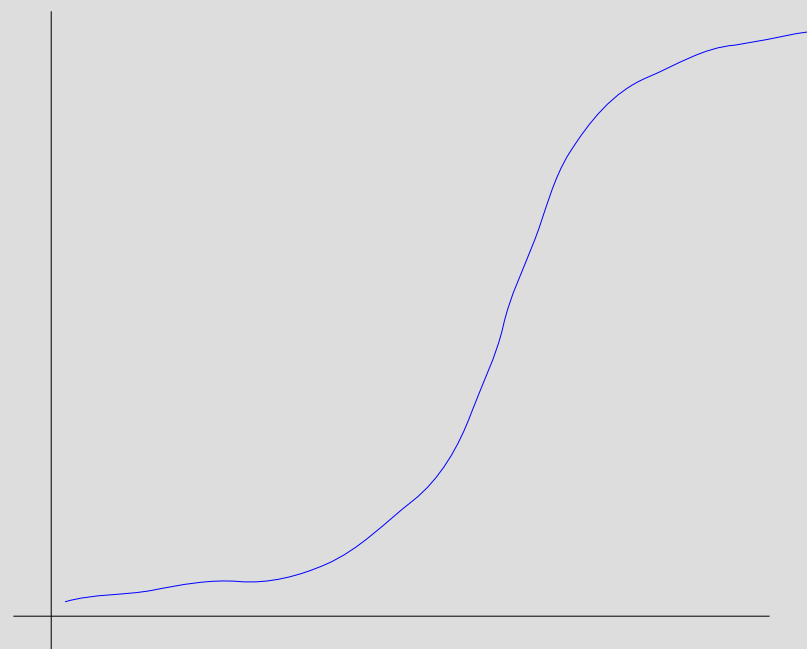


Luminosità e contrasto

- Queste due trasformazioni funzionano come gli analoghi controlli sulle TV



- La luminosità cambia l'angolo di una mappatura retta



- Il contrasto cambia la forma di una mappatura a "S" (ripidità della parte centrale)

Luminosità e contrasto

- Esempio:



Luminosità e contrasto



Valori soglia

- Abbiamo già discusso l'effetto dei valori soglia nella conversione da scala di grigi a bianco e nero
- Si applica lo stesso metodo a immagini a colori (in base al canale di luminanza)
- È anche possibile applicare due soglie per effetti più complessi
 - tagli e negativi insieme

Valori soglia

- Esempio:



soglia



Bianco

Nero

luminosità

Livelli e curve colore

- Queste trasformazioni permettono di adottare una mappatura arbitraria su canali arbitrari
- Sono quelle che danno la massima libertà, ma richiedono anche una comprensione del meccanismo usato
- Adatte a elaborazioni più fini

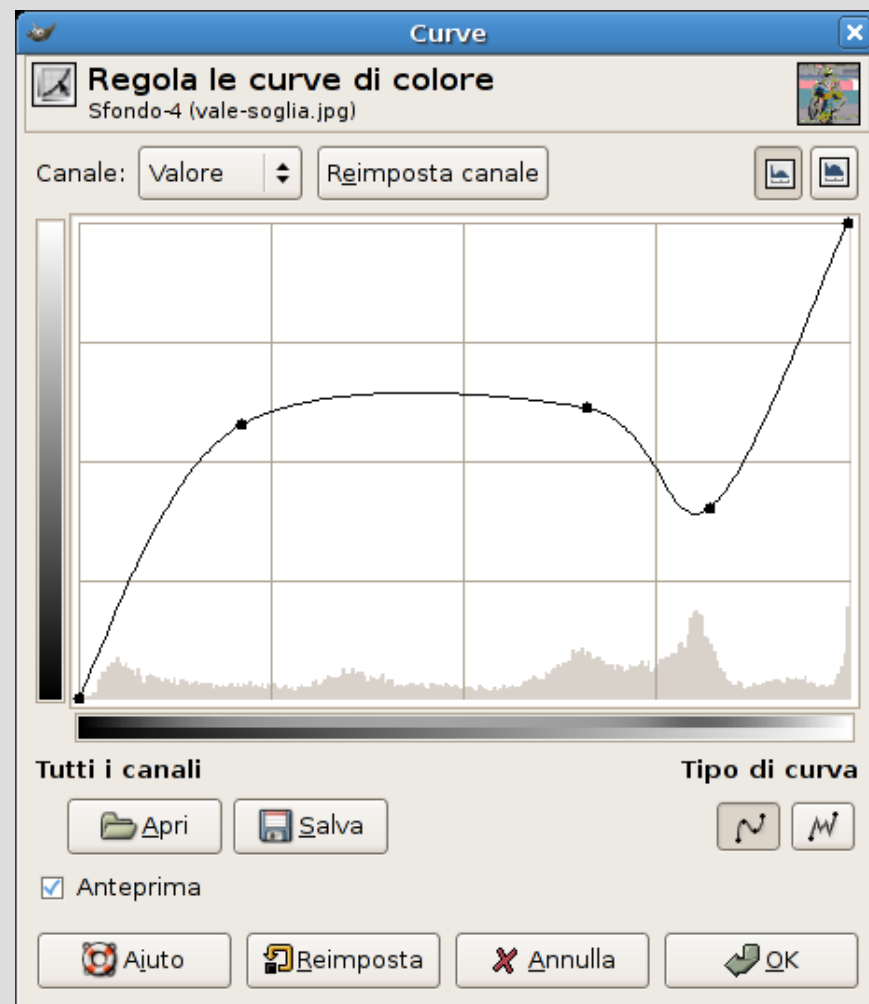
Livelli e curve colore



- La regolazione dei **livelli** consente di esprimere mappature sull'istogramma di un canale
 - Si regolano il valore minimo, il medio e il massimo
 - I valori intermedi si distribuiscono di conseguenza

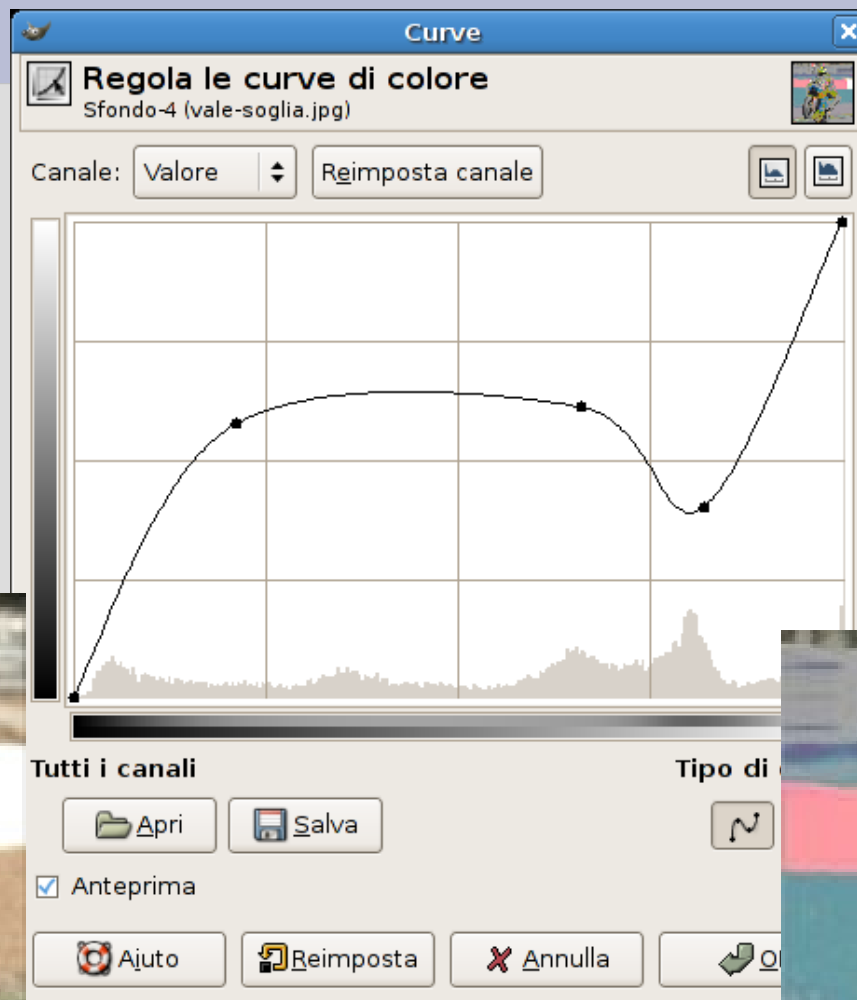
Livelli e curve colore

- Le **curve colore** consentono di disegnare a mano una mappatura arbitraria
- È possibile definire solo alcuni punti e lasciare che gli altri valori si adattino, oppure disegnare a mano l'intera curva



Livelli e curve colore

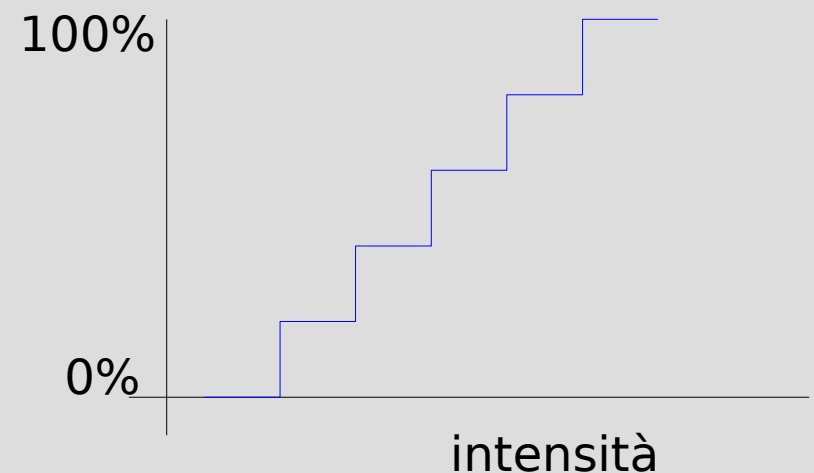
- Esempio:



Curve colore

Posterizzazione

- La **posterizzazione** consiste nella riduzione del numero di colori
 - più precisamente, riduce il numero di **valori distinti** presenti in uno o più canali
- L'effetto è parametrizzato dal *livello di posterizzazione* che controlla quanti colori devono rimanere
- Corrisponde a una mappatura *a gradini*
 - il livello influenza il numero e la dimensione dei gradini



Posterizzazione

- Esempio:



Originale

posterizza

livello=10



livello=5



livello=3



livello=2

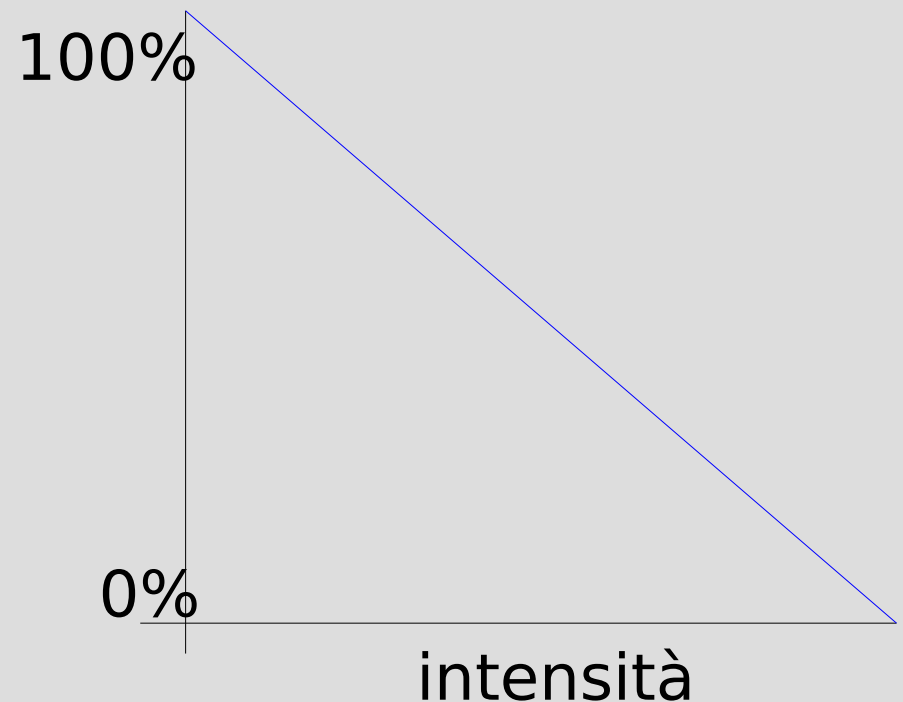


Desaturazione

- La **desaturazione** consiste nell'azzerare il canale della saturazione
- In pratica, tutti i colori diventano grigi
- Notare che l'immagine rimane **strutturalmente** a pieni colori – semplicemente, i colori usati la rendono simile a una a scala di grigi
 - comportamento analogo ad altre trasformazioni

Inversione

- L'**inversione** si limita a fare il “negativo” del canale o dei canali indicati
- Corrisponde a una mappatura a 45° invertita



Inversione

- Esempio: negativo di un'immagine a colori
- Esempio: negativo di un'immagine in scala di grigi



Riscalatura

- Una serie di operazioni effettuano **riscalature**, ovvero mappature su vari piani che espandono o contraggono la **gamma cromatica**
- Si tratta in genere di operazioni automatiche o semi-automatiche, con pochi parametri
- Adatte ad usi particolari (per esempio, regolazione dei colori nelle foto, o adattamento ad usi televisivi)

Riscalatura

- Fra le operazioni di riscalatura citiamo:
 - **Equalizzazione**
 - **Bilanciamento del bianco**
 - **Accentuazione colori**
 - **Aggiustamento contrasto**
 - **Aggiustamento HSV**
 - **Normalizzazione**