

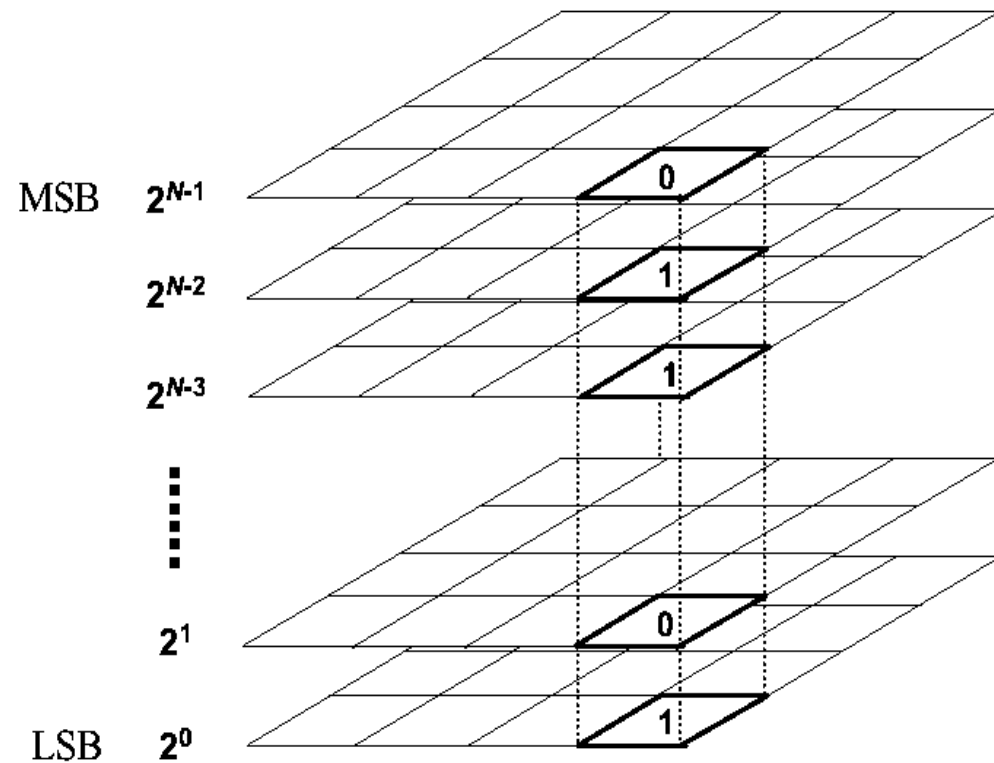
# Bit Plane

---



# Bit-plane

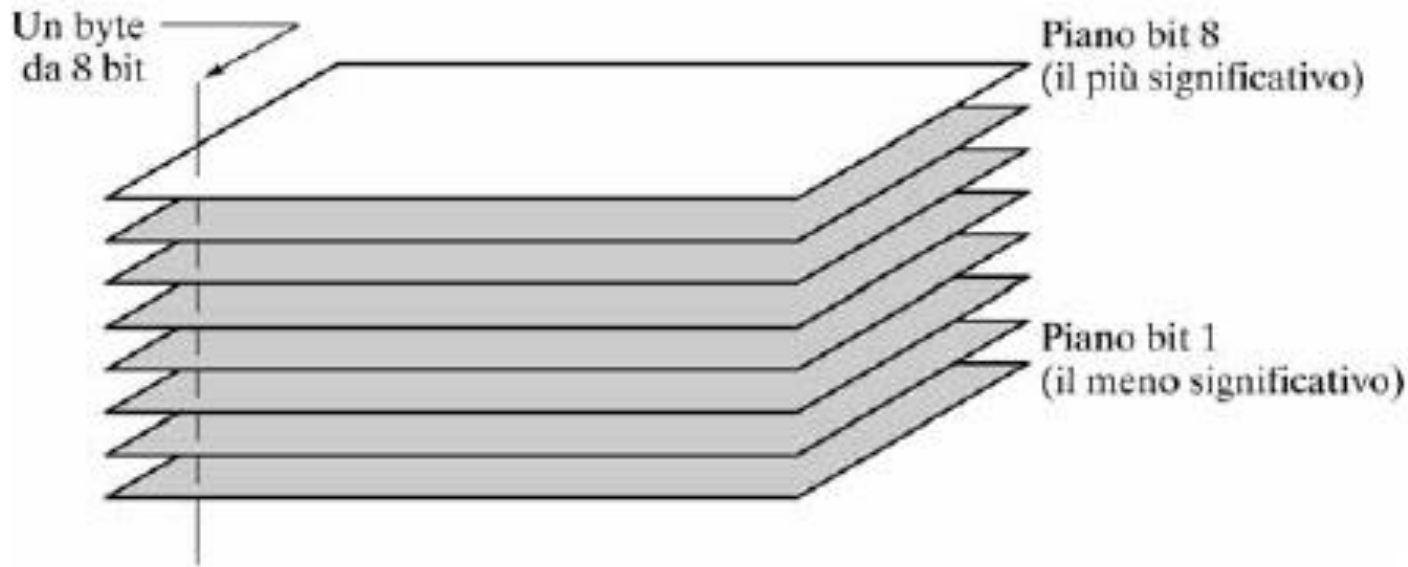
Un'immagine con una profondità colore di  $N$  bit può essere rappresentata da  $N$  piani di bit (bit-planes), ciascuno dei quali può essere vista come una singola immagine binaria. In particolare si può indurre un ordine che varia dal **Most Significant Bit (MSB)** fino al **Least Significant Bit (LSB)**.





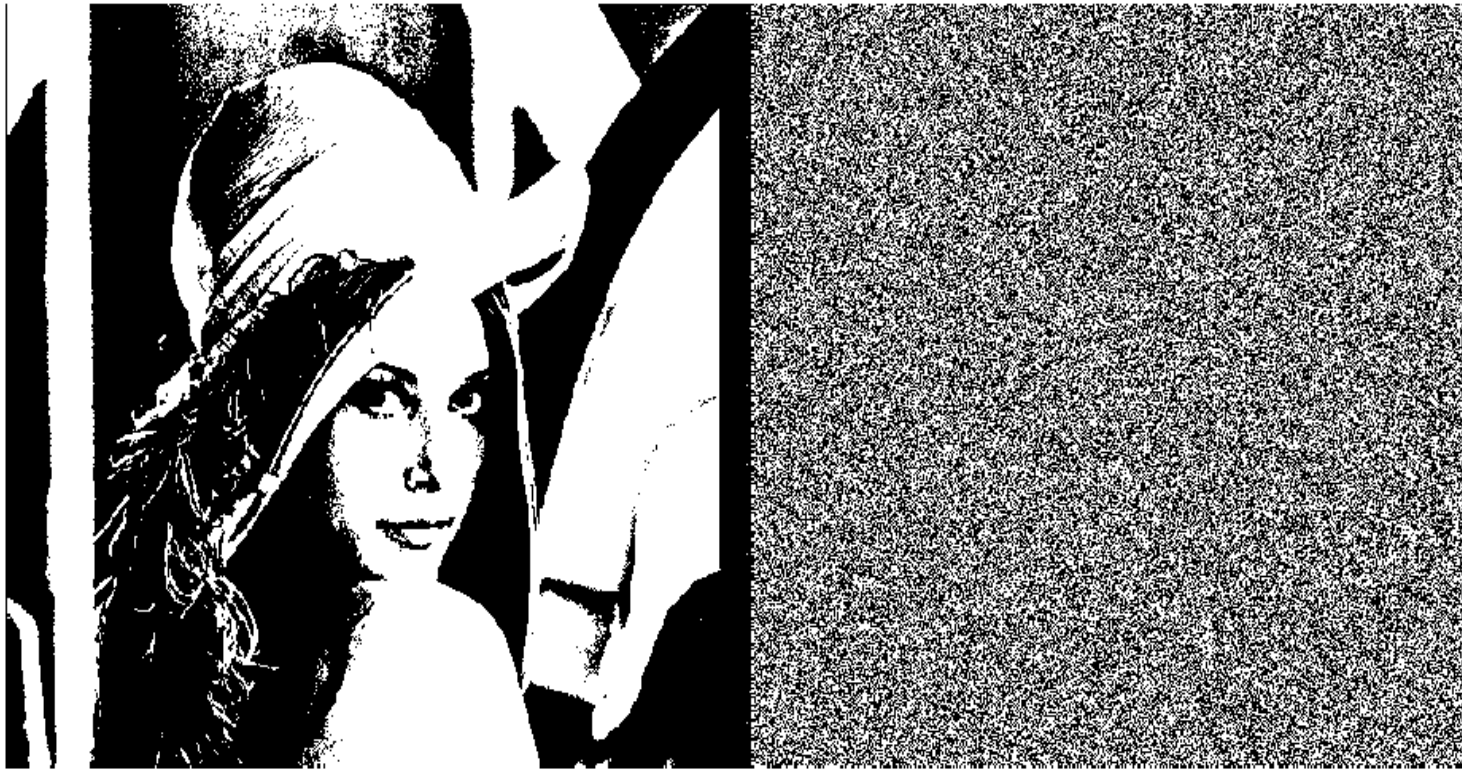
# Bit-plane - Definizione

Il bit plane di un'immagine digitale a N bit, è un'insieme di N immagini binarie (piani), in cui l'immagine  $i$ -esima contiene i valori dell'  $i$ -esimo bit della codifica scelta.





# Bit-planes – Codifica binario puro

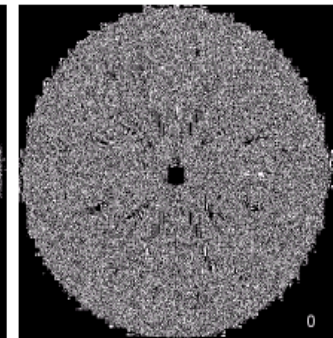
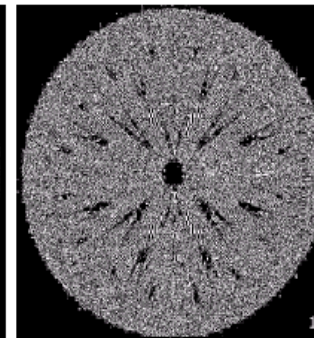
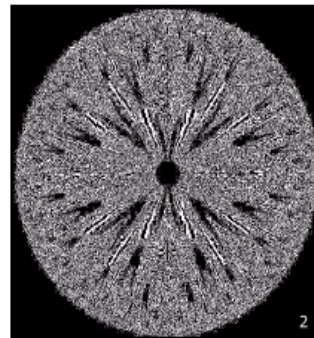
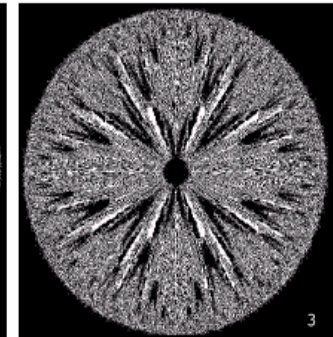
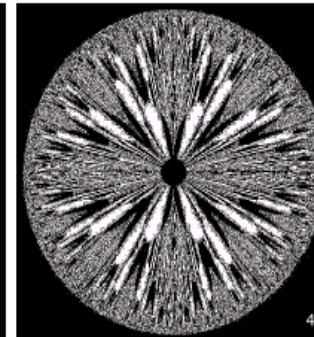
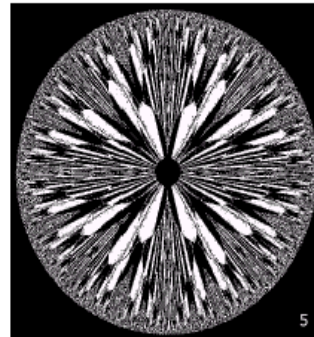
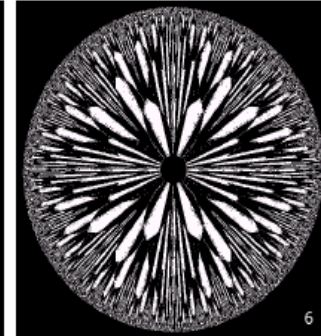
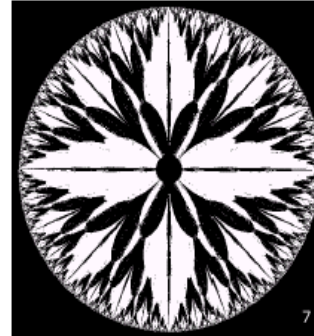
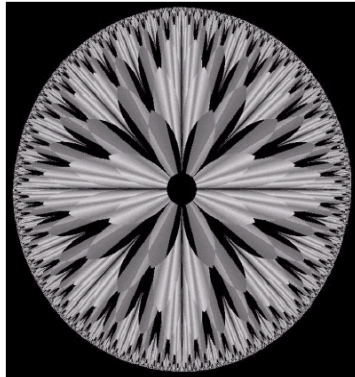


Most Significant bit (**MSB**)

Least Significant bit (**LSB**)



# Bit-planes binario puro







# Bit-planes binario puro: Osservazioni

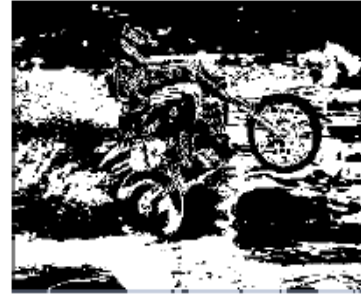
- Se si usa la codifica in **binario puro** i piani di bit più significativi contengono informazioni sulla struttura dell'immagine, mentre quelli via via meno significativi forniscono i dettagli sempre più piccoli.
- Si noti che solo i piani dal 7 al 3 contengono dati significativi dal punto di vista visuale.
- Il rumore delle immagini e gli errori di acquisizione sono più evidenti nei piani bassi.



# Bit-planes binario puro



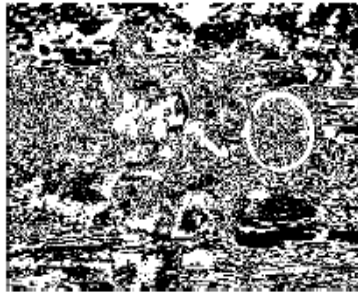
7



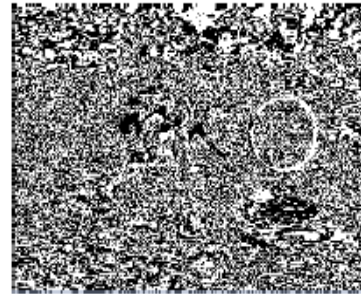
6



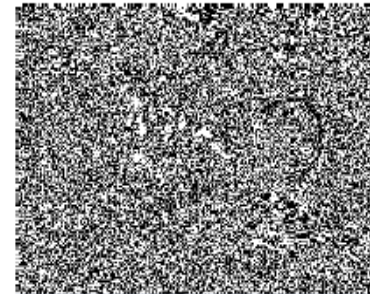
5



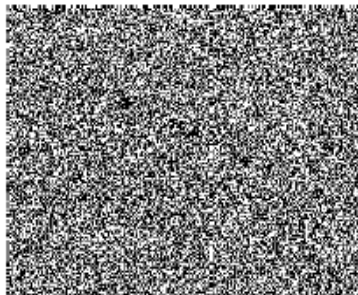
4



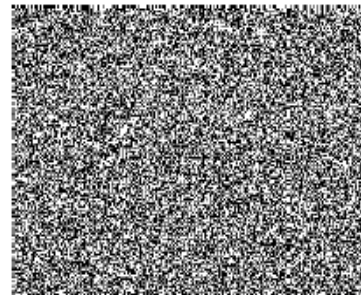
3



2



1



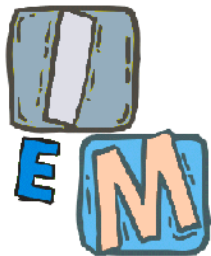
0



# Usi bit-planes binario puro:

- Questo genere di scomposizione è molto utile per eliminare tutti i valori compresi in un certo range.
- Ad esempio, se si vogliono eliminare tutti i grigi compresi tra 32 e 64, è necessario porre a 0 il quinto bit, e quindi tutto il piano 5.
- Chiaramente, questa osservazione e le precedenti, sono valide se la codifica utilizzata è quella in **binario puro**.





# Bit-plane binario puro - Esempio

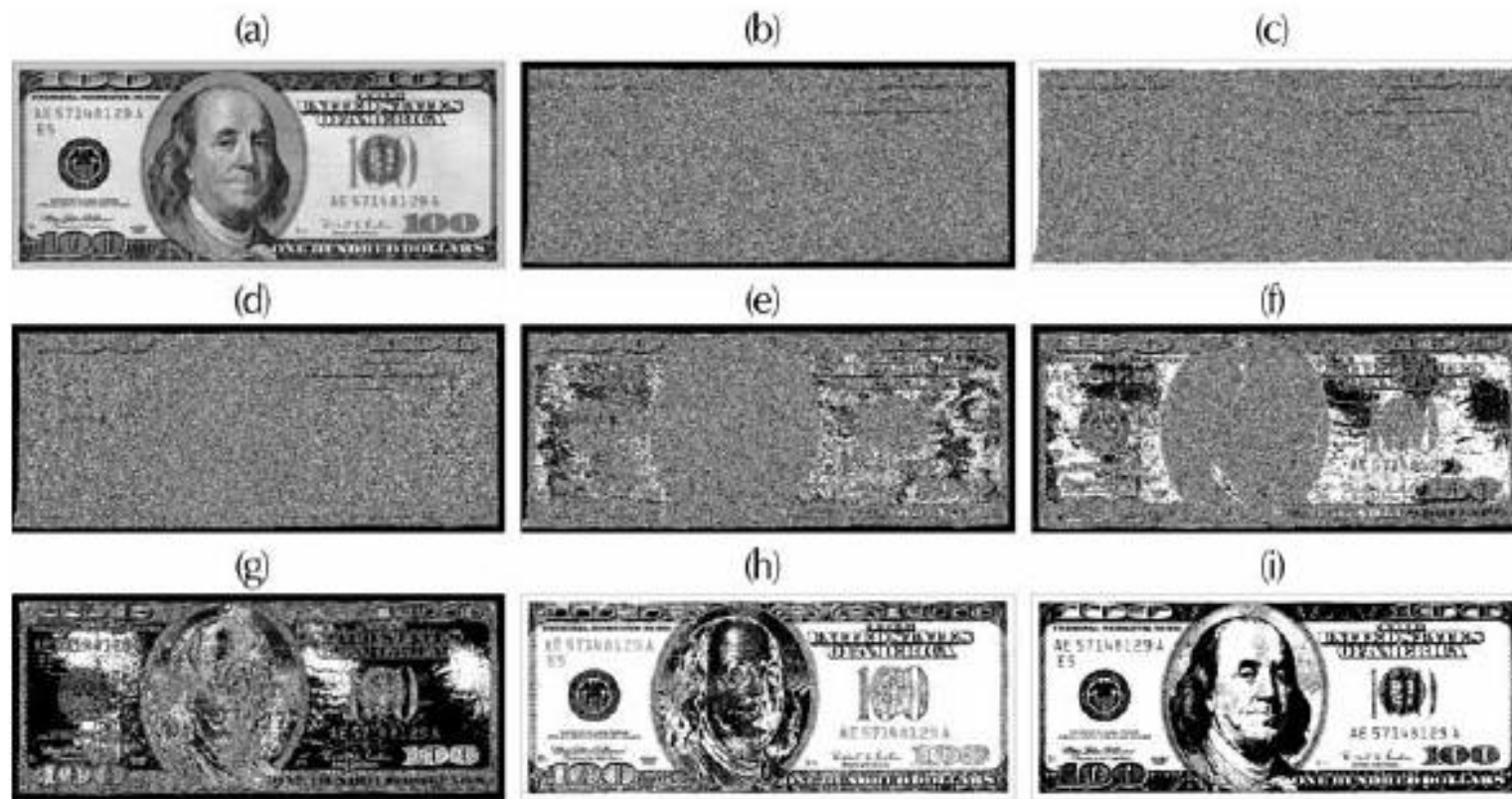


Figura 3.14 (a) Immagine a 8 bit in scala di grigio di  $500 \times 1192$  pixel. Da (b) a (i) i piani di bit da 1 a 8; il piano 1 corrispondente al bit meno significativo. Ogni piano è un'immagine binaria.



# Bit-plane binario puro - Esempio



**Figura 3.15** Immagini ricostruite usando (a) i piani di bit 8 e 7; (b) i piani di bit 8, 7 e 6; (c) i piani di bit 8, 7, 6 e 5. Si confronti (c) con la Figura 3.14a.



# Bit-Plane - Problema

Se la codifica usata è quella in **binario puro**, allora risulta evidente uno svantaggio: **una piccola variazione può ripercuotersi su tutti i piani.**

Esempio: Se un pixel ha ad esempio intensità 127 (01111111) e il suo adiacente ha intensità 128 (10000000) allora la transizione tra 0 e 1 si ripercuote su tutti i piani di bit.

**Serve un codice in cui valori molto vicini abbiano codifiche binarie molto simili!**



# Soluzione – Codice Gray

Il codice Gray a  $m$  bit  $g_{m-1} \dots g_1 g_0$  che corrisponde al numero in binario puro  $a_{m-1} \dots a_1 a_0$  può essere calcolato con la formula

$$\begin{aligned} g_i &= a_i \oplus a_{i+1} \quad 0 \leq i \leq m-2 \\ g_{m-1} &= a_{m-1} \end{aligned}$$

dove  $\oplus$  denota l'operatore XOR (OR esclusivo).

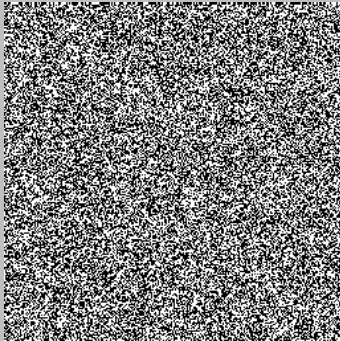
**Il codice Gray gode della proprietà per cui ogni codeword differisce dalla precedente per un solo bit.**



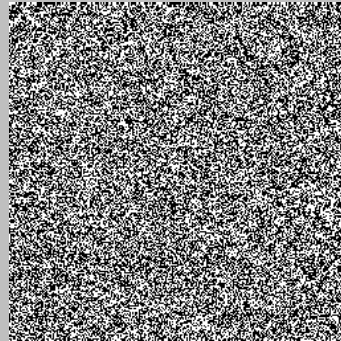


# Binario puro VS Gray Code

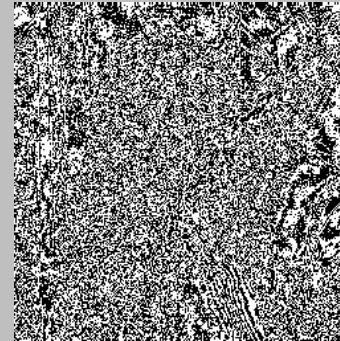
**BINARIO  
PURO**



**Piano 1**



**Piano 2**

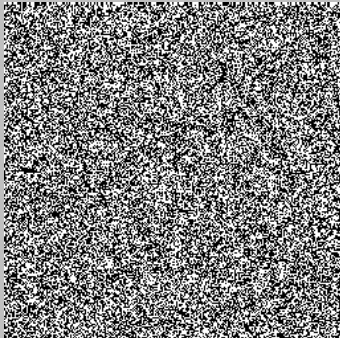


**Piano 3**

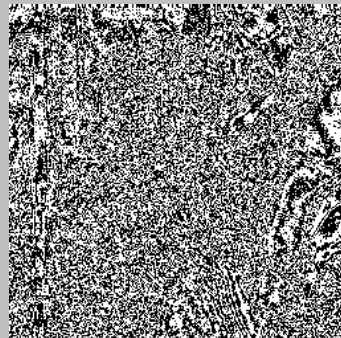


**Piano 4**

**CODICE  
GRAY**



**Piano 1**



**Piano 2**



**Piano 3**



**Piano 4**





# Binario puro VS Gray Code

**BINARIO  
PURO**



**Piano 5**



**Piano 6**



**Piano 7**



**Piano 8**

**CODICE  
GRAY**



**Piano 5**



**Piano 6**



**Piano 7**



**Piano 8**



# Binario puro VS Gray Code

- Come si può osservare nell'esempio precedente, in base alla codifica i bit-plane presentano delle differenze.
- In particolare, i bit-plane delle immagini in codice Gray risultano tra loro più “**coerenti**” se confrontati con i rispettivi in binario puro. Se aumento l'intensità del pixel di 1 varierà infatti solo un bit (ossia solo un piano).
- Inoltre, il numero di **transizioni bianco-nero** nel singolo piano (complessità descrittiva) sono inferiori se si usa il codice Gray (es: confrontare i capelli di Lena tra i piani 6).
- Queste caratteristiche indicano una minore entropia (maggiore ridondanza) se si utilizza il codice Gray. Ciò significa che diventa più semplice comprimere a partire da immagini così codificate.



# Binario puro VS Gray Code

## ATTENZIONE!

- Dato che il significato associato ai bit è diverso tra le due codifiche, alcune proprietà di una non valgono per l'altra!
- Se si azzerano dei piani di bit in Gray code, si eliminano range di valori **diversi** (e meno significativi) rispetto a quelli in binario puro.
- Nonostante i dettagli e il rumore tenderanno a concentrarsi nei piani più bassi anche con il codice Gray, eliminare direttamente tali piani potrebbe introdurre artefatti indesiderati.