



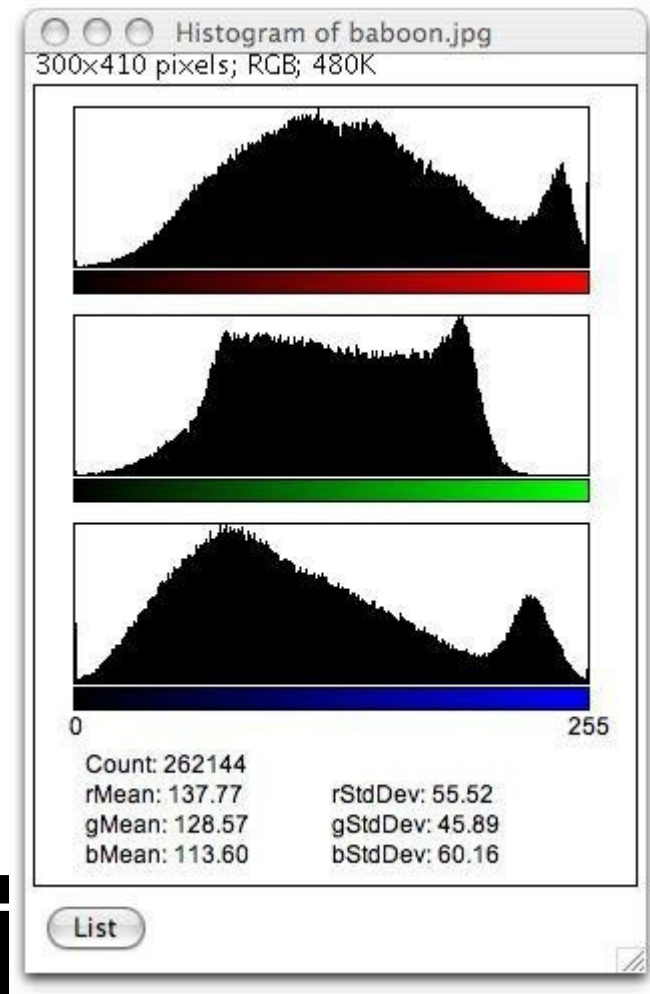
# *Procesamiento de Imágenes de sensores Aerotransportados y Satélite*

*Ing. en Geomática*  
*T2: Histograma y Contraste*



# Histograma de una imagen:

Representación gráfica de la frecuencia de los valores de los niveles digitales en una imagen. Se denomina a veces también “pdf” (probability density function) por su semejanza con el concepto de función de densidad estadística



## Profundidad de bits

Número de bits empleados para codificar el nivel digital de un pixel.

## Imagen de un solo canal:

$$8\text{bits} = 2^8 = 256 \text{ ND}$$

(niveles de gris para representarla)

$$16\text{bits} = 2^{16} = 65536 \text{ ND}$$

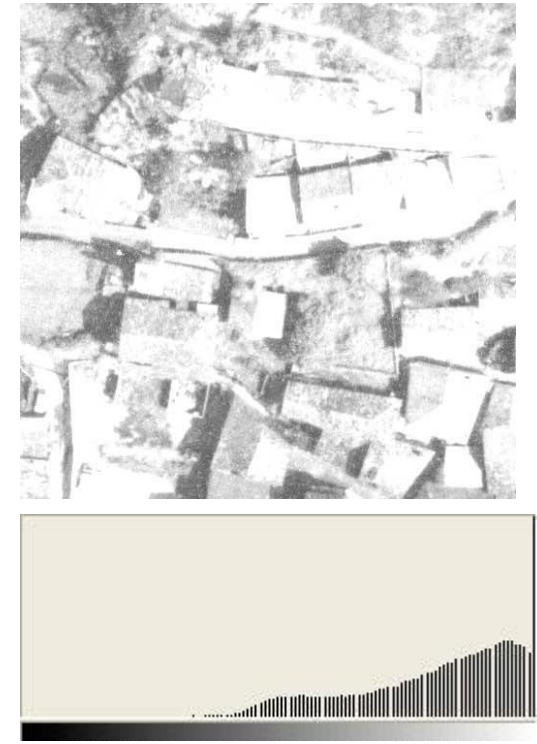
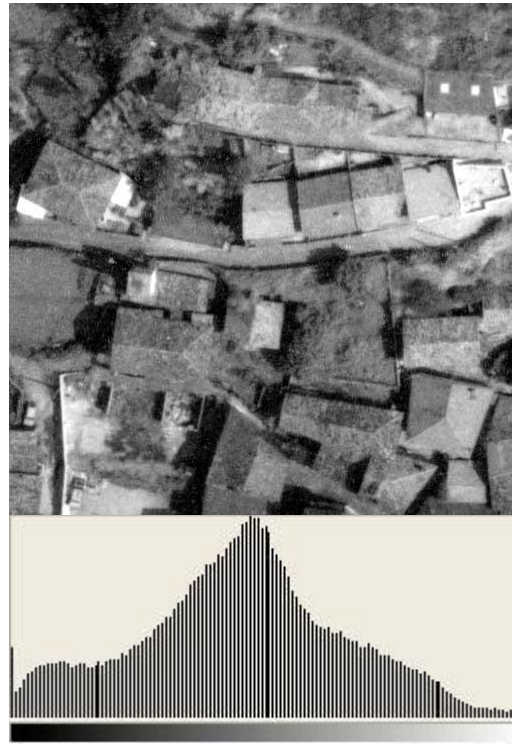
En imágenes en color RGB, el color 24 bits corresponde a 8 bits por canal (3 canales):

$$24\text{bits} = 2^{24} = 16,777,216 \text{ ND}$$

## Rango dinámico:

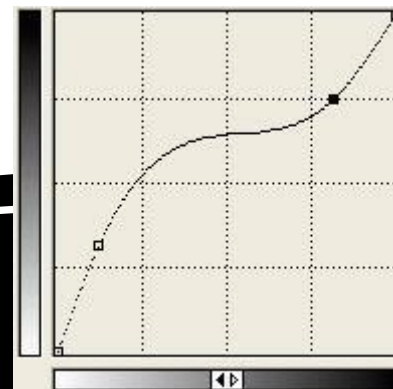
# Ampliación del contraste

- Contraste: Diferencia en propiedades visuales (color, brillo) que hacen a la representación de un objeto en una imagen distinguible de otros o del fondo



## LUT. "look up table"

- Se busca ampliar



# Función de transferencia. LUT (lookup table)



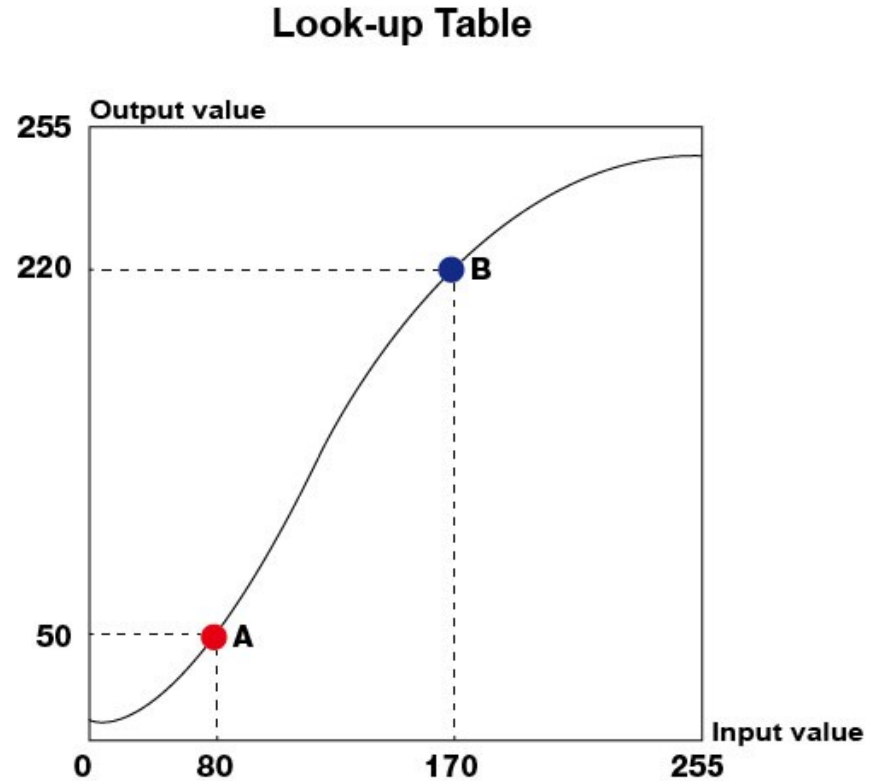
Look-up Table

256 values

Input value	Output value
0	5
1	6
2	8
3	10
...	...
79	47
80	50
81	52
...	...
169	218
170	220
171	222
...	...
252	248
253	250
254	252
255	254

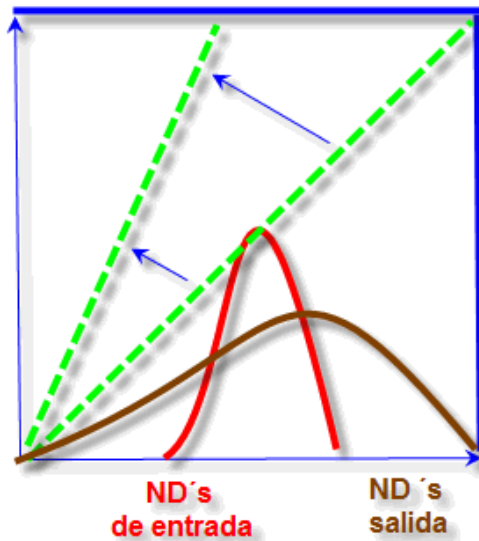
● A

● B

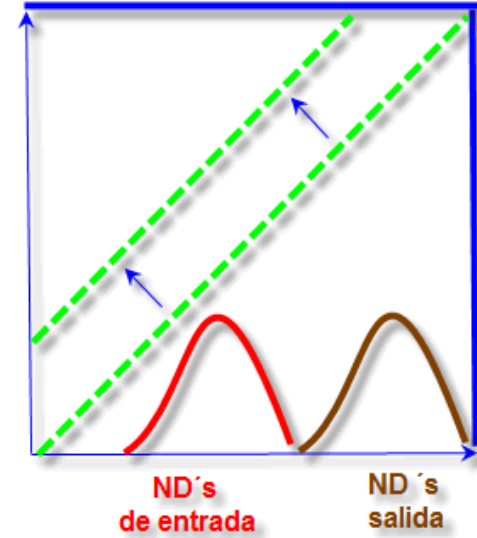




CONTRASTE

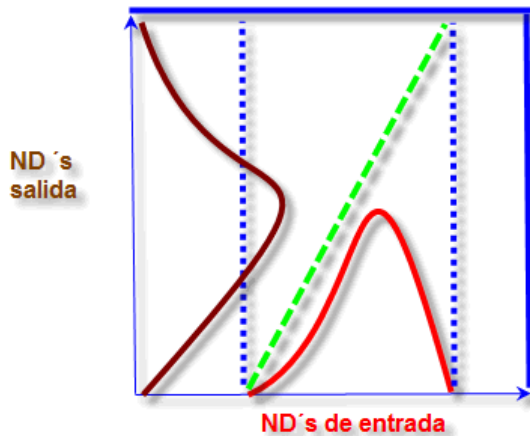


BRILLO



## Expansión del histograma lineal

AMPLIACIÓN DEL CONTRASTE

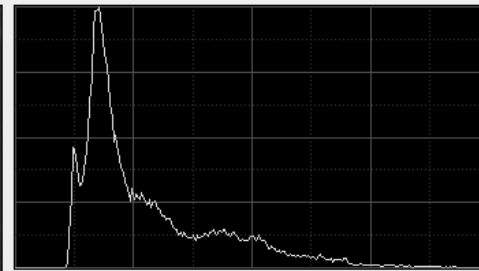
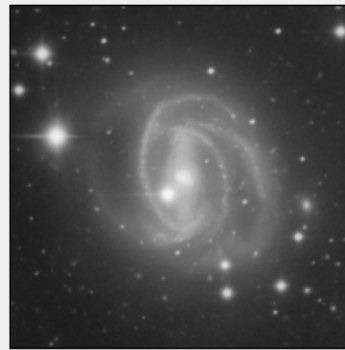


$$ND_{output} = a \cdot ND_{input} + b$$

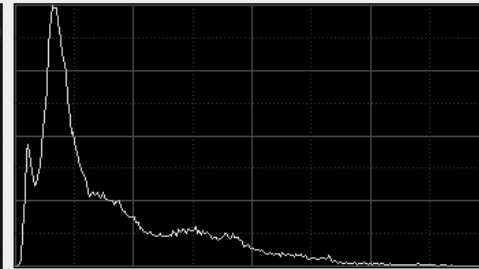
# Clipping



Figure 1 — Pixel Clipping Example



**Original image** and its histogram. Note the unused portion of the available numeric range at the shadows (left side of the histogram), causing a shift of the main histogram peak toward the highlights, which results in a relatively bright background.



shadows clipping = 0.1

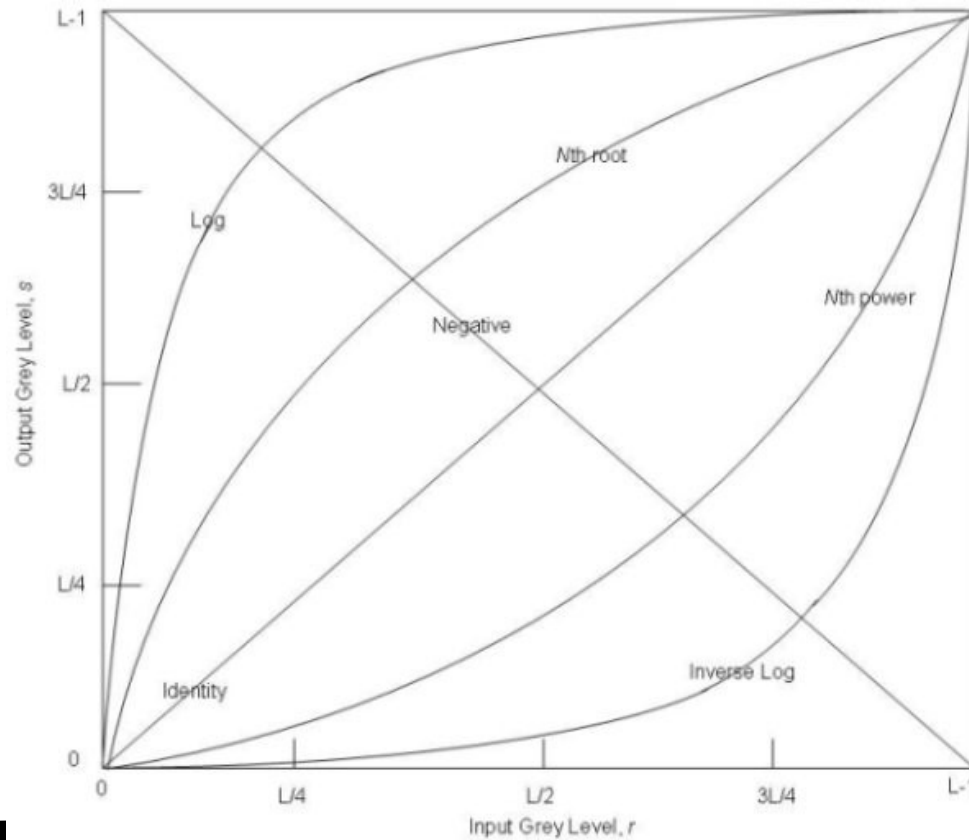
**Shadows clipping** applied to remove the unused values at the shadows, and the resulting histogram. The background is now darker and the overall contrast of the image is higher, as a result of a better usage of the available numeric range. However, note that *no pixel has been clipped* by carefully adjusting the shadows clipping point. Histogram clipping must always be applied with great care to prevent destruction of significant data in the shadows, where we have the most valuable —and the most difficult to acquire— part of the image in astrophotography.

- El clipping es una transformación lineal del histograma en la que se eliminan las colas del mismo (intervalo entre dos percentiles extremos como 2% y 98%) de forma que se aumenta en la práctica el rango dinámico de la imagen eliminando el efecto del ruido



# Función de transferencia gamma, exponencial y logarítmica

- Son transformaciones exponenciales y logarítmicas que se emplean para compensar la no linealidad de los dispositivos de salida (monitores) así como para maximizar el aprovechamiento del ancho de banda en la transmisión de video o imagen.



Gamma

$$y = x^\gamma$$

Exponencial

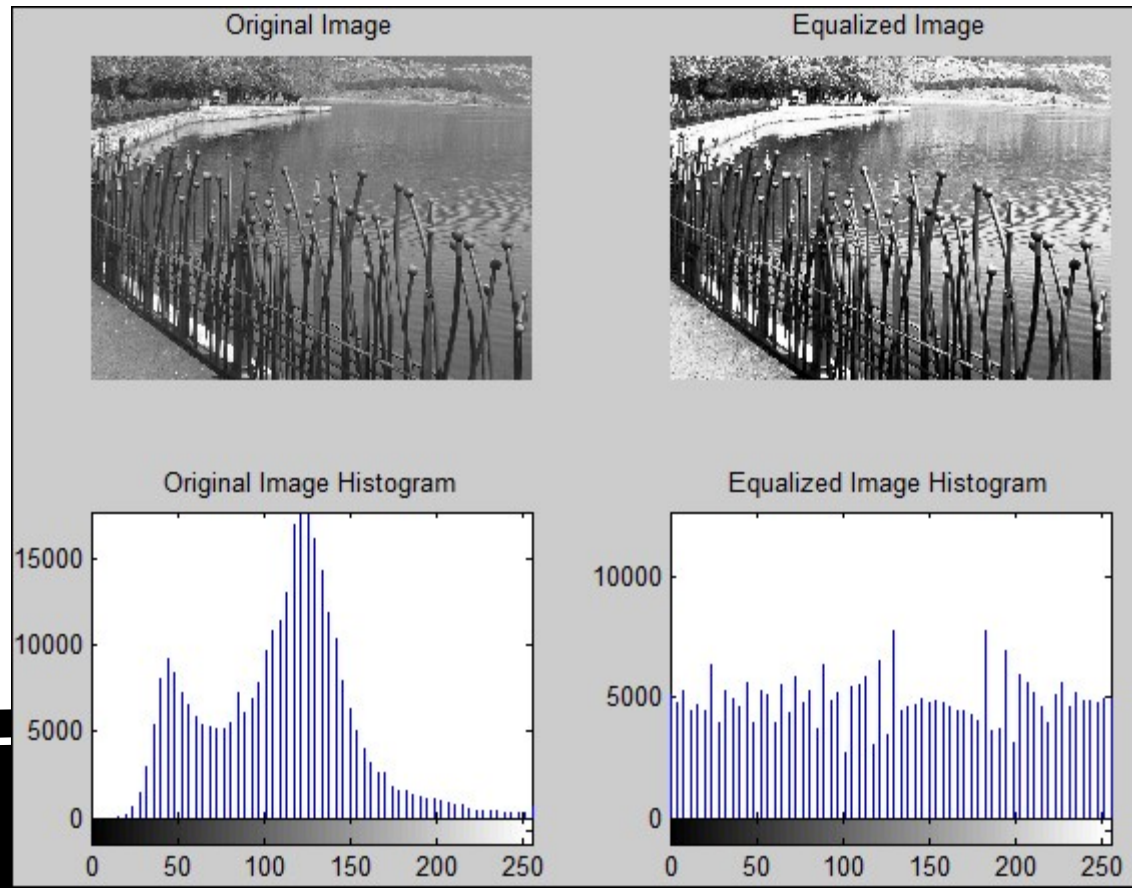
$$y = be^{ax+1}$$

Logarítmica

$$y = b \ln(ax + 1)$$

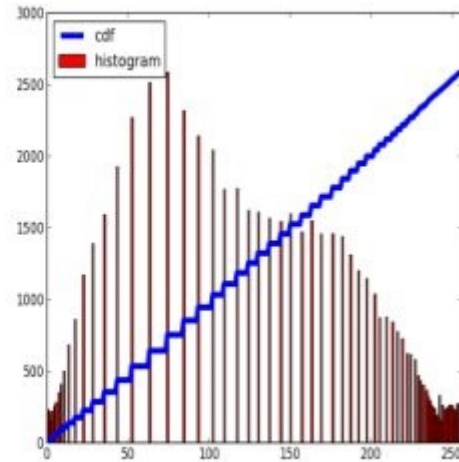
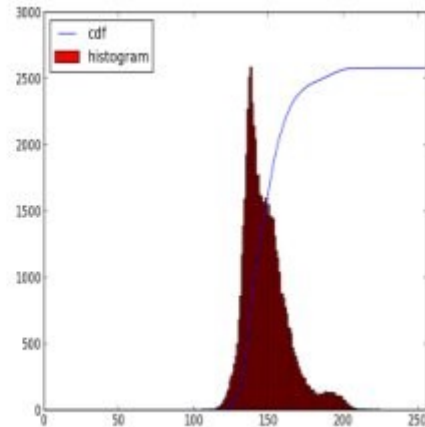
# Equalización del histograma. (Histogram equalization)

- Un histograma equalizado es el histograma de la distribución uniforme
- Cada Nivel Digital (ND) aparece en la imagen el mismo número de veces.
- Esto en la práctica nunca se consigue pero se pueden buscar transformaciones que aproximen ese resultado.





# Equalización del histograma (II)



- Se puede conseguir con una función de transferencia (LUT)  $y = f(x)$  como esta:
- $y(x) = \frac{L}{N} \cdot H_i(x)$  donde  $H_i(x) = \sum_{k=0}^x h_i(k)$  siendo  $h_i$  las frecuencias de la imagen de entrada

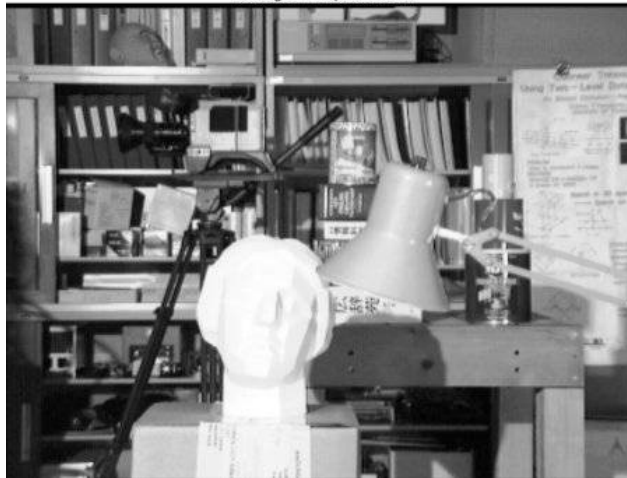
# Equalización del histograma local o adaptativo



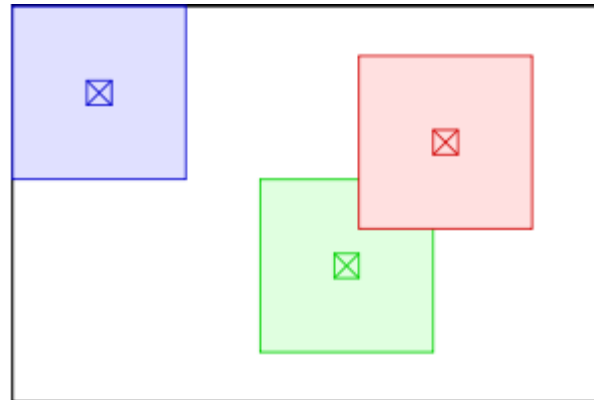
Original Image



After Global  
Histogram Equalization



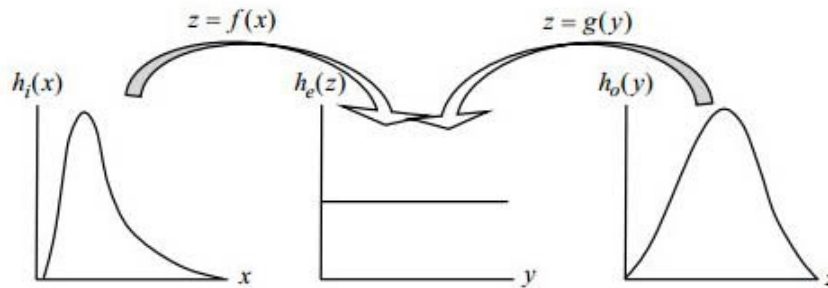
## Equalización adaptativa



- En la equalización adaptativa se trabaja equalizando histogramas de teselas (vecindarios) pequeños dentro de la imagen, en lugar de...  
de toda la imagen.

# Histogram Matching y Expansión gaussiana

- El histograma uniforme no es ideal desde un punto de vista visual ya que la vista percibe mas contraste en la zona de tonos medios. Por ello el histograma normal (gaussiano) sería mas recomendable.



$$y = g^{-1}(z) = g^{-1}\{f(x)\}$$

- Empleando el histograma uniforme como paso intermedio es posible conseguir cualquier histograma que se desee simplemente componiendo las funciones de transferencia “ $f(x)$ ” directa y “ $g(x)$ ” inversa (“ $g(x)^{-1}$ ”) de la figura.
- En la práctica ambas funciones estarán implementadas por tablas de búsqueda (LUT)
- Si el histograma final que se persigue es el gaussiano el

# Técnica de “Equilibrado del contraste” (Balance contrast enhancement)

- Las imágenes satélite tiene sesgos de color evidentes y las combinaciones de los canales RGB no se aproximan habitualmente al color natural.
- Suele deberse esto a que el brillo medio de un canal es considerablemente diferente al resto
- El BCET emplea una función de transferencia parabólica del tipo:
- $y = a \cdot (x - b)^2 + c$
- Los tres coeficientes de la función están relacionados con el ND mínimo ( $l$ ), máximo ( $h$ ) y medio ( $e$ ) de la imagen de entrada y sus homólogos  $L, H$  y  $E$  de la imagen de salida.

$$b = \frac{h^2(E - L) - s(H - L) + l^2(H - E)}{2[h(E - L) - e(H - L) + l(H - E)]} \quad a = \frac{H - L}{(h - l)(h + l - 2b)} \quad c = L - a(l - b)^2 \quad s = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2$$

Original



BCET

