

Procesamiento de Imágenes

Ingeniería Biomédica

Unidad 2: Operaciones en el dominio espacial

Algunos comandos

uigetfile, imfinfo
line, improfile, imtool

Resolución espacial y en intensidad

imresize
grayslice

Operaciones aritméticas

imadd, imsubtract,
immultiply, imdivide,
imlincomb, imabsdiff,
Imcomplement

Histograma

imhist

Transformaciones de intensidad

Función imadjust (LUT)
Stretching (estiramiento)
Shrinking (contracción)
Umbralización (Thresholding)
Binarización (Otsu & Sauvola)

Operaciones Booleanas

And, Or, Not, Xor

Transformaciones Geométricas

Rotación (imrotate)
Cropping (imcrop)
Flipping (flipud, fliplr)

Función improfile

Permite explorar el contenido de los píxeles de una imagen a lo largo de una línea.

Ejercicio N° 1: Calcule un perfil vertical y otro horizontal usando imágenes grayscale y truecolor.
Utilice los comandos `line` e `improfile`.

Imagen JPG uint8

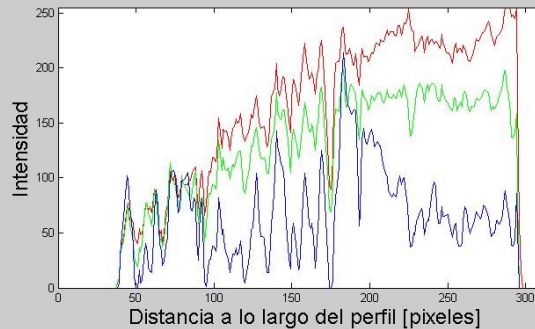
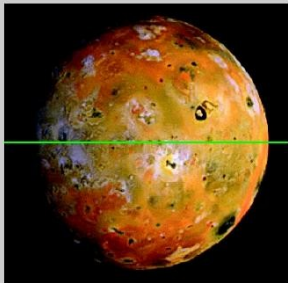


Imagen BMP uint8

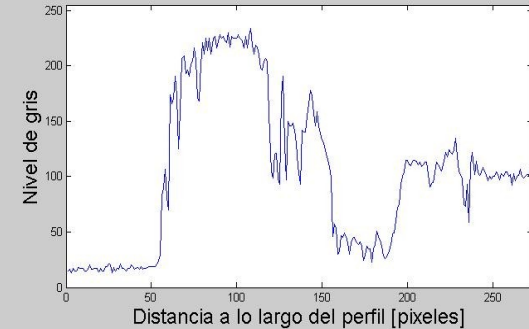
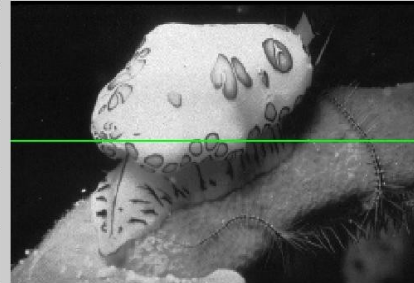


Imagen JPG uint8

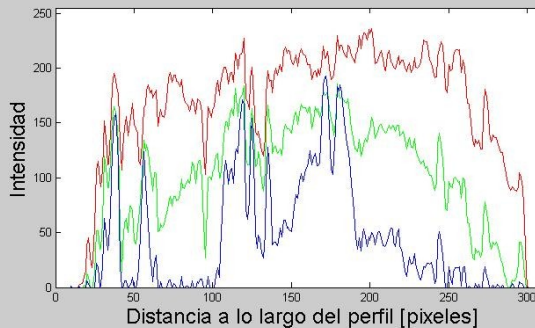
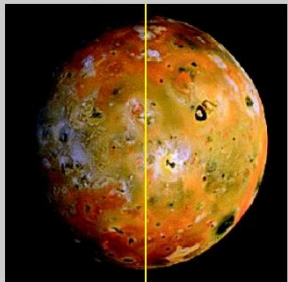
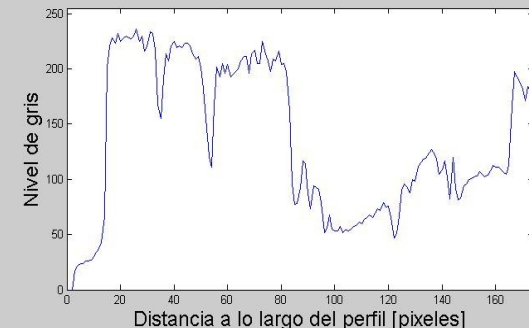
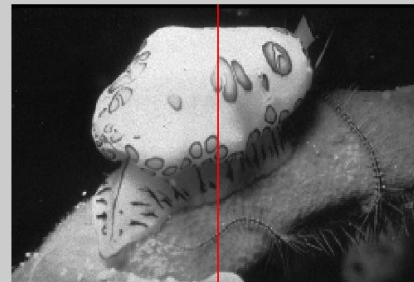


Imagen BMP uint8



¿Puedo usar el mouse para seleccionar la línea?

`line` ([c1,c2], [f1,f2], 'Color', 'g', 'LineWidth', 2)

`improfile` (I, [c1,c2], [f1,f2])

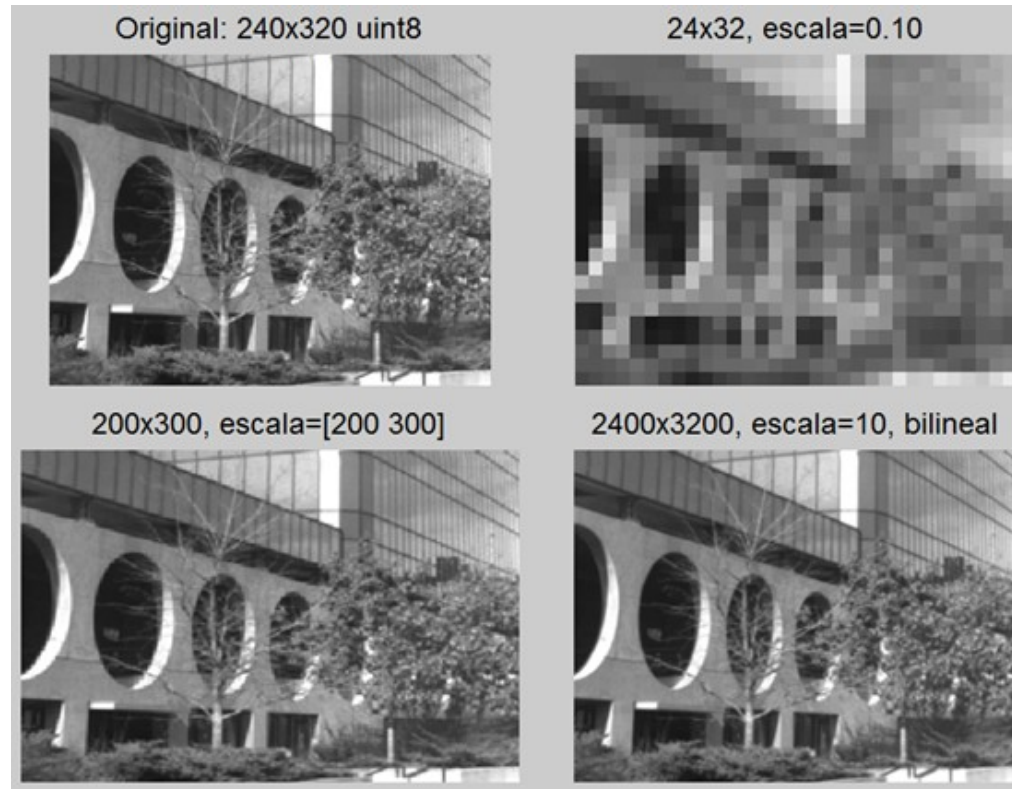
(f1,c1) y (f2,c2)
coordenadas de los extremos de la línea

Resolución Espacial

- ❑ Resolución espacial: densidad de píxeles en una imagen. Cantidad de píxeles por unidad de longitud.
- ❑ Para un mismo tamaño físico, a mayor resolución espacial mayor cantidad de píxeles para representar la imagen (píxeles más pequeños).

Modificación resolución espacial

Ejercicio N° 2: Utilice el comando `imresize` para modificar la resolución espacial de una imagen.



Resolución en intensidad

- ❑ Resolución en intensidad: vinculado al número de bits utilizados para cuantizar la intensidad de cada pixel de la imagen.
- ❑ Para modificar la resolución en intensidad (re-cuantización) se emplea el comando **grayscale**

Ejercicio N° 3: Utilice el comando **grayscale** para modificar la resolución en intensidad de una imagen grayscale. Observe los resultados al re-cuantizar desde 8 bits a 1 bit.

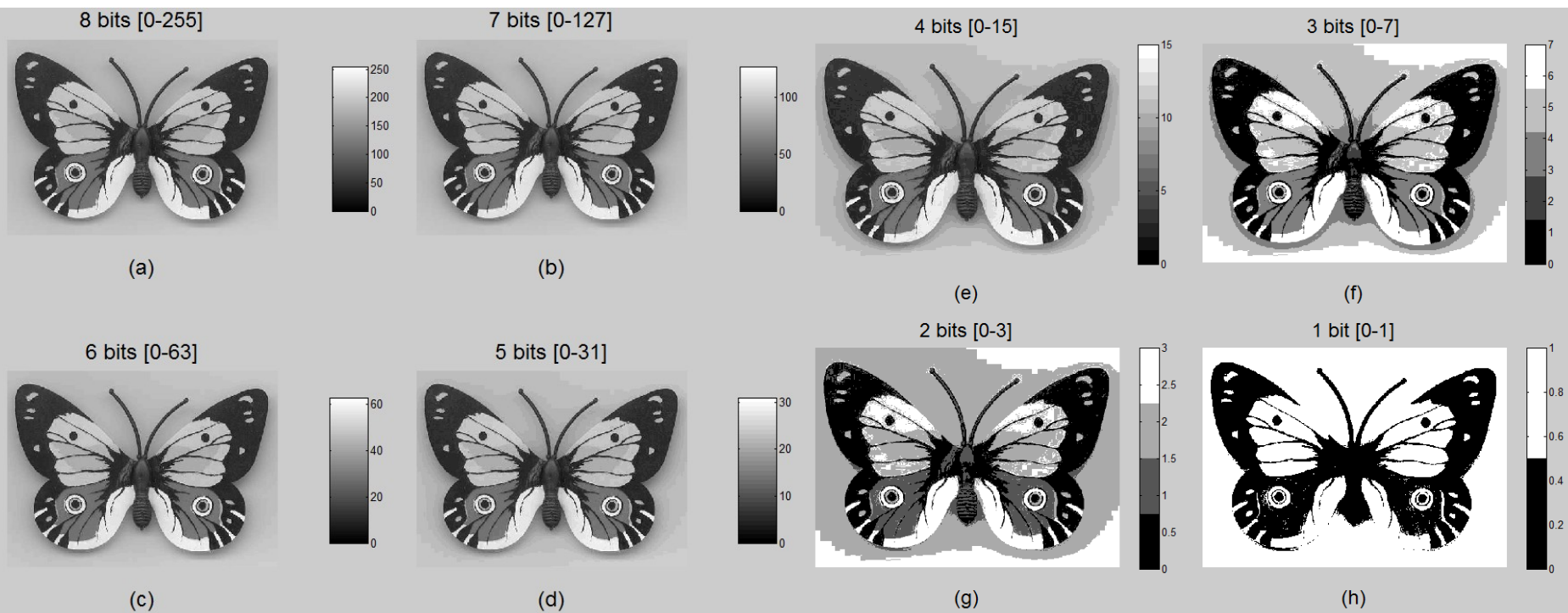
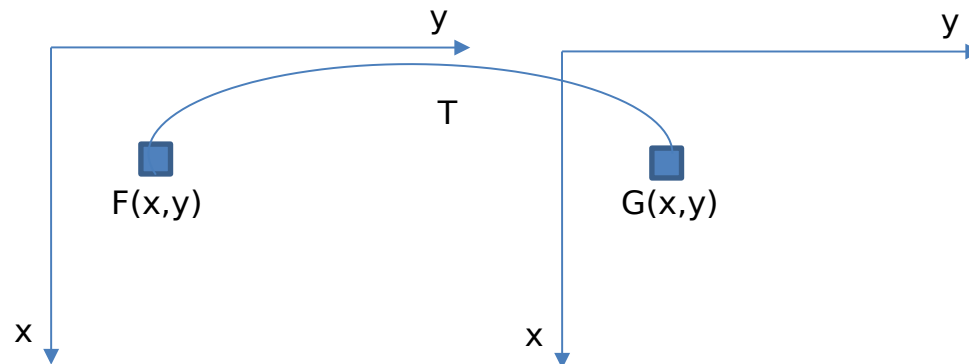


Imagen original (8 bits) y versiones con menor resolución. No se aprecia pérdida de calidad en las primeras imágenes (a-d). En el resto se observan falsos contornos y pérdida de detalles relevantes.

Transformaciones Espaciales

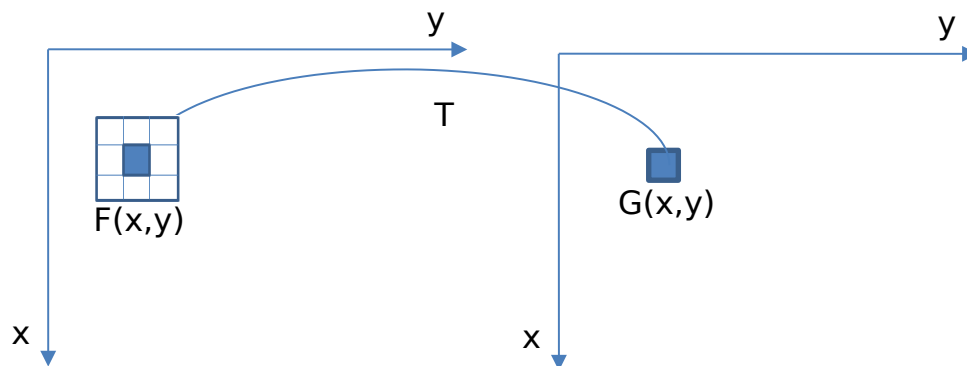
$$G(x, y) = T \{F(x, y)\}$$

- ❖ **Operaciones puntuales:** el resultado depende únicamente del valor de intensidad en el pixel procesado.



- ❖ **Operaciones globales:** la imagen se transforma considerando todos los píxeles en conjunto.

- ❖ **Operaciones locales:** el resultado es función de la intensidad del pixel analizado y de su entorno (vecindad)



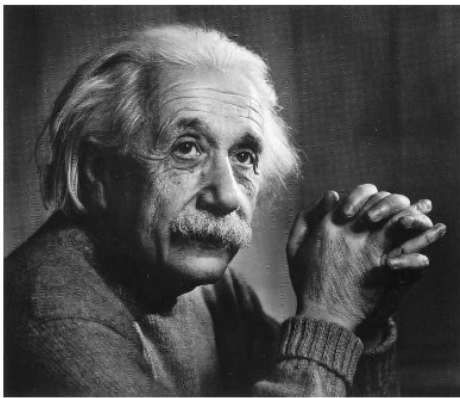
- ❖ **Operaciones geométricas:** cambia la posición de los pixeles dependiendo de su posición en la imagen original.

Operaciones Aritméticas

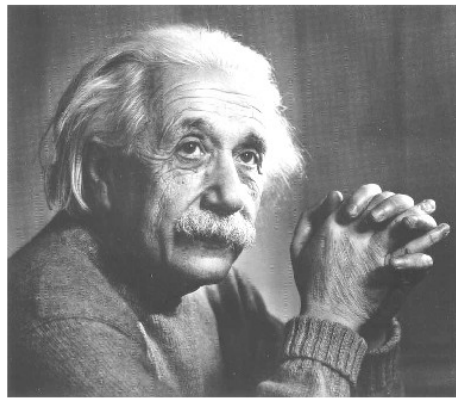
$$O(x, y) = I(x, y) \pm k$$

Ejercicio N° 4: Modifique el brillo de una imagen y observe cómo cambia su histograma. Utilice imágenes en escala de grises.

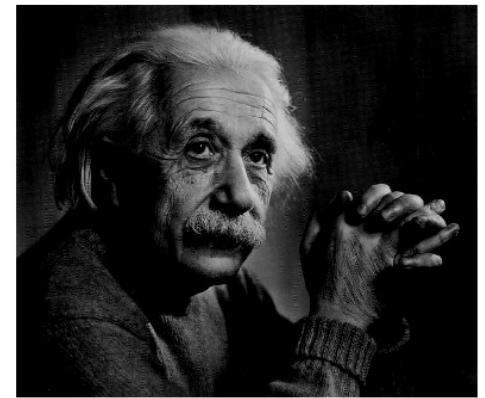
Imagen original



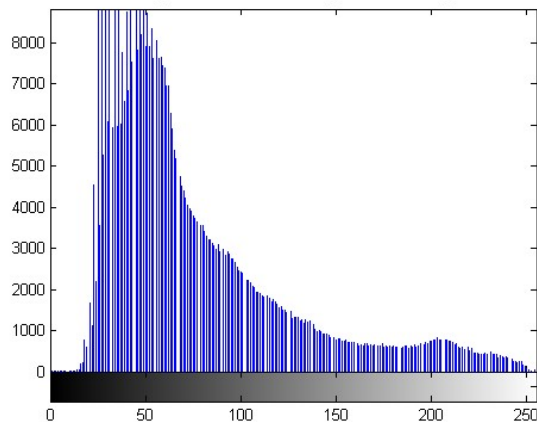
$O = I + 50$



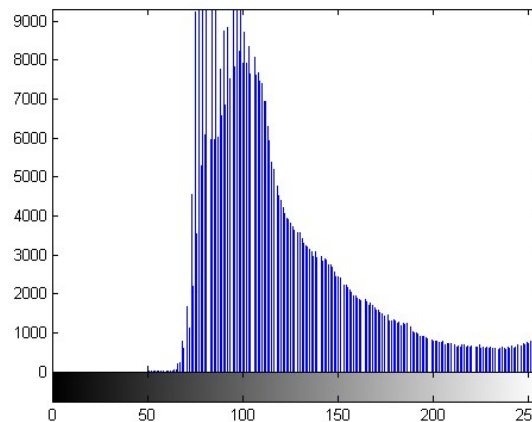
$O = I - 50$



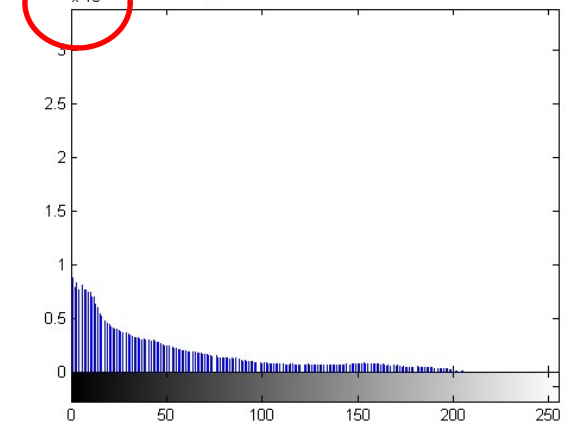
Histograma imagen original



Histograma modificado



Histograma modificado

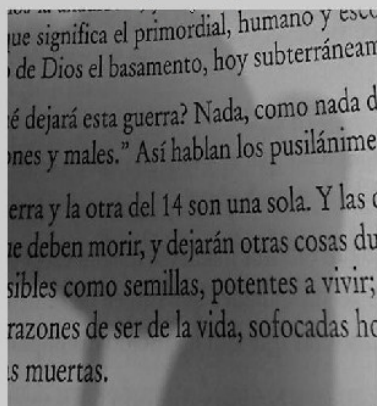


Operaciones Aritméticas

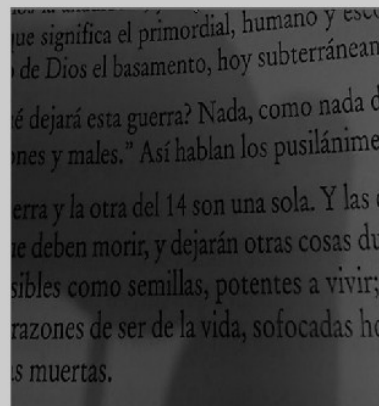
$$O(x, y) = I(x, y) * k$$

Ejercicio N° 5: Modifique el contraste de una imagen. Observe cómo cambia su histograma.

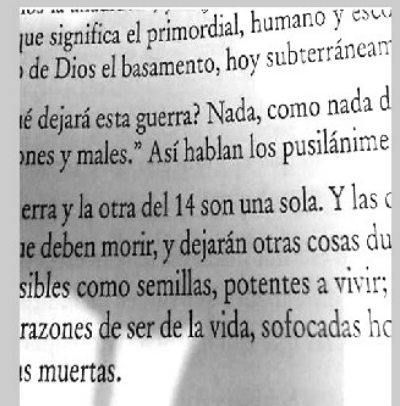
Imagen original



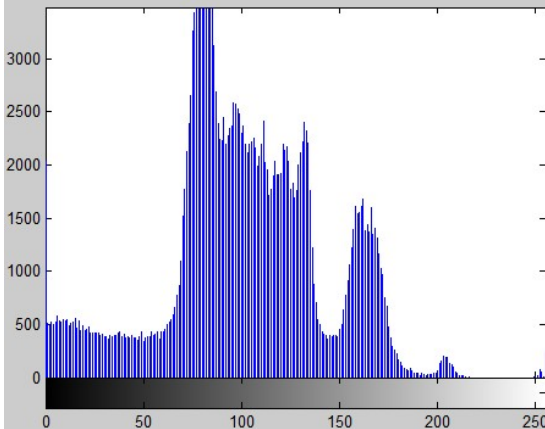
$O = I * 0.5$



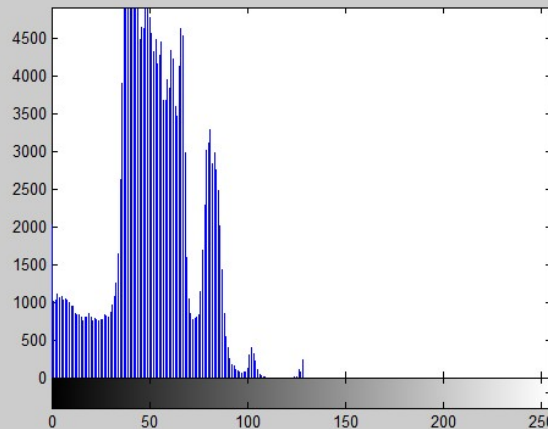
$O = I * 2$



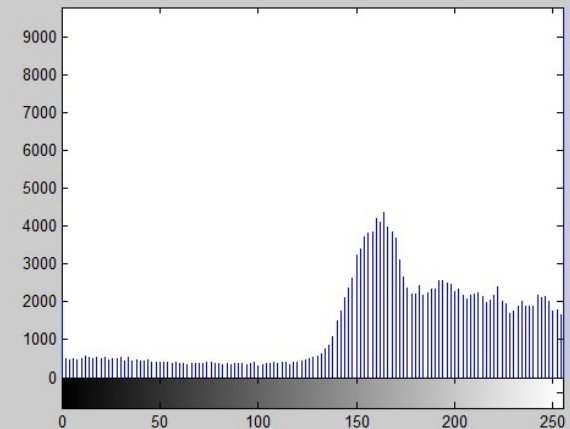
Histograma original



Histograma $O = I * 0.5$



Histograma $O = I * 2$



Operaciones aritméticas con imágenes

$$R(x, y) = I_1(x, y) \pm I_2(x, y)$$

Ejercicio N° 6: Realice operaciones aritméticas usando dos imágenes.

Imagen A



Imagen B



R=imadd(A,B)



R=imsubtract(A,B)



R=immultiply(A,B)



R=imdivide(A,B)



R=imabsdiff(A,B)



R=imlincomb(0.4,A,0.6,B,10)



Observaciones:

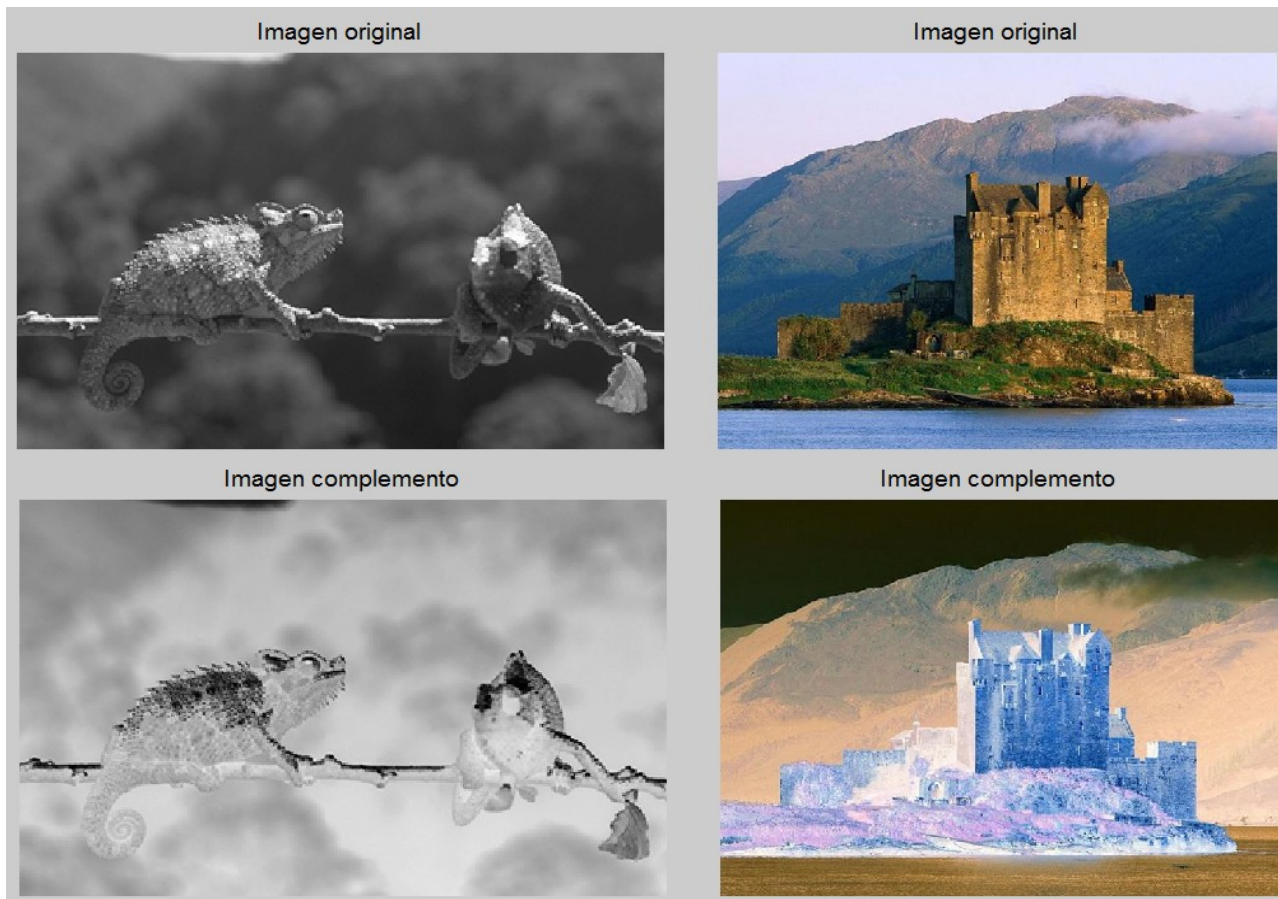
- Las imágenes deben tener la misma dimensión para poder operar con ellas.
- Para multiplicar o dividir es necesario que los datos sean de clase double.

Imagen complementaria (negativo)

$$O(x, y) = (2^n - 1) - I(x, y)$$

$B_{\max} = (2^n - 1)$ es la intensidad máxima posible según el n° bits

Ejercicio N° 7: Obtenga el negativo de una imagen (grayscale y truecolor) y observe como se modifica su histograma. Hágalo aplicando la fórmula y con el comando `imcomplement`.

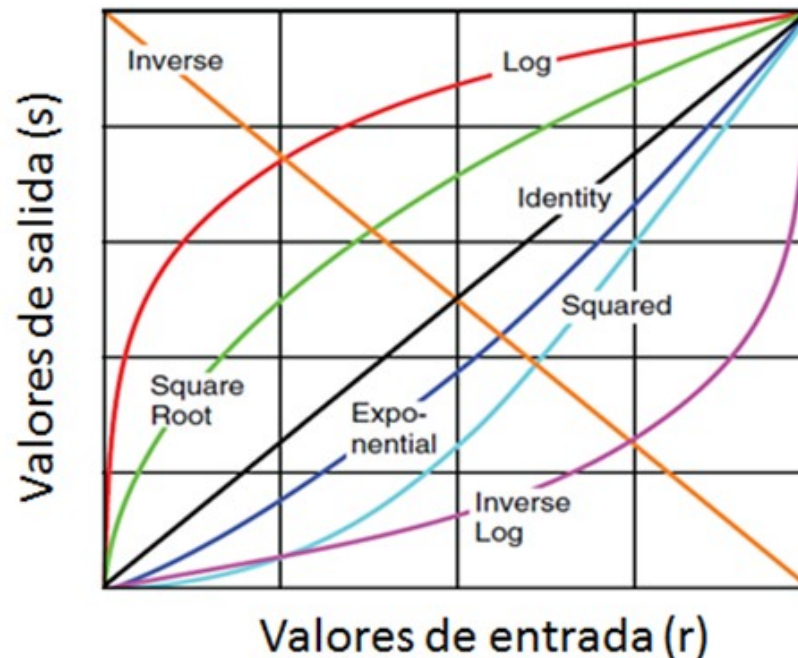


Obs: Para usar `imcomplement` la imagen debe ser binaria, grayscale o truecolor

Transformaciones de intensidad

$$s = \tau(r)$$

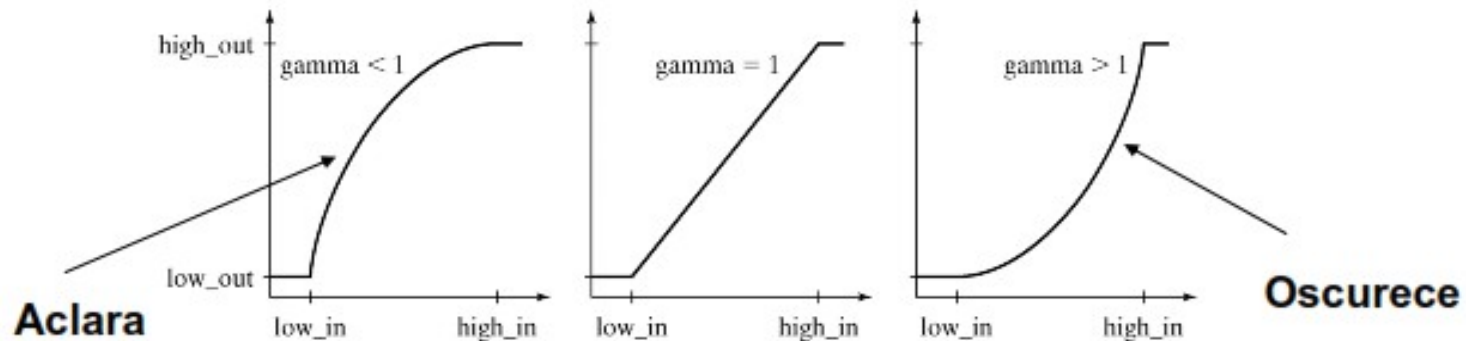
- ❑ Para cada valor de entrada (r) hay un valor de salida (s). La transformación hace que se modifique el histograma.
- ❑ La transformación puede ser **lineal** o **no lineal** (cuadrática, exponencial, logarítmica, etc.)
- ❑ Las transformaciones de nivel de intensidad se aplican a través de una **LUT** (**Look Up Table**). En Matlab se utiliza la función **imadjust** para definir la LUT.



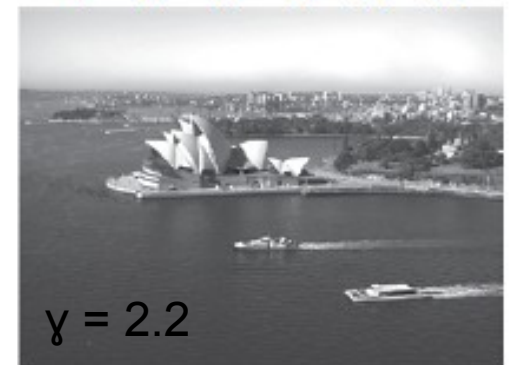
Función imadjust

- ❑ Sirve para realizar **mapeos input-output**. Herramienta básica de MATLAB para realizar transformaciones de intensidad.

$$O = \text{imadjust}(I, [\text{low_in } \text{high_in}], [\text{low_out } \text{high_out}], \text{gamma})$$



- ❑ $I(x,y)$ puede ser **uint8**, **uint16** o **double**, $O(x,y)$ es de igual clase que $I(x,y)$
- ❑ Los parámetros **low_in**, **high_in**, **low_out** y **high_out** se especifican en el intervalo **[0,1]**
- ❑ Si se coloca **[]** por defecto MATLAB usa **[0,1]**
- ❑ El parámetro **gamma** especifica la forma de la curva:
 - $\gamma < 1$: salidas más brillosas.
 - $\gamma > 1$: salidas más oscuras.



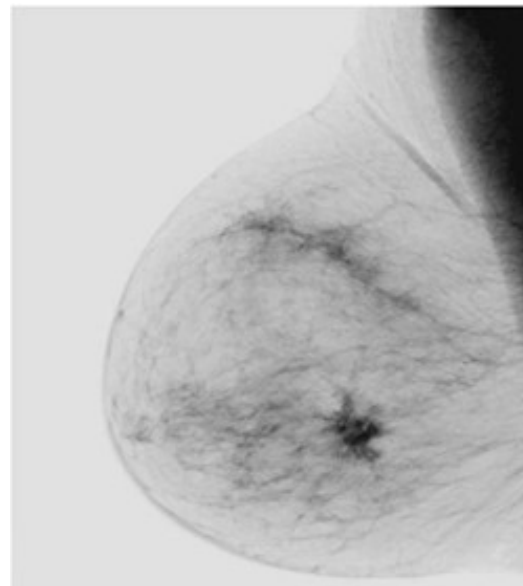
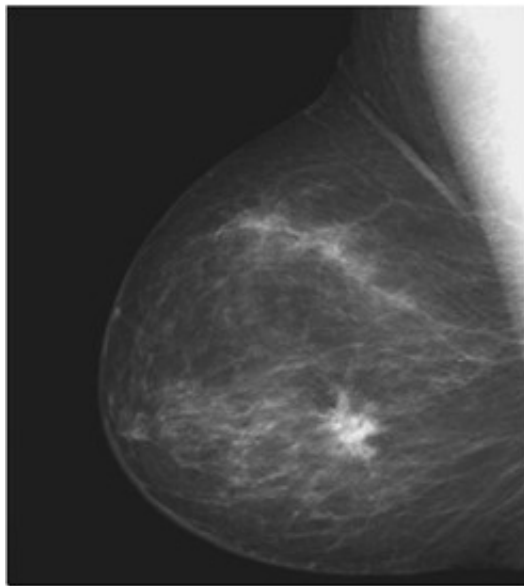
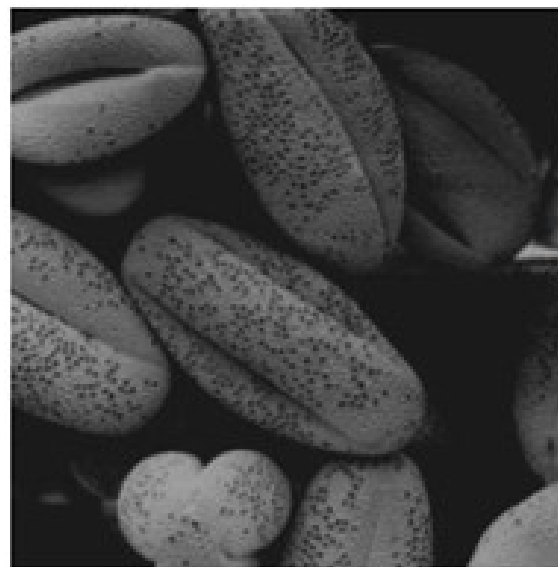
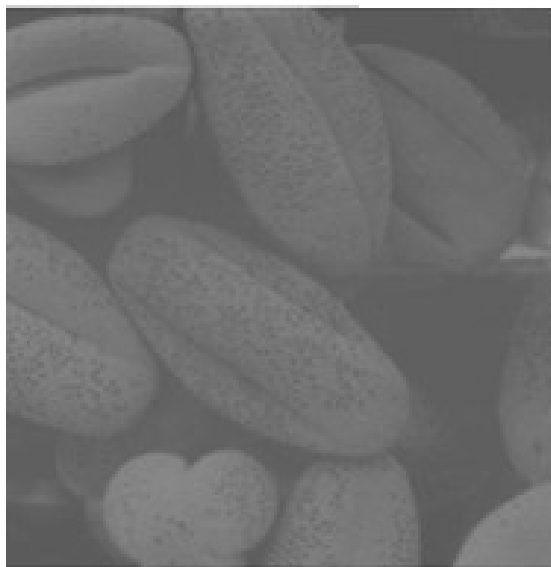


Imagen complementaria

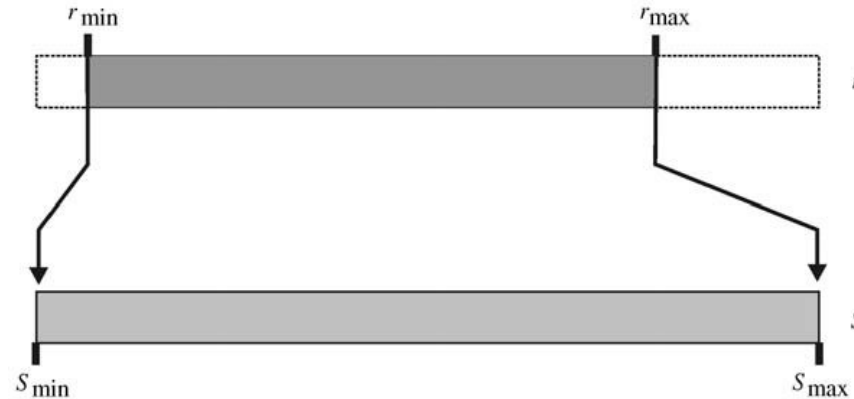
$O = \text{imadjust}(I, [0 \ 1], [1 \ 0])$



$O = \text{imadjust}(I, [.4 \ .6], [.1 \ .9])$

Stretching

- ❑ “Estirar” el histograma para **cubrir todo el rango de dinámico**.
- ❑ Buscar el valor mínimo: **m** (usando el comando **min**)
- ❑ Buscar el valor máximo: **M** (usando el comando **max**)



$$S = \frac{L-1}{r_{\max}-r_{\min}} (R - r_{\min})$$

R imagen de entrada (rango $[0, 255]$)

r_{\max} y r_{\min} son los valores de los píxeles más brillosos y más oscuros de la imagen de entrada

S imagen de salida

$L-1$ el nivel de intensidad más alto posible en la imagen de entrada (para uint8 es 255)

Ejercicio N° 8: Aplique a una imagen en escala de grises la transformación necesaria para que su histograma cubra todo el rango dinámico. Pruebe de hacer lo mismo pero usando el comando **imadjust**. ¿Cómo haría si la imagen es truecolor?

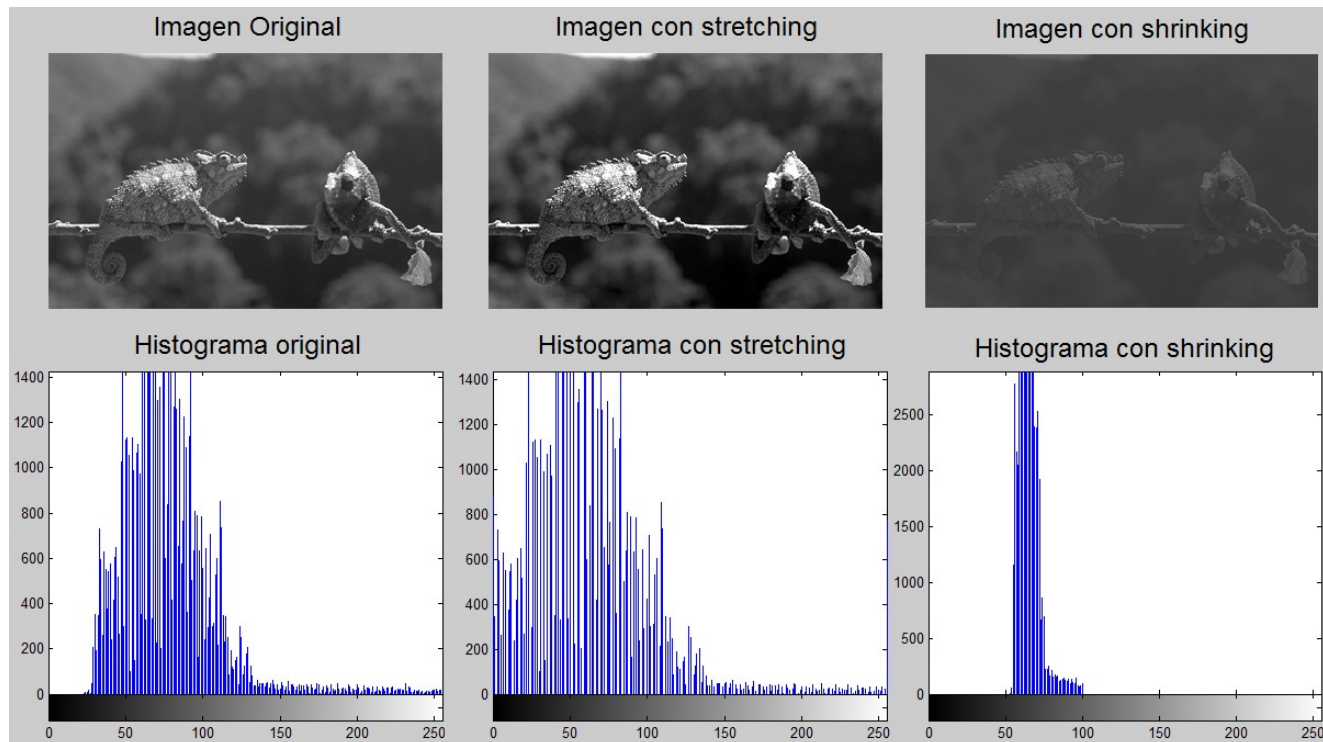
Shrinking

Con la función **imadjust** es posible contraer (shrinking) el histograma de una imagen.

$$S = \left[\frac{s_{max} - s_{min}}{r_{max} - r_{min}} \right] (R - r_{min}) + s_{min}$$

- ❖ Modifica el histograma original comprimiendo el rango dinámico de $[r_{min}, r_{max}]$ a un intervalo más angosto $[s_{min}, s_{max}]$.
- ❖ Disminuye el contraste de la imagen resultante.

Ejercicio N° 9: Aplique a una imagen grayscale la transformación apropiada para que su histograma se comprima (shrinking) a un cierto rango definido por el usuario.

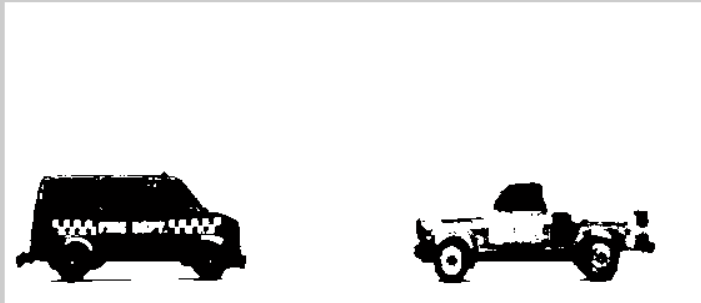


Umbralizado: simple y doble

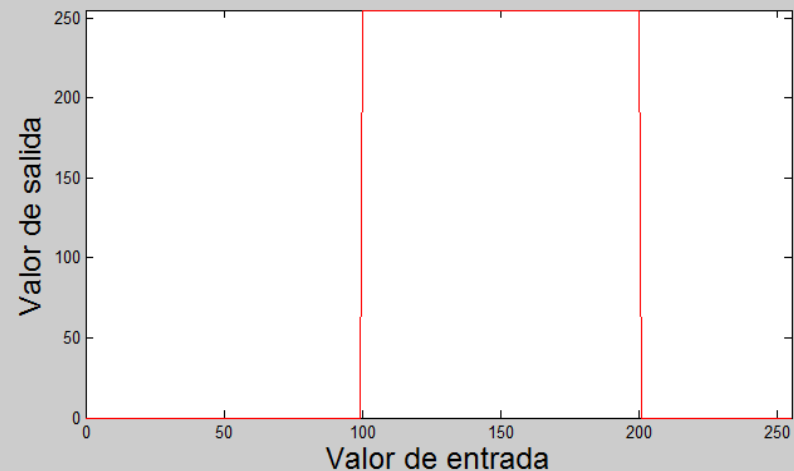
En algunas aplicaciones es necesario convertir la imagen original a una imagen binaria. El umbralizado permite destacar ciertos detalles de la imagen.

Ejercicio N° 10: A una imagen en escala de grises aplíquese la operación de umbralizado (simple y doble).

Umbral simple, $u=128$



Umbral doble, $u_i=40$ $u_s=200$



Binarización

La función **graythresh** permite realizar la binarización de una imagen empleando un **umbral global** (aplica el método propuesto por Otsu)

Ejercicio N° 11: A una imagen grayscale aplíquese la operación binarización basada en el método de Otsu (comandos **graythresh** e **im2bw**).

Imagen A



Imagen A binarizada



Imagen B



Imagen B binarizada



Binarización basada en método de Sauvola

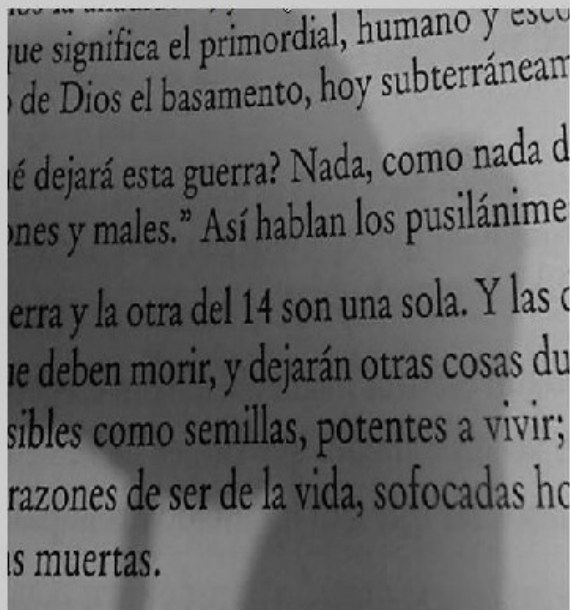
La matriz **umbral** de binarización $U(x,y)$ se obtiene a partir de la matriz de valores medios $M(x,y)$ y de la matriz de desvíos estándares $S(x,y)$ de los pixeles pertenecientes a una ventana W_{xy} centrada alrededor del pixel de coordenadas x,y .

$$U(x, y) = M(x, y) * [1 + k * (\frac{S(x, y)}{R} - 1)]$$

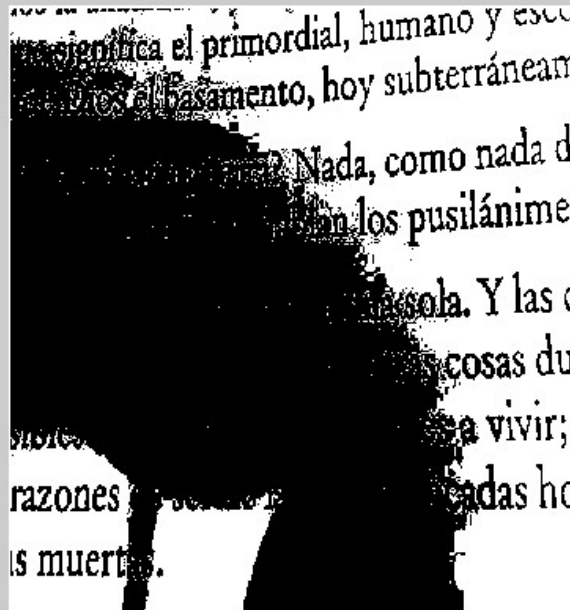
R es el valor máximo del desvío estándar (S) y k (positivo) controla el valor del umbral en la ventana. Probar con $k=0.34$

Ejercicio N° 12: Aplíquese a una imagen la operación binarización de Sauvola. Compare los resultados con los obtenidos usando el método de Otsu.

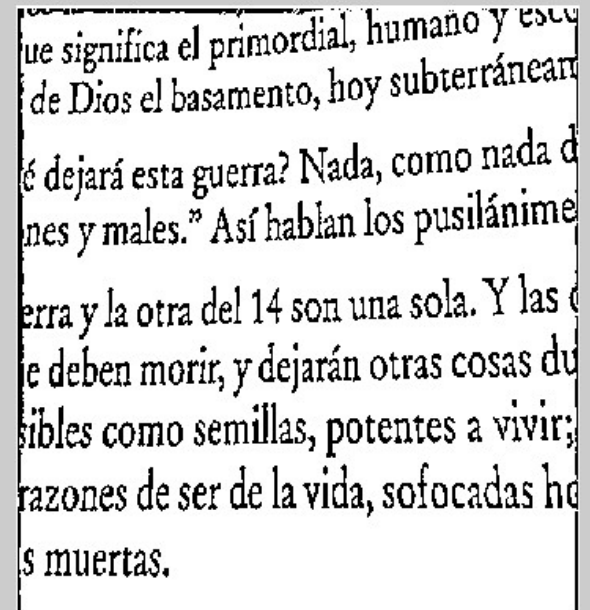
Imagen Original



Binarización Otsu



Binarización Sauvola



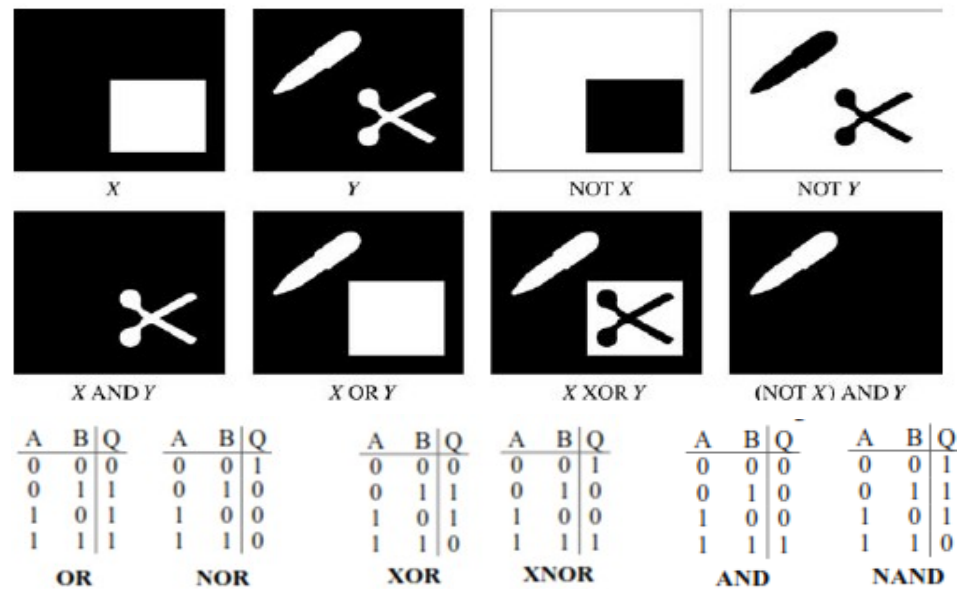
Operaciones booleanas

- ☐ $R(x, y) = A(x, y) \text{ AND } B(x, y)$
- ☐ $R(x, y) = A(x, y) \text{ OR } B(x, y)$
- ☐ $R(x, y) = A(x, y) \text{ XOR } B(x, y)$
- ☐ $R(x, y) = \text{NOT } A(x, y) \text{ AND } B(x, y)$
- ☐ $R(x, y) = A(x, y) \text{ OR NOT } B(x, y)$

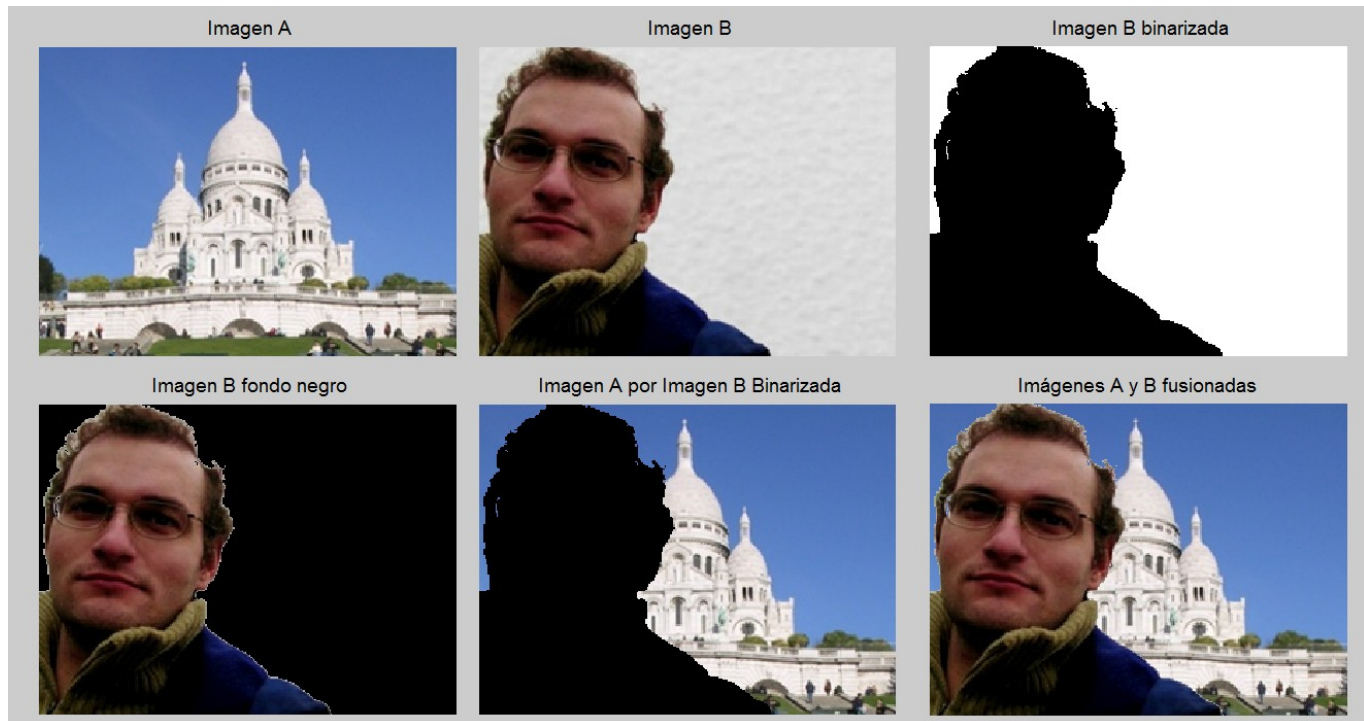
AND, OR, XOR y NOT operan con imágenes B/N.

Negro (0) = FALSE

Blanco (1 ó 255) = TRUE



Ejercicio N° 13: Realice procesamientos que involucren operaciones aritméticas y booleanas.



Blurreado de rostros (selección de ROI usando el mouse)



Transformaciones Geométricas

Permiten:

- ❑ **Corregir distorsiones geométricas** introducidas durante el proceso de adquisición de las imágenes (ej. debidos al uso del lentes ojos de pez)
- ❑ **Crear efectos especiales**: twirling (girar), bulging (abultar) o squeezing (apretar)

Rotación: existe una función especializada para girar las imágenes, **imrotate**, que permite al usuario especificar el método de interpolación utilizado: vecino más cercano, bilineal o bicúbica. También permite la especificación del tamaño de la imagen de salida.

Flipping: existen dos funciones para voltear imágenes: **flipud** (voltea de arriba abajo) y **fliplr** (voltea de izquierda a derecha).

Imagen reflejada: $g = \text{fliplr}(f)$

Rotación de imágenes: $g = \text{imrotate}(f, \text{angle})$



Ejercicio N° 14: Aplicar transformaciones geométricas a una imagen y observar los resultados.