

# Módulo 2

## Tecnologías aplicadas II.

### Introducción a la Imagen Digital.

### Adquisición y Procesos de Visión por Computador

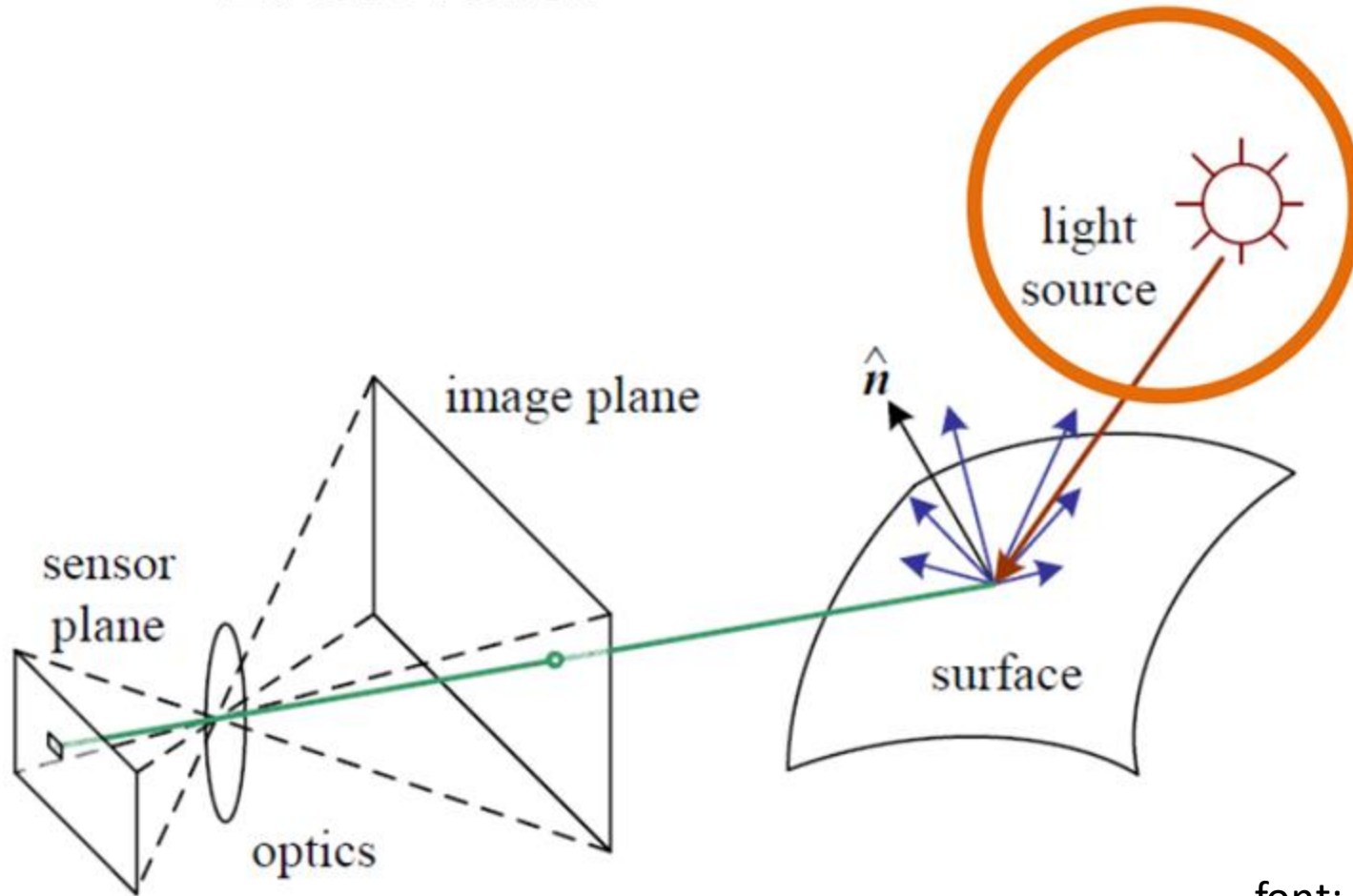
Presentación

Máster oficial en Humanidades y Patrimonio Digitales

Curso 2022-2023

# Formación de la Imagen

# Elementos Implicados

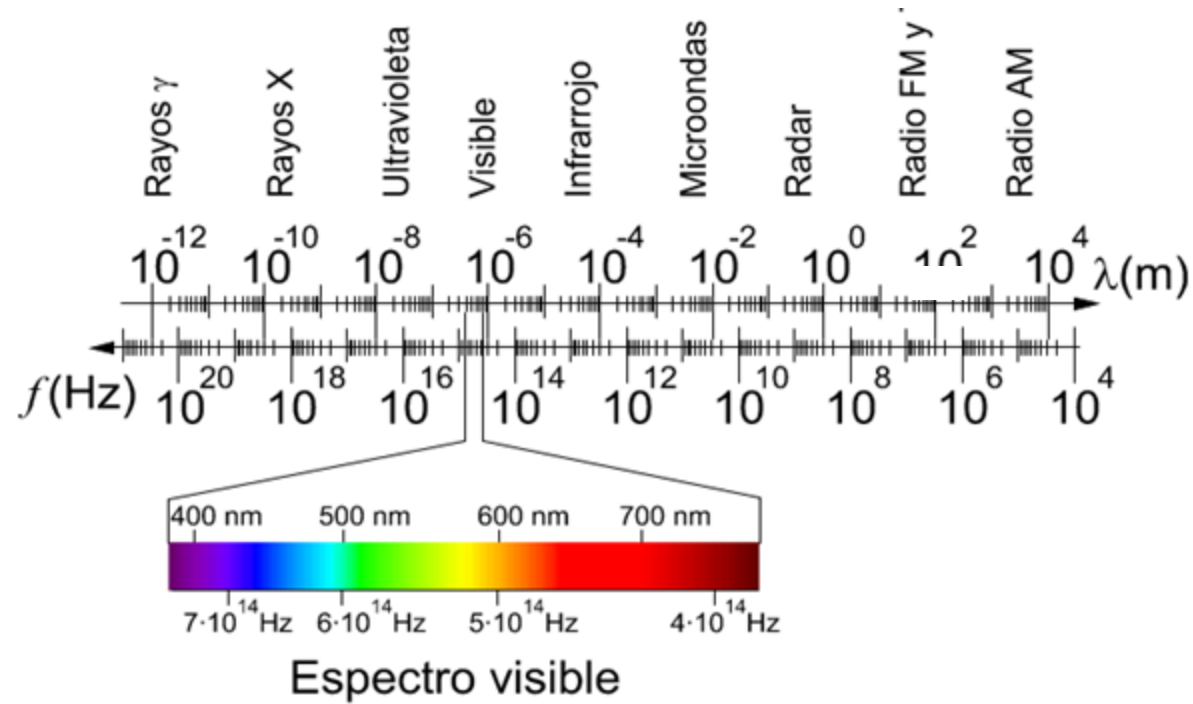


font:

<http://szeliski.org/Book/>

/

# Luz

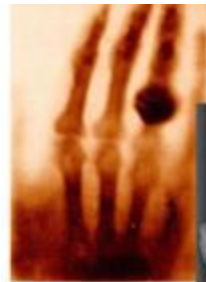


## Espectro Electromagnético

source: UAB course 102784: Visió per computador, Felipe Lumbreras.

Visible spectrum

# Imágenes en otros rangos



Röntgen (1895),  
mà de Berta.



font: Wikipedia,  
user:Drgnu23



Visible (top)  
vs. Infra-Red



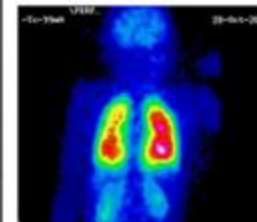
Imatge en el SWIR de nit sense lluna ni llum  
artificial. Només *nightglow*.



Copyright © ONERA - All rights reserved



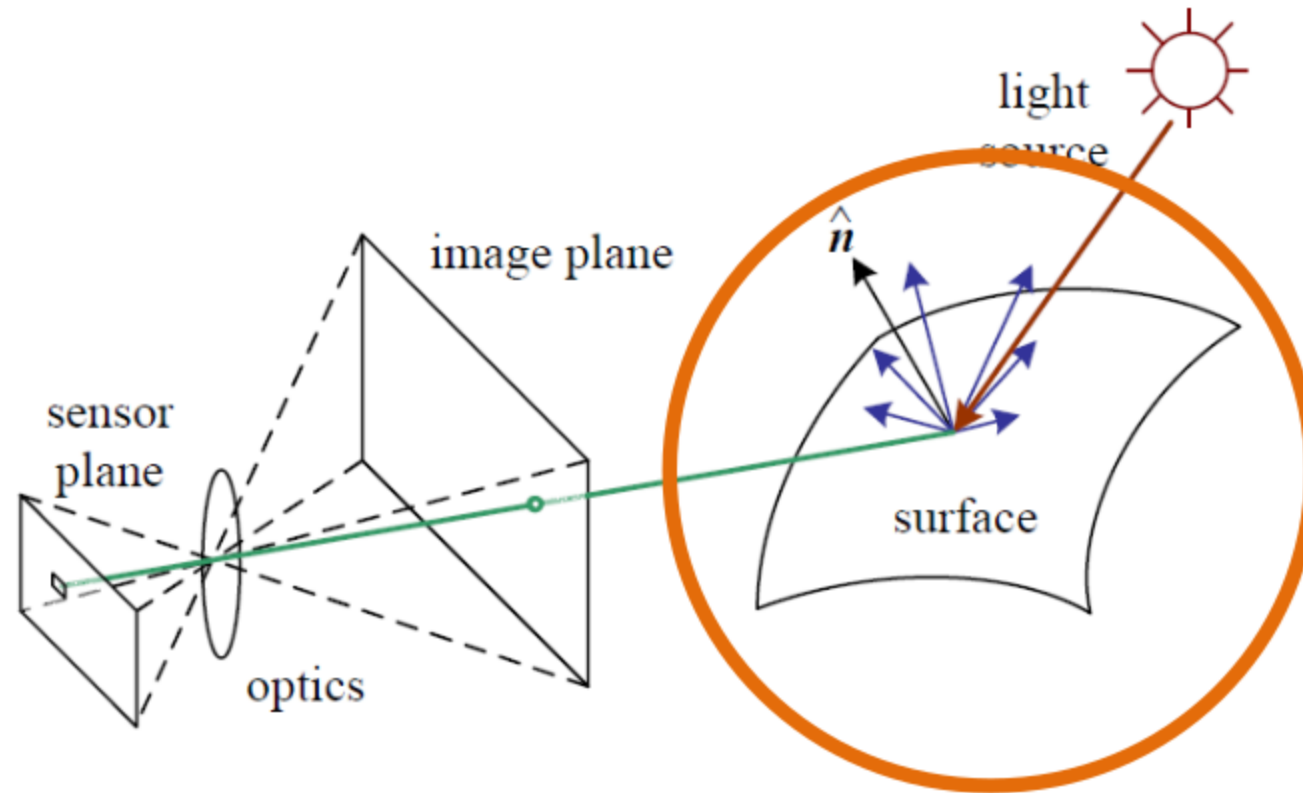
UV



Gammagrafia

source: UAB course 102784: Visió per computador, Felipe Lumbreras.

# Elementos Implicados



font:

<http://szeliski.org/Book>

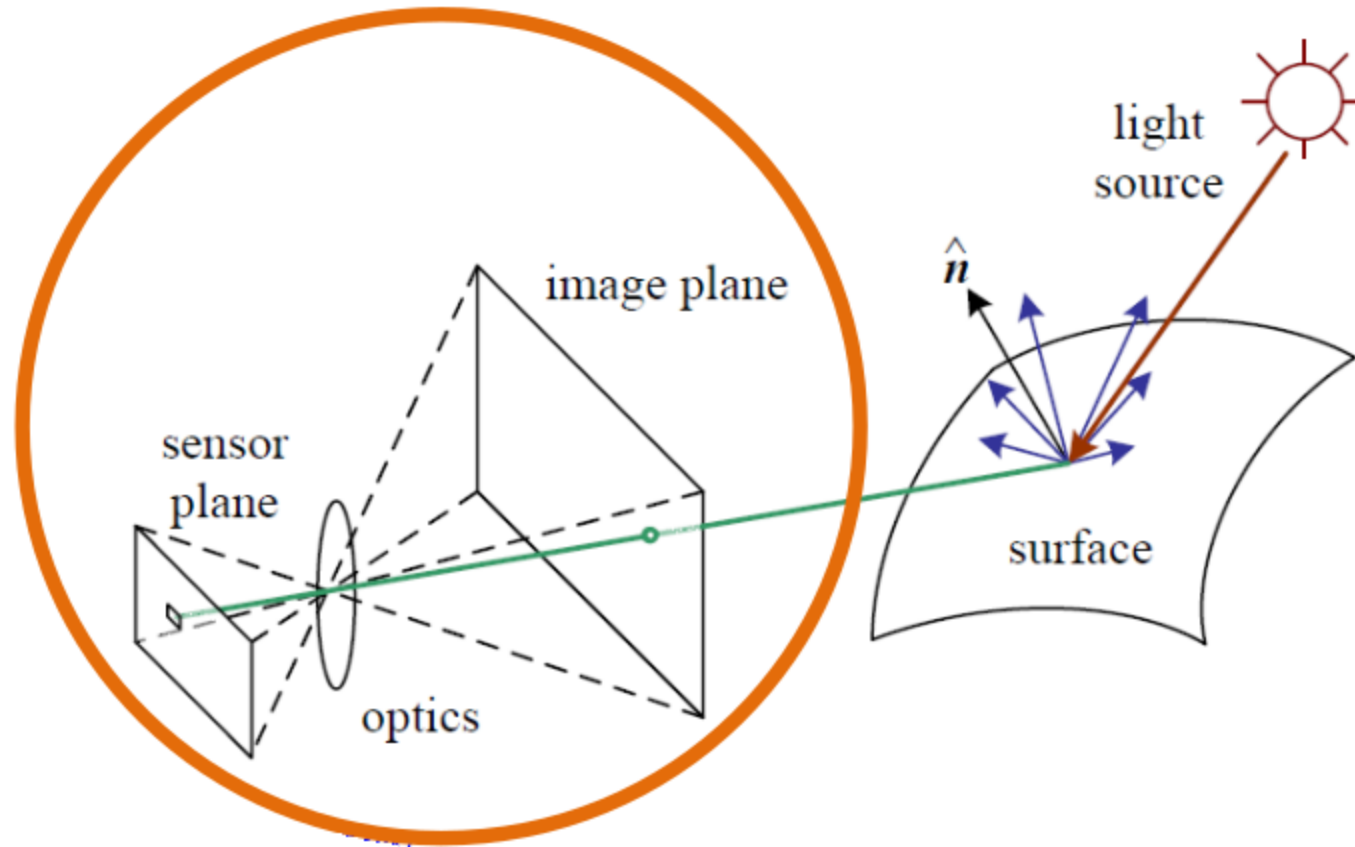
/

# Superfície reflectante





# Elementos Implicados



font:

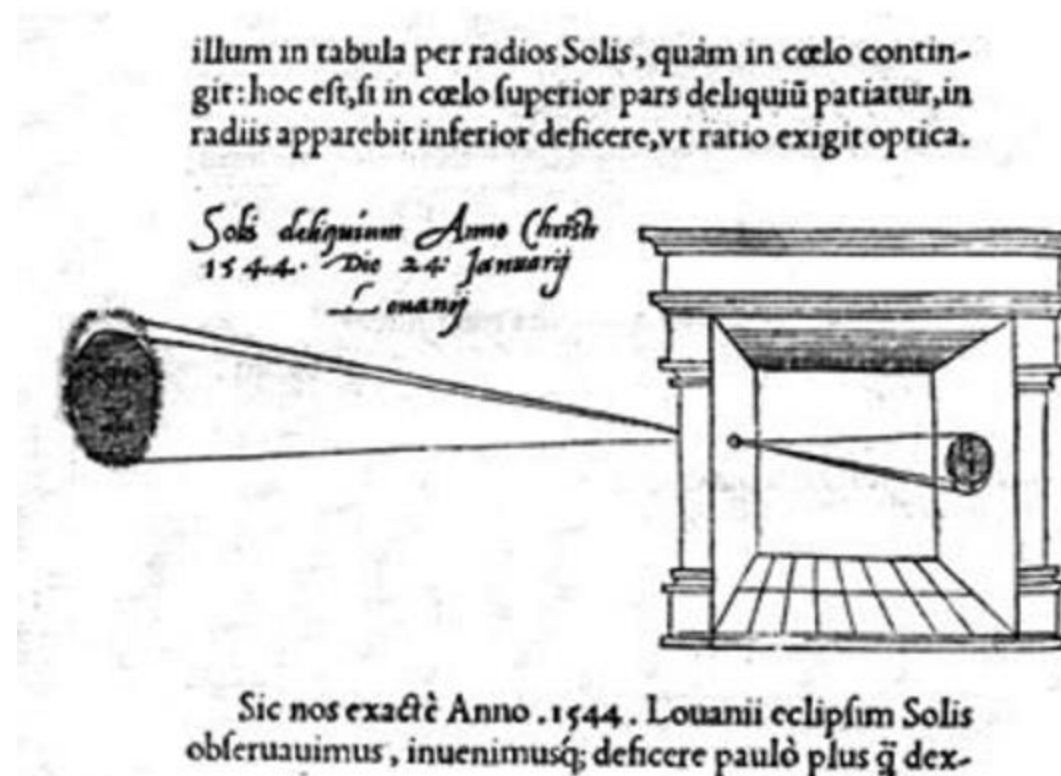
<http://szeliski.org/Book/>

/



# Captura de la Imágen

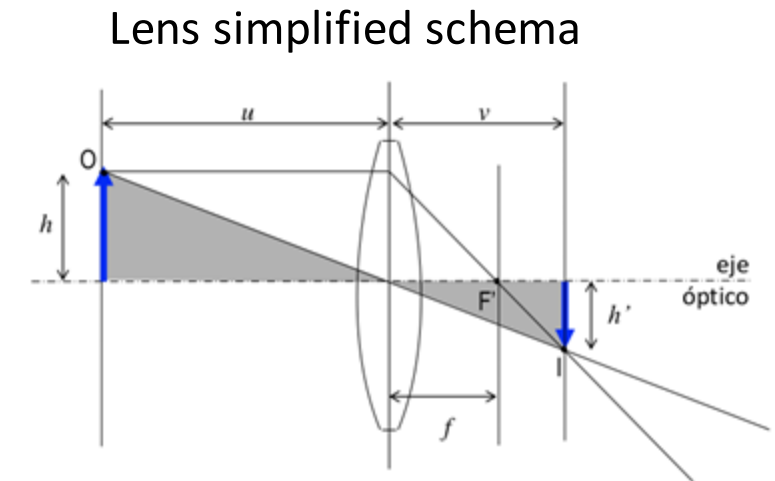
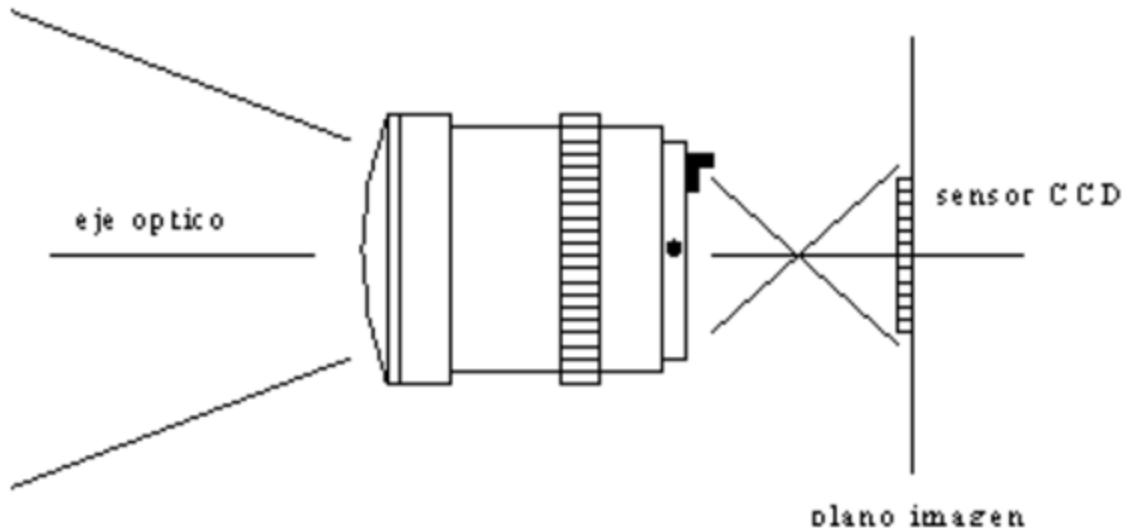
Simple model: pinhole camera, central projection.



# Optics

## Camera objective

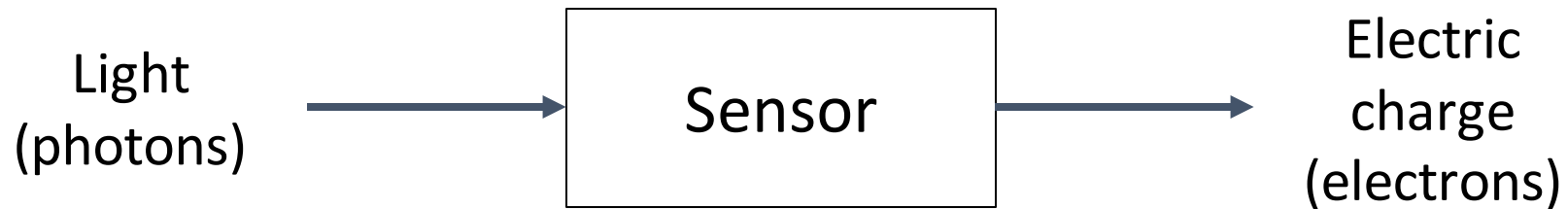
Assemble of lenses forming the image on the camera sensor



source: UAB course 102784: Visió per computador, Felipe Lumbreras.

# Sensor

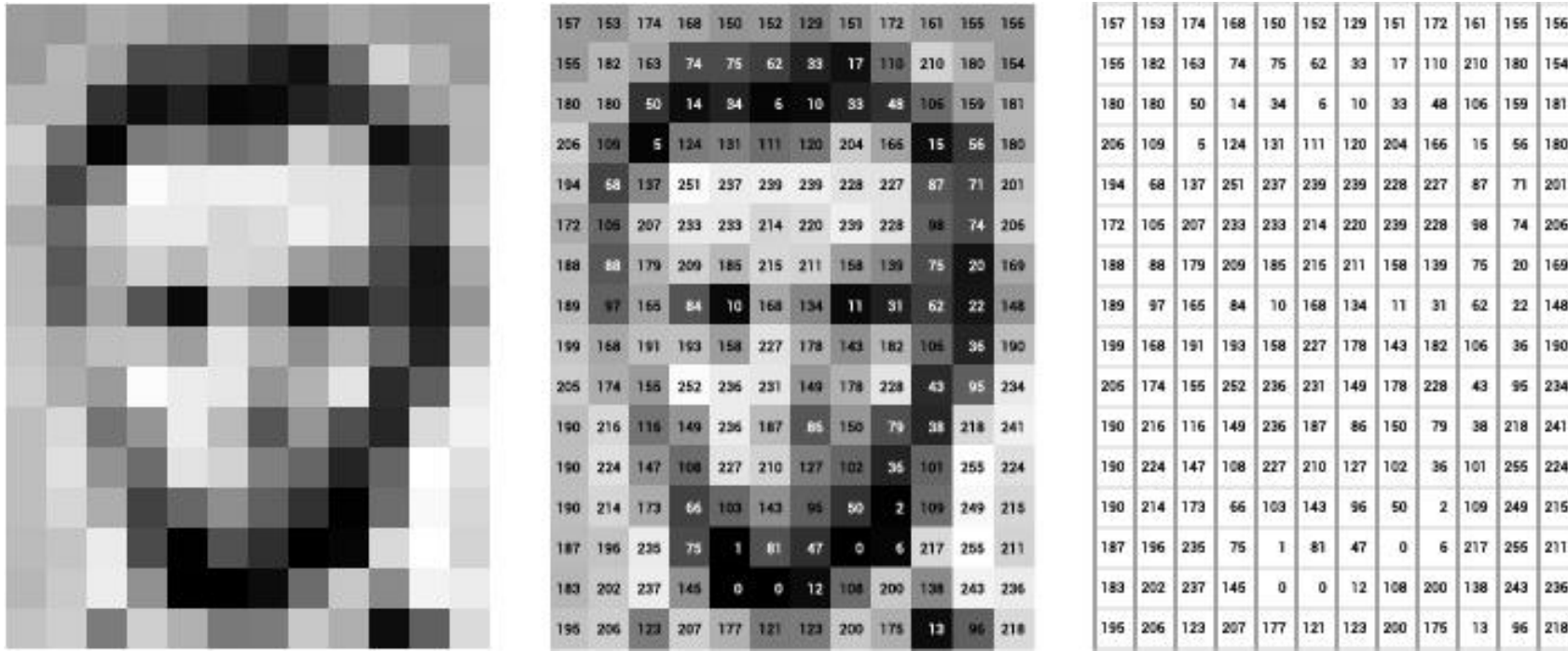
- The sensor convert radiant energy into an electrical signal.
- Light is "formed" by photons. The sensor "counts" photons.



source: UAB course 102784: Visió per computador, Felipe Lumbreras.

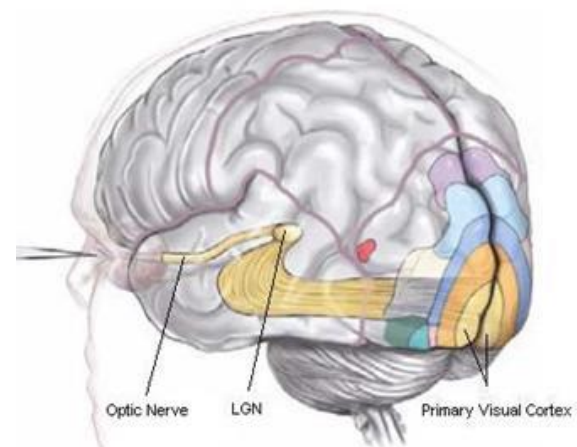
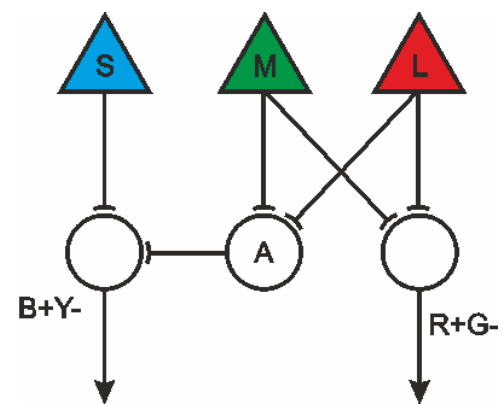
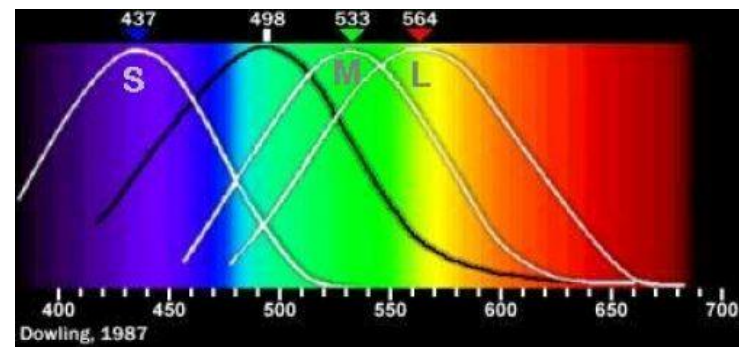
# Image formation: pixels

The sensor transforms light photons into pixel data. In each pixel we have the count of photons “perceived” in the sensor.



On the left we have a tiny image of Lincoln; at center, the pixels labeled with numbers from 0-255, representing their brightness; and at right, these numbers by themselves.

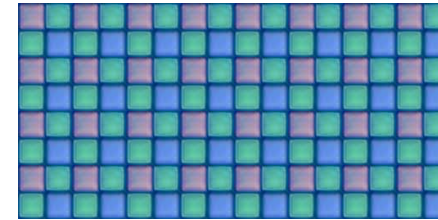
# Adquisición del Color



# Color

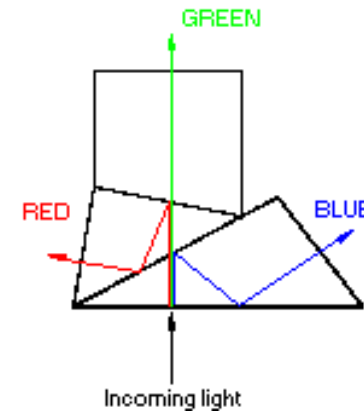
## Bayer pattern (1 único sensor)

- El sistema más utilizado
- No tenemos R,G,B en ningún pixel.  
Se necesita interpolar (demosaijing)



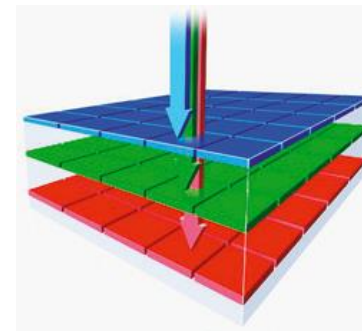
## 3 sensores independientes

- Prismas y filtros dividen el haz de luz en 3 componentes que iluminan 3 sensores monocromáticos.



## Pixeles apilados

- La luz dependiendo de su energía (color) llega a diferentes profundidades.



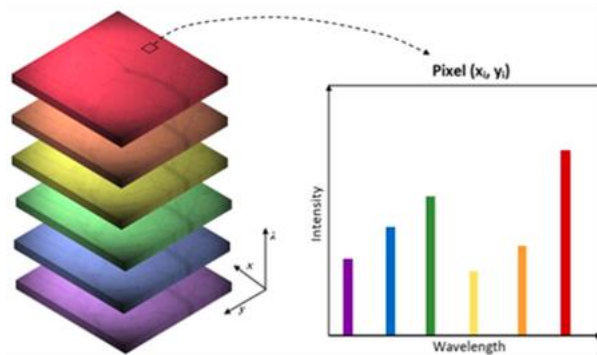


# Resolució

# Resolución - Espectral

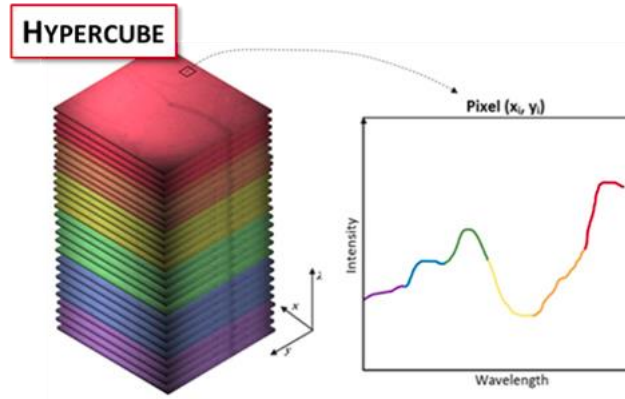
## MULTISPECTRAL IMAGING

- N separated bands



## HYPERSPECTRAL IMAGING

- Continuous spectrum



## ENABLES SPECTRAL ANALYSIS

- Segmentation
- Spectral unmixing
- Evolution of spectra in time

Que parte (%)  
del espectro  
somos capaces  
de percibir?

# Resolución - Espacial



High Spatial  
Resolution

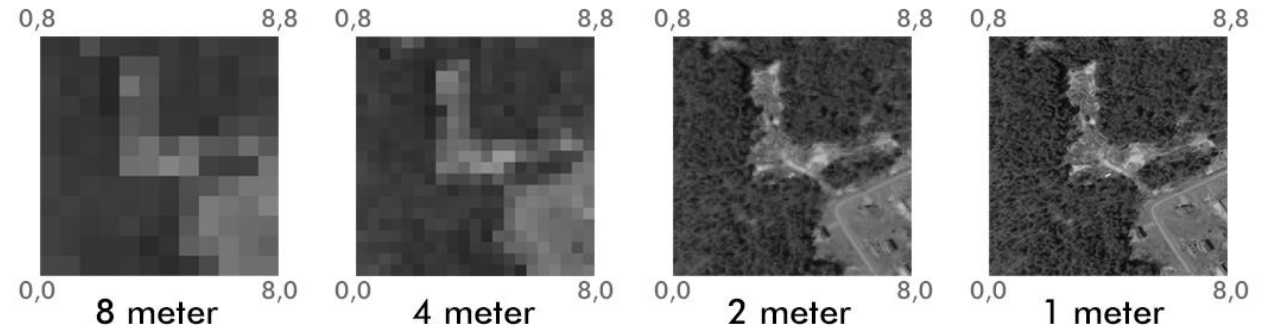


Medium Spatial  
Resolution



Low Spatial  
Resolution

Raster over the same extent, at 4 different resolutions



Distancia cubierta / Píxeles Asociados

# Resolución - Radiométrica

1 bit: 0 - 1



2 bits: 0 - 3



4 bits: 0 - 15



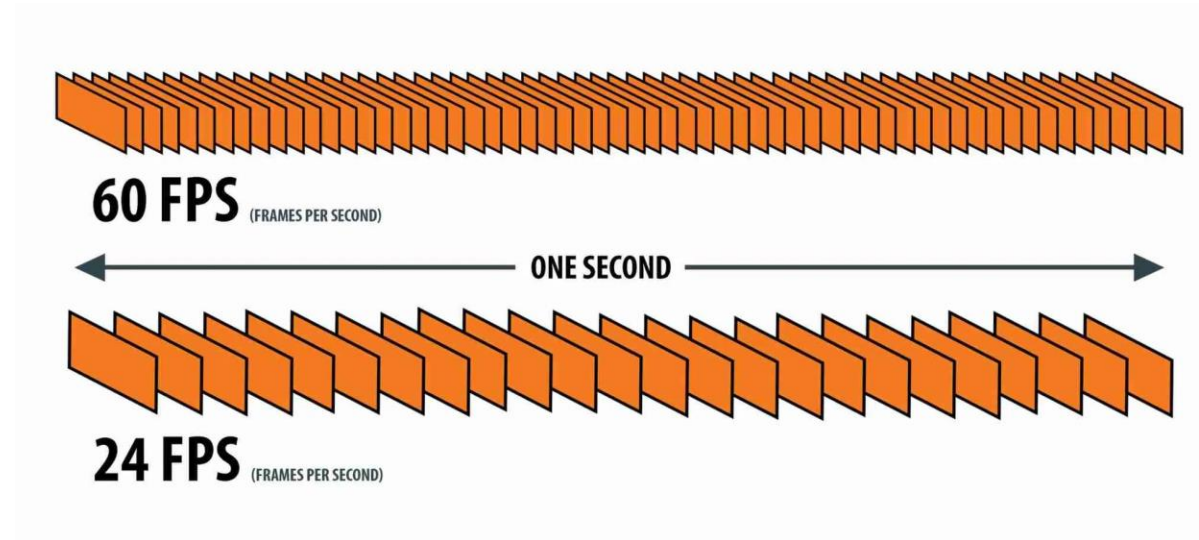
8 bits: 0 - 255



Original

"Sensibilidad" A los movimientos en el espectro (bytes)

# Resolución - Temporal



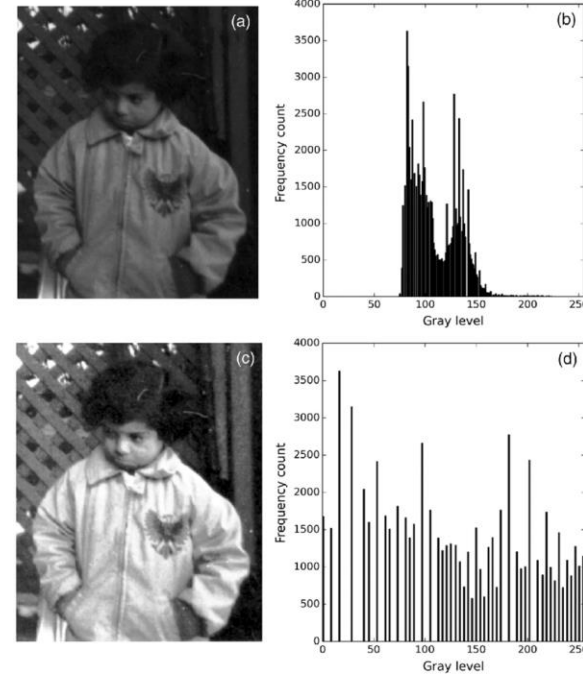
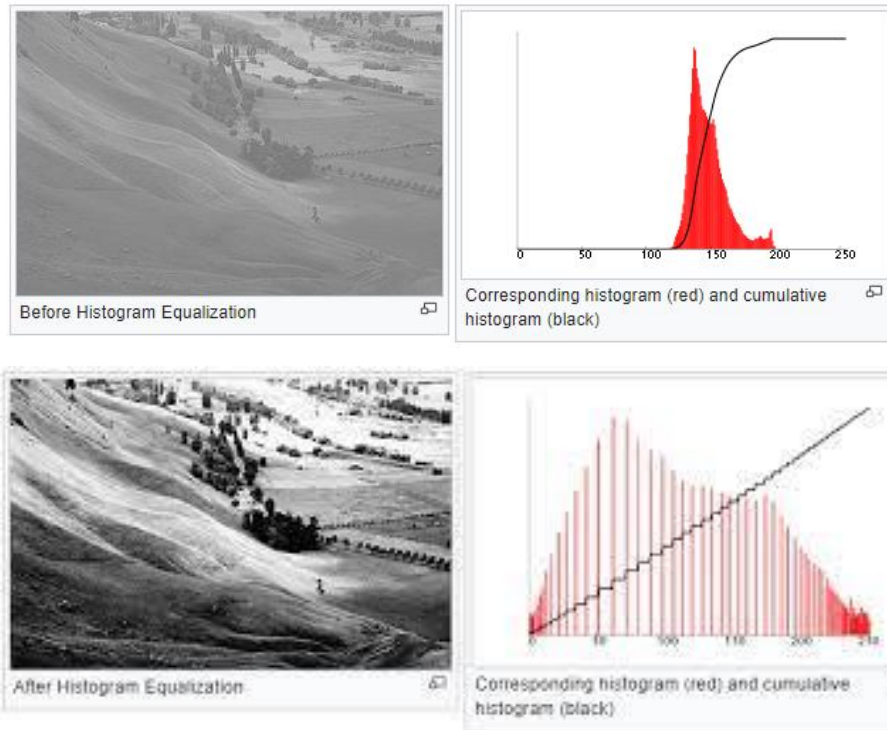
Numero de Imágenes / Segundo (**f**rames **p**er **s**econd)

# Procesamiento de Imágenes

# Ecualización

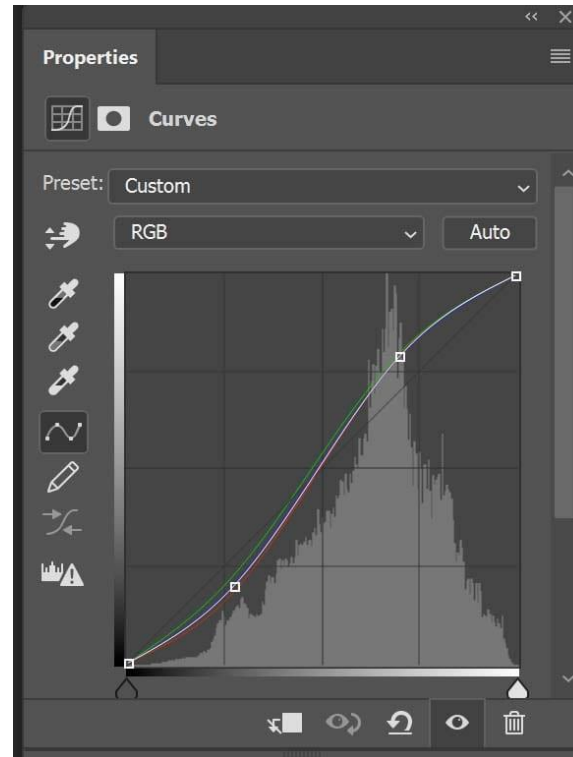


# Ecualización

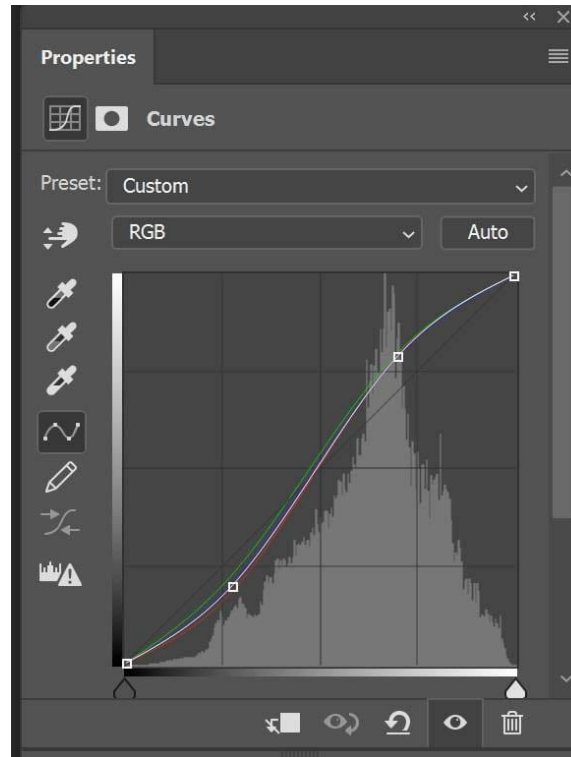


- Embellecer / Corregir
- Restaurar
- Reconstruir elementos "invisibles" para el ojo.

# Ecualizació



# Ecualización



Rango cromático muy acotado  
(poca variabilidad de colores)

Rango más amplio, detalles  
"invisibles"

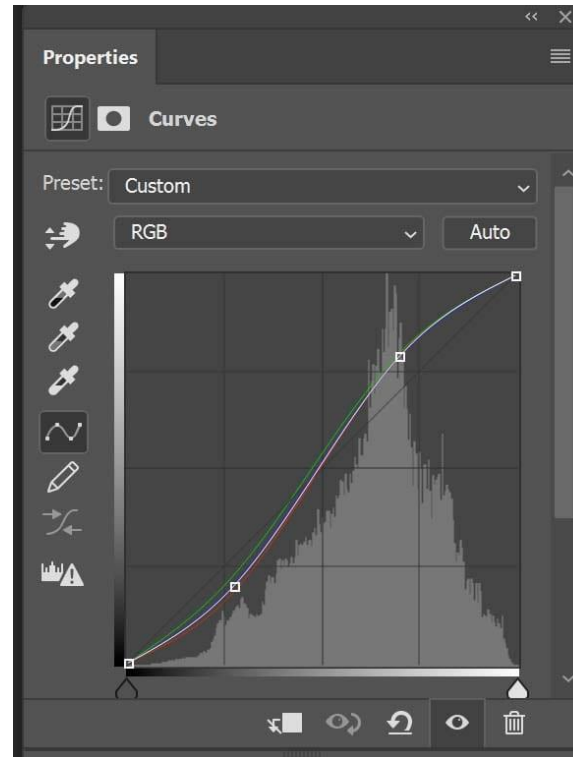
Photoshop / GIMP

# Ecualización

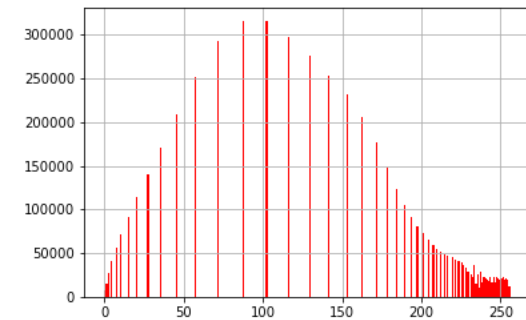
Frecuencia absoluta



-->



-->



Rango cromático muy acotado  
(poca variabilidad de colores)

Rango más amplio, detalles  
"invisibles"

# Ecualización

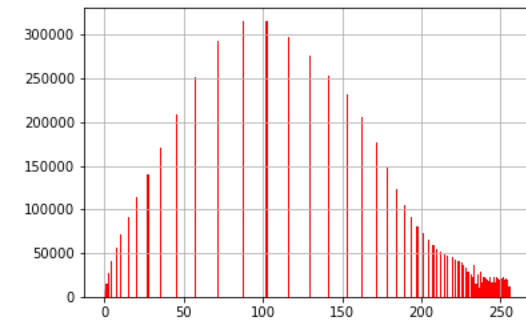
Frecuencia absoluta



-->



-->



Rango cromático muy acotado  
(poca variabilidad de colores)

Rango más amplio, detalles  
"invisibles"

# Binarització



# Binarització

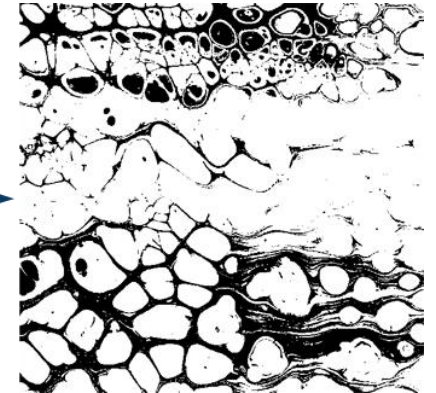
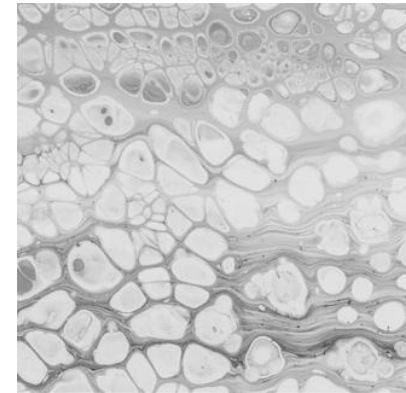
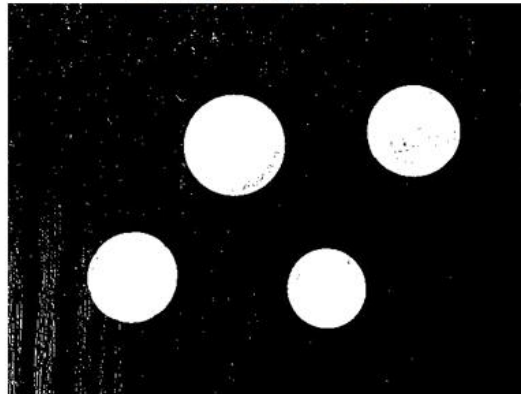
- Mejoras en la lectura de documentos (OCR)
- Eliminar Ruido
- Ahorro de Impresión
- Detección de elementos

Lluis T. Sa  
es bis dia  
ba i mai la  
... a precei

Grayscale image

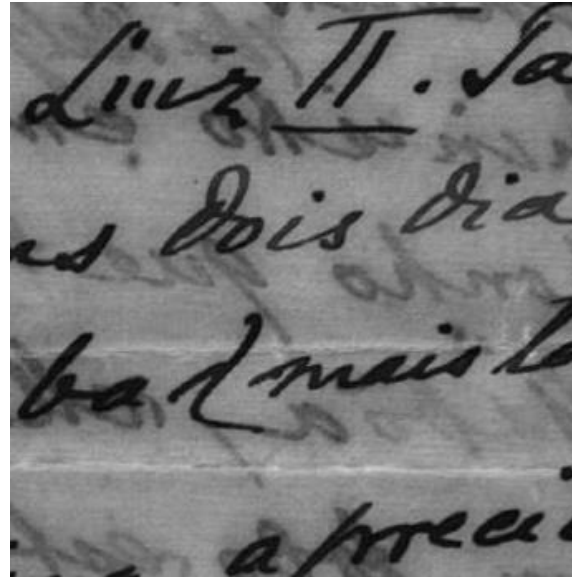


Binary image, T=155



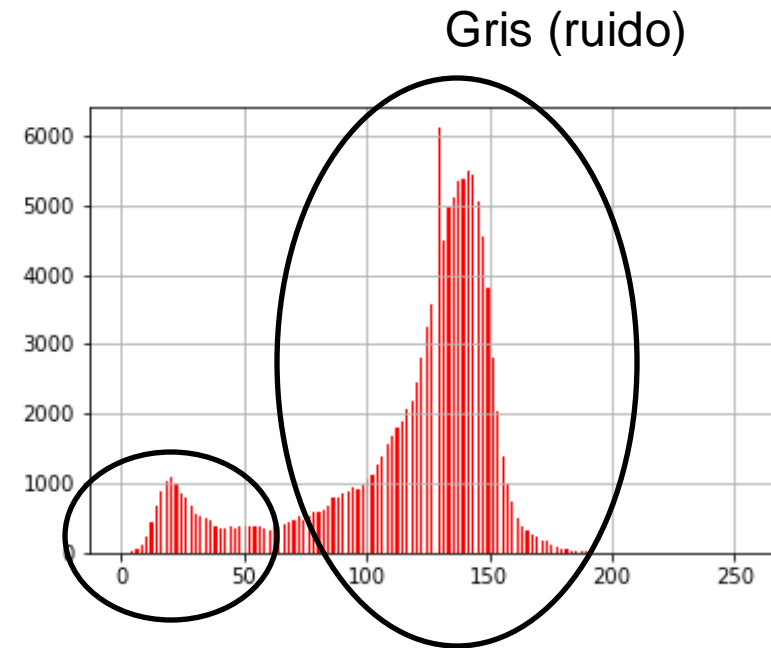
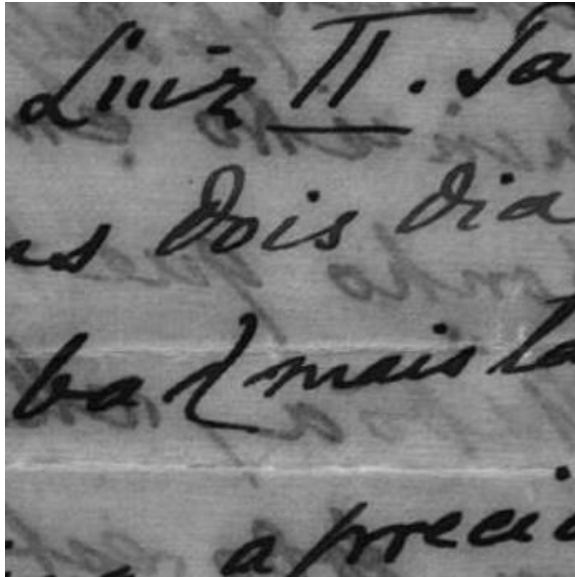


# Binarització



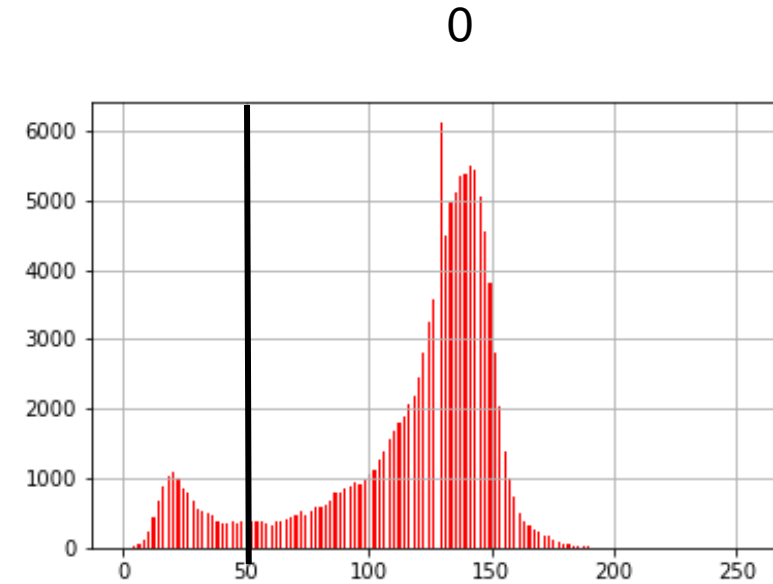
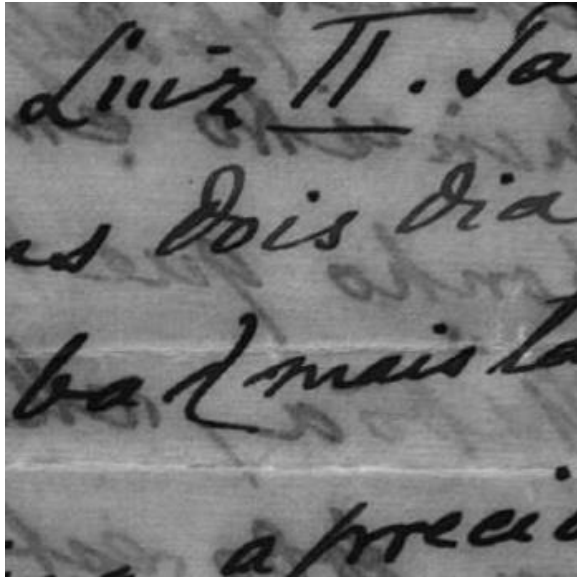
Objetivo: Eliminar todo excepto el texto (negro más puro)

# Binarització



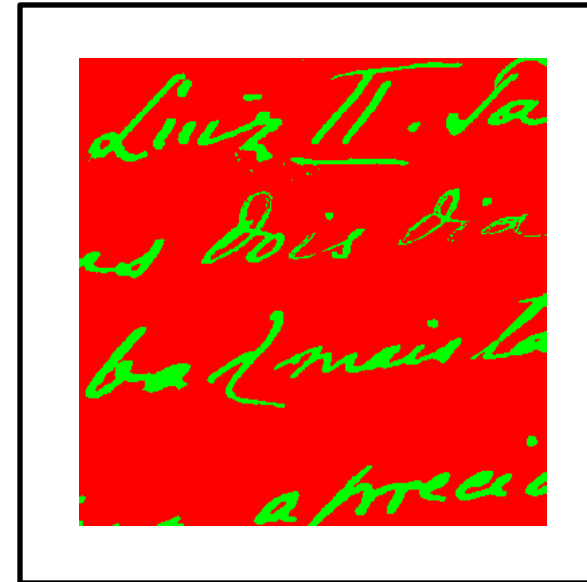
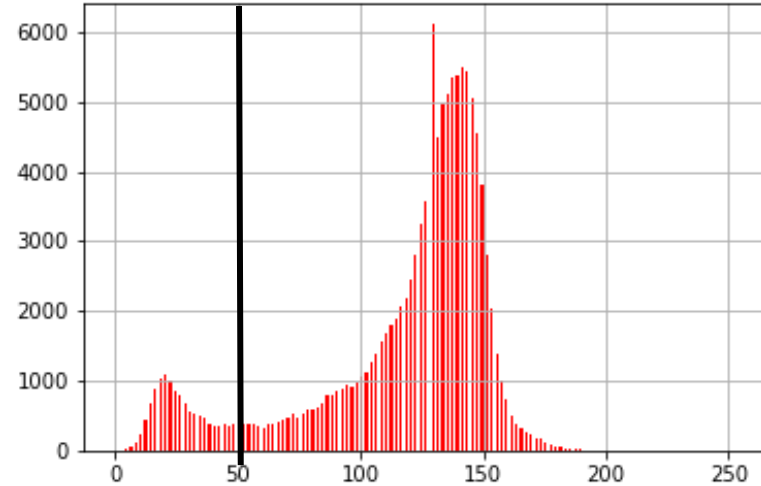
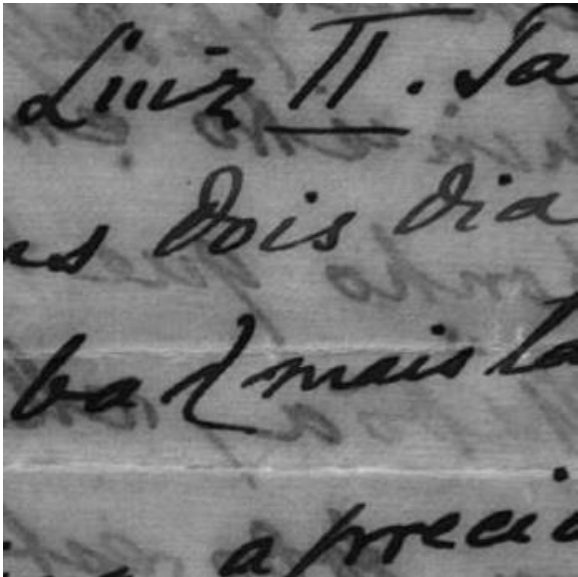
Negro (letras)

# Binarització

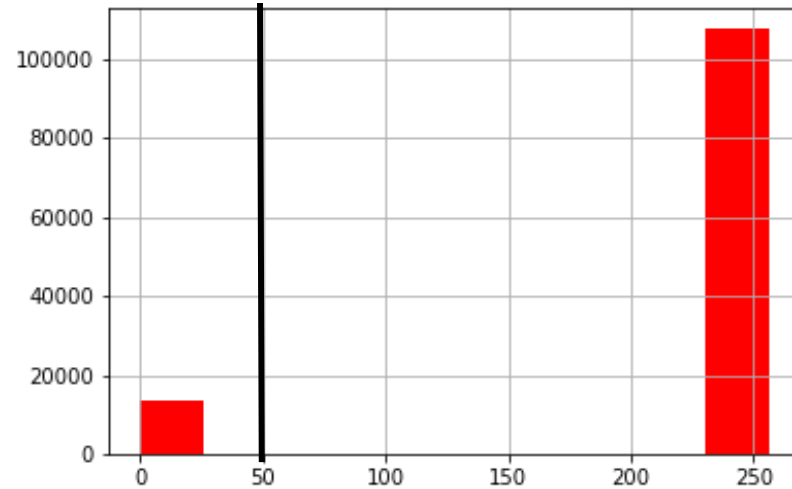
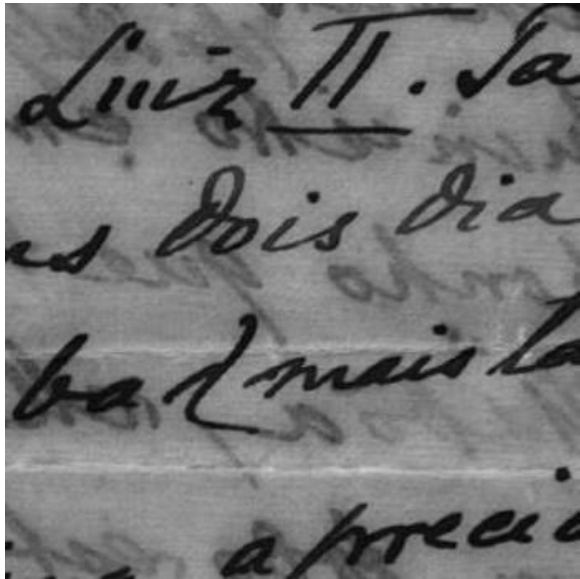


1 (o 255)

# Binarització

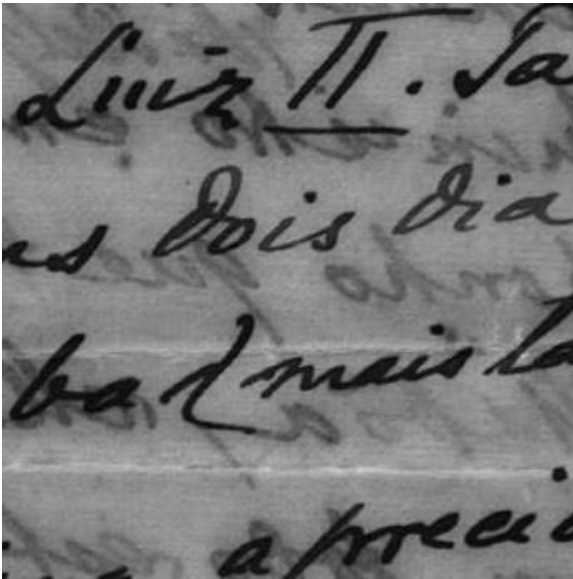


# Binarització

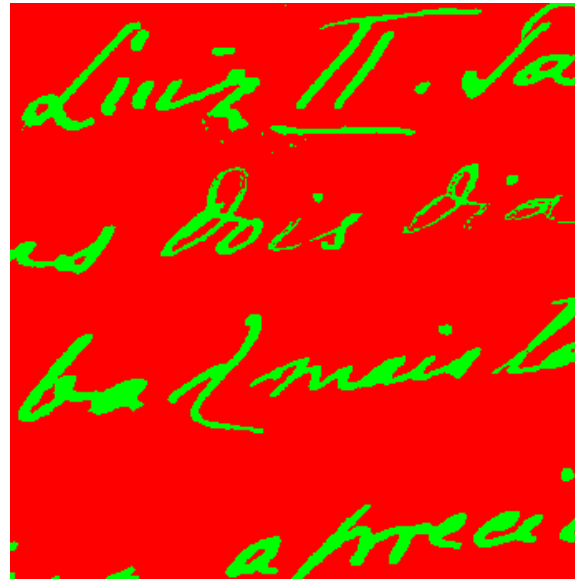


L'any II. Sa  
es dois dia  
ba i mais la  
... a precii

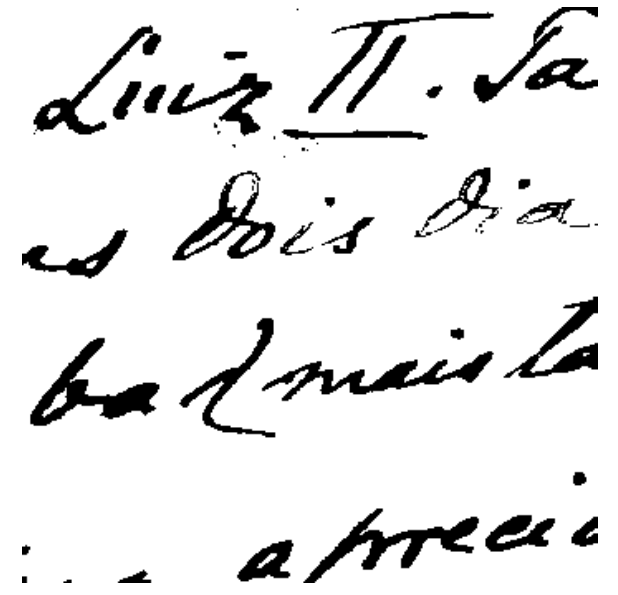
# Binarització



Original  
{0, 1, ... 255}



Valores < 50  
{Verdadero, Falso}

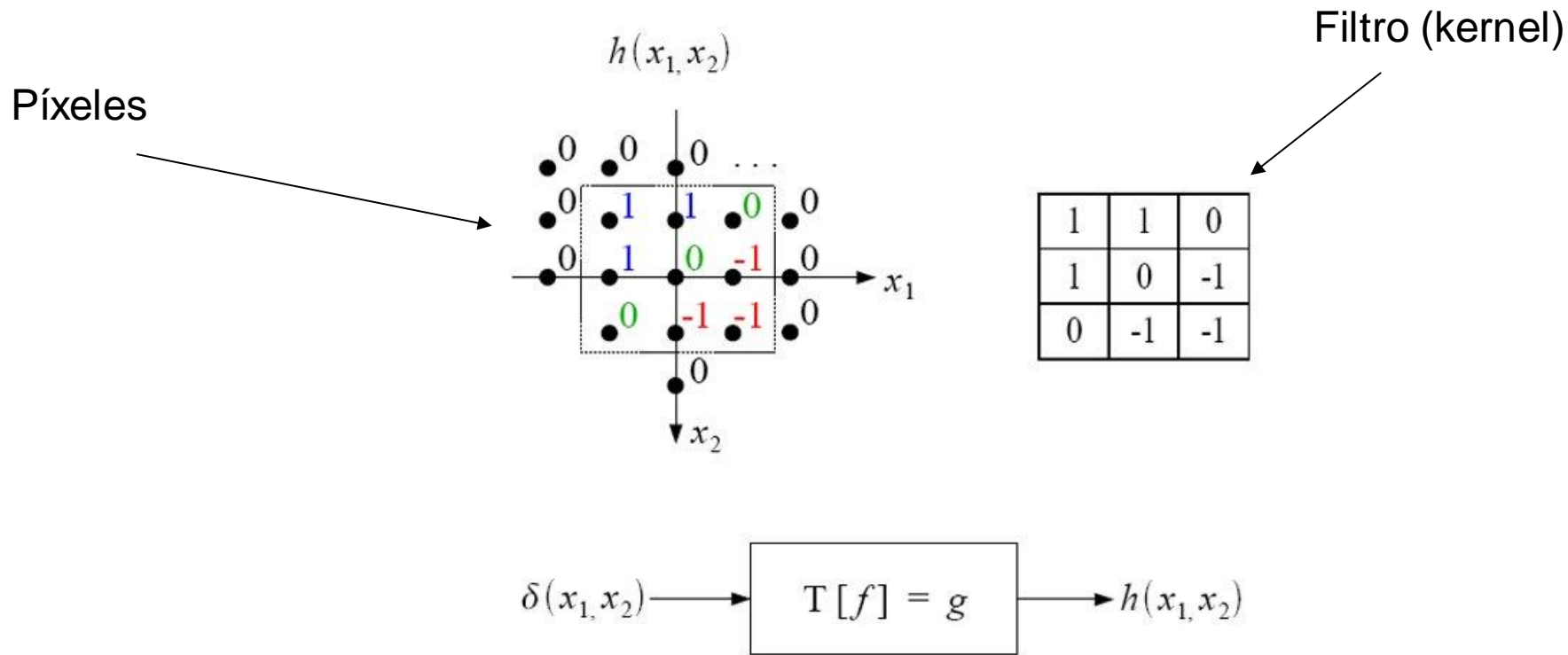


Binarizado  
{1, 255}

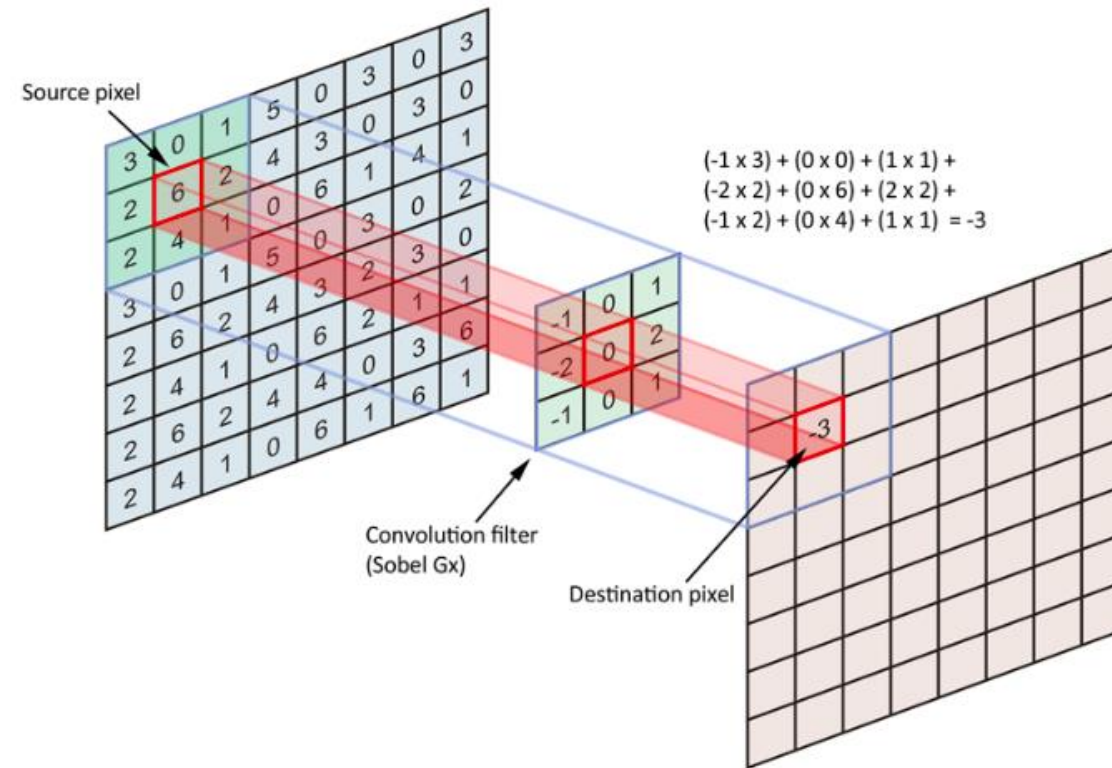
# Filtros



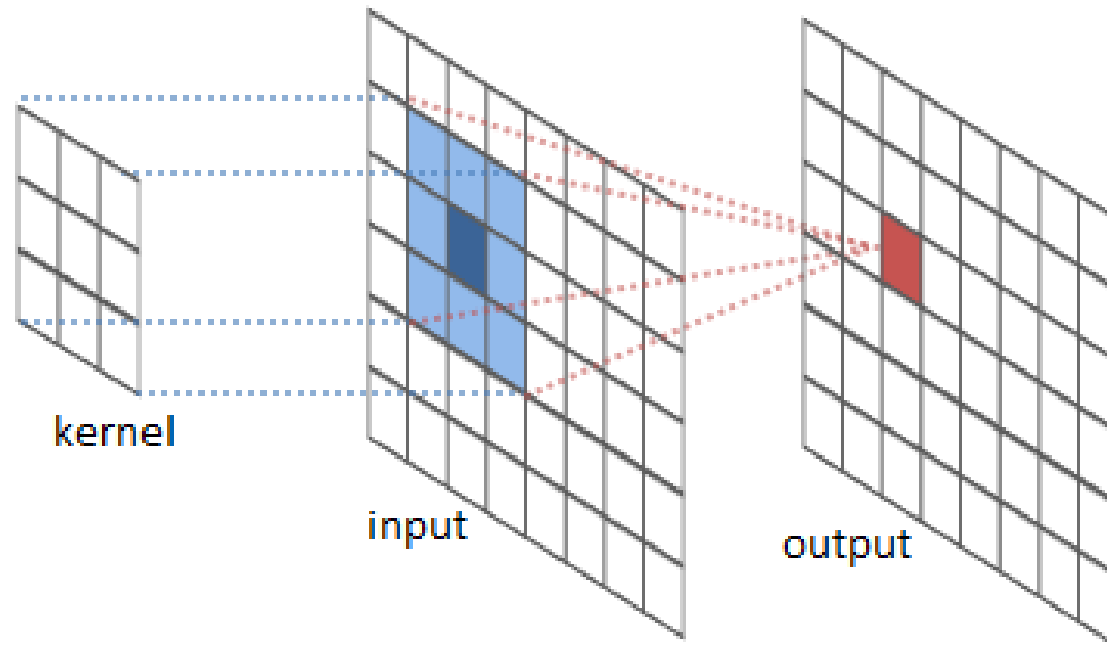
# Filtros - Convolució



# Filtros - Convolució



# Filtros - Convolución



# Filtros - Procesado

# Filtros – Procesado (Contornos)



X – Direction Kernel

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Y – Direction Kernel

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1



dX o dY?



dX o dY?

# Filtros – Procesado (Contornos)



X – Direction Kernel

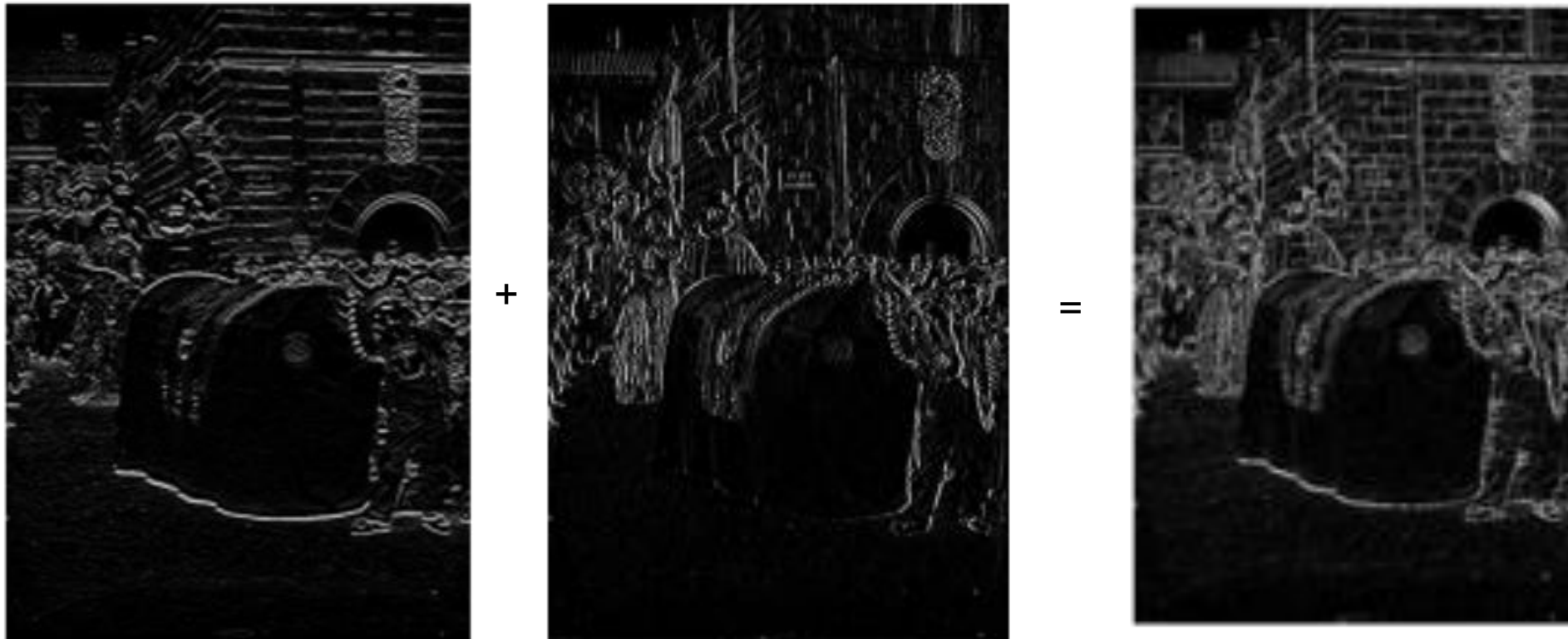
-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Y – Direction Kernel

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1



# Filtros – Procesado (Contornos)





# Filtros – Procesado (Difuminado)



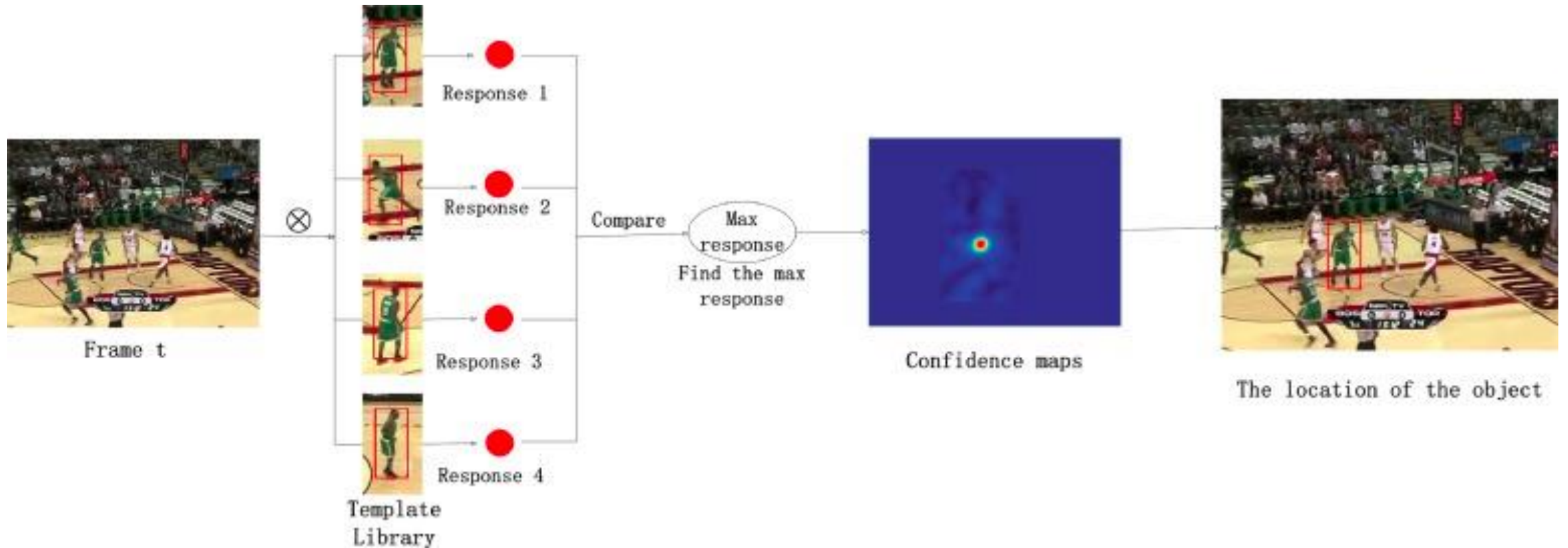
1	2	1
2	4	2
1	2	1





# Filtros - Detección

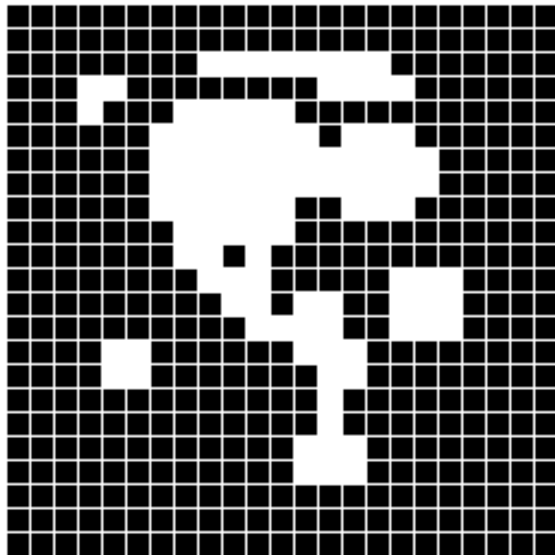
# Filtros - Correlación



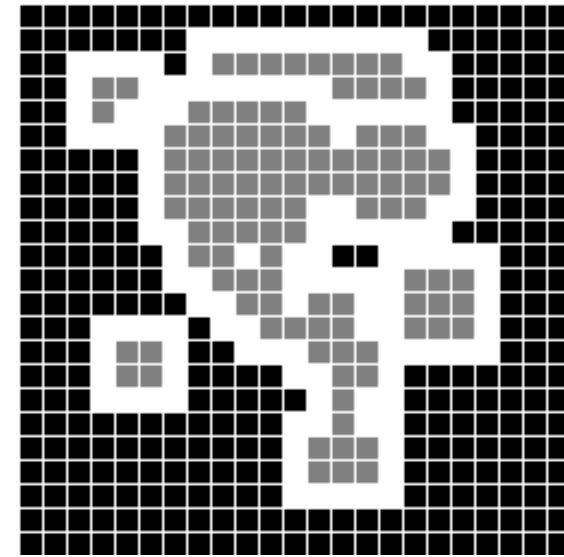
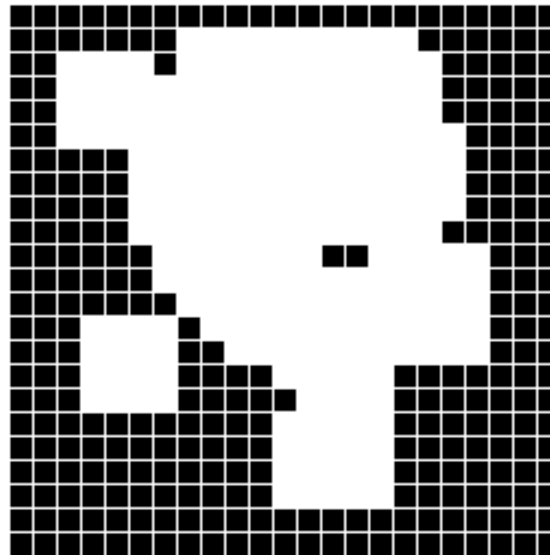
# Filtros - Morfologia

# Dilate

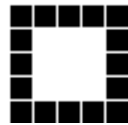
**Dilation** :  $x = (x_1, x_2)$  such that if we center  $B$  on them, then the so translated  $B$  intersects  $X$ .



$X$

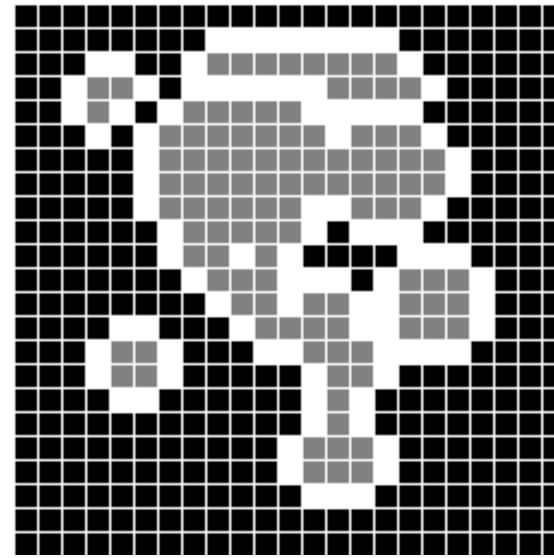
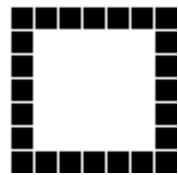
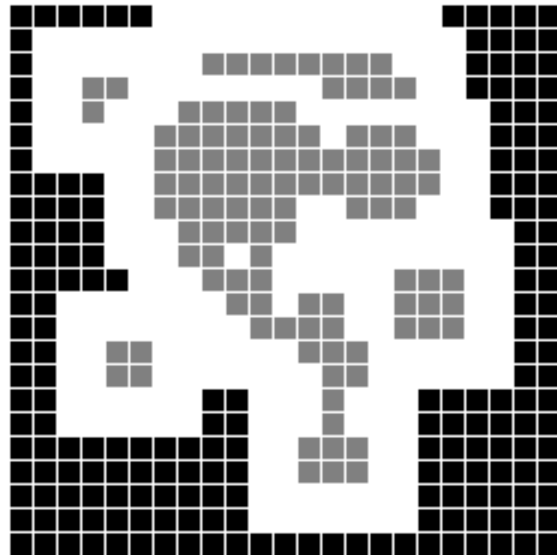


difference

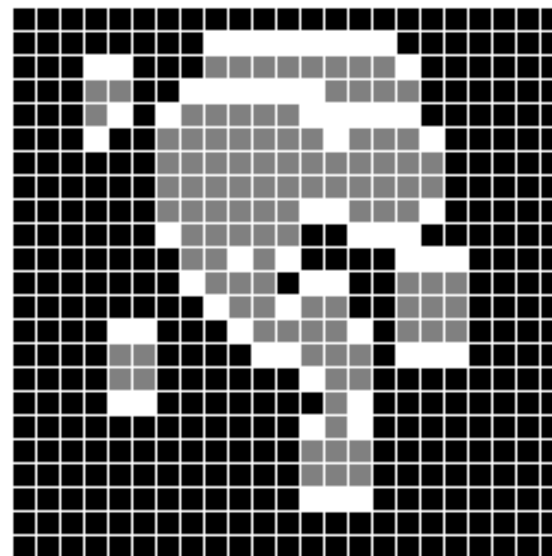
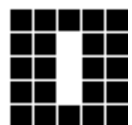
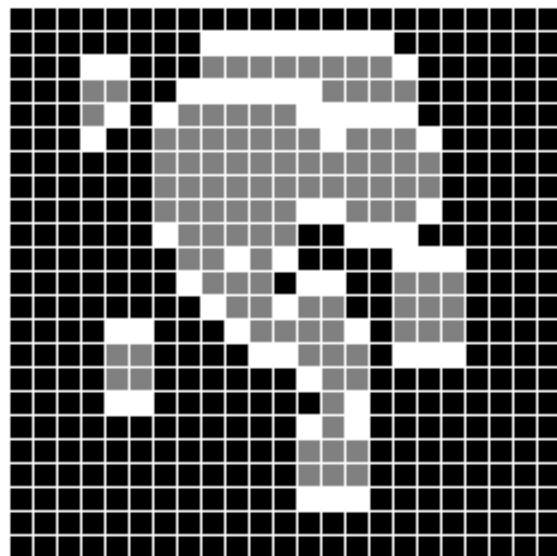


$B$

## Dilation with other structuring elements

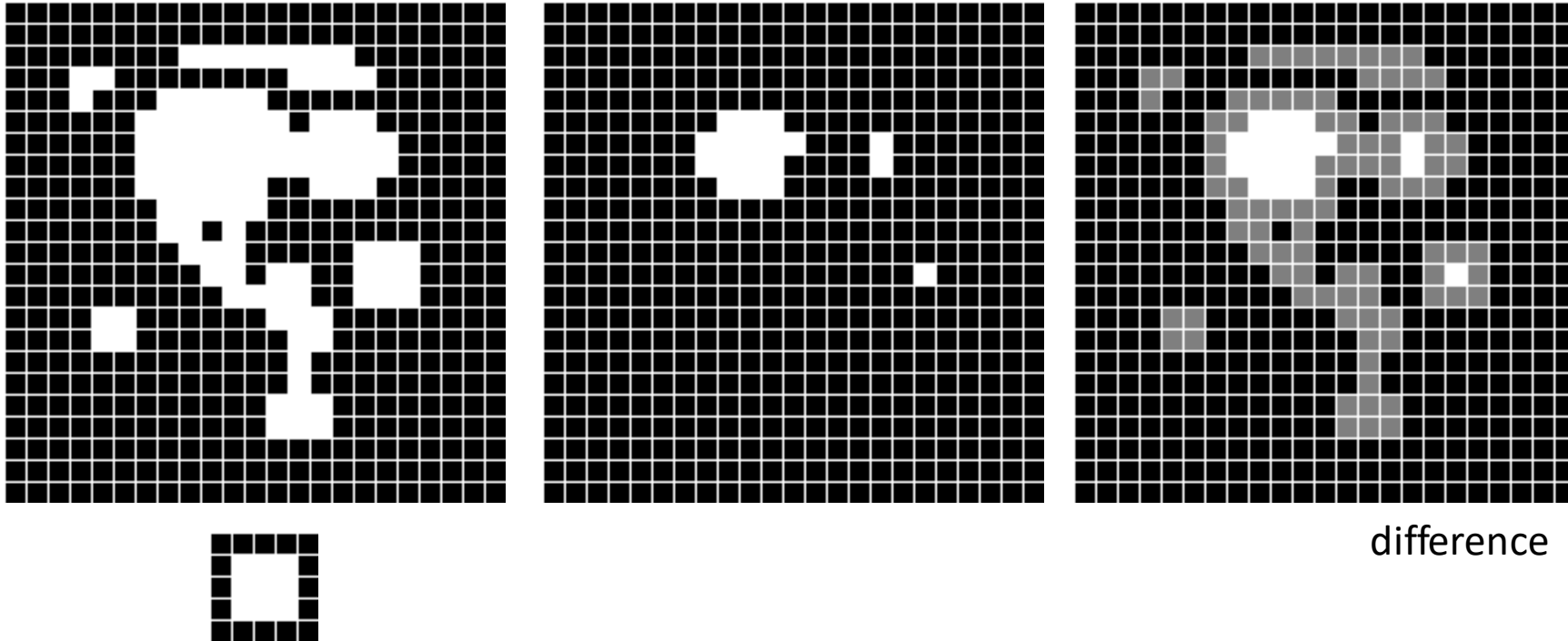


## Dilation with other structuring elements

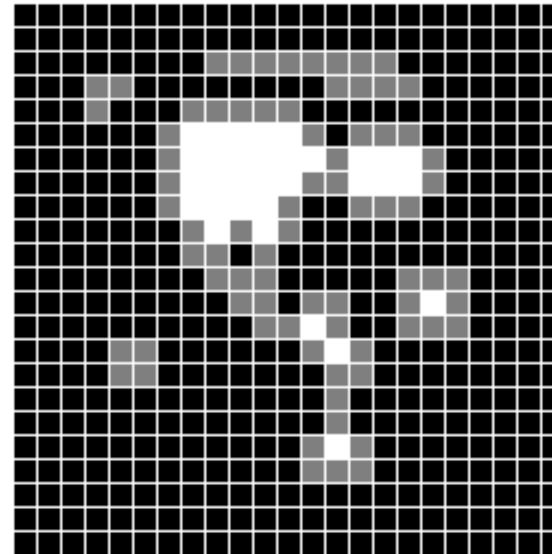
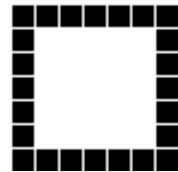
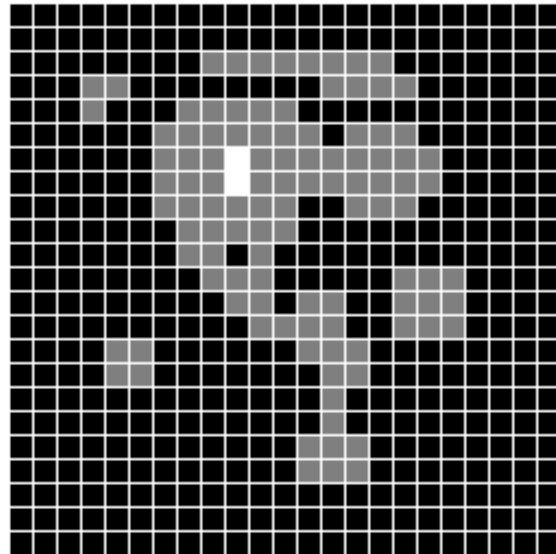


# Erode

Erosion :  $x = (x_1, x_2)$  such that if we center  $B$  on them, then the so translated  $B$  is contained in  $X$ .

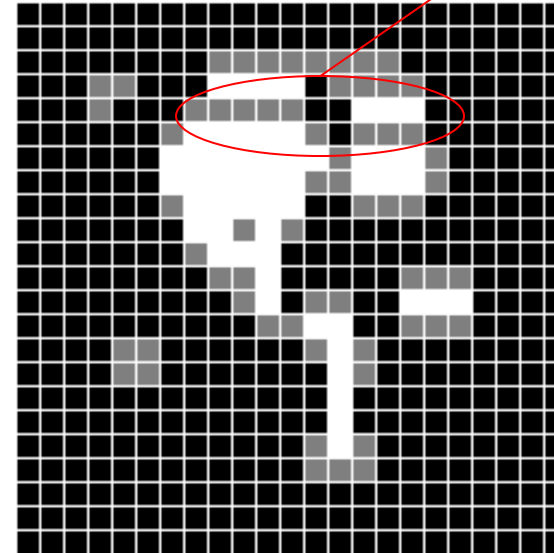
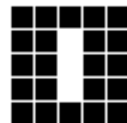
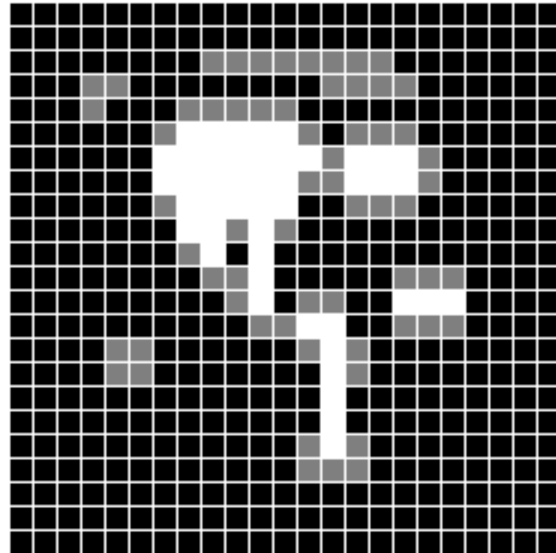


## Erosion with other structuring elements





## Erosion with other structuring elements



Did not belong to  $X$



# Filtros – Caso de uso



## Detección de escenas



# Proceso de la Imagen – Miscelania

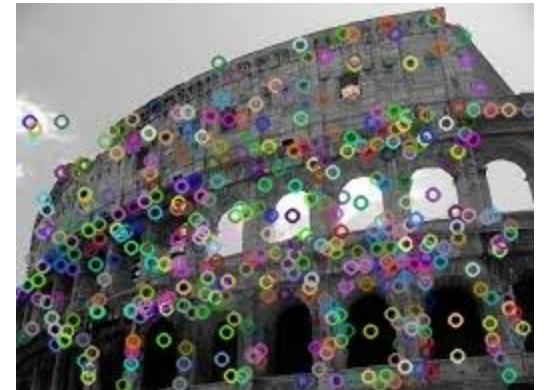
# Detección de Puntos Clave

# Detección de Puntos Clave



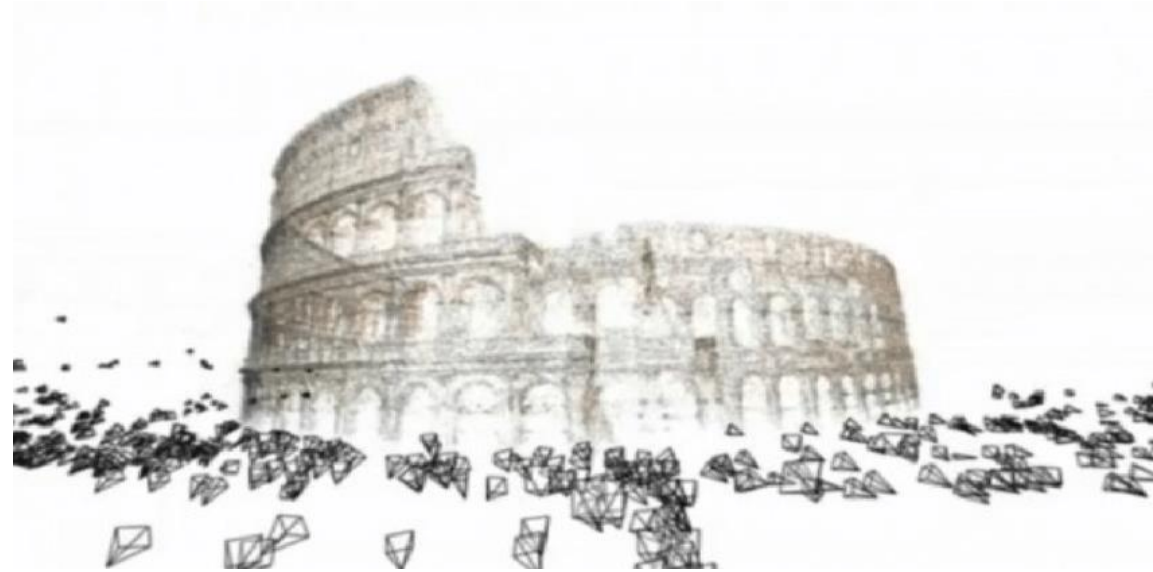
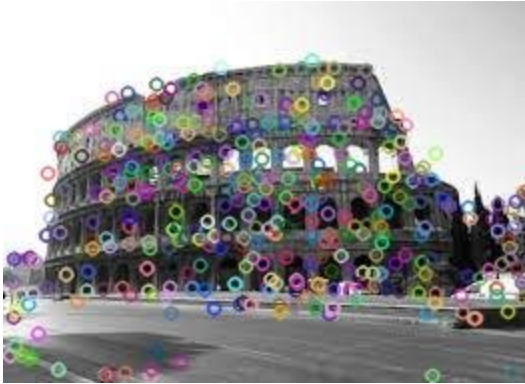
[https://openaccess.thecvf.com/content\\_cvpr\\_2016/papers/Radenovic\\_From\\_Dusk\\_TiII\\_CVPR\\_2016\\_paper.pdf](https://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2016/papers/Radenovic_From_Dusk_TiII_CVPR_2016_paper.pdf)

# Detección de Puntos Clave





# Detección de Puntos Clave



Asociación de puntos equivalentes --> Reconstrucción de escenas (estructura a partir del movimiento / structure from motion)



# Catálogo De Imágenes

# Catálogo De Imágenes - Indexación

## Base de Datos



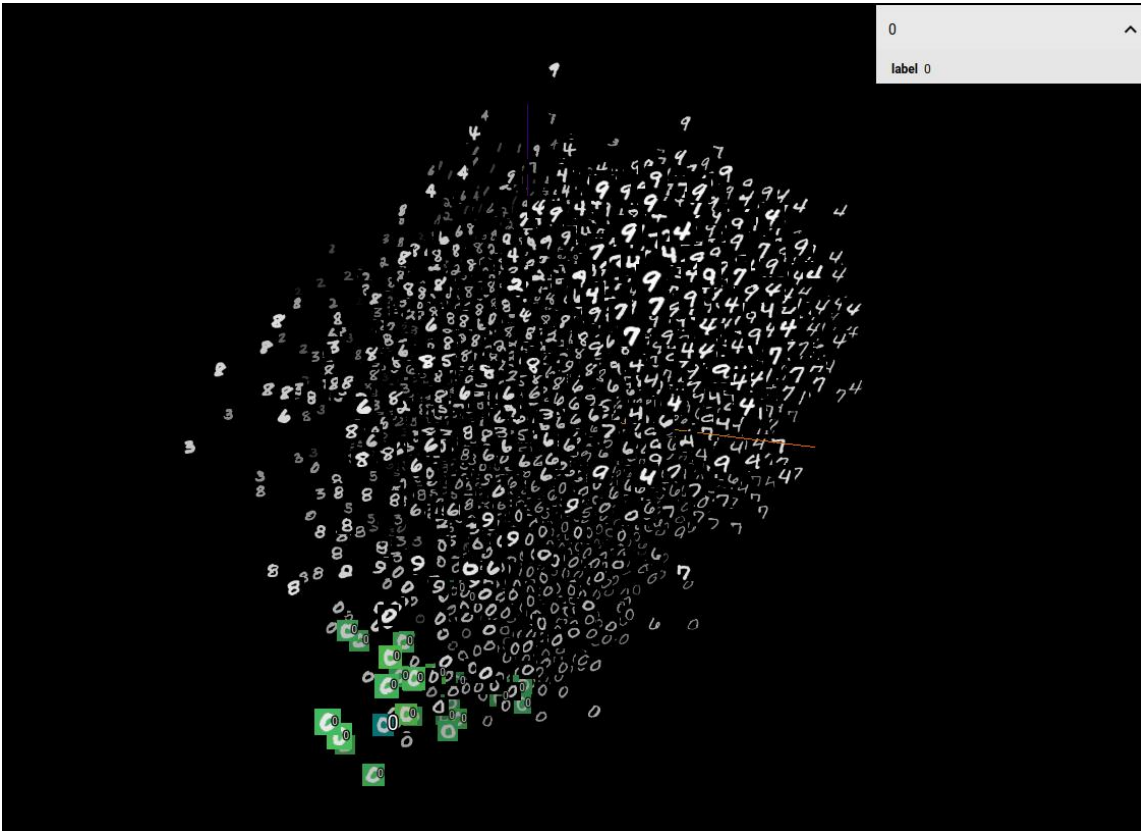
- Título, autor, editorial....

Los elementos "query" están estructurados y definidos como objetos acotados.

Cada elemento se "indexa" en un número finito de "query"s satisfechas.

# Catálogo De Imágenes - Indexación

Catálogo basado en CV / ML / DL



Los elementos responden a un vector de características (p.ej. Descriptores)

Cualquier elemento indexado responde a la vecindad respecto la "query".

# Catálogo De Imágenes

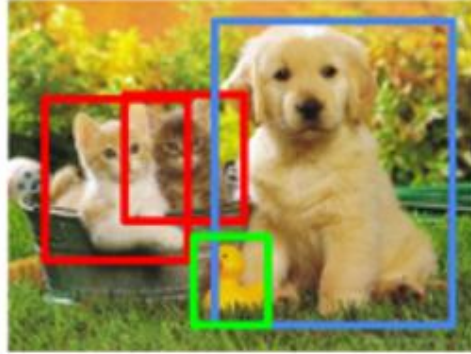
Classification



Cat

Single Object

Detection



Cat, Duck

Segmentation



Cat, Duck

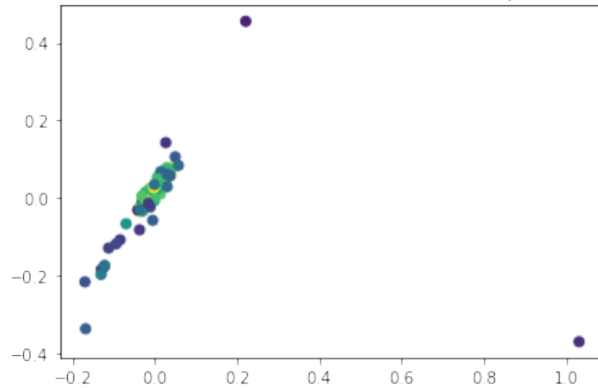
Multiple Objects

Los elementos a indexar pueden venir catalogados segun categorización, detección (elementos que aparecen) o segmentación.

<https://medium.com/@kolungade.s/object-detection-image-classification-and-semantic-segmentation-using-aws-sagemaker-e1f768c8f57d>

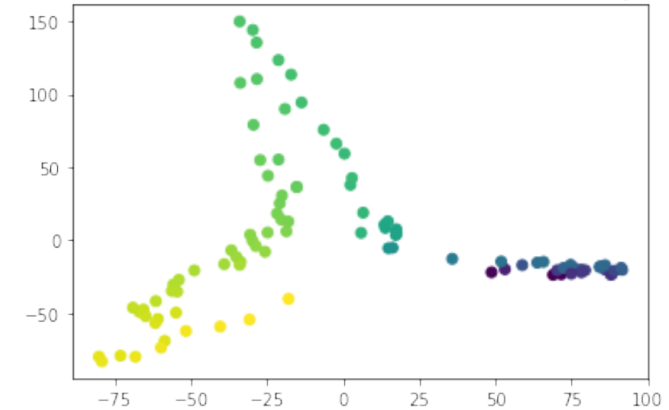
# Catálogo De Imágenes

PCA For Center Distribution On Train Set Feature Map (visual model)



Según el descriptor de los elementos a indexar, una misma colección puede presentar distintas distribuciones.

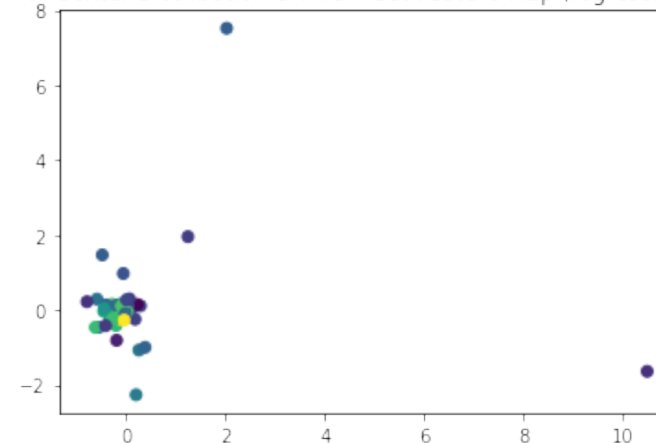
PCA For Center Distribution On Train Set Feature Map



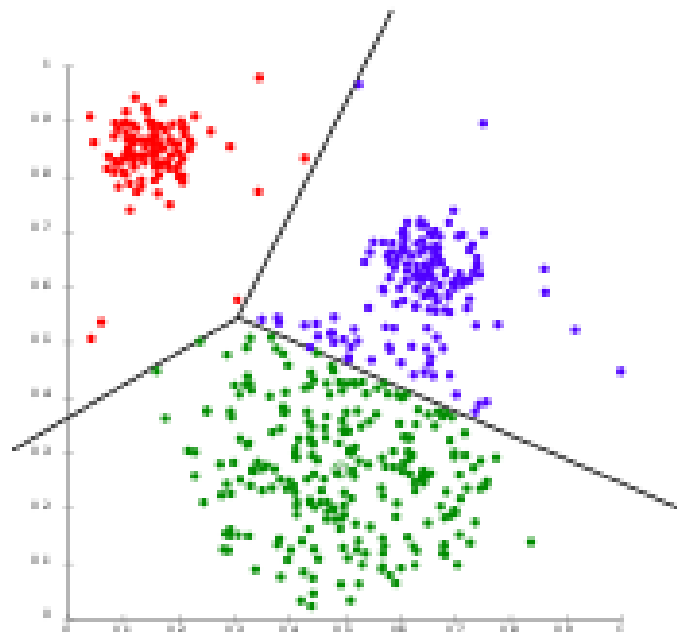
Esto implica que según el descriptor podremos estar buscando objetos, palabras, texturas...

La idea de vecindad estará correlacionada con el descriptor.

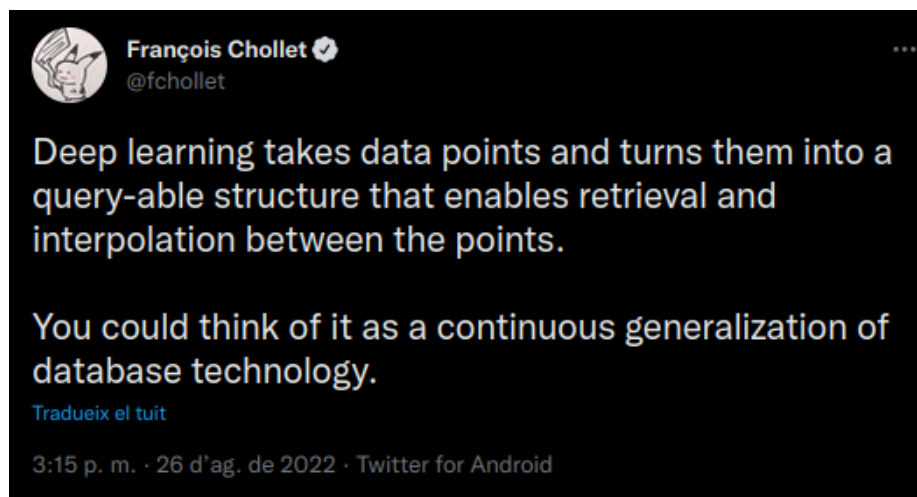
PCA For Center Distribution On Train Set Feature Map (regression model)



# Clasificación / Clustering



Las herramientas de caracterización nos permiten crear espacios "query-ables" donde **la vecindad será proporcional a la semántica** que nuestro descriptor pretenda capturar.

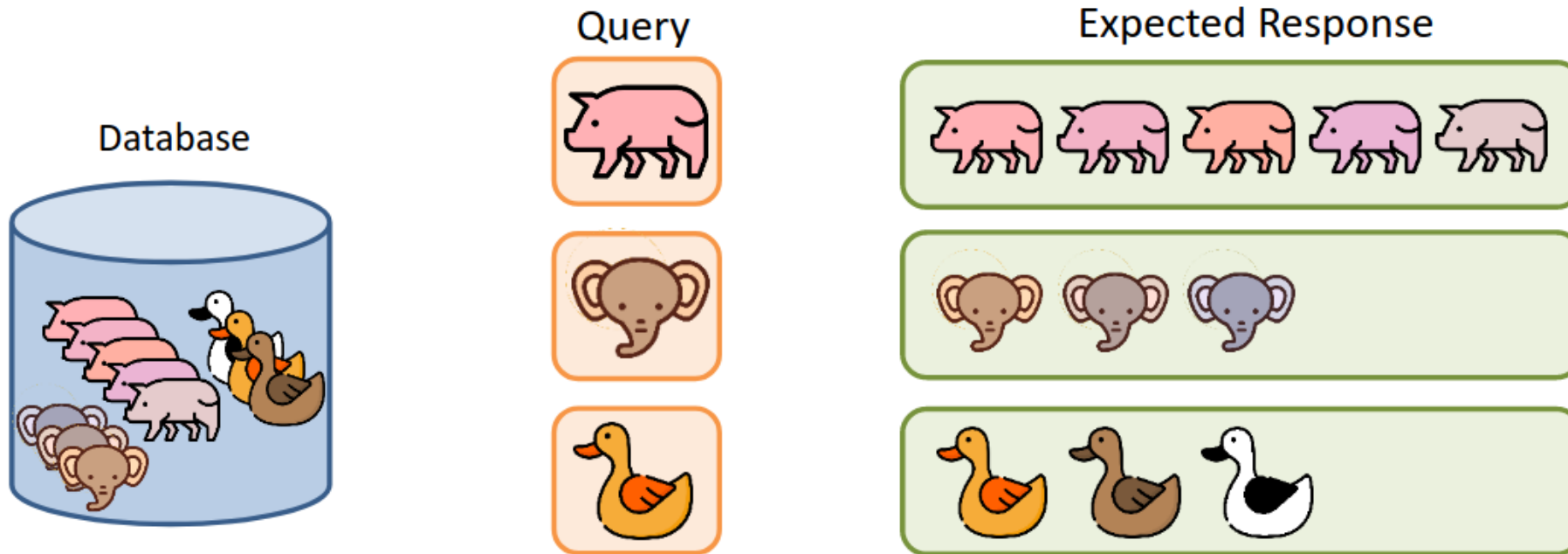


# Implicaciones

- Retrieval: Dado un documento nuevo, que documentos catalogados son relevantes respecto a éste.
- Clustering: En el propio catálogo, que grupos existen (comunidades)
- Visualización / dominios.

# Implicaciones

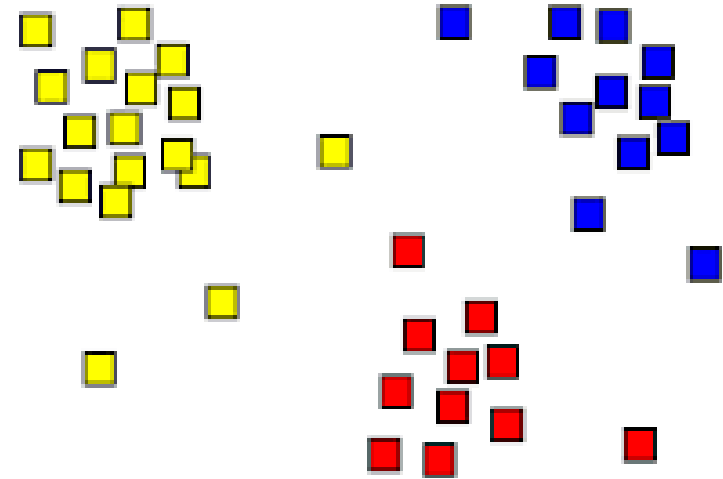
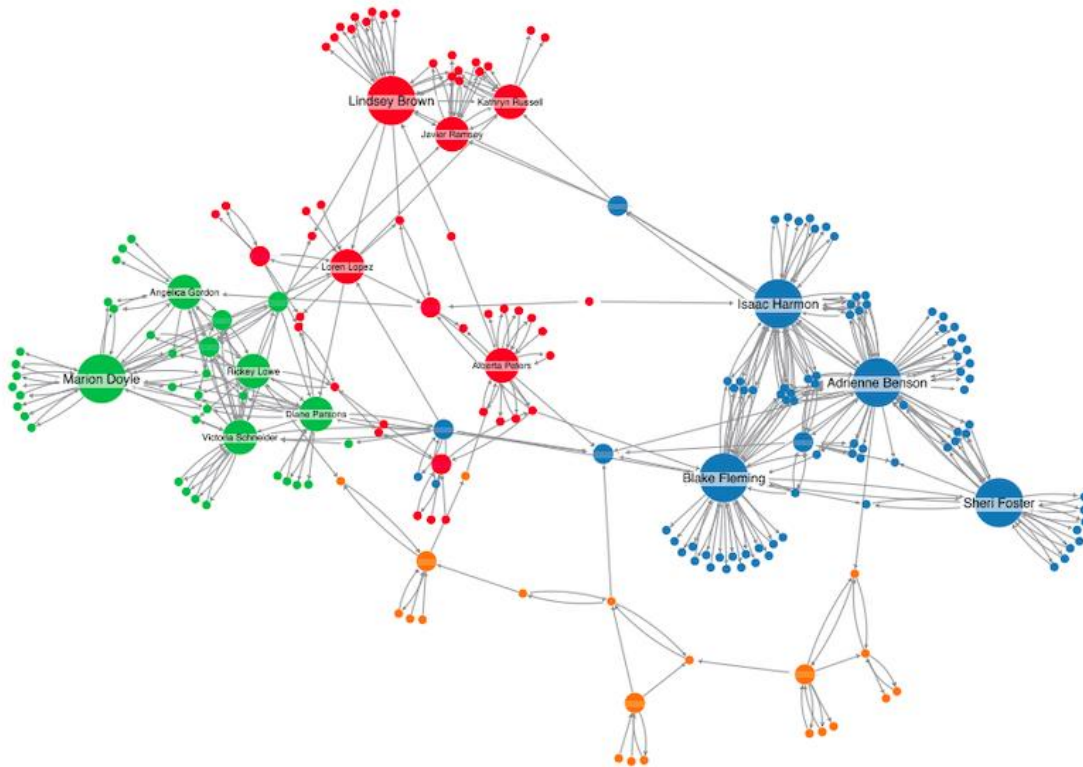
- Retrieval: Dado un documento nuevo, que documentos catalogados son relevantes respecto a éste.





# Implicaciones

- Clustering: En el propio catálogo, que grupos existen (comunidades)



# Conclusiones / Ideas Clave

- El procesamiento de imágenes tiene dos usos clave:
  - El embellecimiento/restauración de la propia fotografía
  - La detección y caracterización de los elementos de la imagen
- En el hecho de caracterizar los elementos detectados, permitimos establecer mecanismos de retorno de información.
- Podemos pensar en estos mecanismos como búsqueda sobre datos no estructurados.