



Tratamiento de Señales

Version 2022-2

PARTE 2

# Detección de Bordos

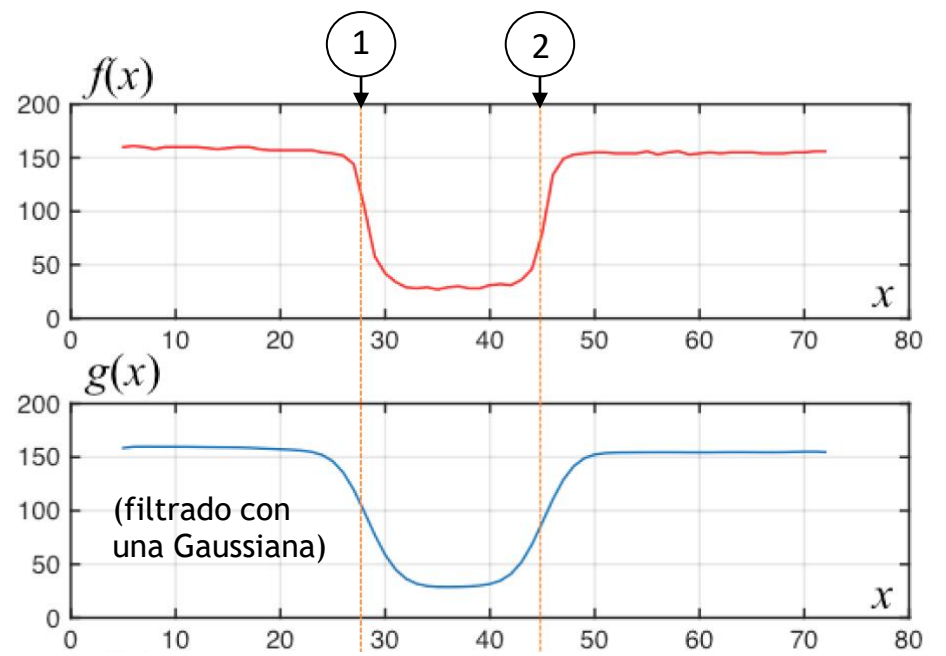
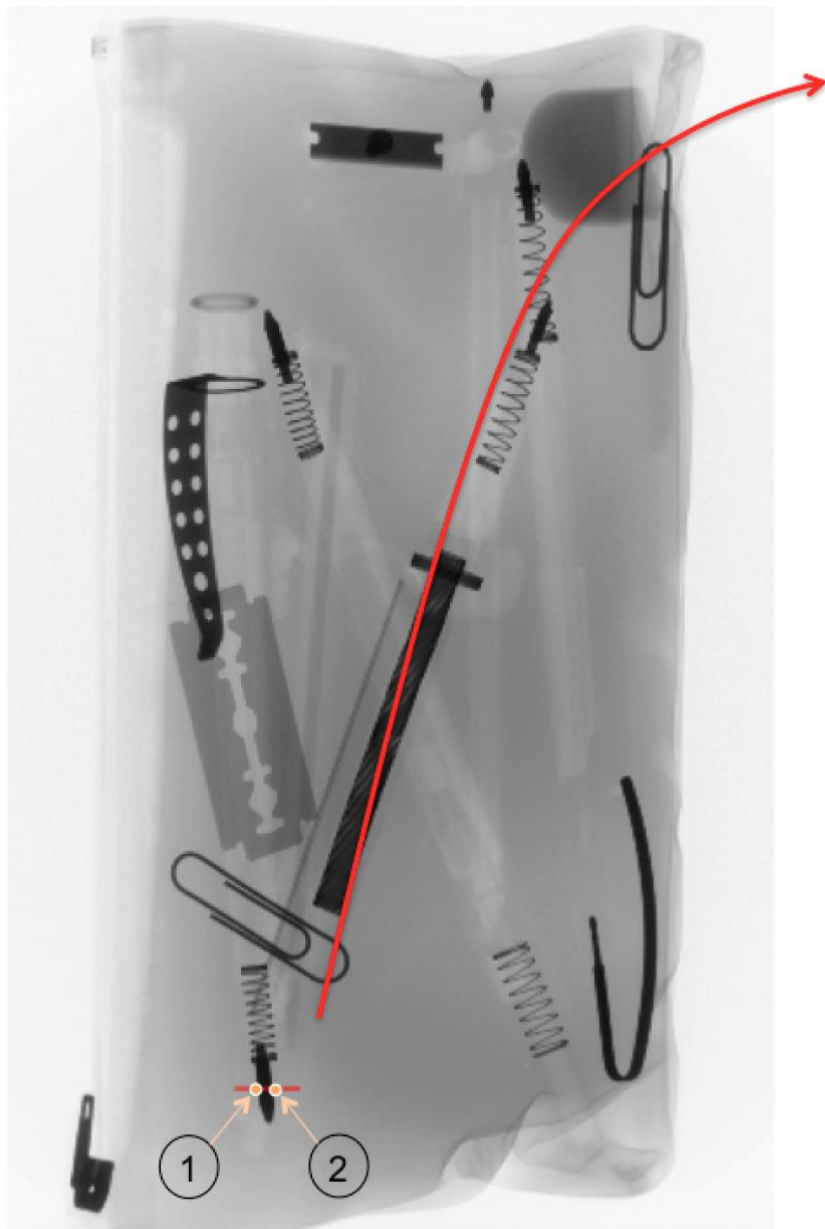
[ Capítulo 8 ]

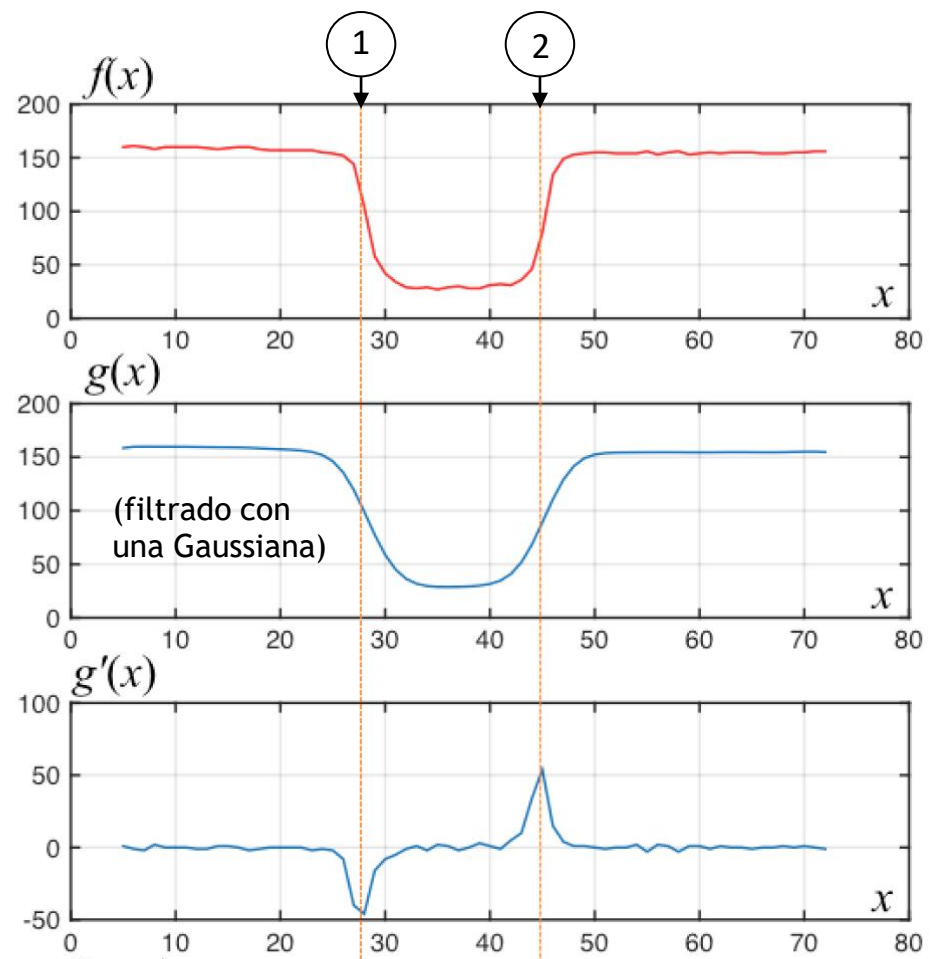
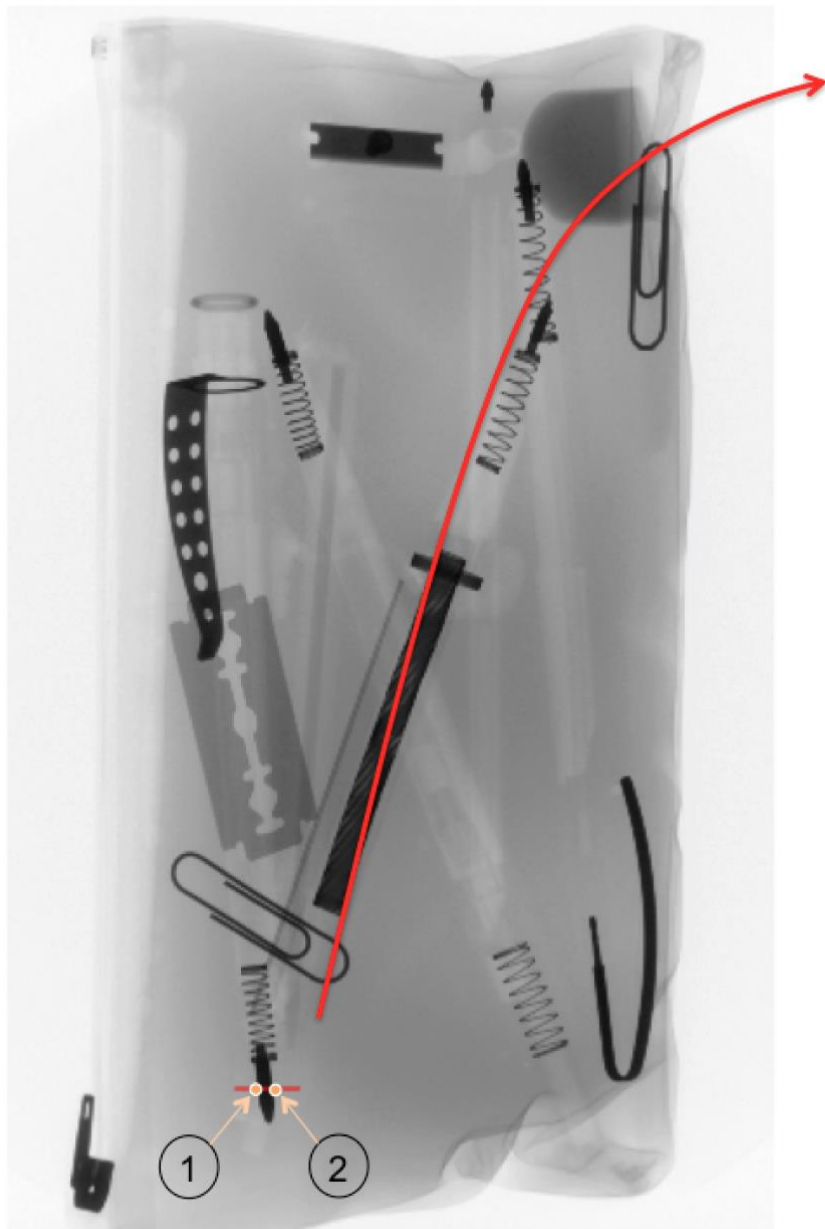
**Dr. José Ramón Iglesias**

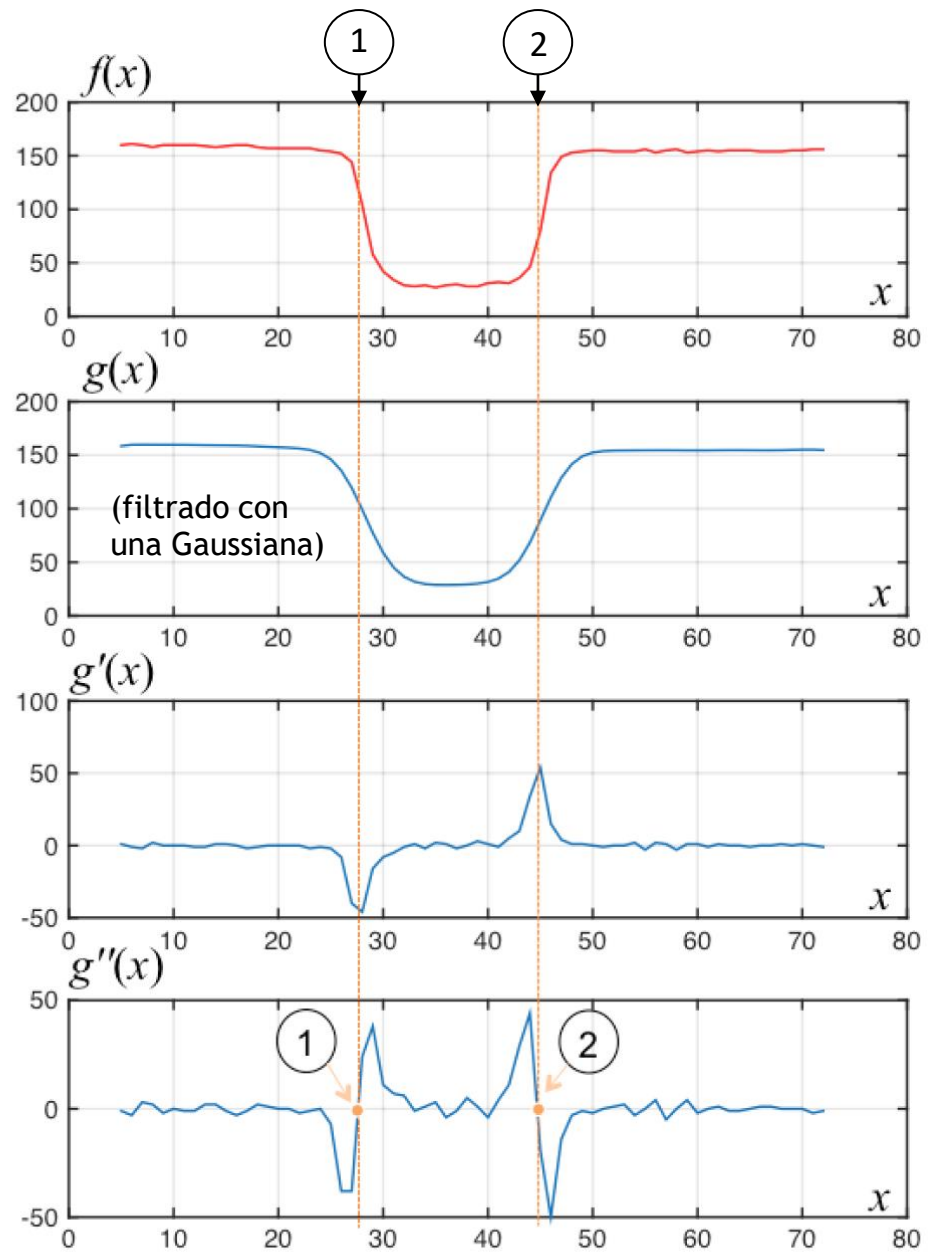
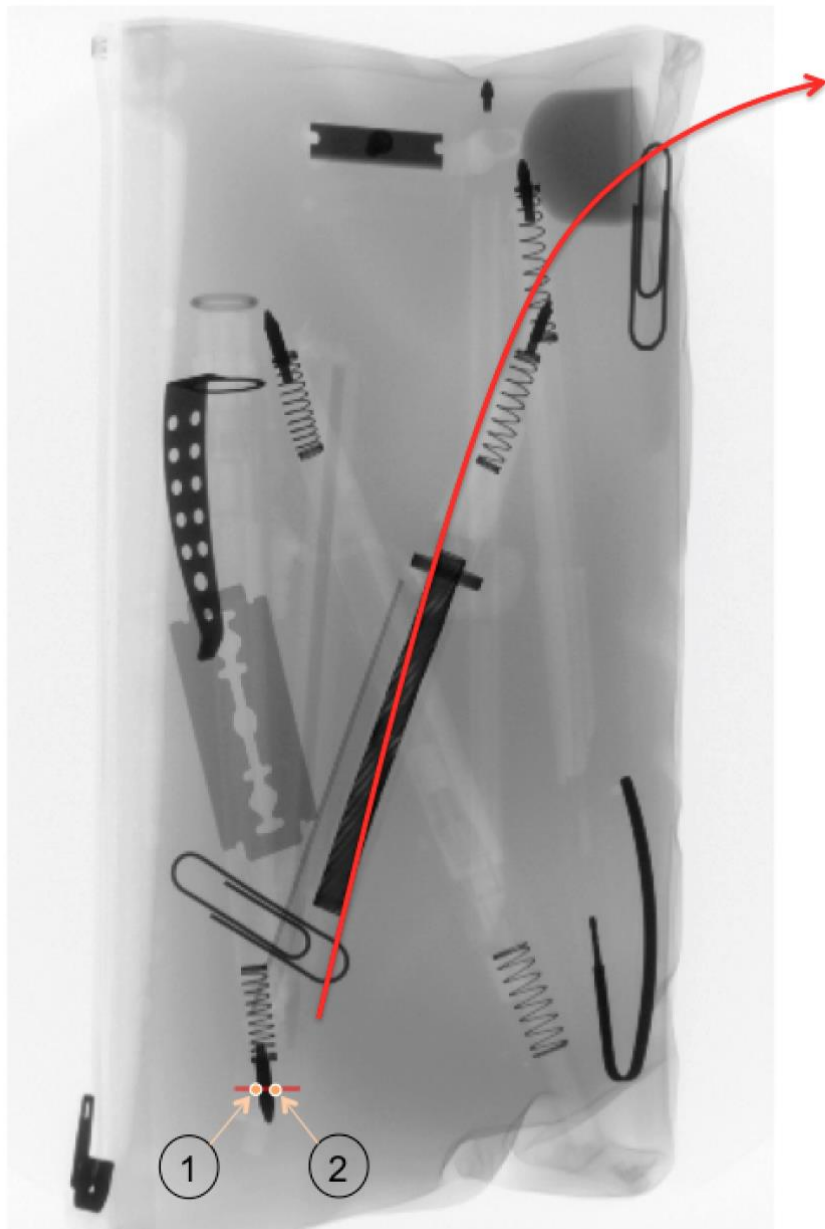
DSP-ASIC BUILDER GROUP  
Director Semillero TRIAC  
Ingeniería Electronica  
Universidad Popular del Cesar

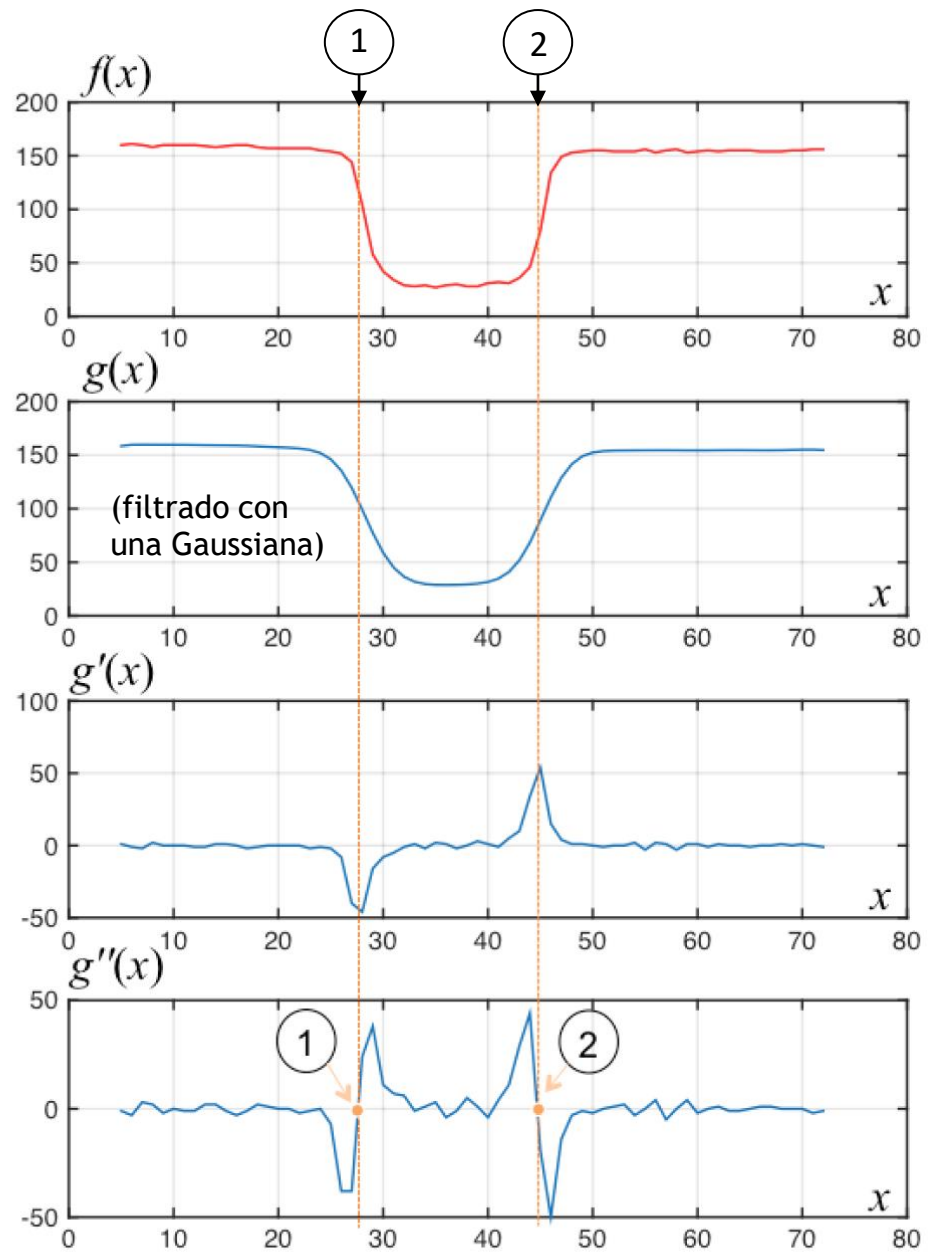
Detector de Bordes usando  
Laplacian of Gaussian (LoG)





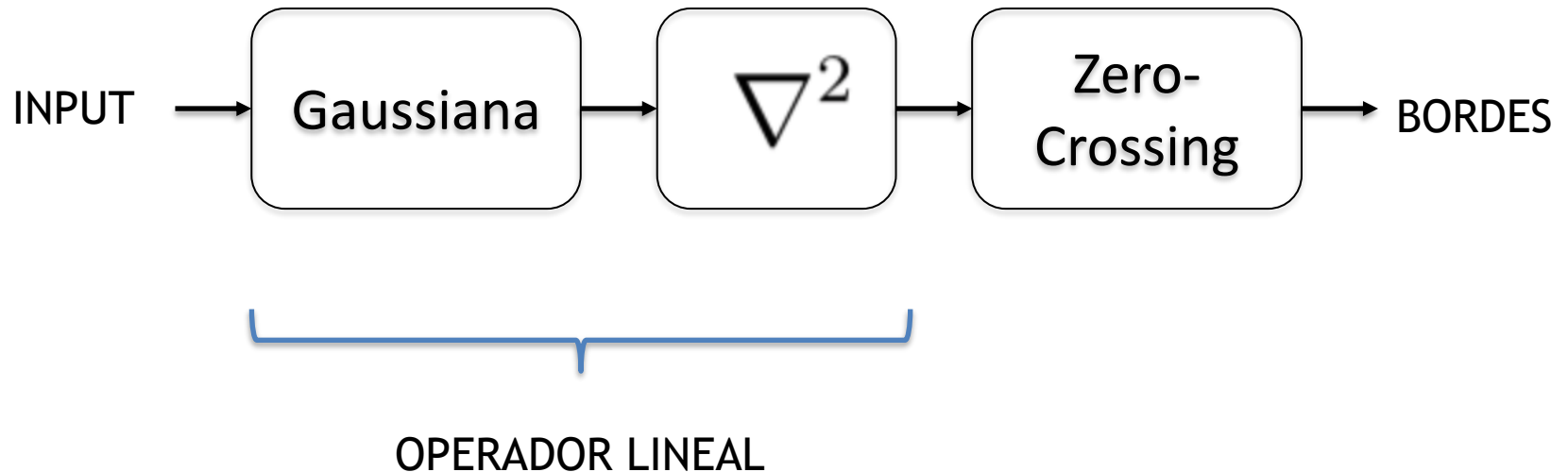






# Detector de Bordos usando Laplacian of Gaussian (LoG)

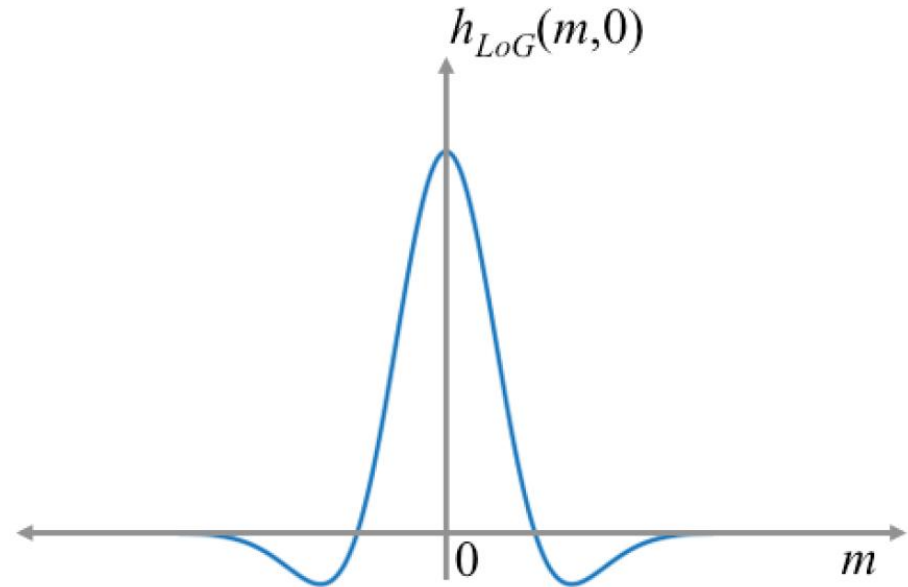
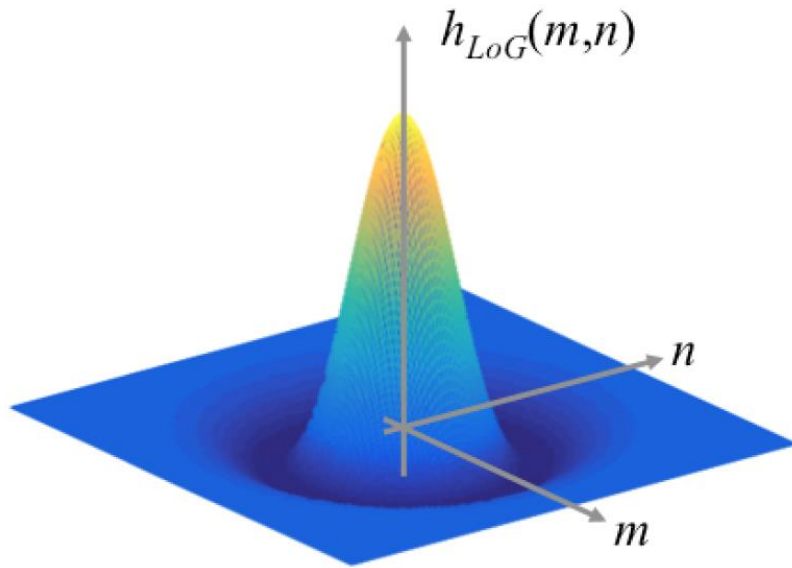
Si un filtro contiene como parte de sus coeficientes números negativos, su operación puede interpretarse como la diferencia de dos diferentes sumas: La suma de todas las combinaciones lineales de los coeficientes positivos del filtro menos la suma de todas las combinaciones lineales debidas a los coeficientes negativos.





# Segunda derivada de la Gaussiana

Curiosamente esta función es conocida como «Mexican hat» (o sombrero Mexicano) dada la forma tan parecida de su grafica resultante con el sombrero típico Mexicano:



$$h_{LoG}(m,n) = \frac{1}{2\pi\sigma^4} \cdot \left(2 - \frac{m^2 + n^2}{\sigma^2}\right) \cdot e^{-\frac{m^2 + n^2}{2\sigma^2}}$$

LoG

$\theta$



INPUT



$\sigma$



log



# Detector de Bordos usando Canny

# Detector de Canny

Canny propone el uso de una máscara 2D para detectar bordes basándose en un método de optimización que minimiza una función objetivo que incluye los siguientes criterios:

- A) Buena detección: La detección debe corresponder al borde y no al ruido.
- B) Buena Localización: El borde detectado debe ser cercano al real.
- C) Respuesta única: Se debe detectar sólo un borde y no múltiples.

BORDE  
VERDADERO



BORDE  
VERDADERO



MALA  
DETECTION



Criterio A) Buena detección: La detección debe corresponder al borde y no al ruido.

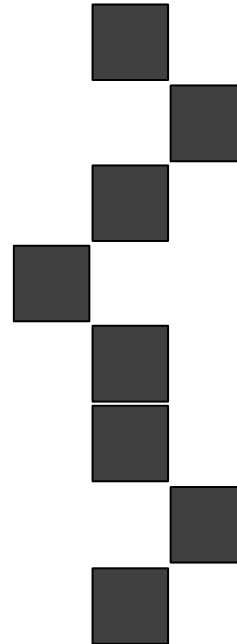
BORDE  
VERDADERO



MALA  
DETECTION



MALA  
LOCALIZACIÓN



Criterio B) Buena Localización: El borde detectado debe ser cercano al real.

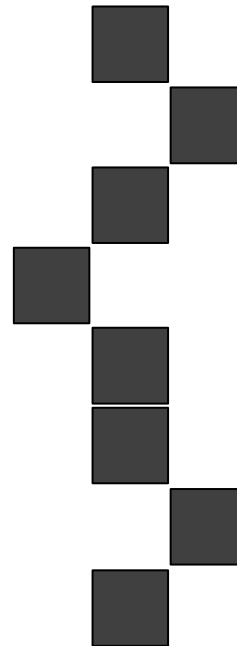
BORDE  
VERDADERO



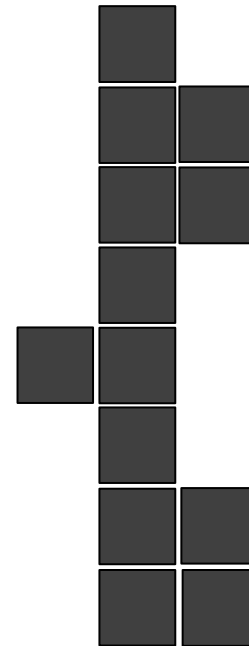
MALA  
DETECTION



MALA  
LOCALIZACIÓN



RESPUESTA  
MULTIPLE



Criterio C) Respuesta única: Se debe  
detectar sólo un borde y no múltiples.



## NO CUMPLE LOS CRITERIOS

BORDE  
VERDADERO

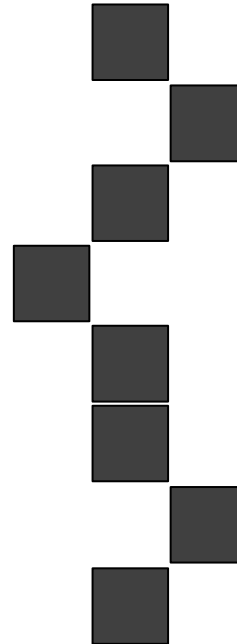


MALA  
DETECTION



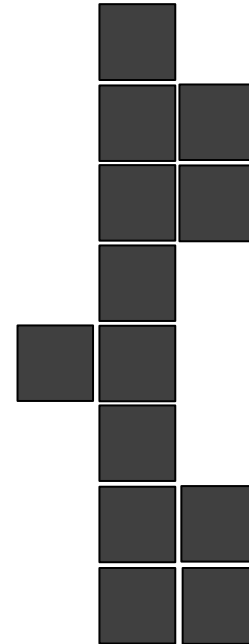
A)

MALA  
LOCALIZACIÓN



B)

RESPUESTA  
MÚLTIPLE



C)

# Detector de Canny

La máscara óptima es muy similar a la derivada de una Gaussiana.

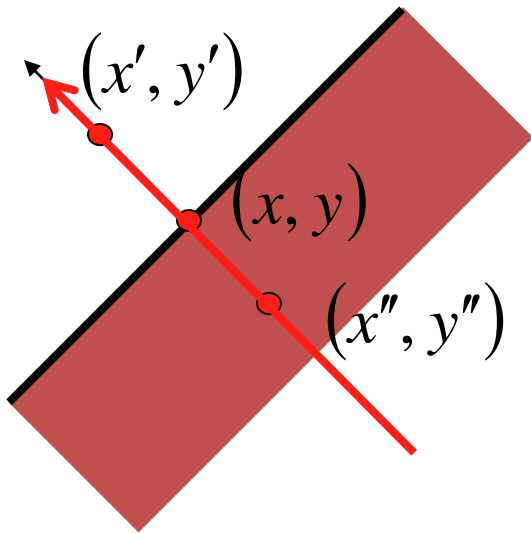
La idea es usar esta máscara para encontrar los máximos locales del gradiente de la imagen (NMS).

La implementación práctica utiliza el umbral adaptativo del gradiente (para detectar los bordes fuertes y débiles) con histéresis (los bordes débiles se detectan sólo si están conectados a los bordes fuertes)

# Detector Canny - NMS

(non-maximum suppression)

- Suprime los pixeles del Gradiente que no son máximos locales



$$M(x, y) = \begin{cases} |\nabla S|(x, y) & \text{if } |\nabla S|(x, y) > |\nabla S|(x', y') \\ & \& |\nabla S|(x, y) > |\nabla S|(x'', y'') \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

# Detector Canny - NMS

$$|\nabla S| = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$



$M$



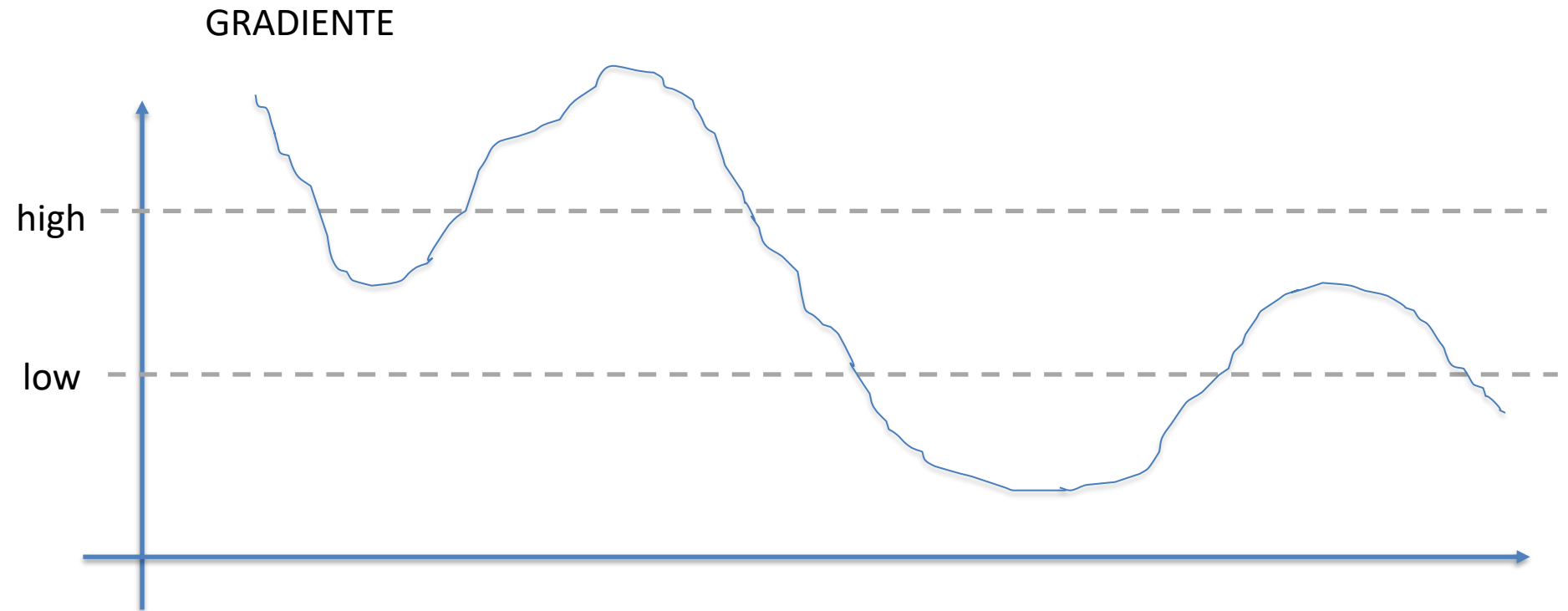
$$|\nabla S| \geq \text{Threshold} = 25$$



$$M \geq \text{Threshold} = 25$$



# Detector Canny - Histéresis



## Hysteresis Thresholding

# Detector Canny - Histéresis

El umbral por histéresis se centra en establecer dos umbrales, uno máximo y otro mínimo.

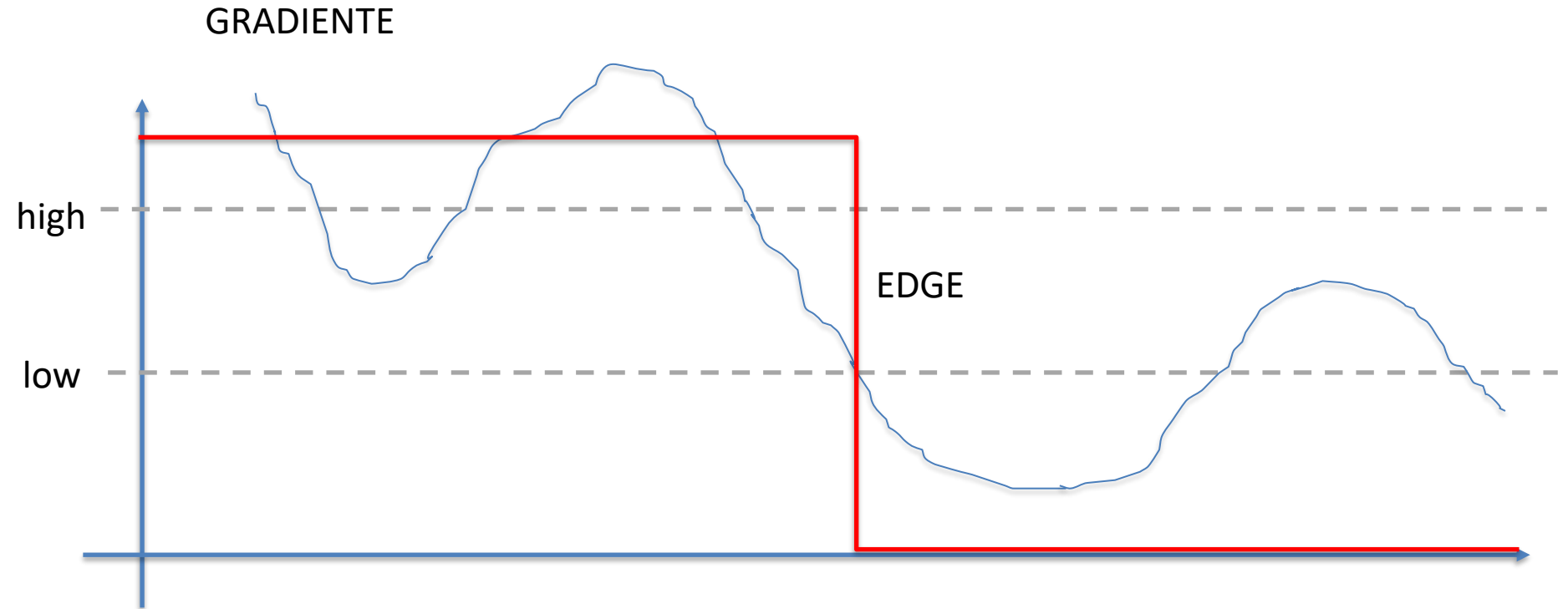
Esto te ayudará a determinar si un píxel forma parte de un borde o no. Pueden darse 3 casos:

Si el gradiente de un píxel está por encima de “Máximo”, declararlo un "píxel de borde”

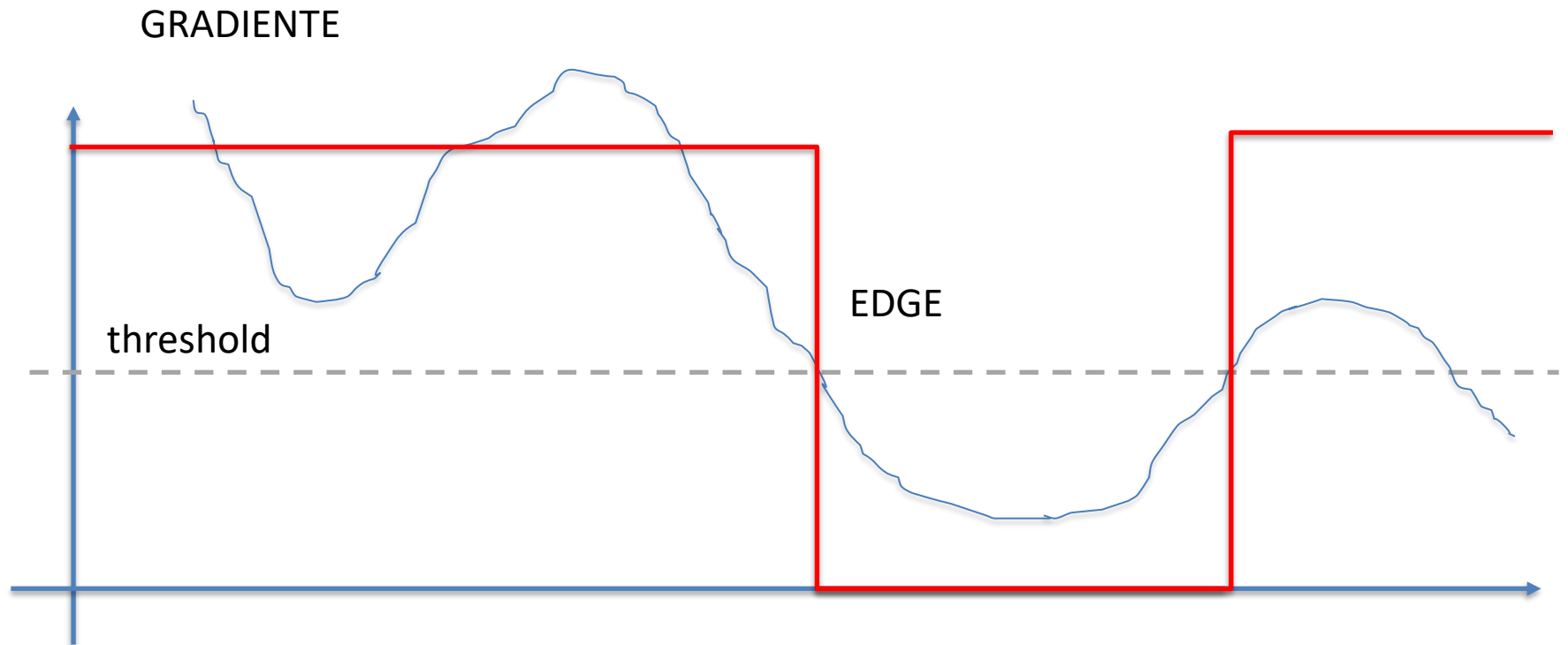
Si el gradiente de un píxel está por debajo de “Mínimo”, declararlo como un "no-píxel de borde".

Si el gradiente de un píxel está entre “Mínimo” y “Máximo”, entonces declararlo como un "píxel de borde" si y sólo si está conectado a un "píxel de borde" directamente o a través de píxeles entre “Mínimo” y “Máximo”.

# Detector Canny - Histéresis



# Detector Canny - Histéresis



SIN HISTÉRESIS



Canny

INPUT



$\theta$



$\sigma$



canny



LoG

$\theta$



INPUT



$\sigma$



log



