

# Caracterización Geométrica de la Silueta de un Poro

Alumno: Javier Soto Miranda    Correo: javier.soto@alumnos.usm.cl

Profesor: Dr. Cristian Acevedo    Centro de Biotecnología Dr. Daniel Alkalay Lowitt, CB-DAL

Correo: cristian.acevedo@usm.cl

Profesor de cátedra : Dr. Pedro Gajardo    Departamento de Matemática UTFSM.

Correo: pedro.gajardo@usm.cl



## Resumen

La ingeniería de tejido es la rama de la bioingeniería que se sirve de métodos de ingeniería de materiales, bioquímica y fisicoquímica para mejorar o reemplazar funciones biológicas, en este contexto un grupo de investigadores del centro de biotecnología de la UTFSM crearon un nuevo material poroso que será utilizado en tratamientos médicos de injertos de piel.

Los poros de este material presentan una contorno irregular, aquí surge la problemática de generar una caracterización geométrica del poro, para luego poder realizar un análisis estadístico de su forma y tamaño, el objetivo final es poder comparar dos muestras del material, mediante la comparación de la forma y tamaño de sus poros.

## Teoría

Para abordar el problema se realizaron algunos supuestos y consideraciones:

- 1) Se considerara en primera instancia solo un poro.
- 2) Se asumirá que se dispone de una imagen digital con la silueta del poro.
- 3) Se dará por conocido el tamaño de un pixel en esta imagen.

Una imagen digital es una matriz y cada entrada de la matriz representa el color de un pixel de la imagen, entonces en una imagen en blanco y negro cada entrada de la matriz puede tomar dos valores 0 para negro y 255 para blanco.

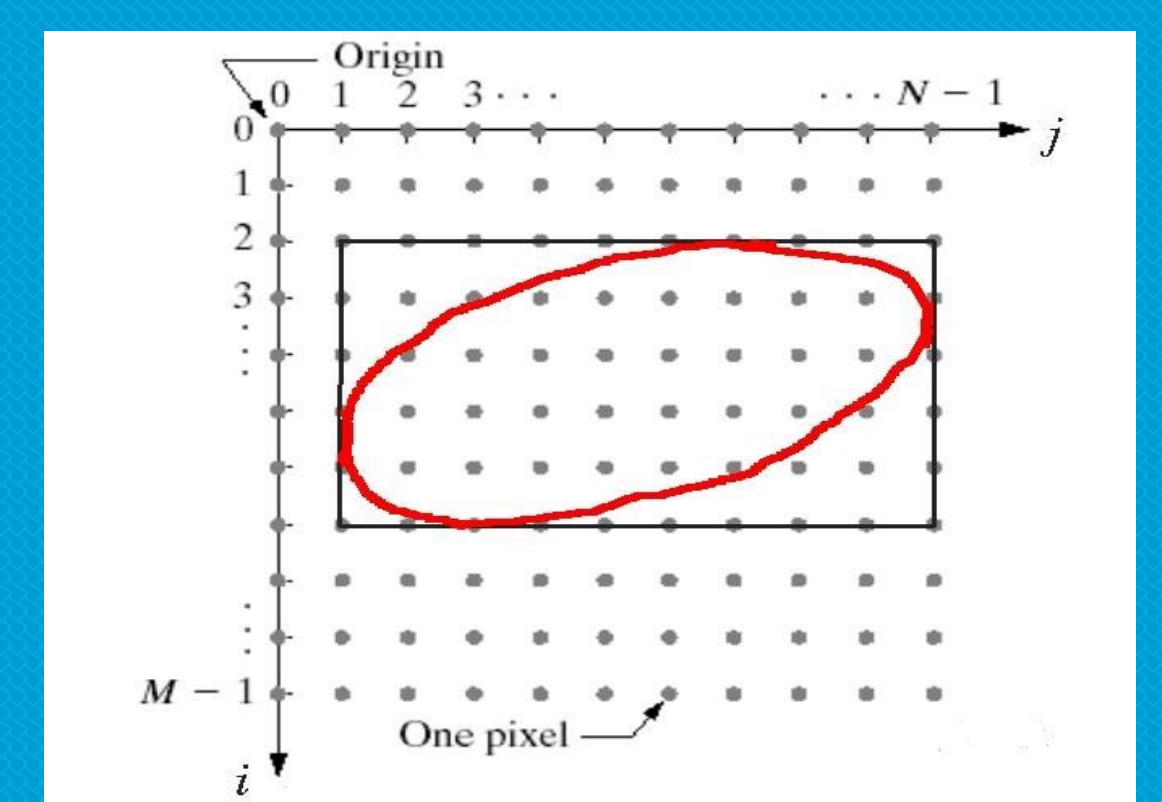
Dado el conjunto de las representaciones de una variable binaria  $\{x_{i,j}\}$  indexadas por  $(i, j) \in I \times I$  con  $I$  un conjunto de índices de números naturales. Se plantea el siguiente problema de optimización:

$$b = \max\{i \in I : x_{i,j} = 1, \text{ para algun } j \in I\}$$

$$c = \max\{j \in I : x_{i,j} = 1, \text{ para algun } i \in I\}$$

$$d = \min\{i \in I : x_{i,j} = 1, \text{ para algun } j \in I\}$$

$$a = \min\{j \in I : x_{i,j} = 1, \text{ para algun } i \in I\}$$



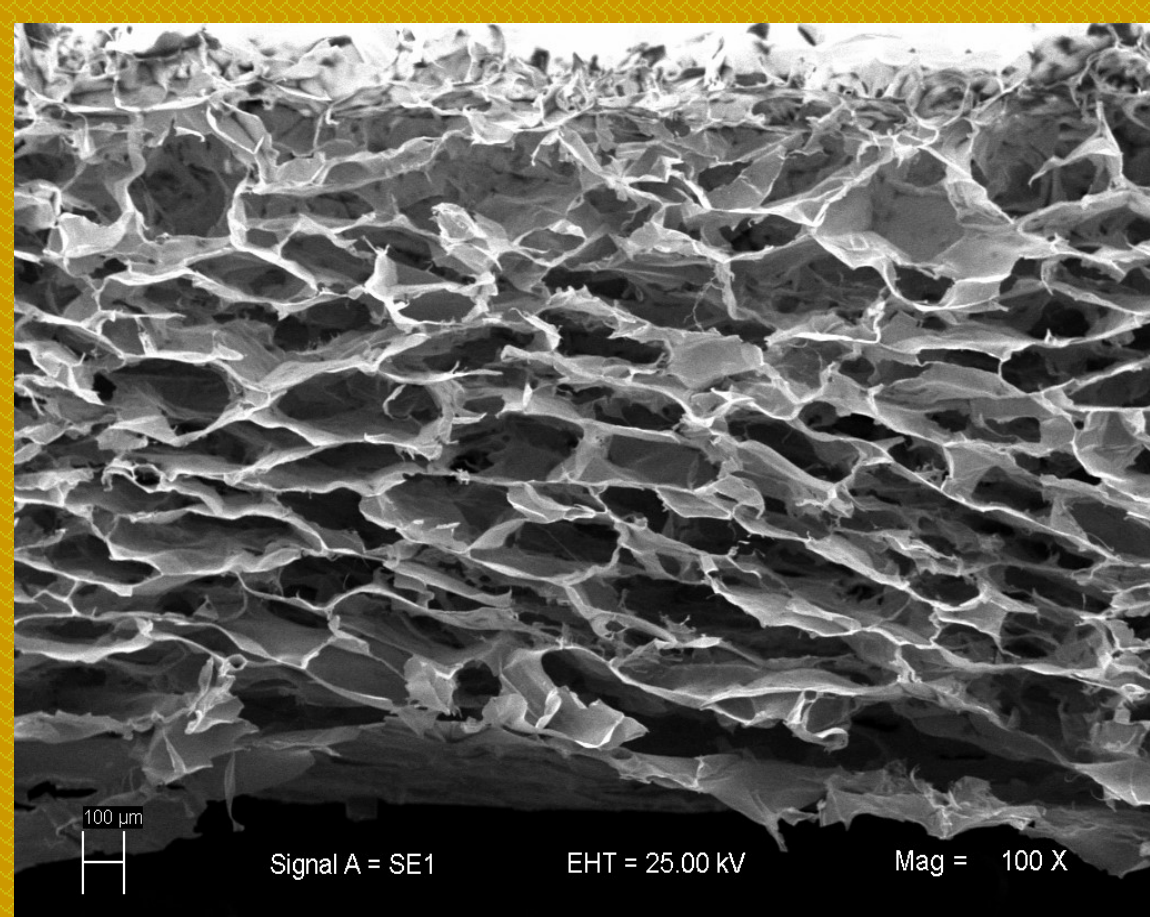
a representa entonces el pixel en la imagen mas a la izquierda.

b representa entonces el pixel en la imagen mas bajo.

c representa entonces el pixel en la imagen mas a la derecha.

d representa entonces el pixel en la imagen mas arriba.

## Descripción y objetivo



En la imagen de la izquierda se puede observar el perfil de un material aumentado 100 veces, aquí también se puede ver la distribución de los poros y sus formas muy irregulares. La problemática principal del proyecto es identificar cada uno de los poros en el material y describir una métrica que represente su tamaño y forma, con lo cual poder realizar un análisis estadístico que permite establecer similitudes entre dos partidas diferentes de este.

## Análisis

Ahora dado el tamaño del pixel, establecido por la calidad de la imagen o el numero de bits del archivo, se dibujara un rectángulo en  $\mathbb{R}^2$  con los valores de  $(a, b)$  y  $(c, d)$  como sus vértices:

Ahora se busca obtener el largo de la diagonal del rectángulo

$$d_1 = \sqrt{(c-a)^2 + (d-b)^2}$$

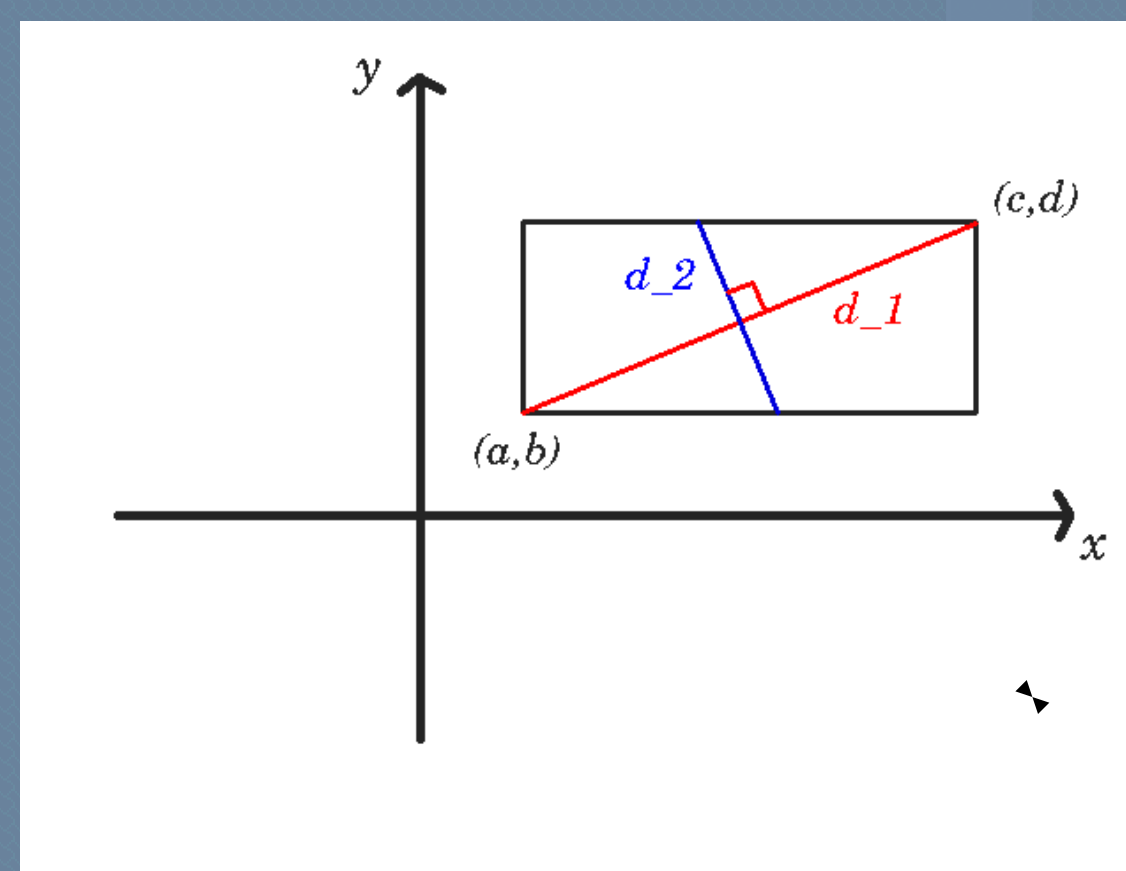
Ahora buscamos el largo del trazo perpendicular a la diagonal  $d_1$  que pase por su centro e este contenida en el rectángulo.

Pendiente de la diagonal  $d_1$ :

$$m = \frac{(d-b)}{(c-a)}$$

Punto Medio de  $d_1$ :

$$p = (p_1, p_2) = \left(\frac{a+c}{2}, \frac{b+d}{2}\right)$$



$$\text{Ecuación segunda diagonal: } y - p_2 = -m^{-1}(x - p_1) \quad (*)$$

Consideremos las rectas  $y = b$  e  $y = d$ , sean  $R = (r_1, r_2)$  y  $Q = (q_1, q_2)$  las intersecciones de estas rectas con  $(*)$  respectivamente, el lado de la diagonal  $d_2$  seria:

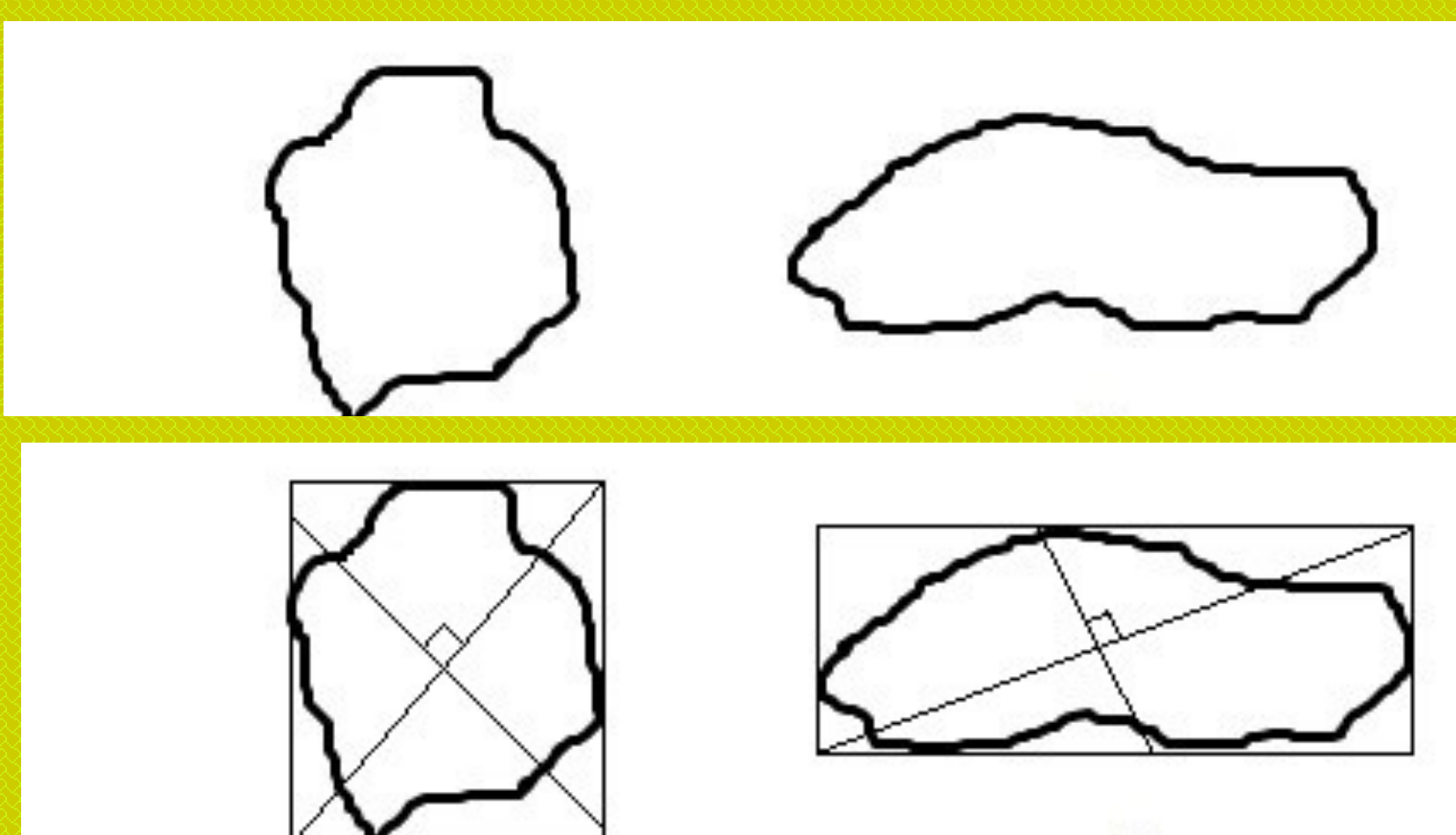
$$d_2 = \sqrt{(q_1 - r_1)^2 + (q_2 - r_2)^2}$$

Área del rectángulo:

$$A = (c-a) \cdot (d-b)$$

$d_1$  y  $d_2$  son una aproximación de los semiejes del poro, la razón entre ellas da una idea de que tan achatado es el poro, también se considerara el área del rectángulo  $A$  como una medida del tamaño del poro.

## Principales Resultados



Al aplicar el algoritmo a las siluetas de la imagen superior se obtendrá diferentes resultados para cada una :

- 1) La primera imagen tiene una razón cercana a 1, ya que es muy cercana su forma a un círculo.
- 2) En la segunda imagen se obtendrá una razón menor a 1, porque esta figura es más alargada.

## Conclusión

El algoritmo expuesto en este poster permite obtener información sobre la forma del poro que puede ser usada para caracterizar dichos poros.

El algoritmo trabaja bajo ciertos supuestos pero fácilmente es generalizable a un caso más realista en el que por ejemplo se analicen un numero mayor de poros en una misma imagen, teniendo las siluetas de estos.

También se puede mejorar el algoritmo para conseguir el diámetro mayor y menor de los poros, esta información podría permitir la elaboración de una métrica para medir el tamaño del poro y lograr llegar a una distribución del tamaño del poro para una cierta muestra del material

