

# Electrostática Computacional

## Visualización estética del potencial eléctrico en 2D

### 1. Motivación

Una vez construida correctamente la malla bidimensional mediante `meshgrid`, el potencial electrostático deja de ser únicamente un objeto numérico y se convierte en un campo escalar que puede explorarse visualmente.

Las gráficas bidimensionales bien diseñadas no solo son estéticamente atractivas, sino que revelan propiedades físicas fundamentales como:

- simetrías del sistema,
- regiones de gradiente intenso,
- estructura global del campo.

En esta sección se presentan distintas representaciones gráficas del potencial electrostático bidimensional.

### 2. Modelo físico

Se considera el potencial de una carga puntual situada en el origen:

$$\phi(x, y) = \frac{q}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \quad (1)$$

evaluado sobre un dominio bidimensional simétrico.

### 3. Construcción de la malla

El dominio espacial se define como:

$$x \in [-1, 1], \quad y \in [-1, 1],$$

discretizado con  $N = 201$  puntos por eje para obtener una visualización suave.

### 4. Código completo en Python

El siguiente script genera tres representaciones visuales del potencial usando la misma malla.

## 4.1. Script

```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 # Par metros de la malla
5 N = 201
6 x = np.linspace(-1, 1, N)
7 y = np.linspace(-1, 1, N)
8 X, Y = np.meshgrid(x, y)
9
10 # Potencial electrostático
11 q = 1.0
12 R = np.sqrt(X**2 + Y**2)
13
14 # Regularización suave del origen
15 eps = 1e-2
16 phi = q / np.sqrt(R**2 + eps**2)
17
18 # =====
19 # Gráfica 1: mapa de color
20 # =====
21 plt.figure(figsize=(6,5))
22 plt.pcolormesh(X, Y, phi, shading='auto', cmap='plasma')
23 plt.colorbar(label='Potencial  $\phi$ ')
24 plt.xlabel('x')
25 plt.ylabel('y')
26 plt.title('Potencial electrostático 2D (mapa de color)')
27 plt.axis('equal')
28 plt.show()
29
30
31
32 # =====
33 # Gráfica 3: equipotenciales
34 # =====
35 plt.figure(figsize=(6,5))
36 contours = plt.contour(X, Y, phi, levels=20, colors='white')
37 plt.clabel(contours, inline=True, fontsize=8)
38 plt.pcolormesh(X, Y, phi, shading='auto', cmap='viridis')
39 plt.colorbar(label='Potencial  $\phi$ ')
40 plt.xlabel('x')
41 plt.ylabel('y')
42 plt.title('Líneas equipotenciales sobre el campo')
43 plt.axis('equal')
44 plt.show()
```

## 5. Interpretación física de las gráficas

Las distintas representaciones permiten resaltar diferentes aspectos del potencial:

- El mapa de color muestra claramente la simetría radial del sistema.

- Los contornos llenos enfatizan regiones de variación rápida del potencial.
- Las líneas equipotenciales ilustran directamente la geometría del campo eléctrico.

Este tipo de visualizaciones es estándar en física computacional y resulta especialmente útil para interpretar soluciones numéricas de la ecuación de Poisson.

## 6. Comentario estético y computacional

El impacto visual de estas gráficas no es un adorno superficial. Una buena visualización:

- facilita la interpretación física,
- permite detectar errores numéricos,
- comunica resultados de forma clara y profesional.

La combinación de `meshgrid` con herramientas de visualización avanzadas convierte al cómputo científico en una herramienta tanto analítica como expresiva.

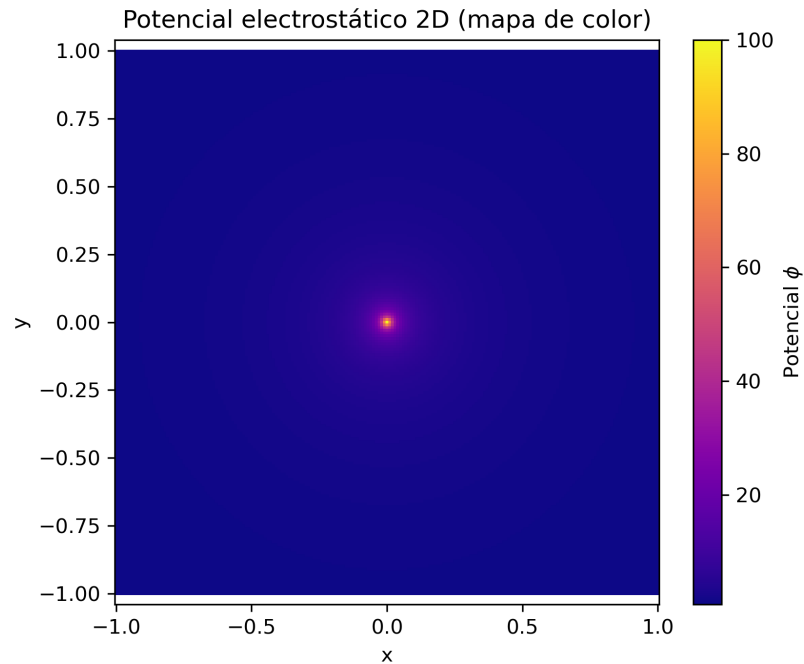


Figura 1: Potencial bidimensional evaluado sobre una malla explícita. Los ejes corresponden a coordenadas físicas.

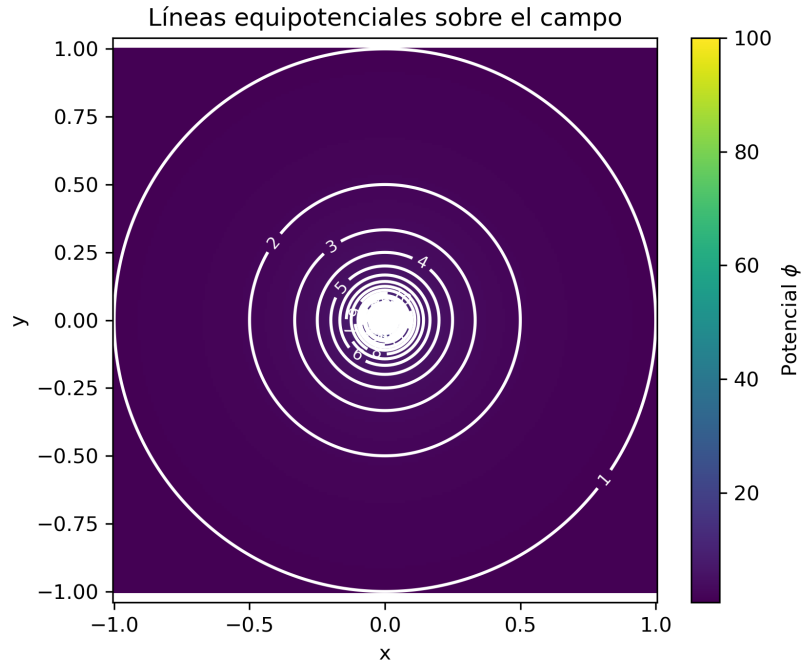


Figura 2: Potencial bidimensional evaluado sobre una malla explícita. Los ejes corresponden a coordenadas físicas.

## 7. Conclusión

La correcta construcción de la malla bidimensional permite no solo calcular el potencial electrostático en dos dimensiones, sino también producir representaciones visuales de alta calidad que revelan la estructura física del sistema.

Estas gráficas constituyen un punto de entrada natural hacia el estudio del campo eléctrico, las líneas de fuerza y la resolución numérica de problemas más complejos en electrostática.