

A collection of approximately 15 squares in light blue, medium blue, and grey, scattered across the top half of the slide.

# Introducción a la Acústica

## Fuentes acústicas

**Sergi Soler Rocasalbas**

**[sergi@aurea-acustica.com](mailto:sergi@aurea-acustica.com)**

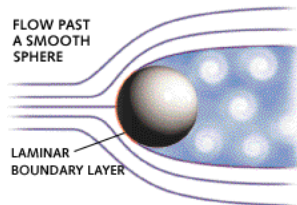
## Mecanismos físicos por los que se produce sonido:

1. Desplazamiento fluctuante de fluido.



Vibración mecánica + continuidad de velocidades.

2. Fuerza fluctuante sobre el fluido.



Turbulencias: Superficies rígidas en movimiento.

3. Variación brusca de la presión.

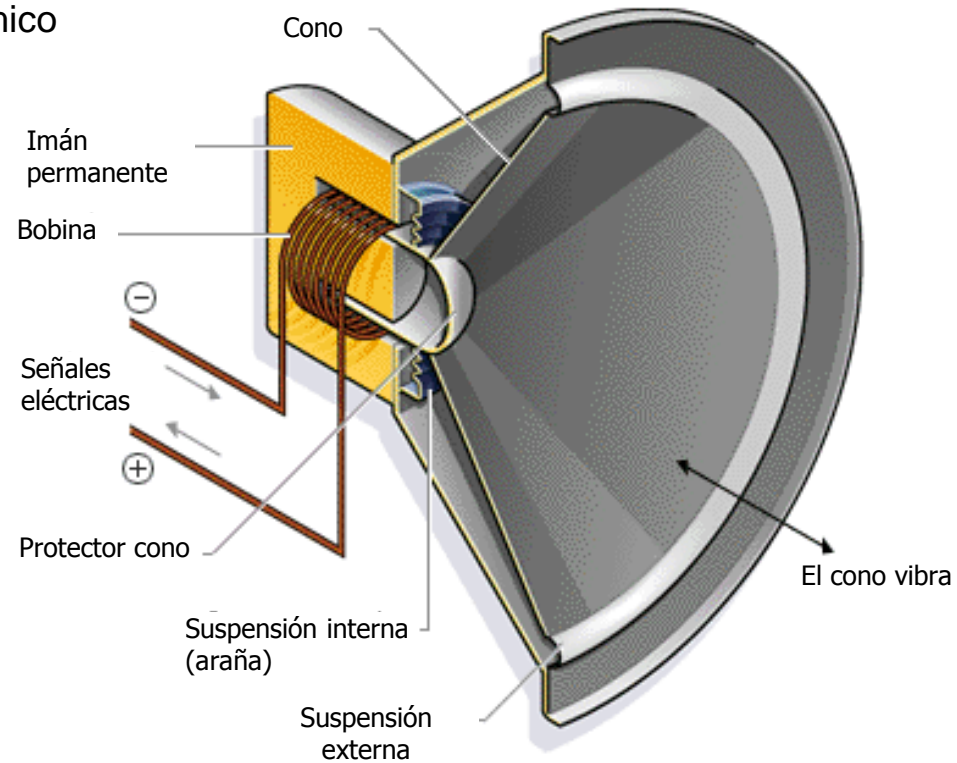


Sobrepresiones puntuales.

Fuente: **Engineering Acoustics**, Frank Fahy

## Mecanismos físicos por los que se produce sonido:

Ejemplo: El altavoz dinámico

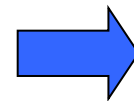


## Sonido que provoca una fuente acústica:

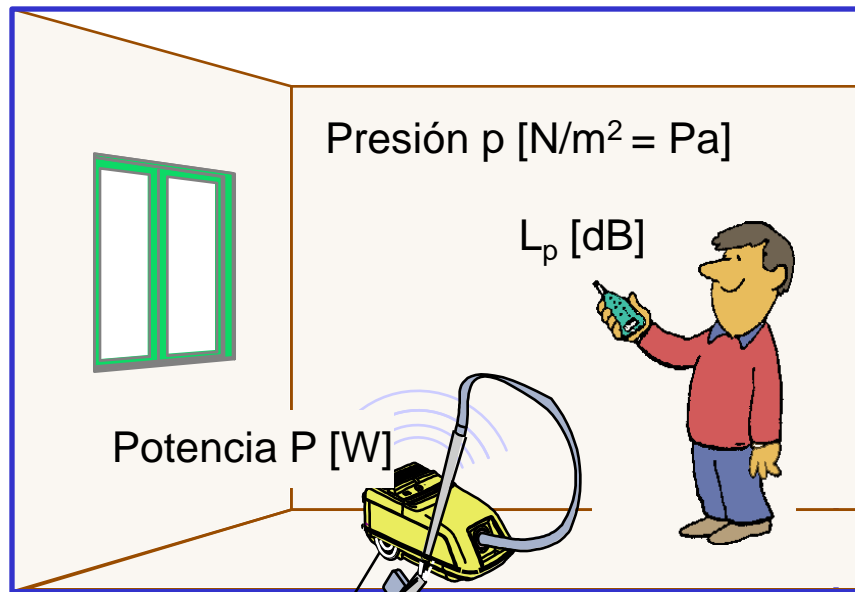
El nivel de presión acústica (SPL) medido por un sonómetro depende de varios factores. Los principales son:

- La potencia acústica de la fuente sonora
- El patrón de radiación de la fuente
- La distancia fuente-sonómetro
- Los objetos y paredes cercanos

Dado el nivel de presión acústica en un punto no es fácil prever el nivel de presión acústica en otros puntos.

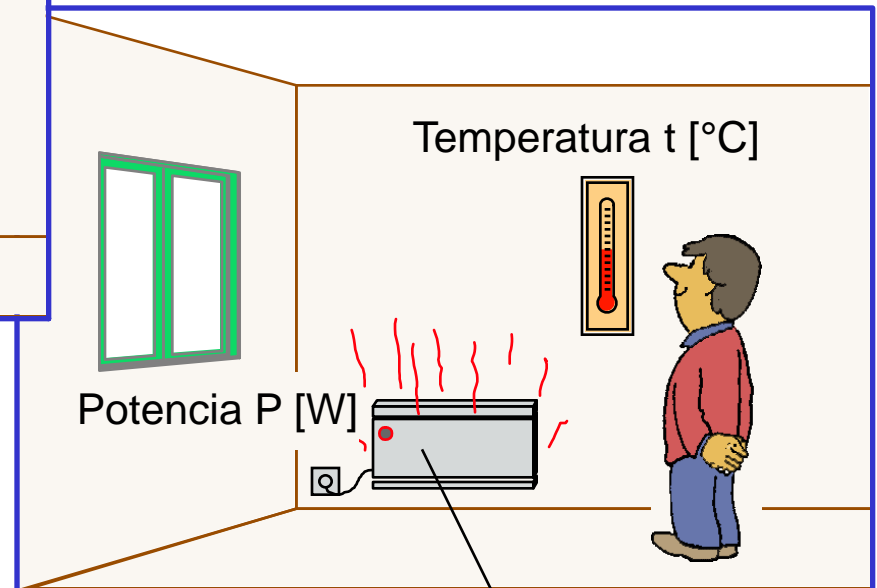


**No podemos caracterizar lo fuerte que suena una fuente por su nivel SPL a 1m (p.e.)**



Fuente  
sonora

## Analogía



Estufa

## Potencia de una fuente acústica:

- La potencia acústica es una propiedad inherente de la fuente y es independiente de los factores externos.
- Así pues, una vez conozcamos la potencia de la fuente podremos calcular el nivel de presión acústica en cualquier punto del espacio.

Ejemplos:

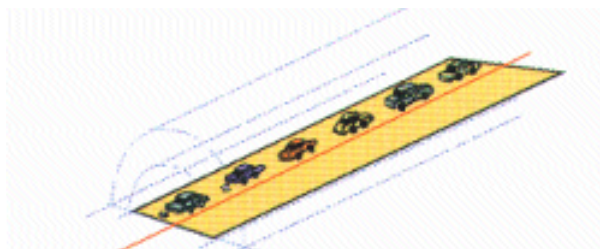
Fuente	W Ac.
Lanzadora de cohetes	$10^7 \text{ W}$
Jet despegando	$10^5 \text{ W}$
Orquesta en <i>fortissimo</i>	1-10 W
Campo de fútbol (Gol)	1-10 W
Coche a 70 Km/h	$10^{-2} \text{ W}$
Voz humana gritando	$10^{-5} \text{ W}$
Voz humana cuchicheando	$10^{-10} \text{ W}$

## Divergencia de una fuente acústica:

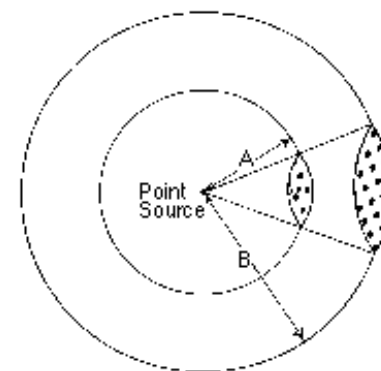
- Se define como divergencia de una onda la figura geométrica que dibujan todos los puntos del espacio que están en fase de un mismo ciclo.
- Este concepto está muy relacionado con como se reparte la potencia de la fuente en el espacio (3D).
- Los tres tipos de divergencia que hay son:



Plana

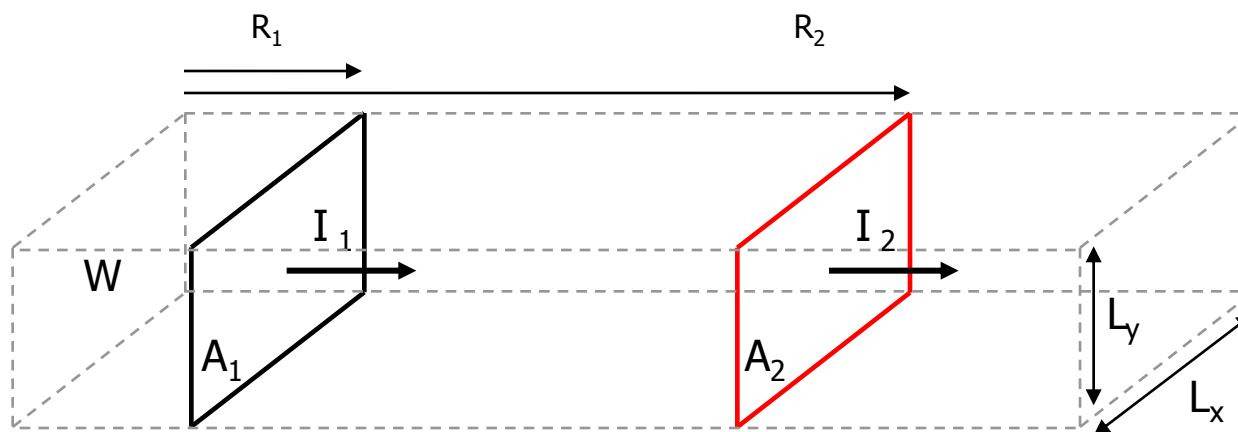


Cilíndrica



Esférica

## Divergencia de una fuente acústica: - Ondas Planas-



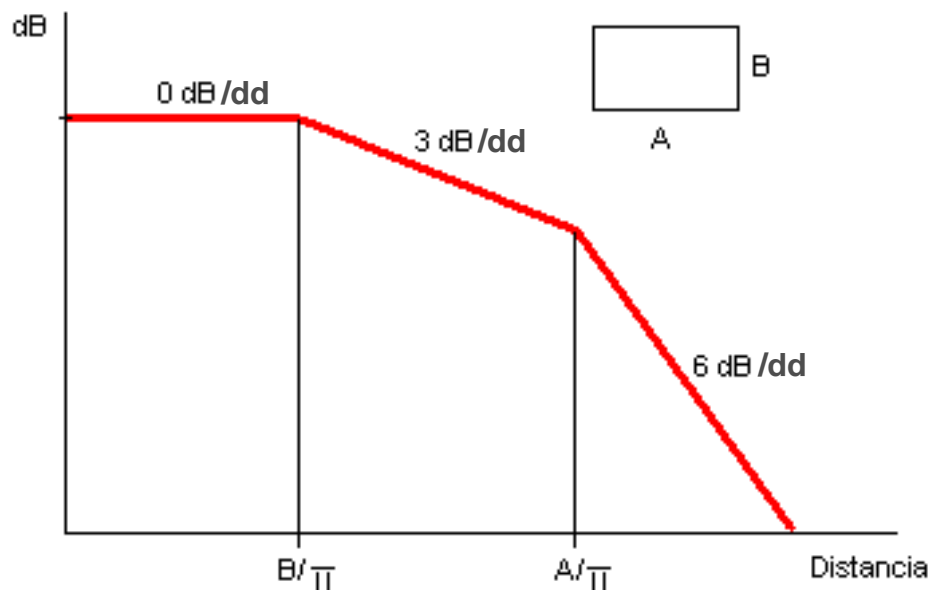
$$I_1 = \frac{W}{A_1} = \frac{W}{A}$$

$$I_2 = \frac{W}{A_2} = \frac{W}{A}$$

$$A_1 = A_2 = A = L_H \times L_y \longrightarrow I_1 = I_2 \quad ; \quad NI_1 = NI_2$$

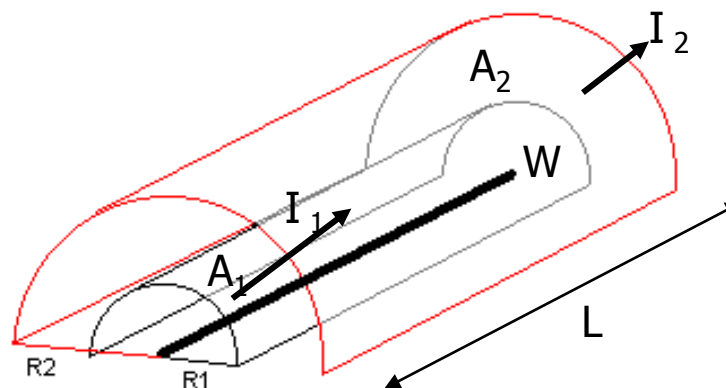


## Divergencia de una fuente acústica: - Ondas Planas-



## Divergencia de una fuente acústica: - Ondas Cilíndricas-

*Ejemplo semicilíndrico:  
(carretera)*



$$I_1 = \frac{W}{A_1} = \frac{W}{L \cdot \pi \cdot R_1}$$

$$I_2 = \frac{W}{A_2} = \frac{W}{L \cdot \pi \cdot R_2}$$

$$\begin{aligned} \Delta dB &= NI_1 - NI_2 = 10 \cdot \log\left(\frac{I_1}{1_{pW/m^2}}\right) - 10 \cdot \log\left(\frac{I_2}{1_{pW/m^2}}\right) = \\ &= 10 \cdot \log\left(\frac{I_1}{1_{pW/m^2}} \bigg/ \frac{I_2}{1_{pW/m^2}}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{I_1}{I_2}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{R_2}{R_1}\right) \end{aligned}$$

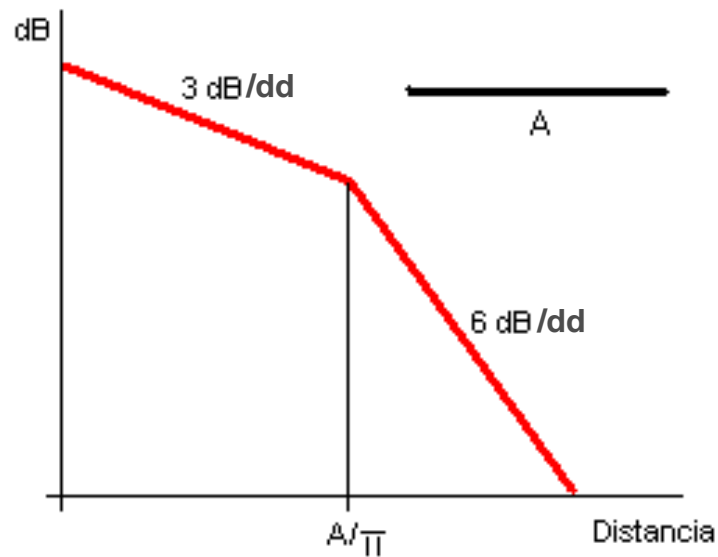
## Divergencia de una fuente acústica: - Ondas Cilíndricas-

Al doblar la distancia de escucha el nivel de intensidad disminuye en:

$$\Delta dB = 10 \cdot \log\left(\frac{R_2}{R_1}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{2 \cdot R_1}{R_1}\right) = 3dB / dd$$

En la realidad, las fuentes cilíndricas acostumbran a ser fuentes puntuales en movimiento. Si éstas no se mueven a más de 30Km/h, no se pueden considerar fuentes cilíndricas.

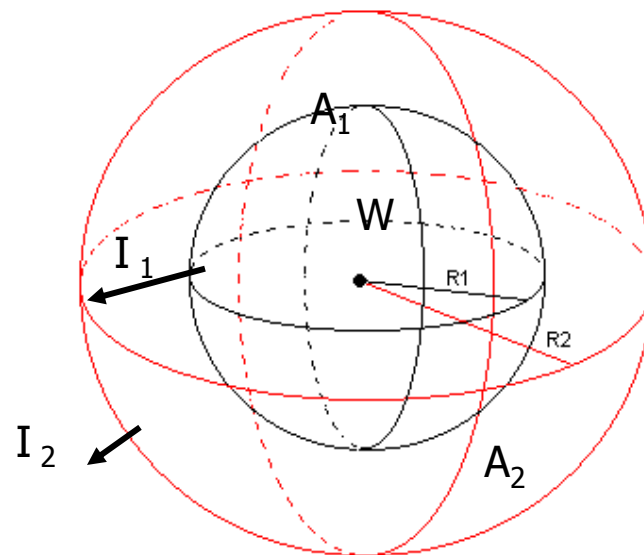
## Divergencia de una fuente acústica: - Ondas Cilíndricas-



## Divergencia de una fuente acústica: - Ondas Esféricas-

$$I_1 = \frac{W}{A_1} = \frac{W}{4 \cdot \pi \cdot R_1^2}$$

$$I_2 = \frac{W}{A_2} = \frac{W}{4 \cdot \pi \cdot R_2^2}$$



$$\begin{aligned}\Delta dB &= NI_1 - NI_2 = 10 \cdot \log\left(\frac{I_1}{1_{pW/m^2}}\right) - 10 \cdot \log\left(\frac{I_2}{1_{pW/m^2}}\right) = \\ &= 10 \cdot \log\left(\frac{I_1}{1_{pW/m^2}} \bigg/ \frac{I_2}{1_{pW/m^2}}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{I_1}{I_2}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{R_2^2}{R_1^2}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{R_2}{R_1}\right)\end{aligned}$$

## Divergencia de una fuente acústica: - Ondas Esféricas-

### LEY CUADRÁTICA INVERSA

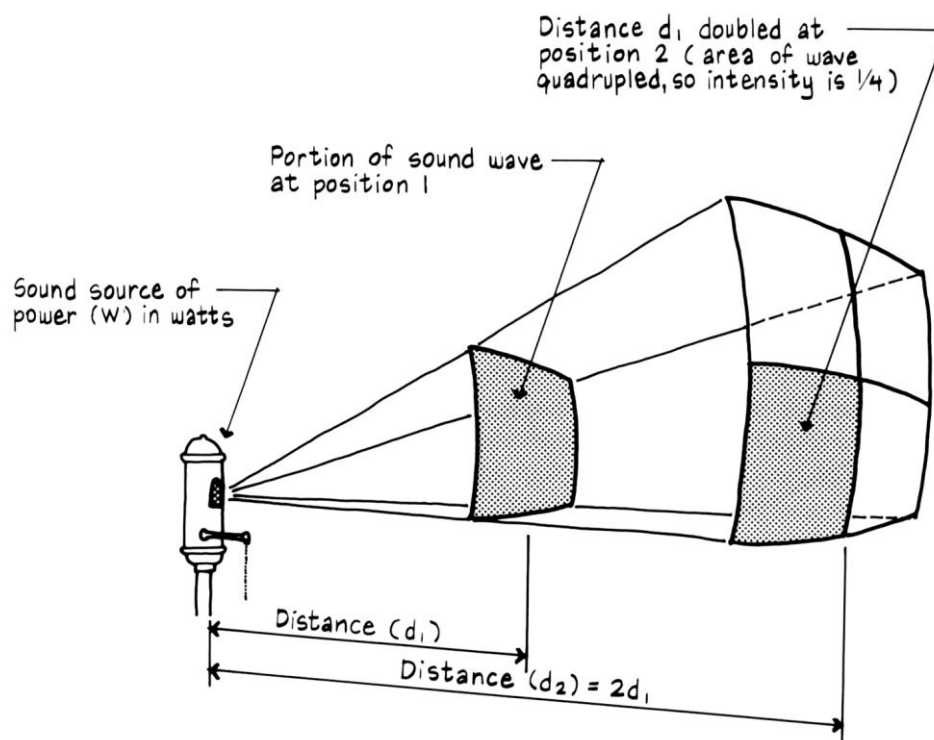
Al doblar la distancia de escucha el nivel de intensidad disminuye en:

$$\Delta dB = 20 \cdot \log\left(\frac{R_2}{R_1}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{2 \cdot R_1}{R_1}\right) = 6dB / dd$$

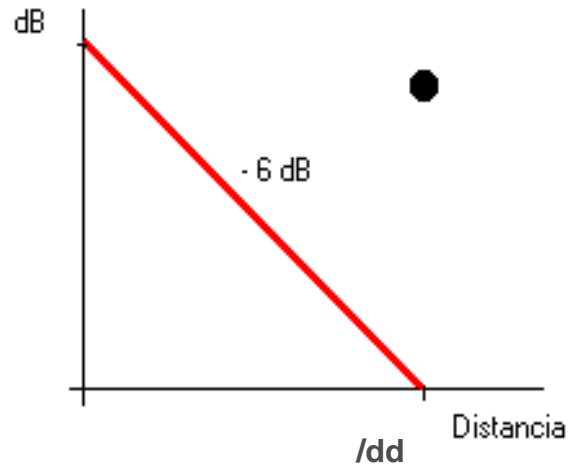
Las fuentes que radian ondas esféricas son las fuentes puntuales. Cualquier fuente acústica, vista desde lejos, se puede considerar una fuente puntual.

## Divergencia de una fuente acústica: - Ondas Planas-

### LEY CUADRÁTICA INVERSA



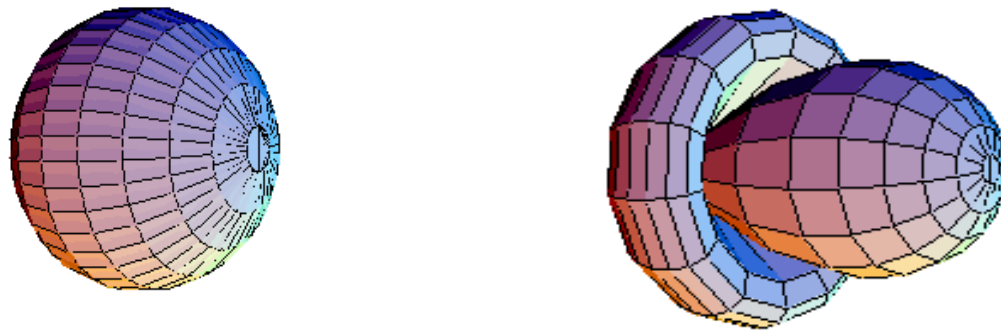
## Divergencia de una fuente acústica: - Ondas Planas-





## Directividad de una fuente acústica:

La directividad de una fuente es la relación cuadrática de presiones, respecto de una fuente de referencia omnidireccional y de la misma potencia.

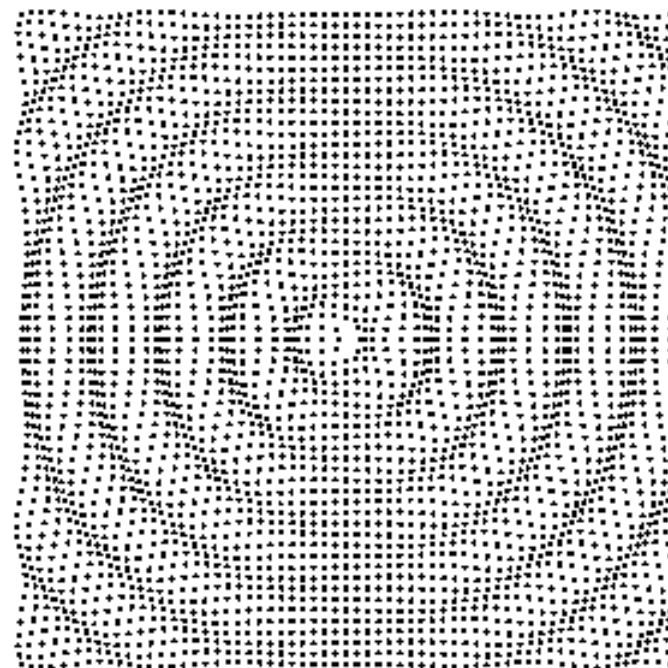
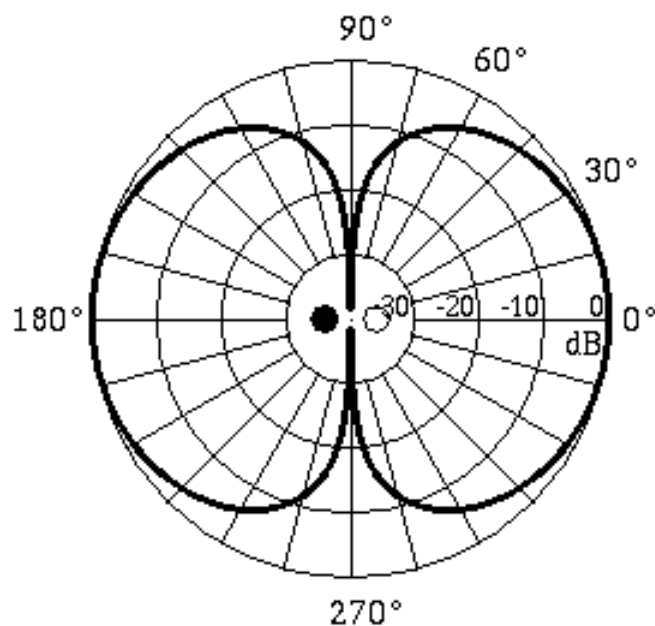


Se cuantifica en forma de factor de directividad  $Q$  o índice de directividad  $DI$ :

$$Q(\theta, \phi) = \frac{p_{\theta, \phi}^2}{p_s^2} = \frac{I_{\theta, \phi}}{I_s} \quad DI(\theta, \phi) = 10 \cdot \log Q(\theta, \phi)$$

## Directividad de una fuente acústica:

*Ejemplo: Dipolo*



## Directividad de una fuente acústica:

### El factor de espacio:

Radiación esférica:

**$Q=1$   $DI=0\text{dB}$**

Radiación semiesférica:

**$Q=2$   $DI=3\text{dB}$**

Radiación angular:

**$Q=4$   $DI=6\text{dB}$**

Radiación octava esférica:

**$Q=8$   $DI=9\text{dB}$**

