

# Ondeando Banderas

## *Avances 2*

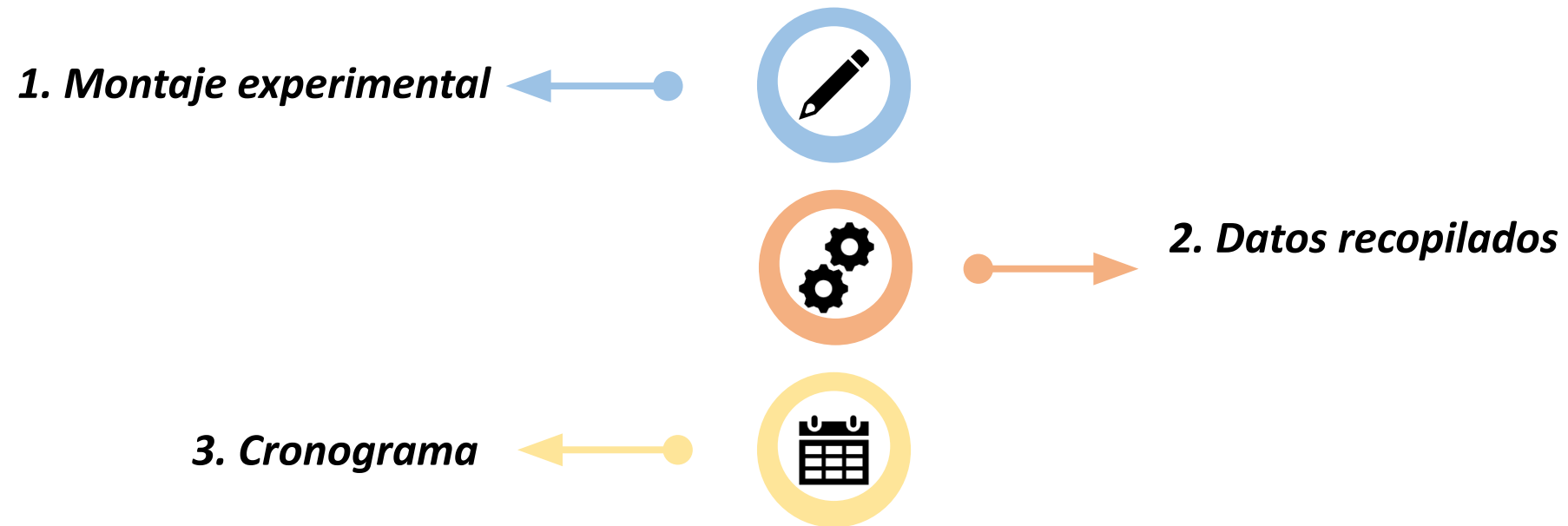
**Carvajal-Guerrero, M. F.**

**Guarín-Rojas, J. A.**

**Montaño-Villa, L. M.**

*Escuela de Física, Facultad de ciencias  
Universidad Industrial de Santander, Colombia*

15 de noviembre de 2023

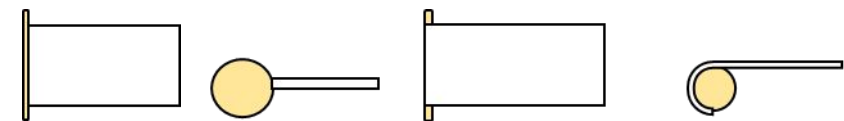


# Banderas casos de estudio



	Empotrada - libre		Fija - libre	
	Vista de lado	Vista superior	Vista de lado	Vista superior
Influencia gravitacional fuerte				
Influencia gravitacional débil				

# Montaje experimental



Vista de lado

Nombre	Velocidad del viento [m/s]
v1	1.2
v4	1.36
v7	1.82
v2	1.86
v5	1.95
v3	2.05
v6	2.18
v8	2.183
v9	2.45

Débil	Fuerte	Débil	Fuerte	Influencia gravitacional
Fija	Fija	Empotrada	Empotrada	Condición de frontera

Total de casos:  $9 \times 4 = 36$   
Muestras por caso: 6  
Duración: 5 segundos  
Total: 216 muestras

0.3 horas de datos

Video para v1, v2, v3

# Montaje experimental

	Velocidad [m/s]	Temperatura media [°C]	Número de Reynolds
v1	$1.2 \pm 0.05$	$24.5 \pm 0.1$	29343.7
v4	$1.4 \pm 0.04$	$24.2 \pm 0.1$	33499.8
v7	$1.81 \pm 0.04$	$23.9 \pm 0.1$	44578.81
v2	$1.9 \pm 0.04$	$24.2 \pm 0.1$	45570.7
v5	1.95	$23.9 \pm 0.1$	47868.21
v3	$2.05 \pm 0.05$	$24.2 \pm 0.1$	45570.59
v6	$2 \pm 0.05$	$23.9 \pm 0.1$	47852.8
v8	$2.1 \pm 0.05$	$23.9 \pm 0.1$	50225.7
v9	$2.2 \pm 0.06$	$24.0 \pm 0.1$	53462.6

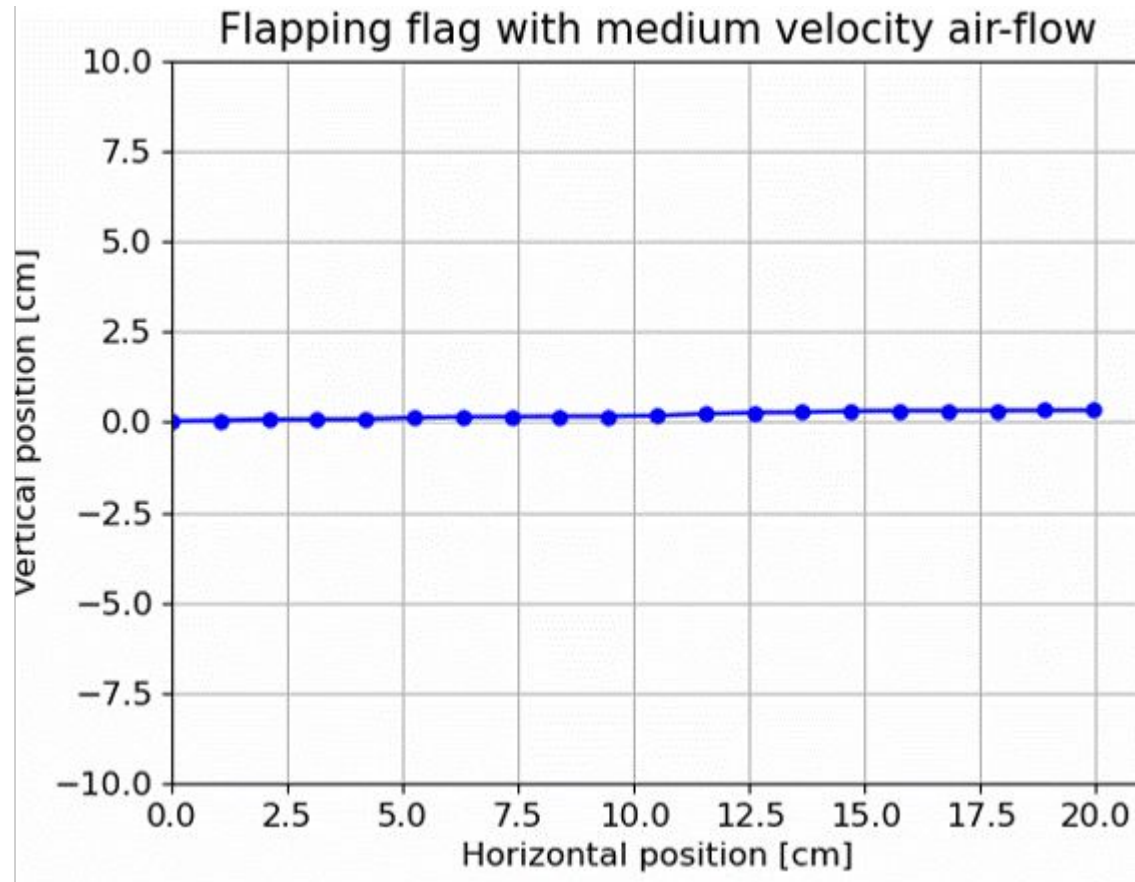
$$Re = \frac{uD}{\nu}$$

$u$  velocidad del viento

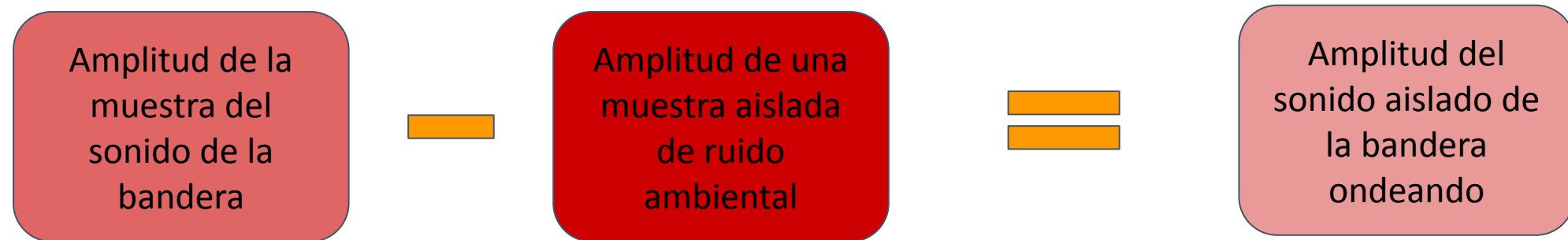
$D$  diámetro del tubo

$\nu = \mu/\rho$  viscosidad  
cinemática

# Montaje experimental



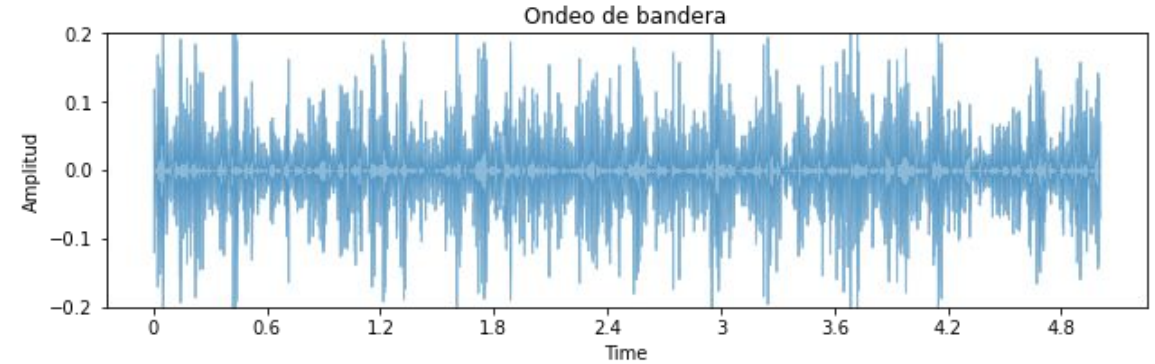
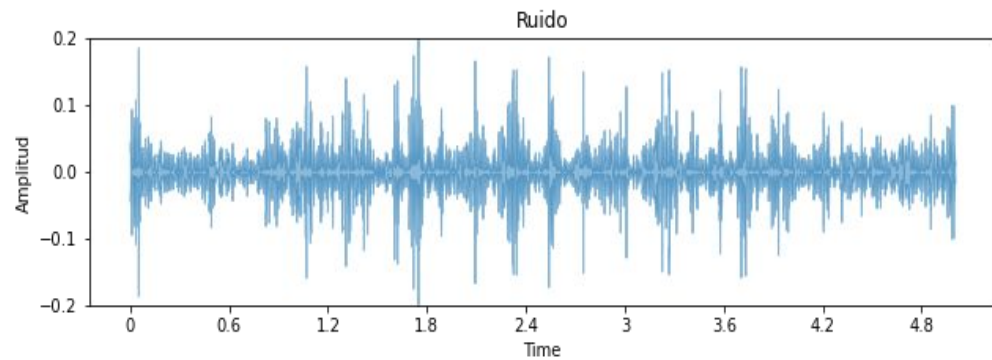
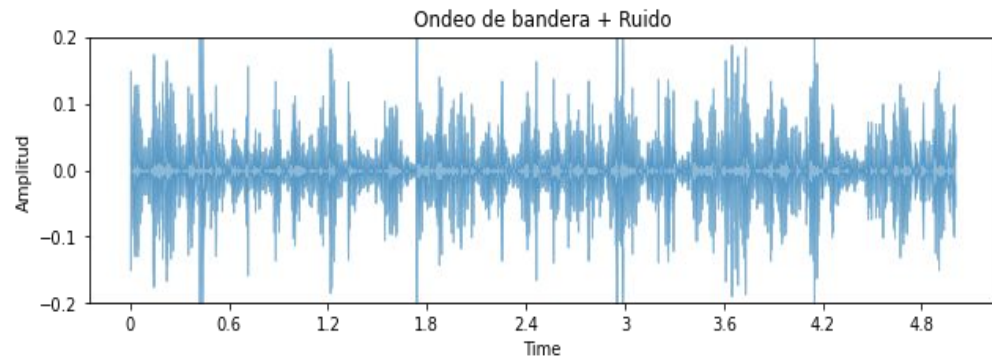
Debido a que el ambiente en el que se toman los datos no es controlado, por lo tanto, el ruido ambiental contamina la muestra de sonido de recurre a la siguiente técnica:



Finalmente,

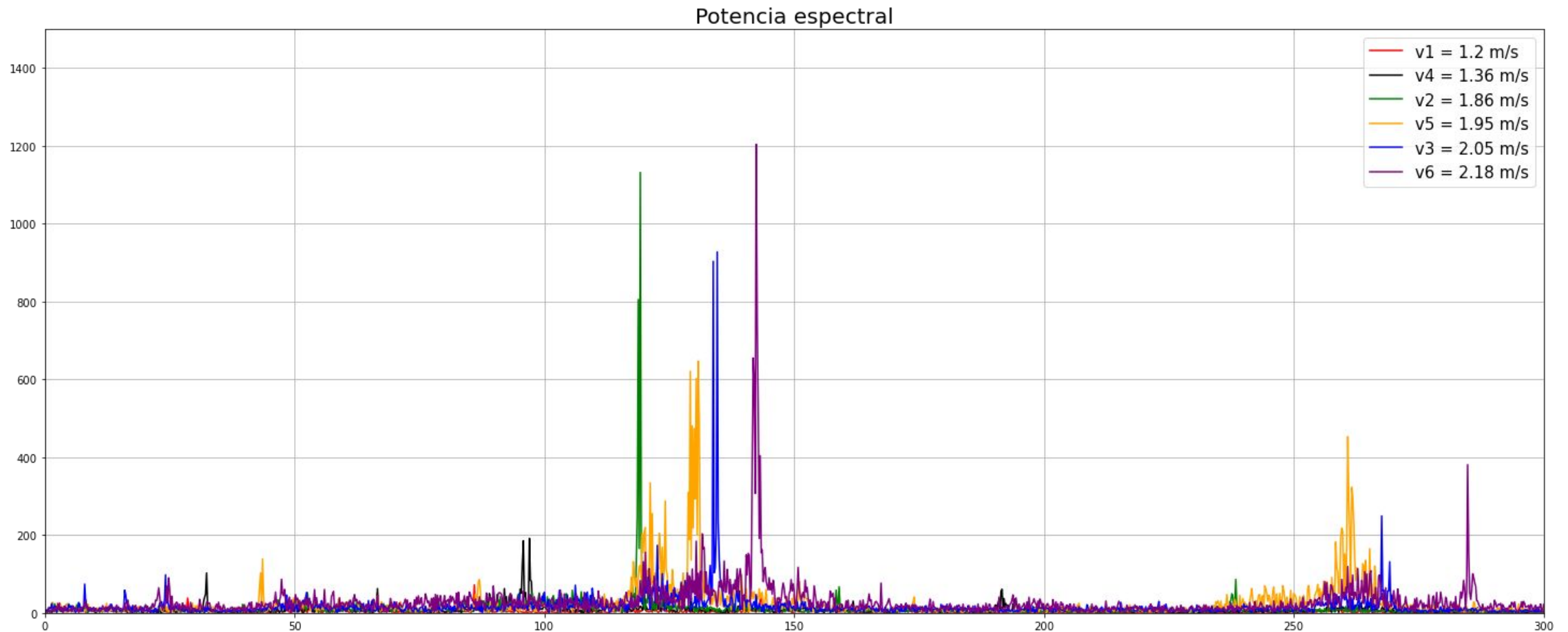


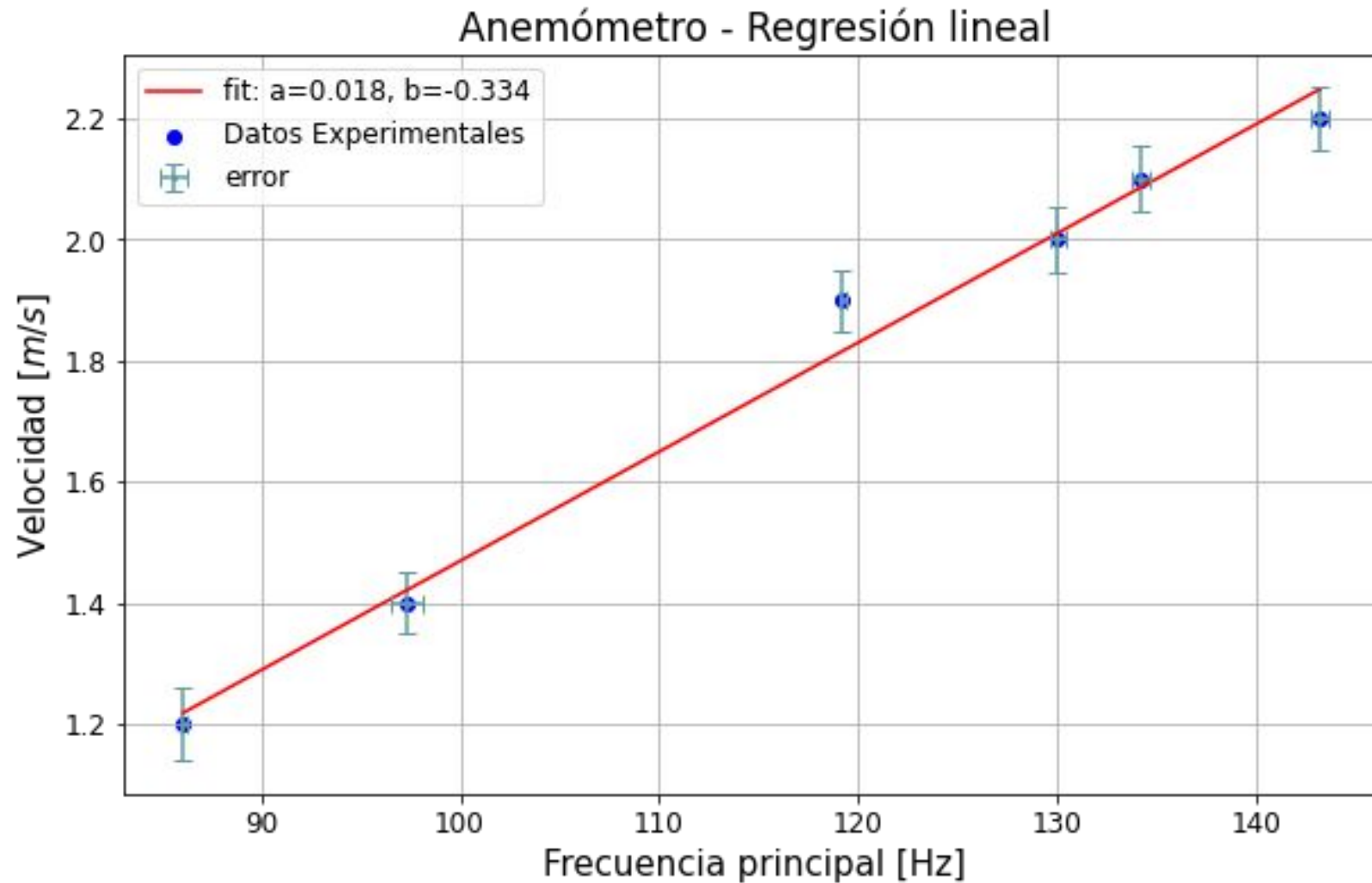






Se obtiene la potencia espectral de los audios, se visualiza y se selecciona la configuración de bandera: **empotrada con peso no despreciable** para el anemómetro





Se seleccionan las frecuencias de mayor amplitud para cada muestra, se obtiene un promedio y se relacionan con su velocidad respectiva.

Se utilizan como barras de error la desviación estándar de cada frecuencia, así como la desviación estándar de cada velocidad.

# Cronograma por objetivos



Objetivos específicos	Categoría	Actividades	Cod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Objetivo específico 1: Describir el movimiento de una bandera bajo un flujo de aire homogéneo mediante un modelo analítico.	1	Revisión bibliográfica.	1a																
	1	Plantear un modelo teórico para una bandera sujeta a un viento uniforme y modelarla de manera unidimensional.	1b																
	1	Analizar la dependencia de los modos de vibración de las soluciones al modelo teórico con los parámetros del sistema.	1c																
	1	Definir número y tiempo de mediciones a realizar (potencia estadística) para obtener resultados significativos	1e																
	1	Plantear un modelo de una bandera unidimensional como masas idénticas unidas por fuerzas de restauración elástica y resolverlo numéricamente	1f																
	1	Comparar los modos de vibración de las soluciones de los dos modelos teóricos	1g																

# Cronograma por objetivos



Objetivos específicos	Categoría	Actividades	Cod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Objetivo específico 2: Reconstruir experimentalmente un ambiente controlado que permita obtener valores precisos sobre el movimiento y sonido de una bandera ondeante en distintas configuraciones, bajo un flujo de aire uniforme.	2	Construir un túnel de viento hecho de papel acetato y con soportes de madera de balso para mantener su forma cilíndrica	2a																
	2	Elaborar un panel hecho con pajillas de plástico para guiar la dirección del viento y lograr aproximadamente un perfil de viento con velocidad uniforme	2b																
	2	Conseguir los instrumentos de medición de audio, vídeo y velocidad del viento, y conseguir un ventilador como fuente de viento	2c																
	2	Construir las banderas con papel bond y un soporte hecho con palos de balso usando la técnica de empotramiento y enrollado para fijar la bandera al soporte	2d																

# Cronograma por objetivos



Objetivos específicos	Categoría	Actividades	Cod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Objetivo específico 3: Construir un anemómetro mediante relaciones entre el sonido producido por la bandera ondeante con la velocidad del flujo de viento en el que se encuentra sometida	3	Grabar los datos del sonido para un tipo de bandera variando la velocidad del viento en repetidas ocasiones por cada velocidad	3a																
	3	Limpiar los datos de cada grabación restando el sonido de la bandera y una muestra de sonido de ruido ambiental	3b																
	3	Tratar los datos usando transformada rápida de Fourier para obtener la frecuencia dominante de cada grabación	3c																
	3	Identificar la dependencia de la frecuencia dominante con la velocidad del viento que permita construir un anemómetro que tome el pico de frecuencia del sonido y devuelva la velocidad del viento.	3d																
<b>Entrega final</b>		Redacción de documento final, diseño de póster y diseño de presentación final																	