

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

## **PROYECTO DE TITULACIÓN:**

**Diseño de un sistema de posicionamiento subacuático basado  
en señales acústicas y machine learning**

**Autor:** Christian Javier Soria Arízaga

**Director del Proyecto:** Ing. Carrera Erazo Enrique Vinicio PhD



# Agenda



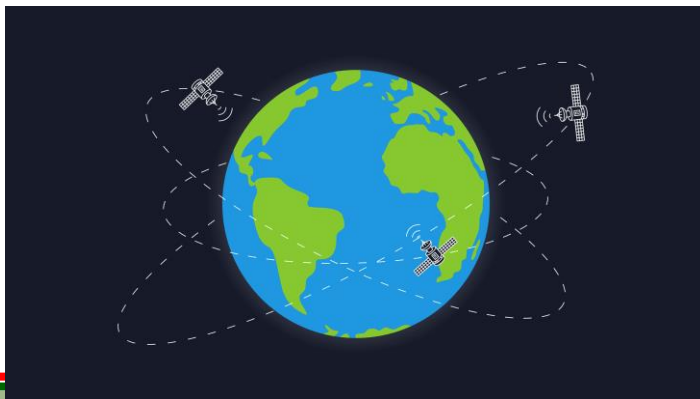
## APLICACIONES MILITARES II GUERRA MUNDIAL



## DESARROLLO DE VLSI Y DSP



## GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)



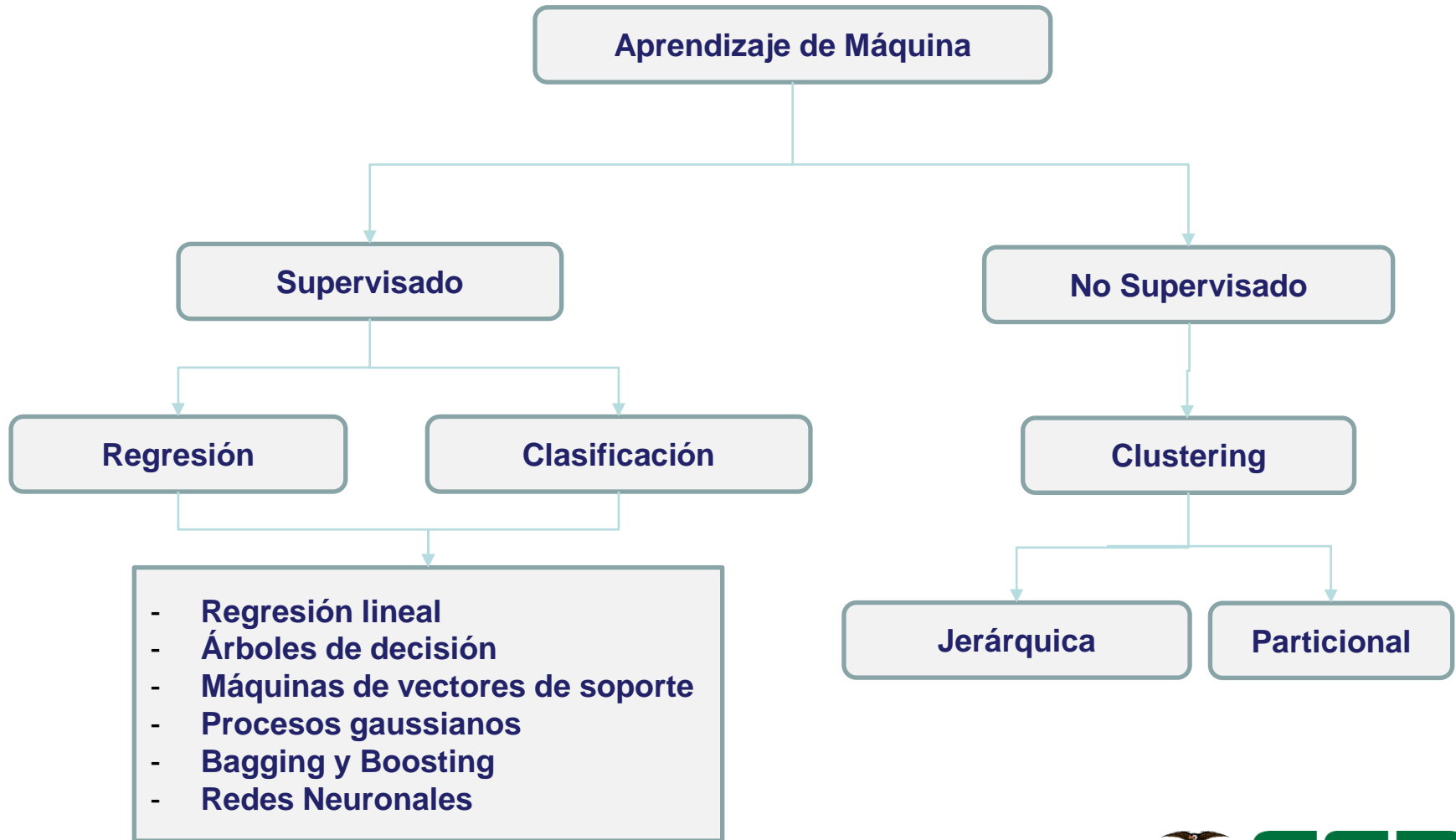
## SEÑALES ACÚSTICAS



# Agenda



# Machine Learning



# Agenda



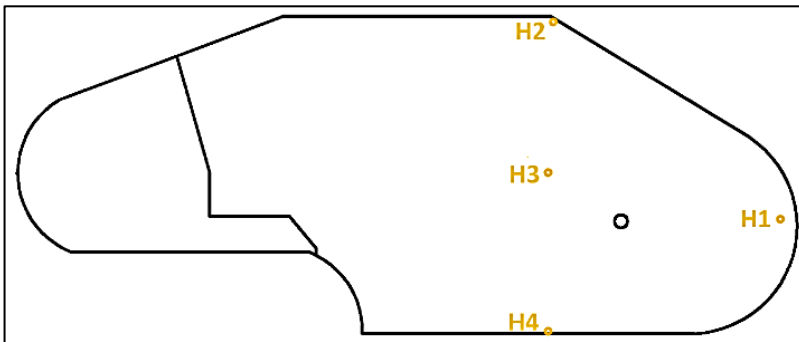
## ESCENARIO PROPUESTO



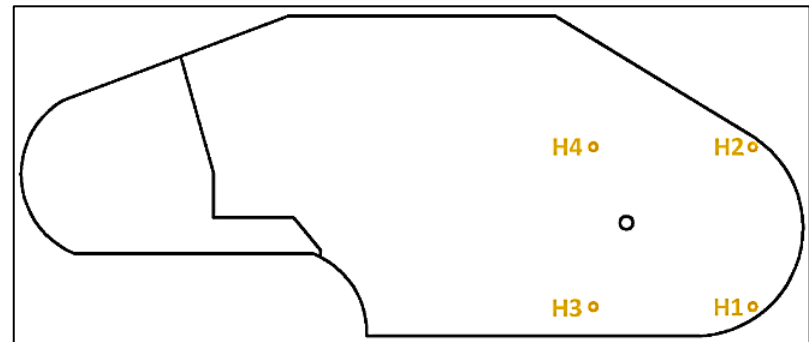
## VEHÍCULO ACUÁTICO POWERVISION POWERRAY



## ARREGLO TRIANGULAR

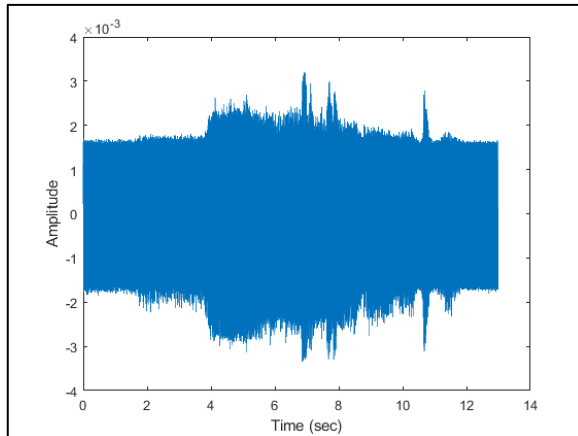


## ARREGLO CUADRADO

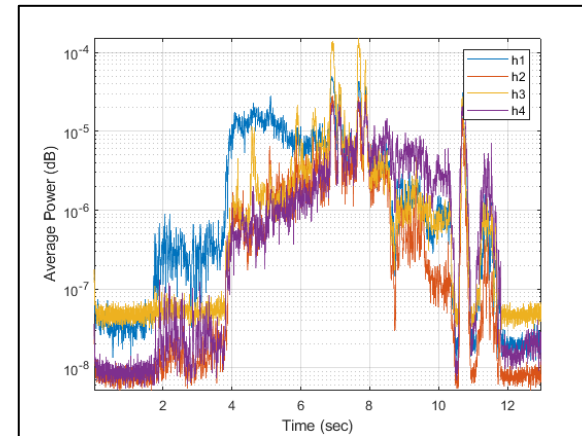


# Preprocesamiento de señal (Recorte)

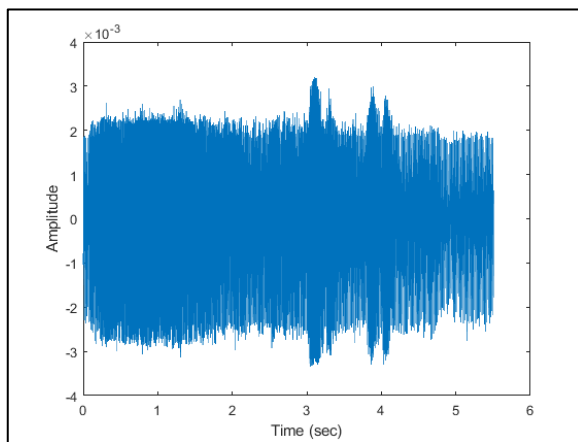
SEÑAL ORIGINAL



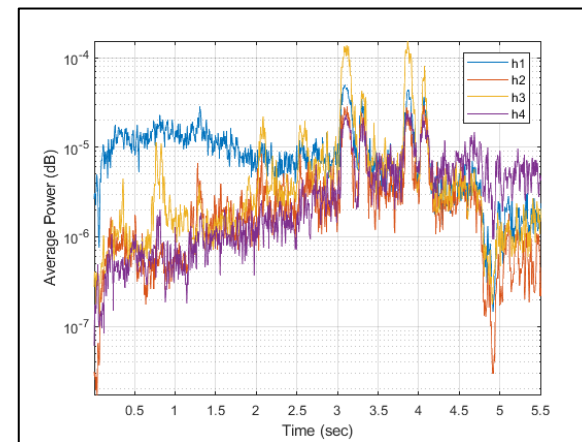
POTENCIA PROMEDIO 5 ms



SEÑAL ORIGINAL (RECORTADA)



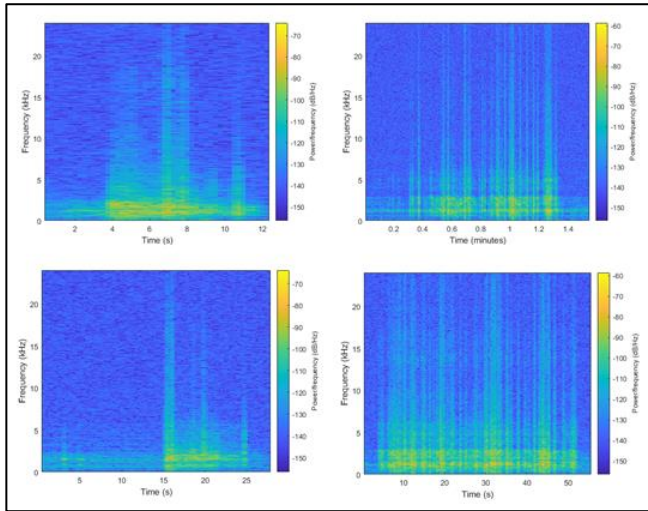
POTENCIA PROMEDIO (RECORTADA)



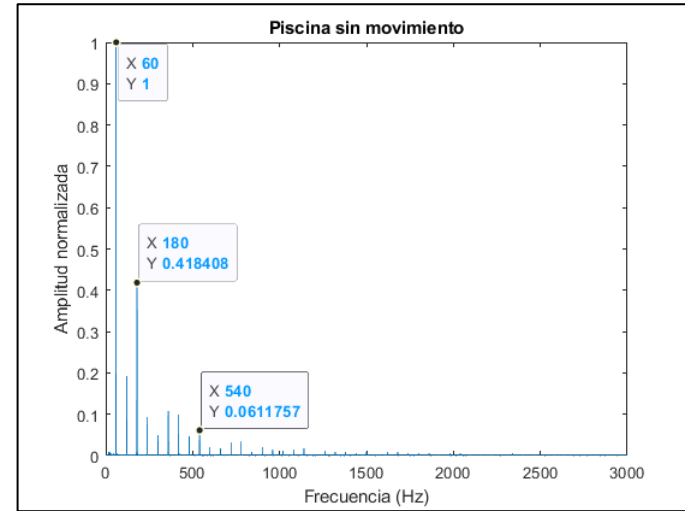


# Preprocesamiento (Filtrado y Downsample)

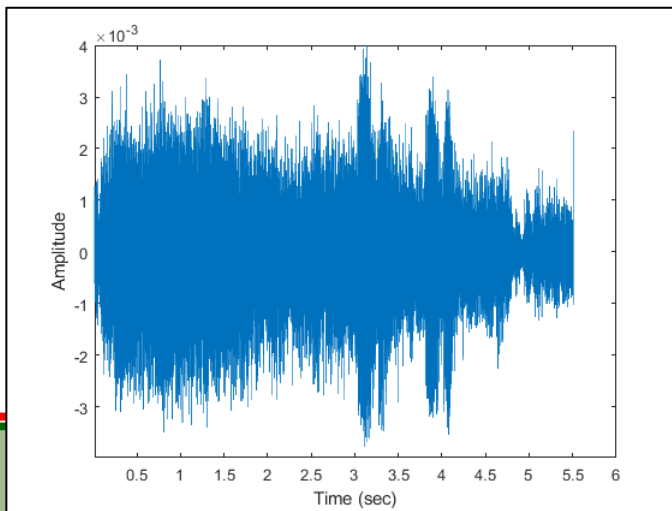
## ESPECTROGRAMA



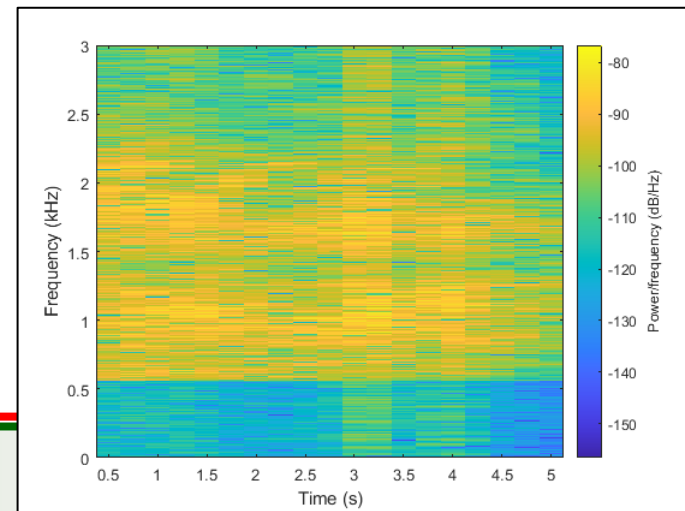
## RUIDO



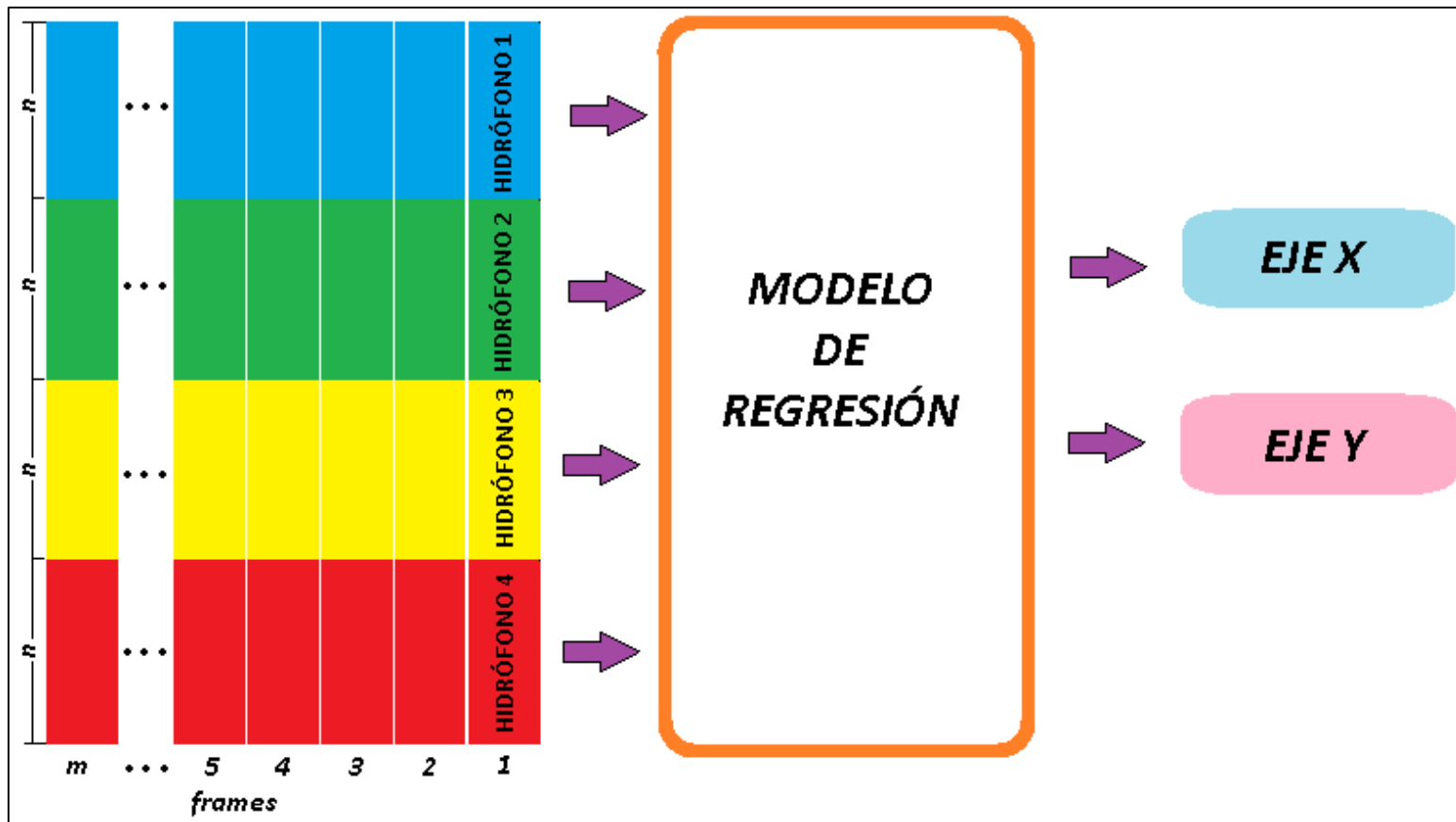
## SEÑAL (FILTRADO Y DOWNSAMPLE)



## ESPECTROGRAMA (FILTRADO Y DOWNSAMPLE)



# Proceso de entrenamiento

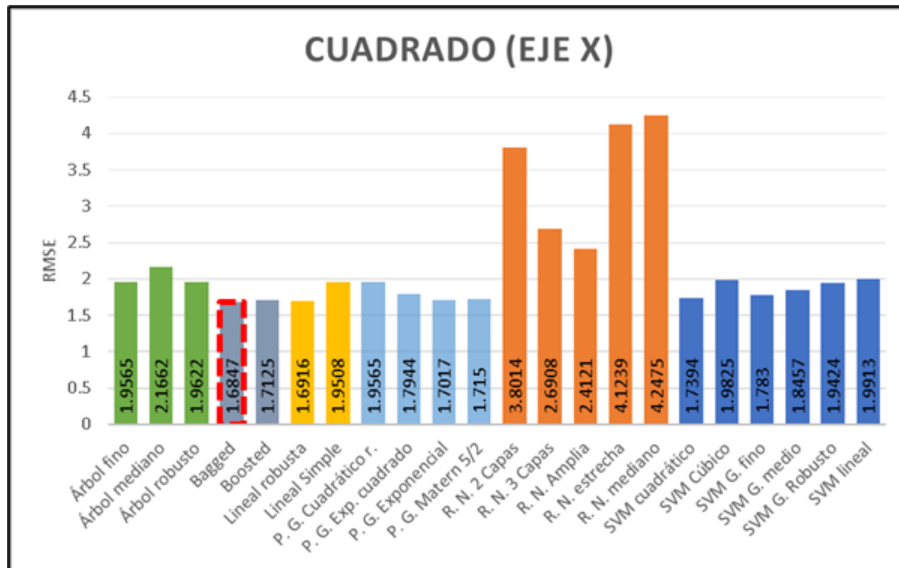


# Agenda

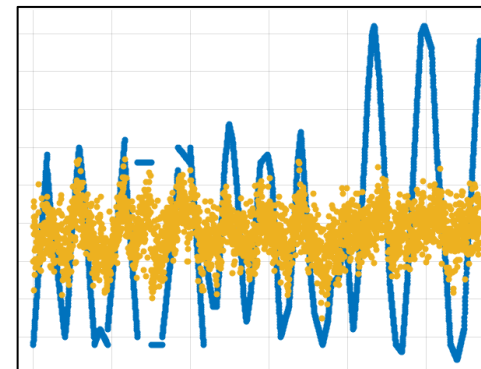
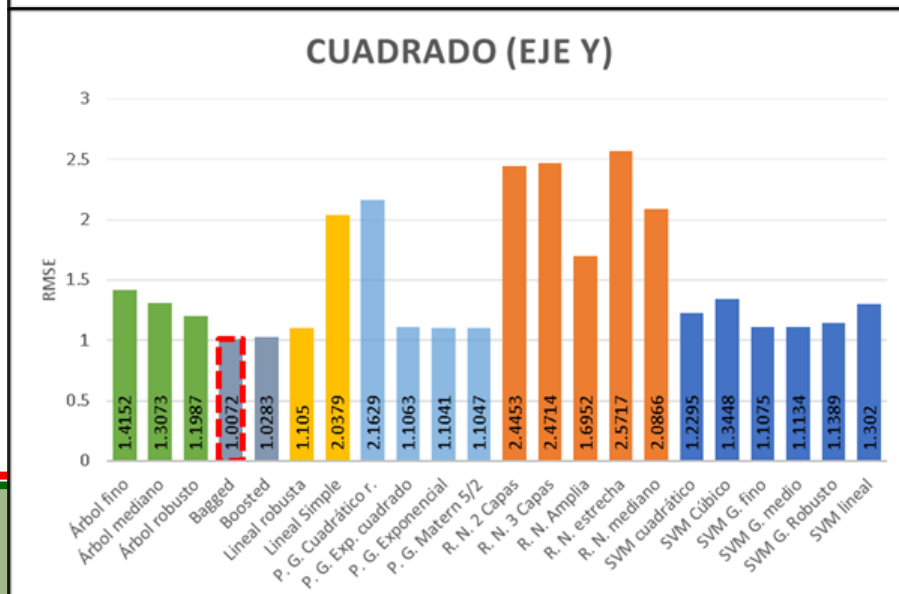
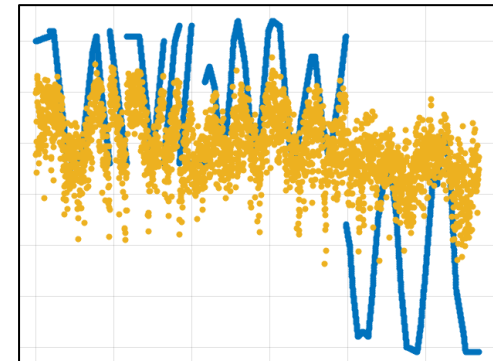


# DOMINIO DEL TIEMPO

## MODELOS ENTRENADOS

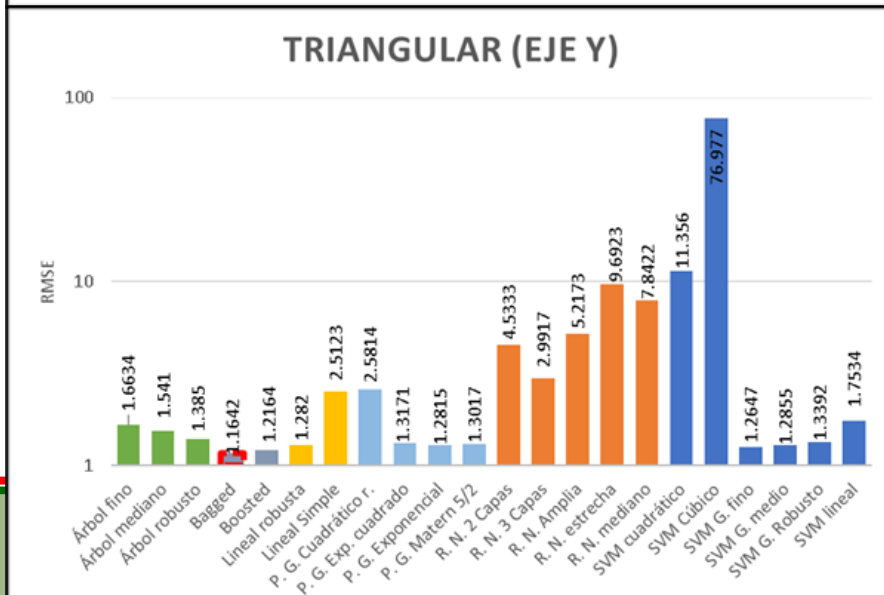
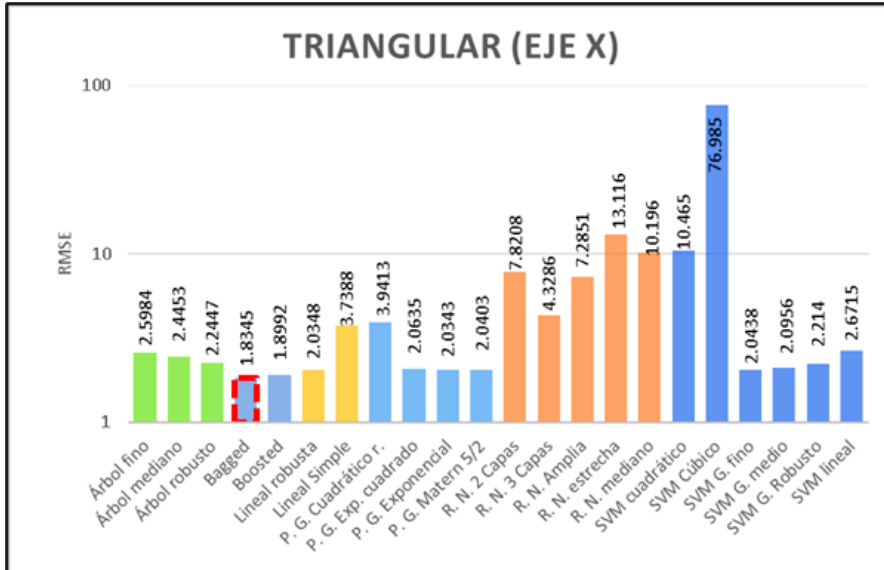


## DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

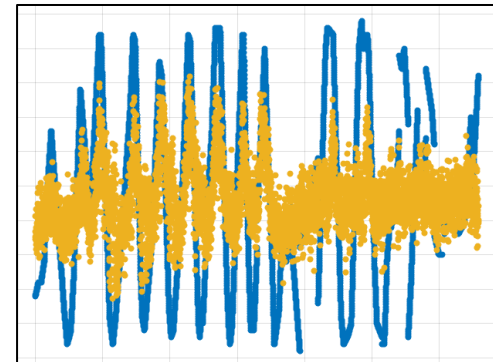
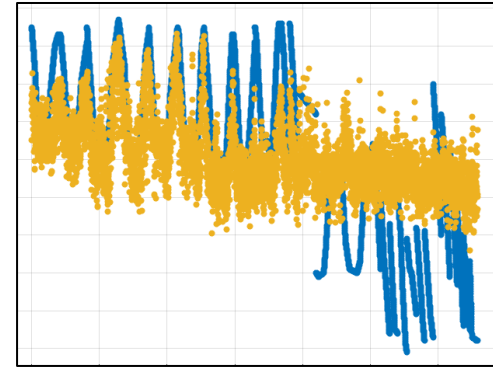


# DOMINIO DEL TIEMPO

## MODELOS ENTRENADOS

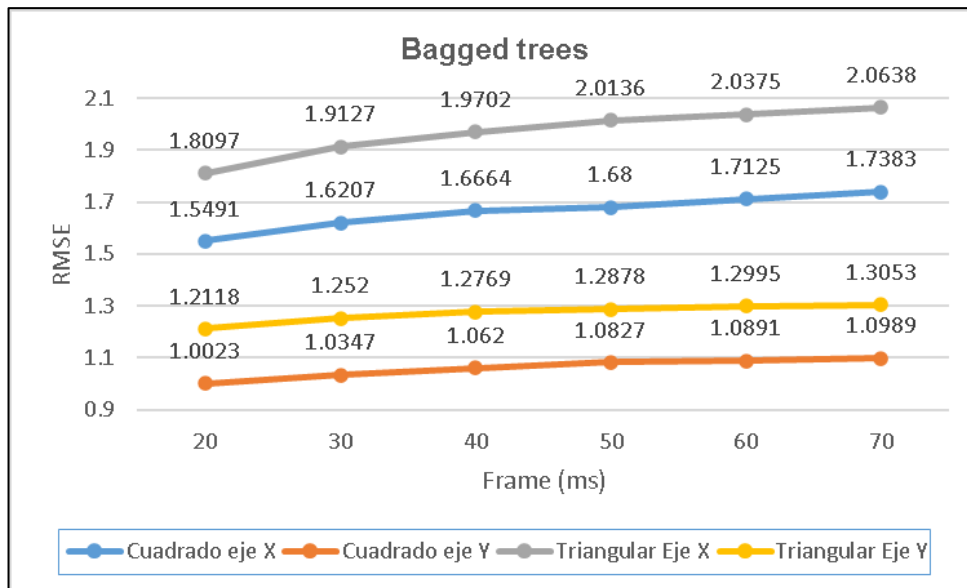


## DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

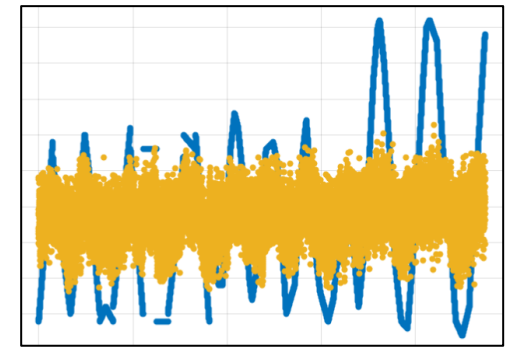


# ENTRENAMIENTOS POSTERIORES (TIEMPO)

## VARIACIÓN DE FRAME



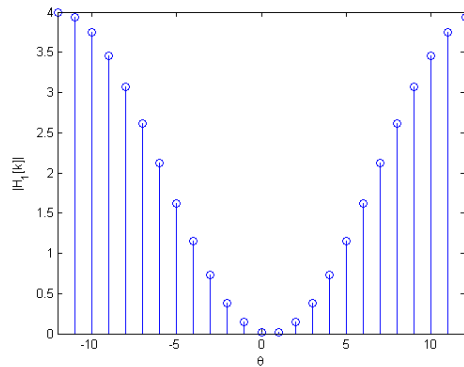
## DIAGRAMA DE DISPERSIÓN



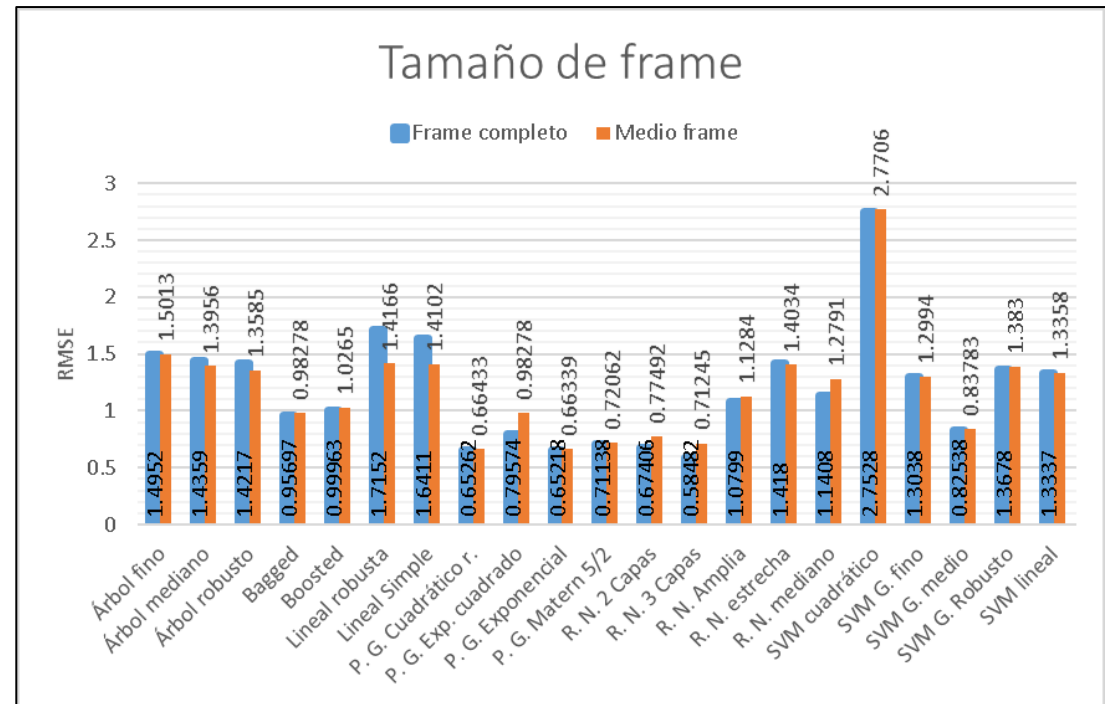
# DOMINIO DE LA FRECUENCIA

## ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE FRAME

### TRANSFORMADA DE FOURIER

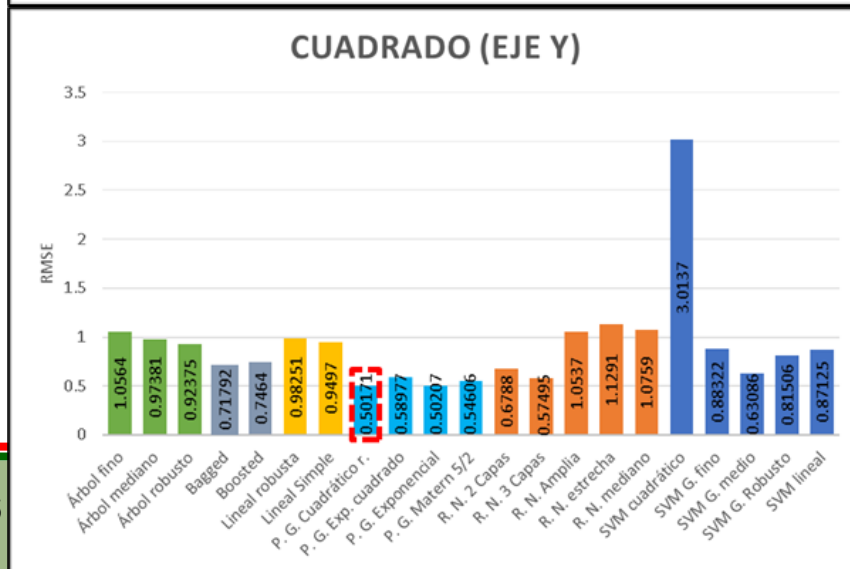
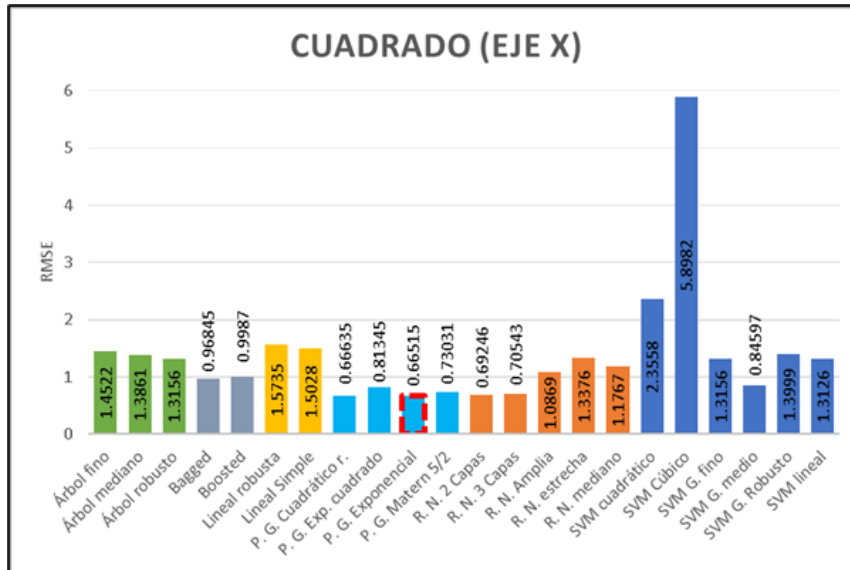


### PERIÓDICA Y SIMÉTRICA

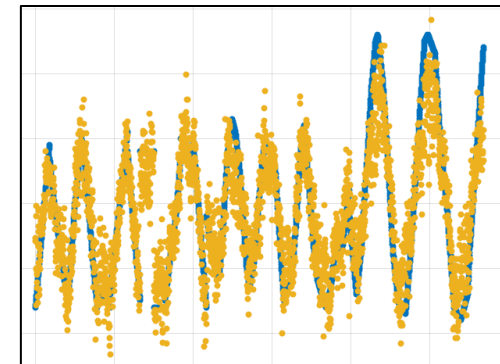
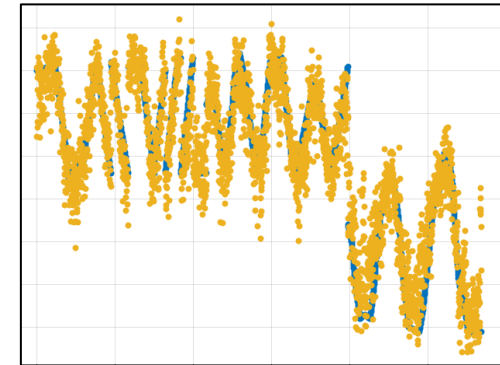


# DOMINIO DE LA FRECUENCIA

## MODELOS ENTRENADOS



## DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

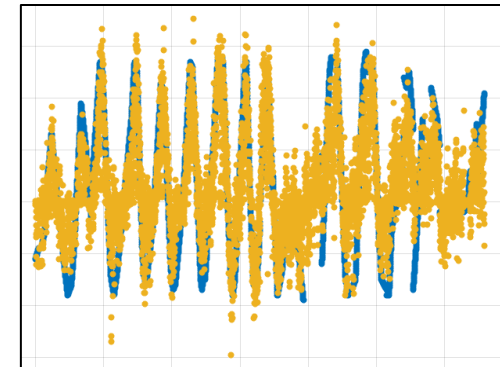
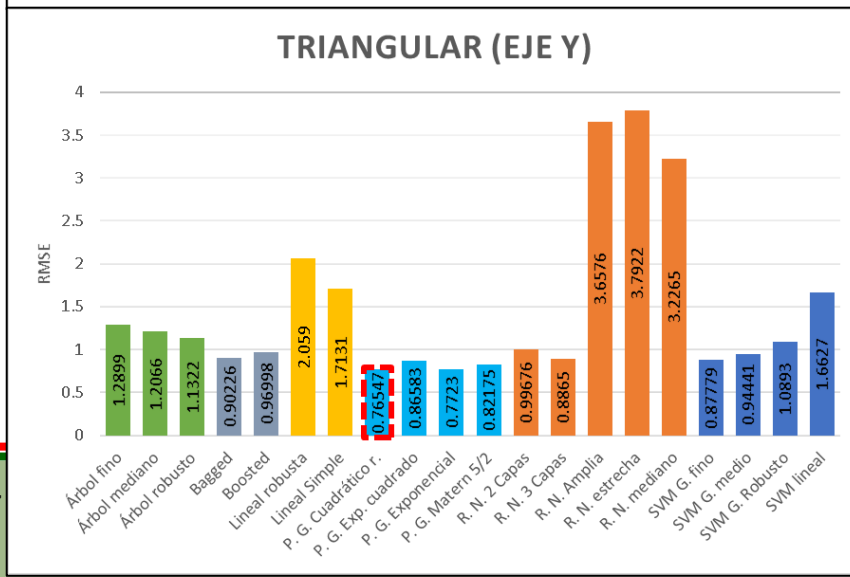
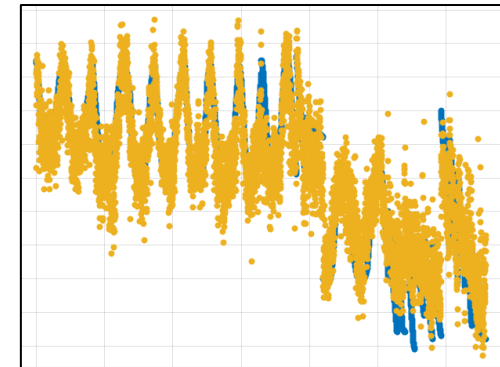
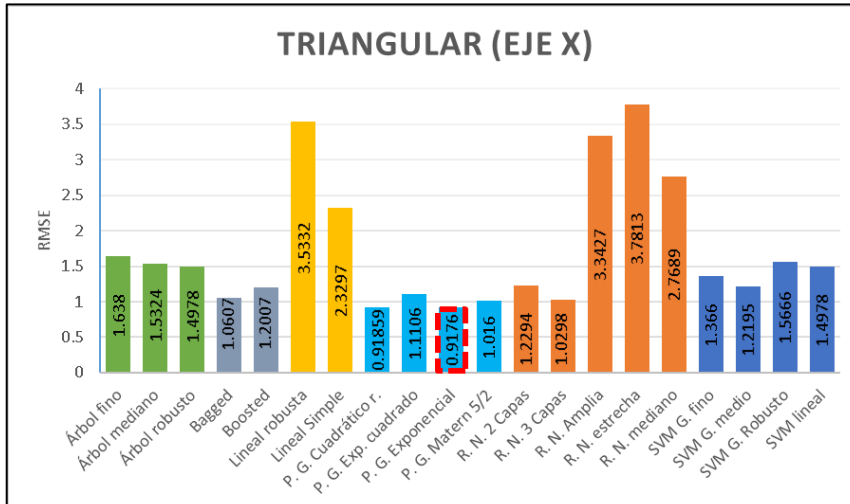




# DOMINIO DE LA FRECUENCIA

## MODELOS ENTRENADOS

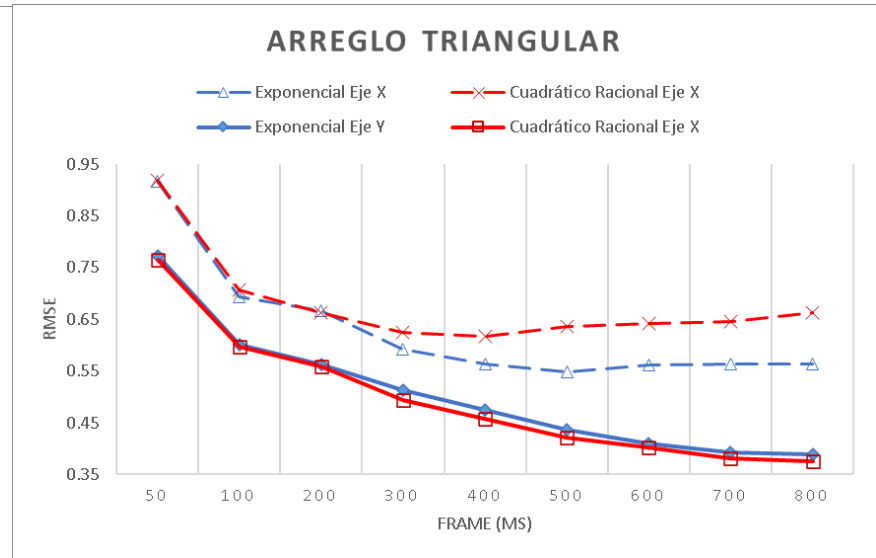
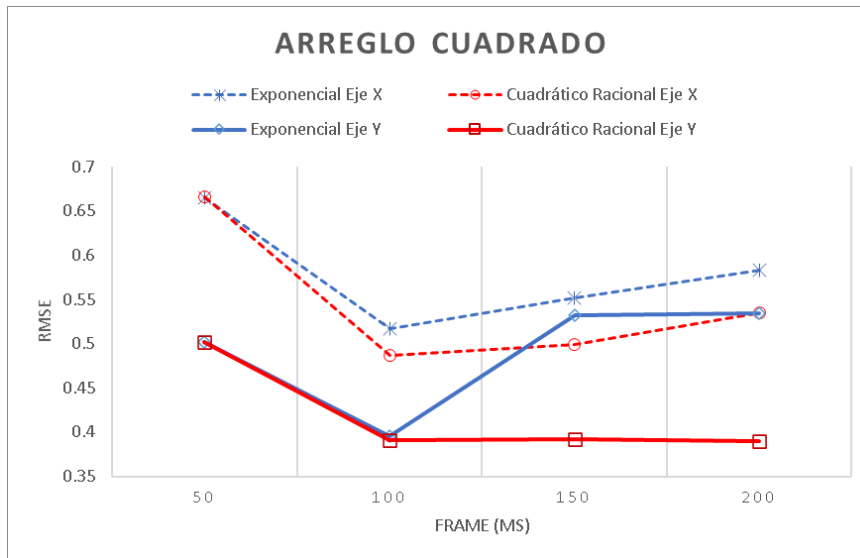
## DIAGRAMA DE DISPERSIÓN



# ENTRENAMIENTOS POSTERIORES

## FRECUENCIA

### Variación del tamaño de frame



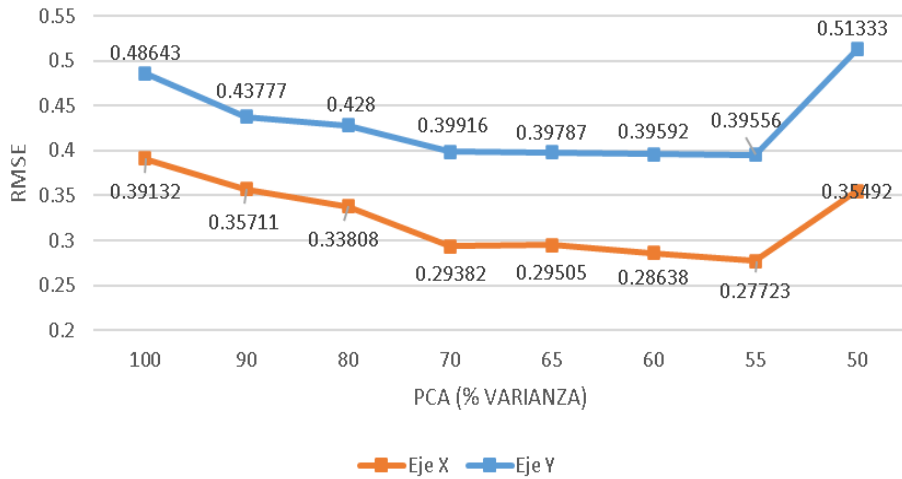
**Tamaño ideal: 100 ms**  
**Proceso gaussiano: cuadrático racional**

**Tamaño ideal: 500 ms**  
**Proceso gaussiano: exponencial**

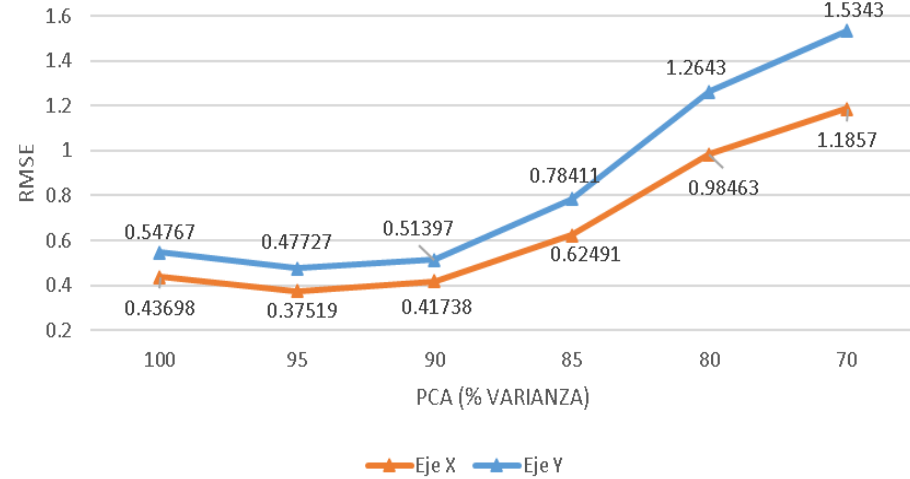
# Análisis de componentes principales

## PCA basado en el % de varianza explicada

ARREGLO CUADRADO



ARREGLO TRIANGULAR



PCA IDEAL: 55 % DE VARIANZA EXPLICADA

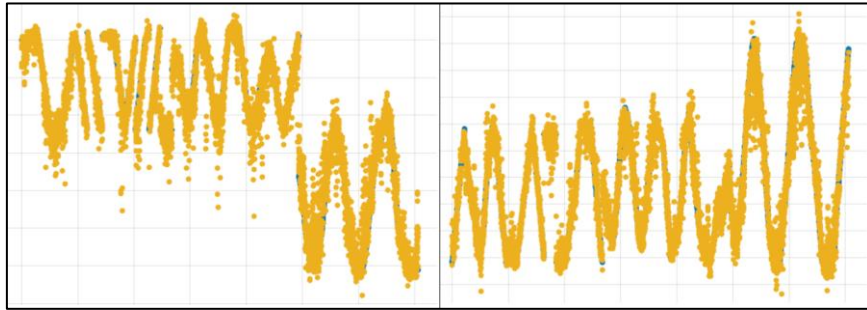
PCA IDEAL: 95 % DE VARIANZA EXPLICADA

# Modelos finales

## ARREGLO CUADRADO

EJE X

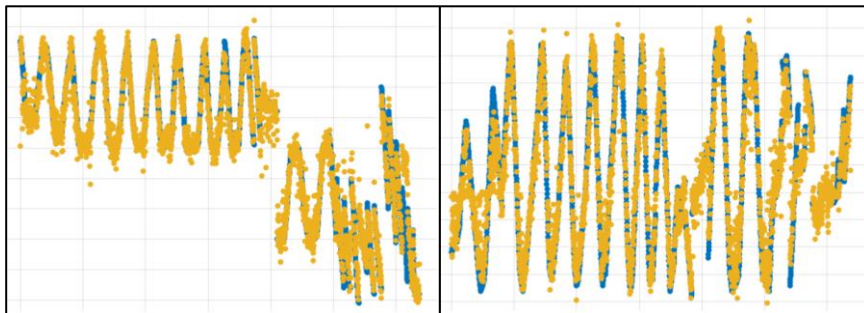
EJE Y



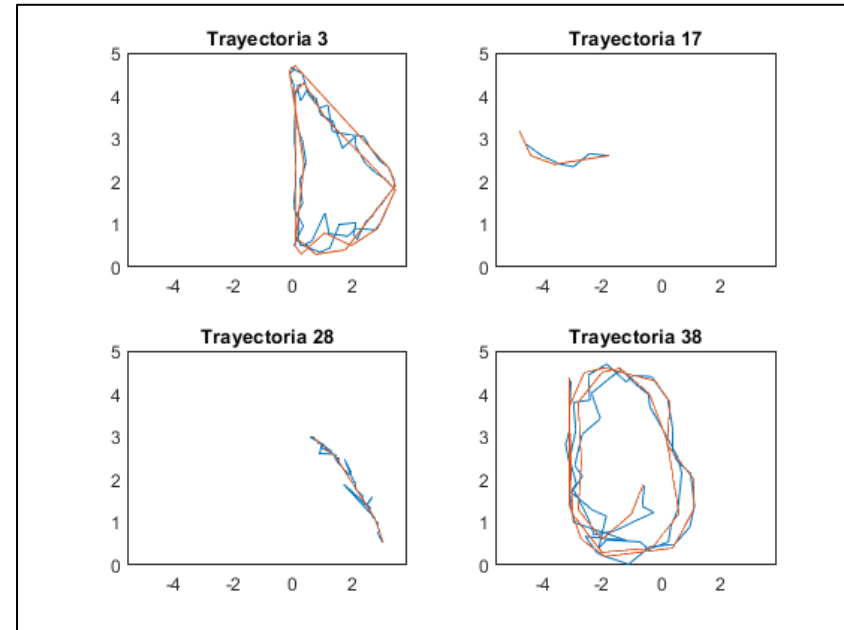
## ARREGLO TRIANGULAR

EJE X

EJE Y



## POSICIONAMIENTO PREDICHO

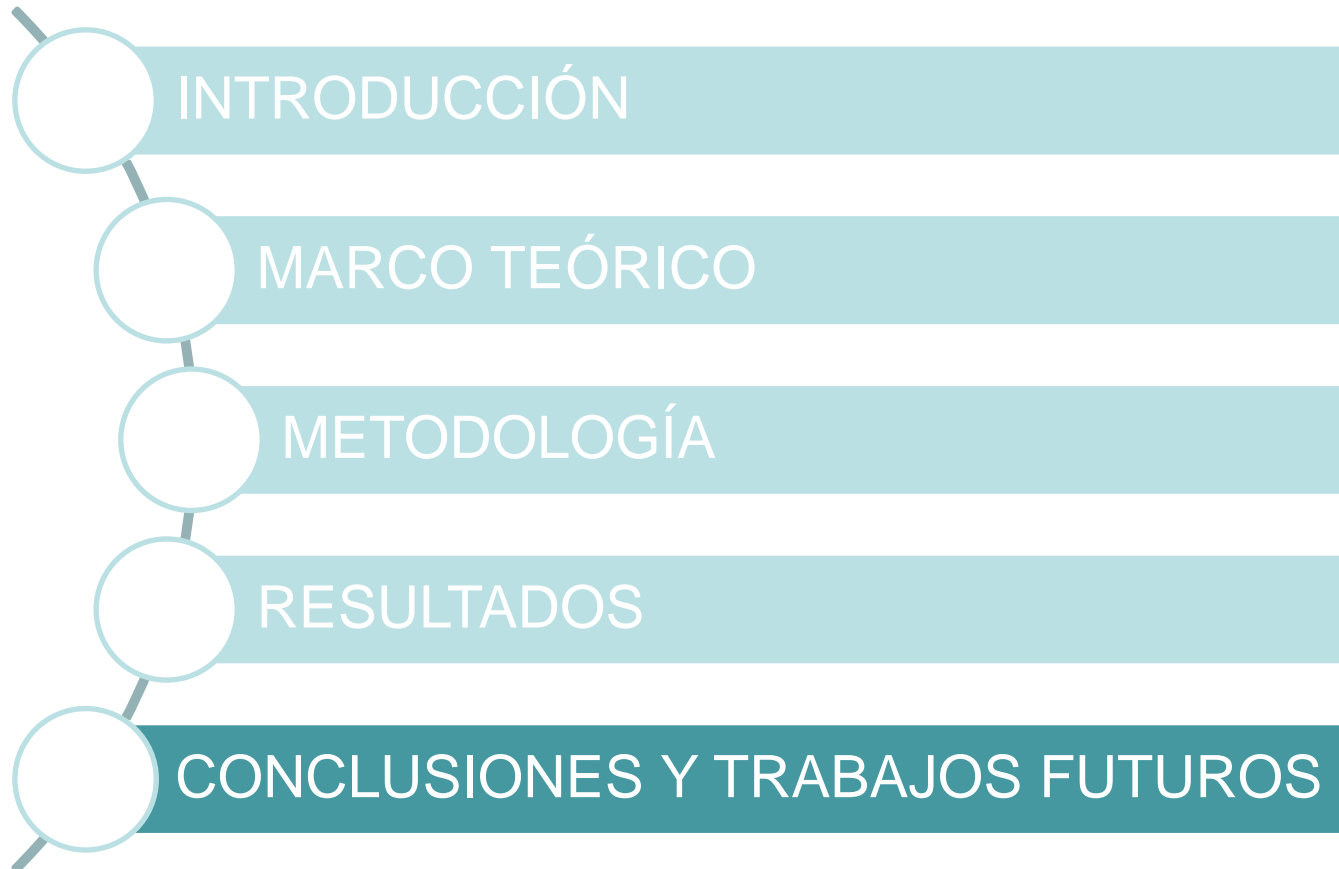


## ERROR BIDIMENSIONAL

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2)}$$

Arreglo de hidrófonos	RMSE
Cuadrado	0.272
Triangular	0.4534

# Agenda



- El dominio de la frecuencia presenta un mayor potencial para aplicaciones de posicionamiento subacuático basado en señales acústicas.
- El preprocesamiento de señales contribuye a desarrollar modelos más eficientes tanto en la complejidad como también en la precisión.
- Las técnicas con mayor potencial son los procesos gaussianos en todas sus configuraciones.
- Se ha logrado desarrollar un sistema capaz de determinar el posicionamiento de un AUV y dejar un precedente para futuras investigaciones.

# Trabajos futuros

- Implementación de un sistema con las características presentadas en este trabajo en una aplicación real
- Inclusión de la profundidad o eje Z
- Análisis del tamaño de los arreglos de hidrófonos
- Desarrollo de un sistema en entornos ruidosos

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

## **PROYECTO DE TITULACIÓN:**

**Diseño de un sistema de posicionamiento subacuático basado  
en señales acústicas y machine learning**

**Autor:** Christian Soria

**Director del Proyecto:** Ing. Carrera Erazo Enrique Vinicio PhD

