



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

# ESTUDIO DE TÉCNICAS DE SHM MEDIANTE DEEP LEARNING

Caso de Estudio 2  
Daniel del Río Velilla



# 01 | MOTIVACIÓN



## COLUMBIA DISASTER



Desprendimiento de aislante del ET



Aislante impacta en borde de ataque



Escudo térmico falla en la reentrada



Herramienta de caracterización de impactos en estructuras complejas



Posición, masa, velocidad y energía.



Inteligencia artificial

## 02 | DEEP LEARNING | Intro



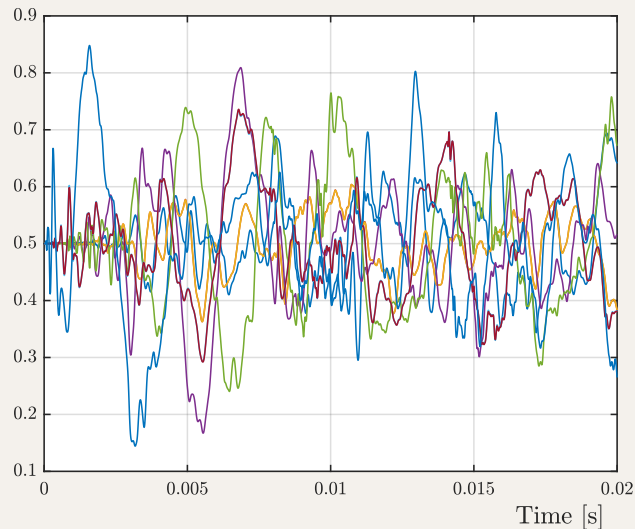
¿Qué es?



Preprocesado

$$\vec{y} = f(X)$$

Impacto preprocesado

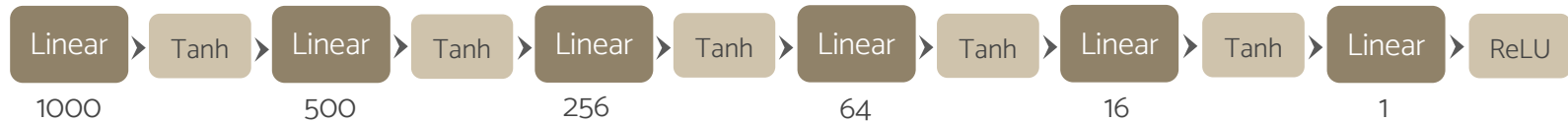


## 02 | DEEP LEARNING | Arquitectura

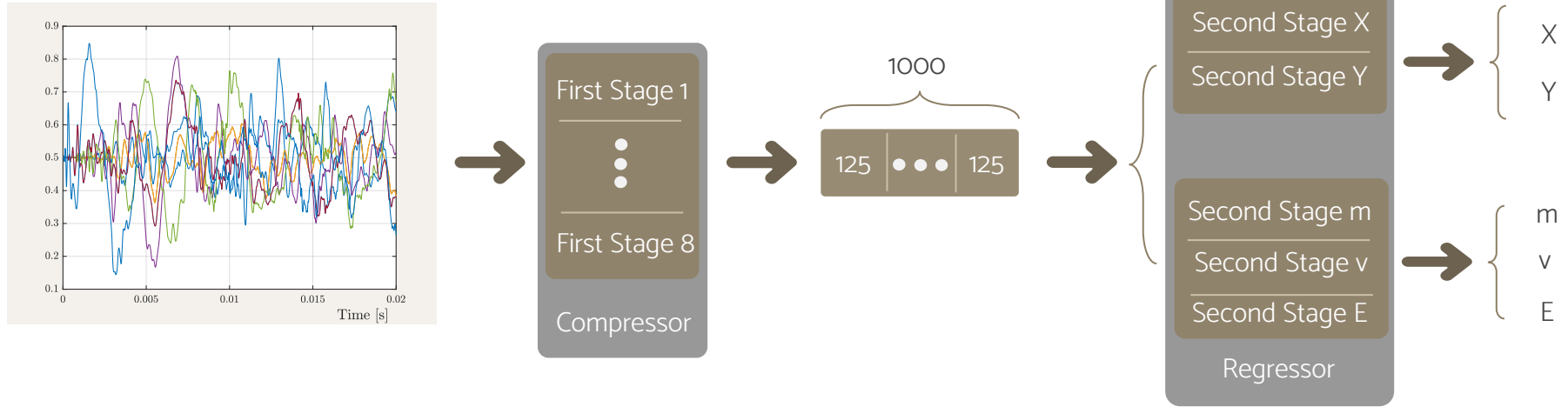
### First stage



### Second stage



## 02 | DEEP LEARNING | Red



# 03 | IMPACTADOR CNC | Intro



## ¿Por qué?



Autónomo



Elevado número de impactos:  $10e4$



Impactos en piezas representativas:  $1400 \times 1000 \times 150$



Impactos repetitivos a diversas alturas y masas



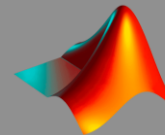
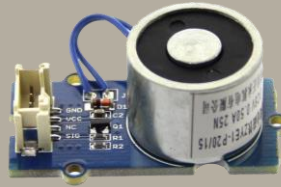
Etiquetado automático de impactos



## ¿Cómo?



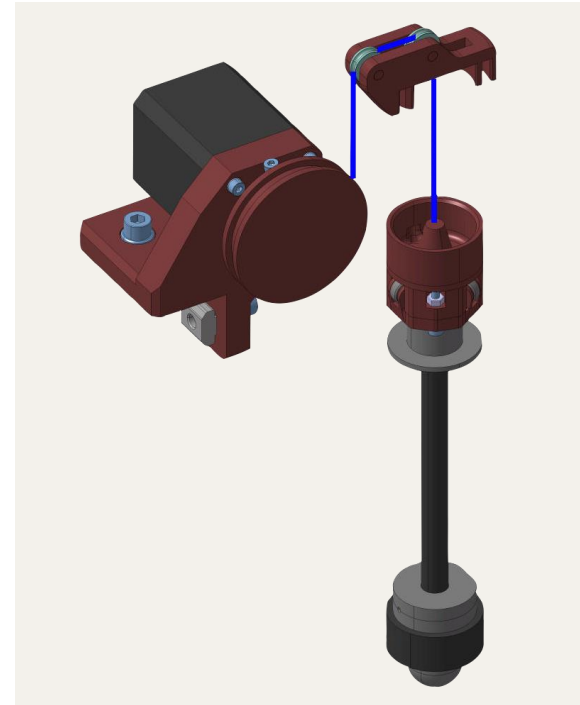
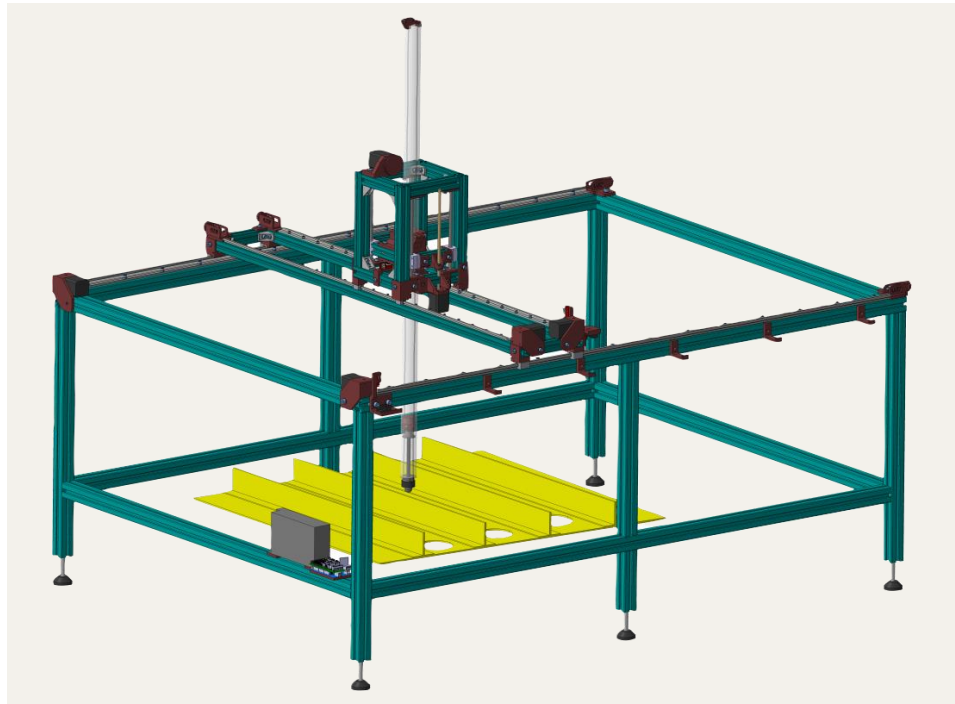
# grbl-Mega-5X



# MATLAB®

## 03 | IMPACTADOR CNC | Diseño

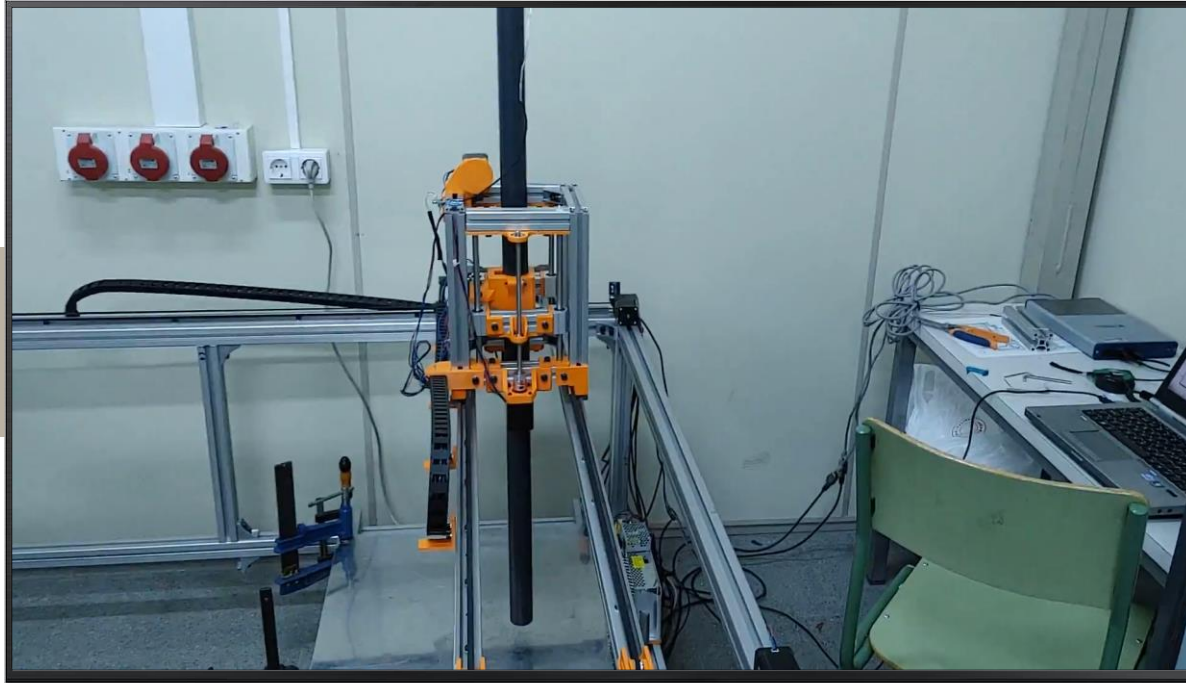
Impactador CNC



Sistema de recogida de impactador

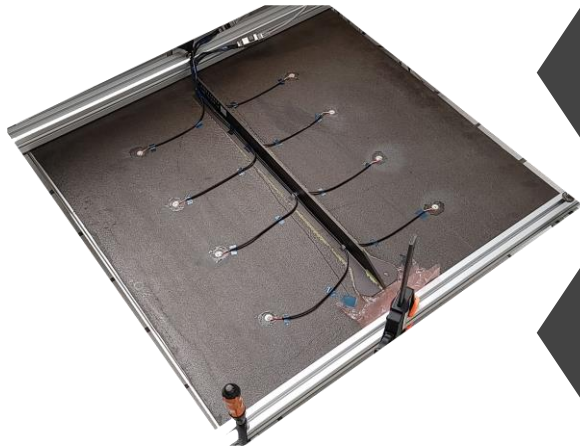
## 03 | IMPACTADOR CNC | Demostración

DEMO





## 04 | RESULTADOS | Descripción



### Estructura

Placa rigidizada de CFRP.  
 $X = 630, Y = 710$

### Coordenadas

$N_x = 15, N_y = 17 \rightarrow 255$



De 60 a 260 g con  
saltos de 50 g.  
 $\rightarrow 5$  masas

### Masas

Altura mínima de 35 mm a  
260 mm con saltos de 25  
mm  $\rightarrow 9$  alturas

### Velocidades



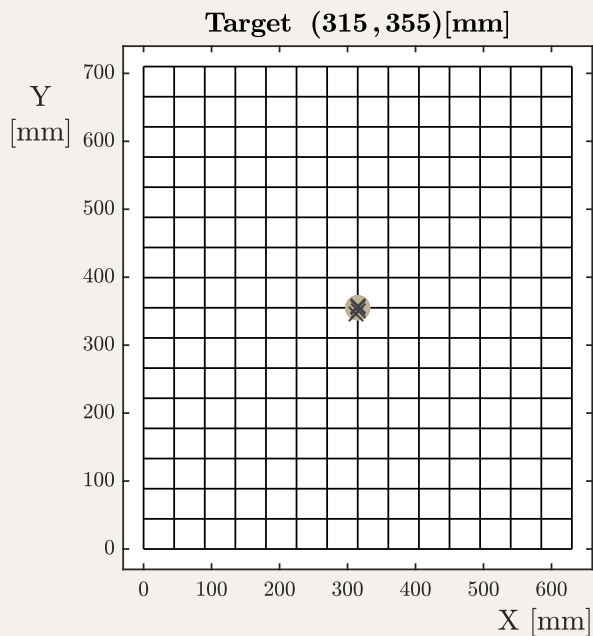
44375 impactos



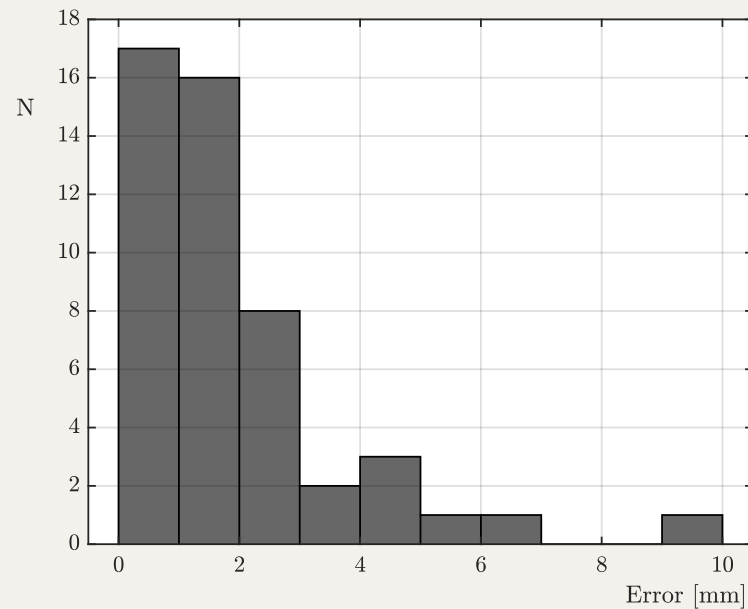
12 días impactando

## 04 | RESULTADOS | Localización

Preducciones de localización

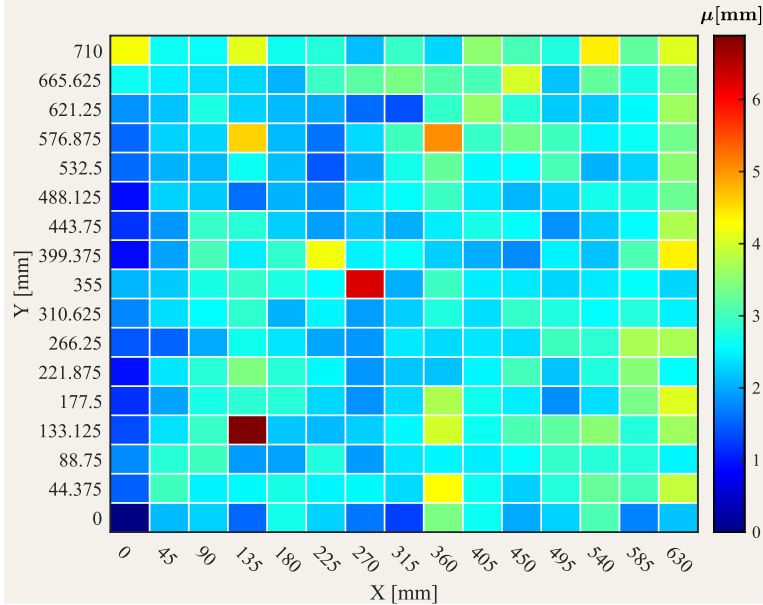


Histograma del error

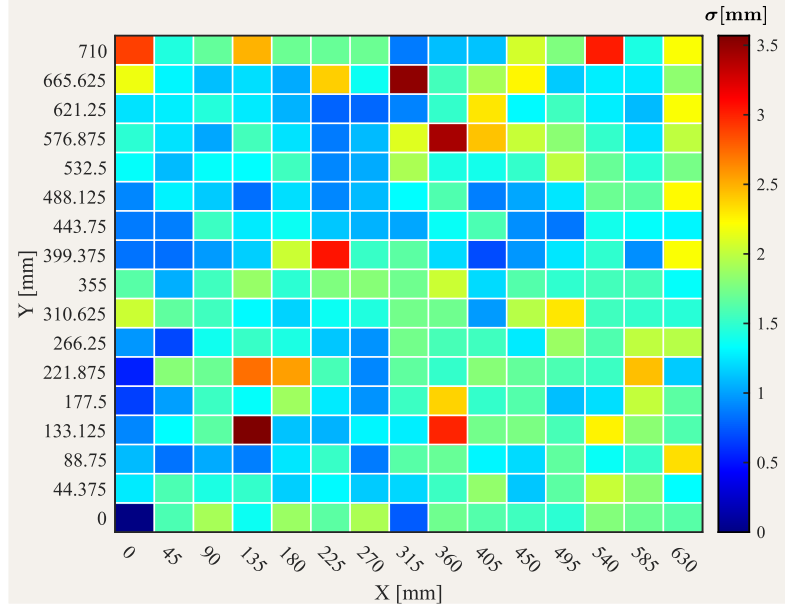


# 04 | RESULTADOS | Localización

Valor medio del error

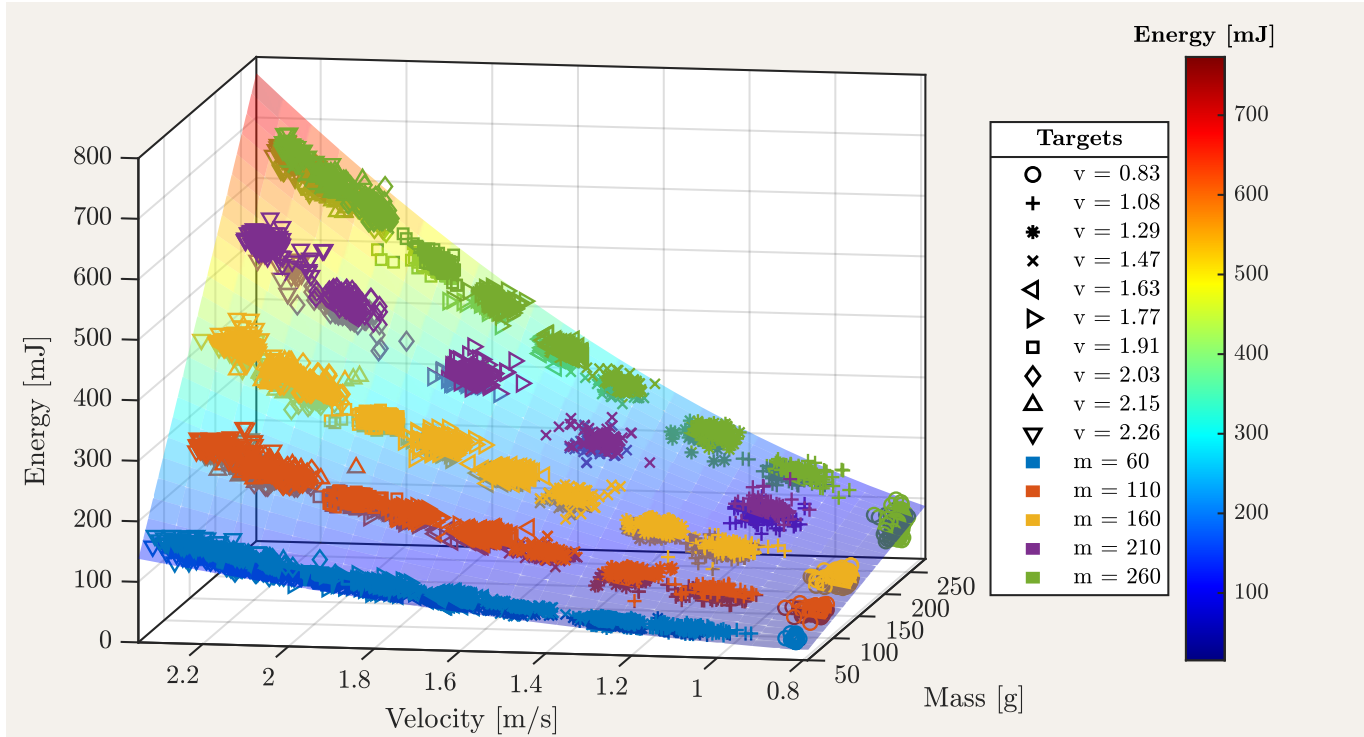


Desviación típica del error



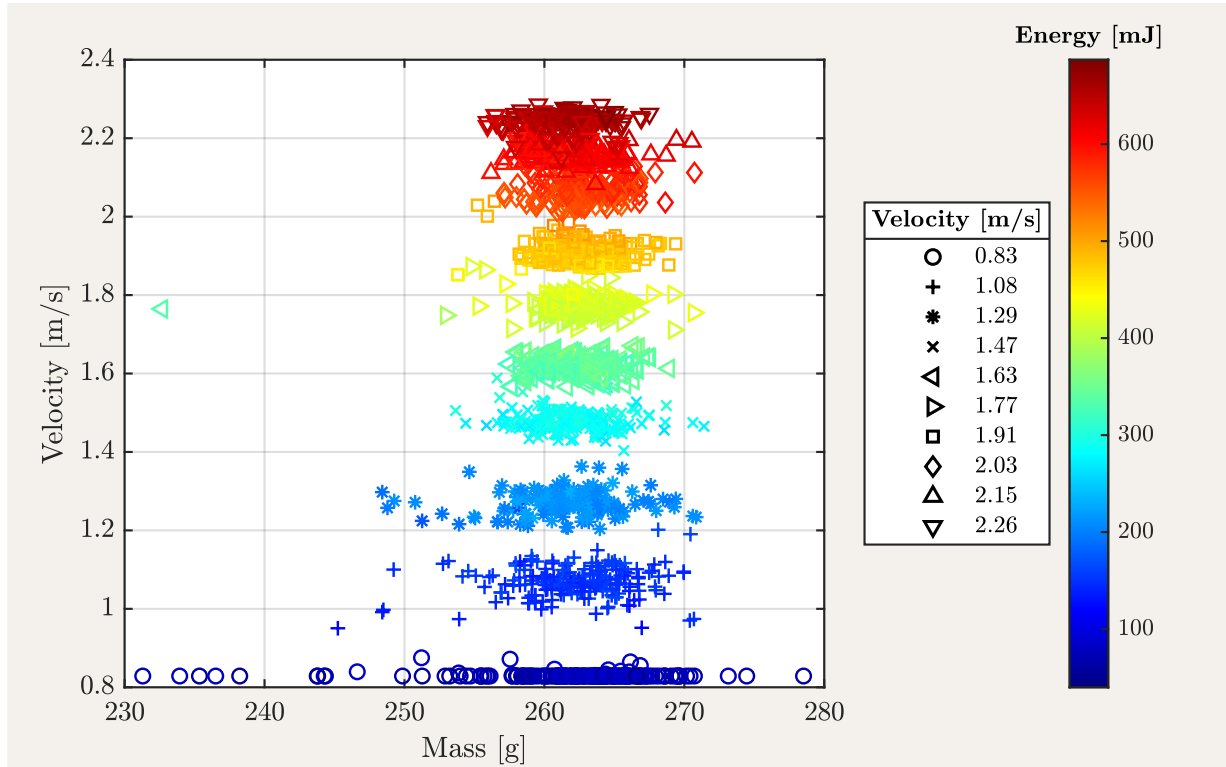
# 04 | RESULTADOS | Energía

Superficie de energía y masa



# 04 | RESULTADOS | Energía

Predicciones de la red para masa = 260 g



## 05 | CONCLUSIONES



Pocos sensores pueden monitorizar estructuras grandes.



Error medio y varianza media bajos.

	X-Y [mm]	M [g]	V [m/s]	E [mJ]
Media de media	2,7	0,27	0,0016	1,4
Media de desviación	1,5	3,30	0,0358	10,8







Necesidad de una gran cantidad de datos.



Altos tiempos de procesado.

## 06 | TRABAJO FUTURO

---

-  Aplicar la herramienta en estructuras más complejas.
-  Optimizar distribución de sensores.
-  Probar otras arquitecturas.
-  Publicar un artículo con los resultados.

**GRACIAS**

