

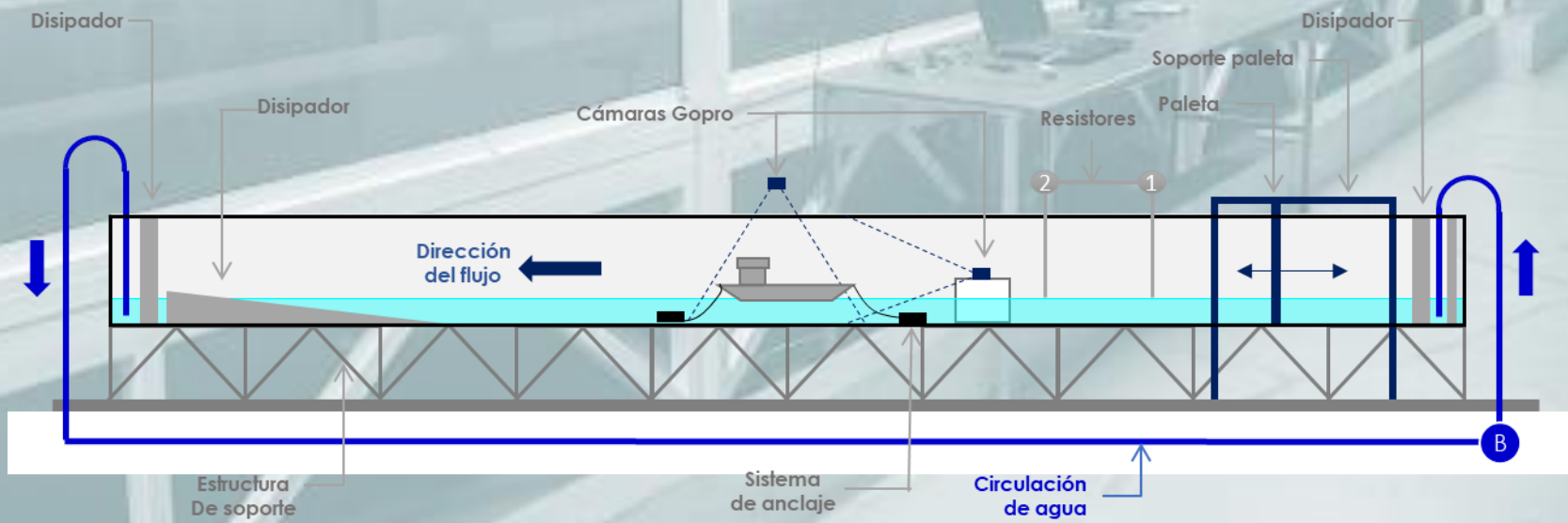
Proyecto para optar al Título de Ingeniero Civil Oceánico

“Desarrollo de un sistema de medición del movimiento en naves menores en un modelo a escala mediante el uso de cámaras”

Francisca Quijada Mateluna
Profesor Guía: Patricio Winckler
Comisión evaluadora: Jaime Leyton
Francisco Molteni

Introducción

Los modelos físicos, permiten observar y analizar de manera directa el comportamiento de un sistema y generar una gran variedad de soluciones, además de constituir el medio generalizado para el análisis de movimientos un embarcaciones en un entorno portuario, aportando una fiabilidad mucho mayor a la que anteriormente se tenía empleando reglas empíricas de diseño. (Serret, 2003).



Objetivos

General

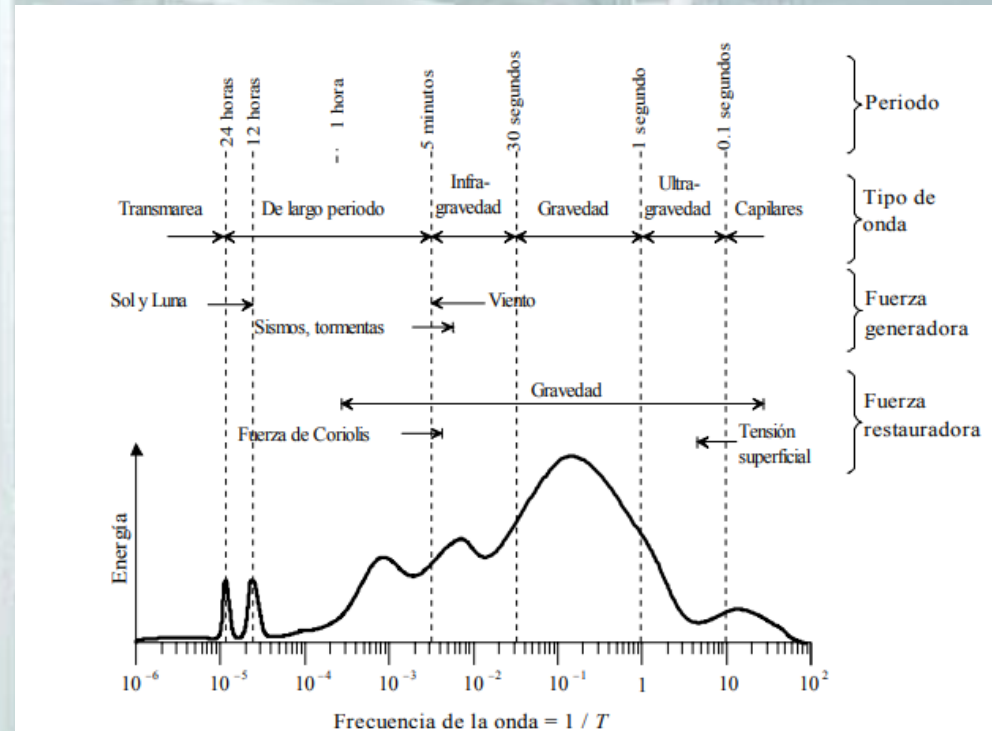
- Desarrollar un sistema de seguimiento de la dinámica para naves menores, mediante el uso de cámaras en el canal de olas.

Específicos

- Corroborar que el sistema es aplicable en un ambiente controlado, a través de una comparación de los resultados obtenidos de las cámaras y los sensores empleados en el laboratorio.
- Caracterizar y medir de forma remota la respuesta de las embarcaciones al oleaje en el canal de olas de la Universidad de Valparaíso.

Oleaje

- El oleaje es un fenómeno hidrodinámico que se encuentra determinado por la acción de las fuerzas naturales en cualquier superficie libre de agua, siendo la más obvia la acción del viento sobre la superficie del océano.



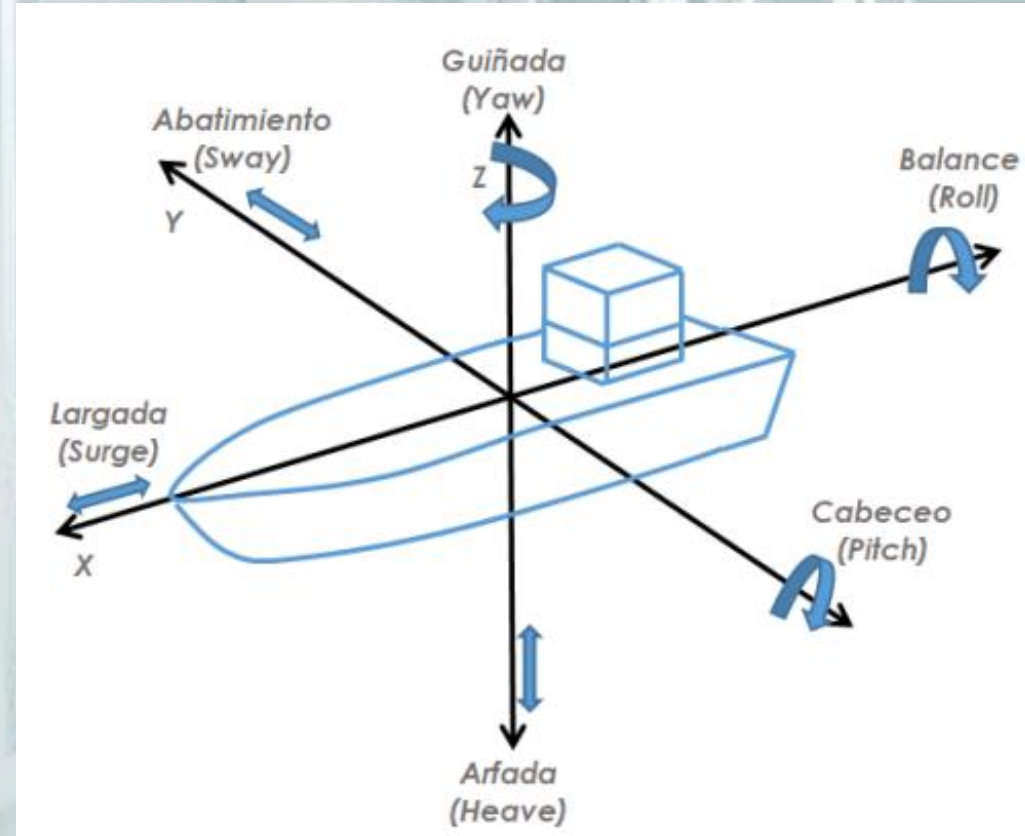
CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO DE LAS EMBARCACIONES

Movimientos de rotación

- Balance (Roll): Rotación en el eje longitudinal "x".
- Cabeceo (Pitch): Rotación del eje horizontal "y".
- Guiñada (Yaw): Rotación del eje vertical "z".

Movimiento de traslación:

- Largada (Surge): Traslación según el eje "x".
- Abatimiento (Sway): Traslación sobre el eje "y".
- Arfada (Heave): Traslación según el eje vertical "z".





CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO Y GIRO DE LA NAVE.

INGENIERÍA CIVIL
OCEÁNICA

Para esto se consideró un sistema de coordenadas fijo y en reposo, el cual generó un movimiento absoluto.

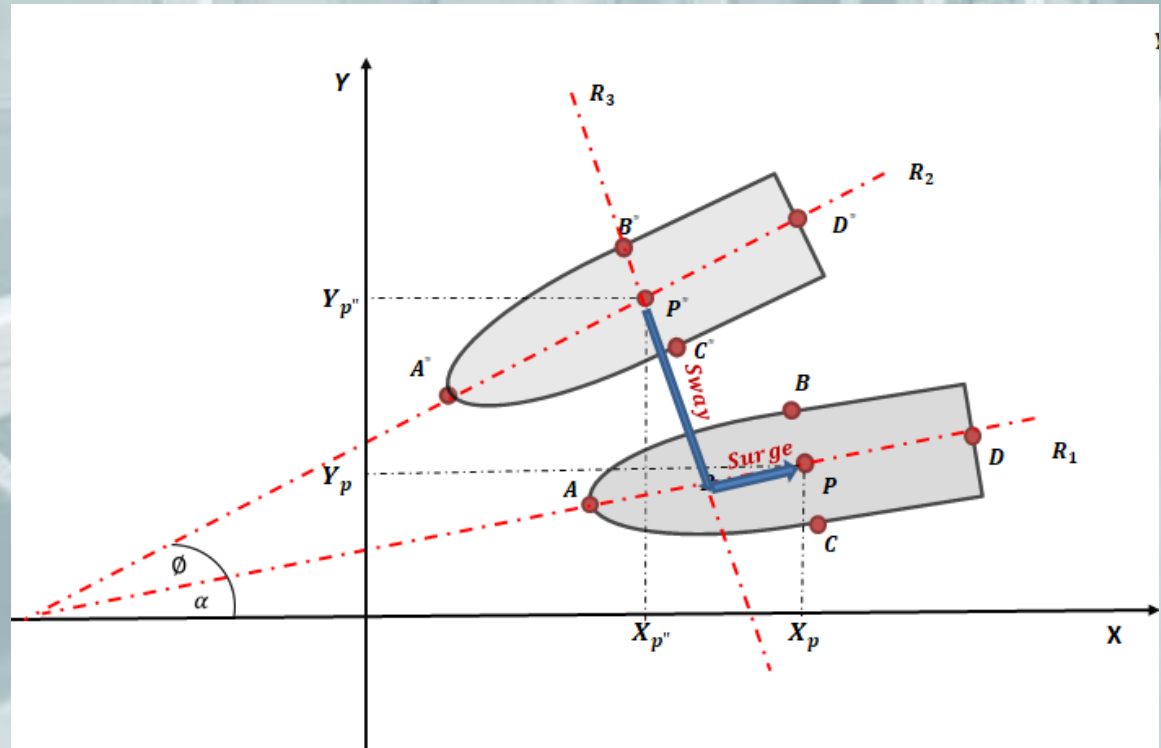
$$\bar{x}_p = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; n = 4$$

$$y - y_{P''} = m_p(x - x_{P''})$$

$$m1 = \frac{Y_D - Y_A}{X_D - X_A}$$

$$\tan^{-1}(m_2) = \alpha$$

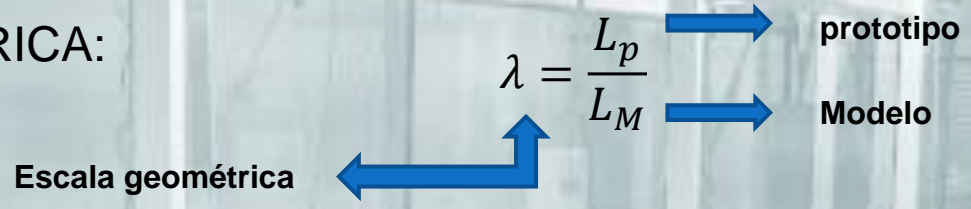
$$d = \frac{|ax + by + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$



ANÁLISIS DIMENSIONAL Y SEMEJANZA

- SEMEJANZA GEOMÉTRICA:

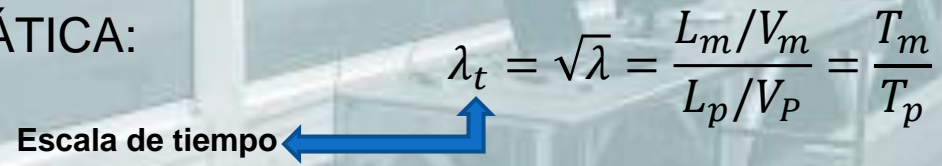
$$\lambda = \frac{L_p}{L_M}$$



prototipo
Modelo
Escala geométrica

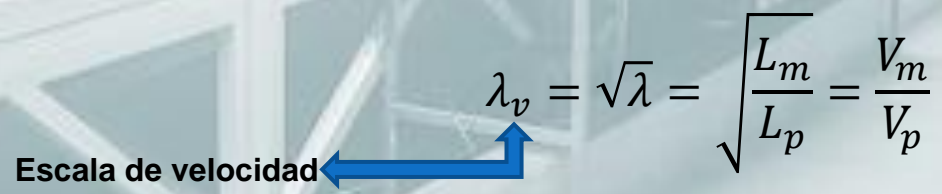
- SEMEJANZA CINEMÁTICA:

$$\lambda_t = \sqrt{\lambda} = \frac{L_m/V_m}{L_p/V_p} = \frac{T_m}{T_p}$$



Escala de tiempo

$$\lambda_v = \sqrt{\lambda} = \sqrt{\frac{L_m}{L_p}} = \frac{V_m}{V_p}$$



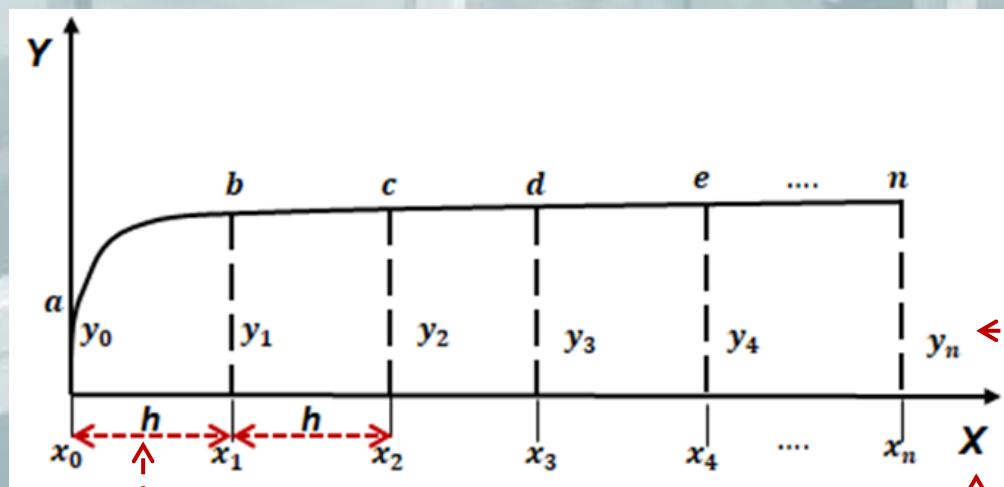
Escala de velocidad

- SEMEJANZA DINÁMICA: En esta memoria no se efectuara ensayos dinámicos y por ende no se profundiza en esta memoria.

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LA NAVE



- Para determinar el área y volumen de cuerpos irregulares se pueden emplear las reglas de Simpson y del Trapecio. Ambas reglas asumen que las figuras son curvas que siguen una función definida. Cuando son aplicadas en buques, entregan una aproximación de las áreas y los volúmenes de estos, las cuales serán más precisas a medida que la distancia entre las ordenadas sea menor.



Distancia
entre
estaciones

Distancia perpendicular
entre semi-manga y la
borda del barco

X representa las estaciones en
que es dividido el plano

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LA NAVE

- CÁLCULO DEL ÁREA MEDIANTE LA REGLA DE TRAPECIO

$$\text{Área}_{total} = h * \sum (y_n)$$

- CÁLCULO DE VOLUMEN DE LA NAVE

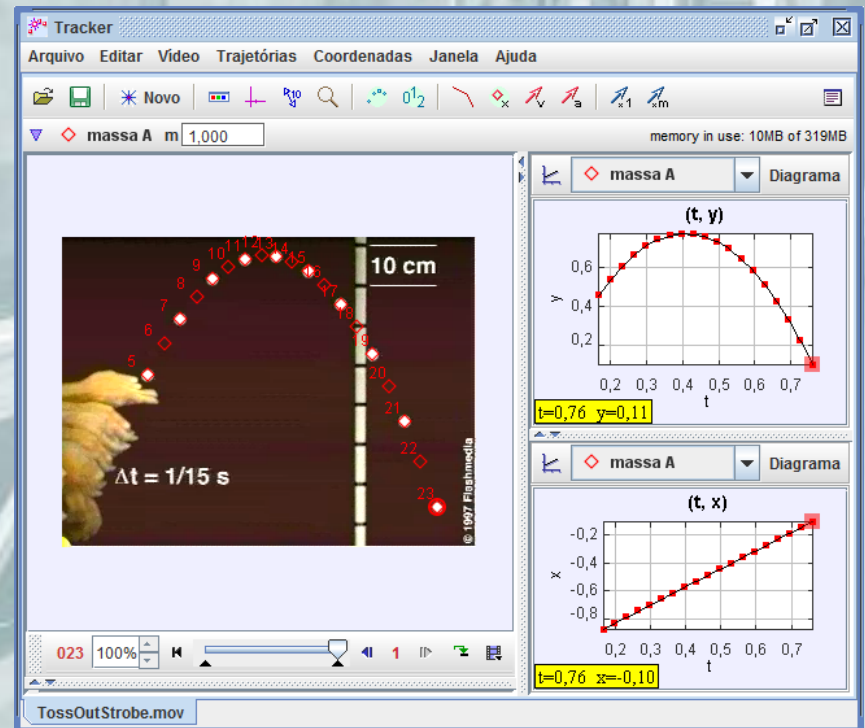
$$V = h * \sum f(v)$$

SOFTWARE UTILIZADOS

DISEÑO DE LA NAVE EN FUSION 360

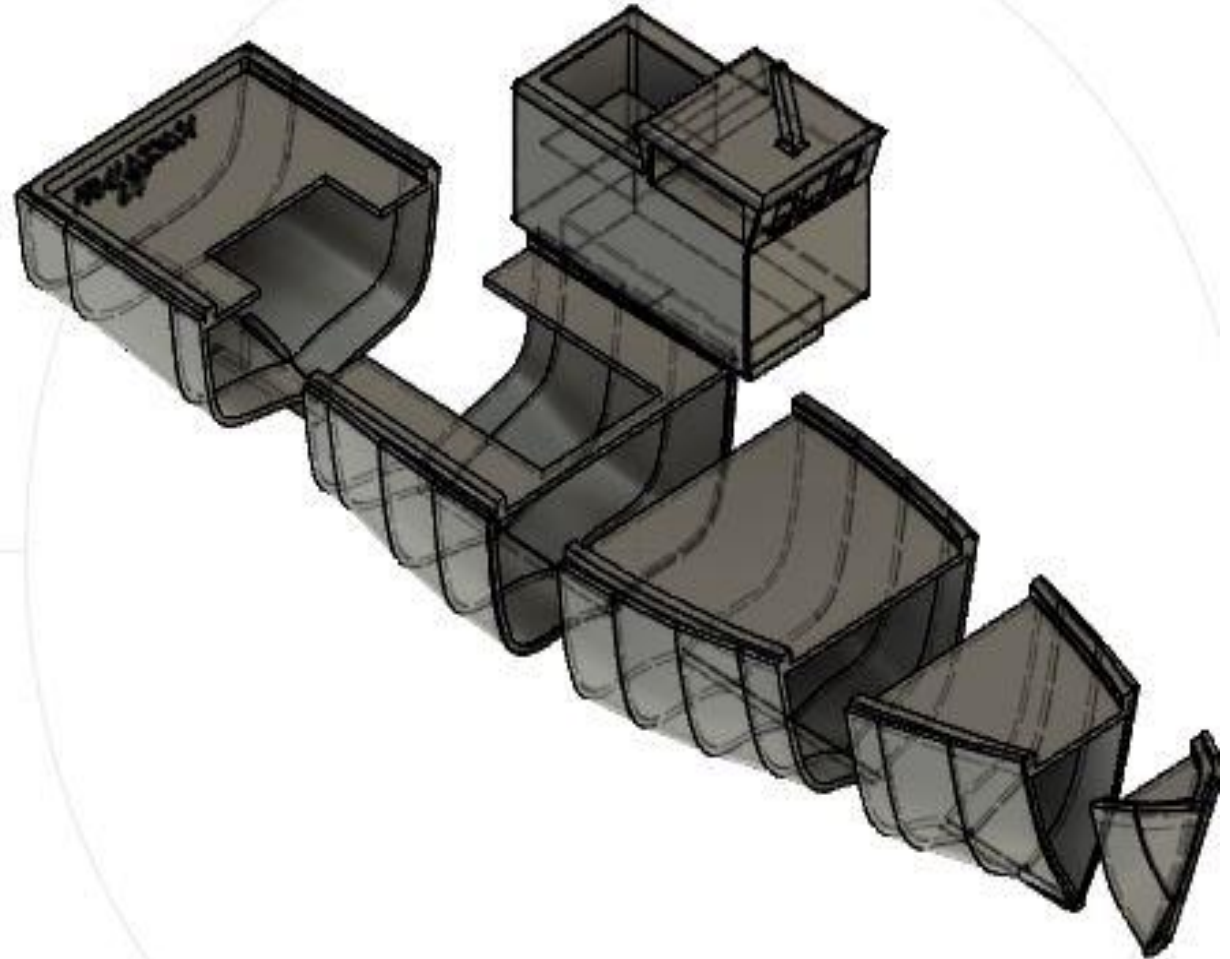


PROCESAMIENTO DE VIDEOS MEDIANTE TRACKER

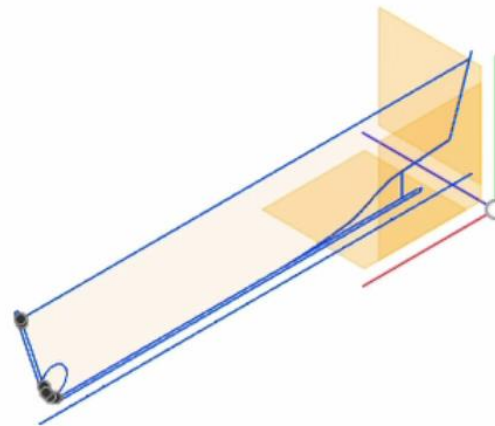


DISEÑO DE LA NAVE EN SOFTWARE FUSION 360

Sección



DISEÑO DE LA NAVE MEDIANTE EL SOFTWARE FUSION 360



IMPRESIÓN Y ENSAMBLAJE



Metodología

- INSTRUMENTOS DEL LABORATORIO
- PALETA GENERADORA DE OLEAJE
- SONDAS RESISTIVAS
- DISIPADOR DISIPADOR

INSTRUMENTOS DEL LABORATORIO



DISIPADOR
DISIPADOR



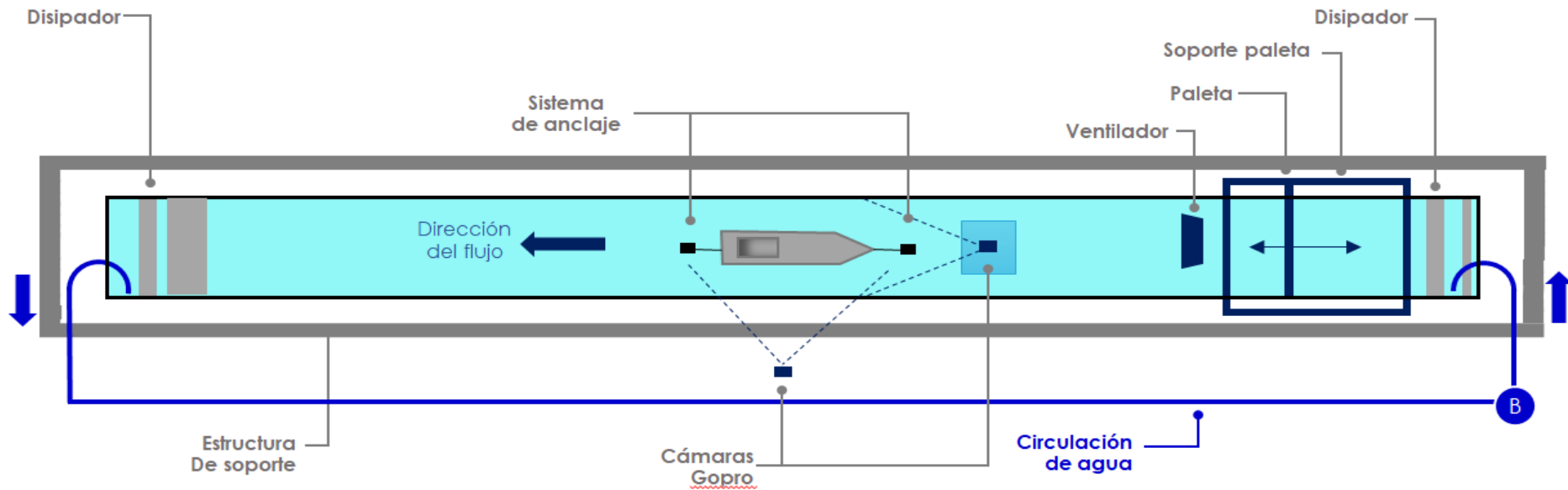
SONDAS RESISTIVAS



PALETA GENERADORA
DE OLEAJE

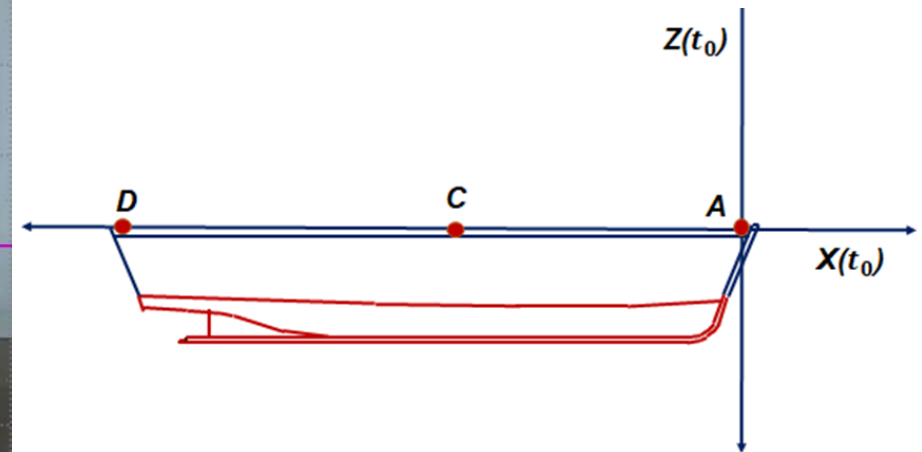
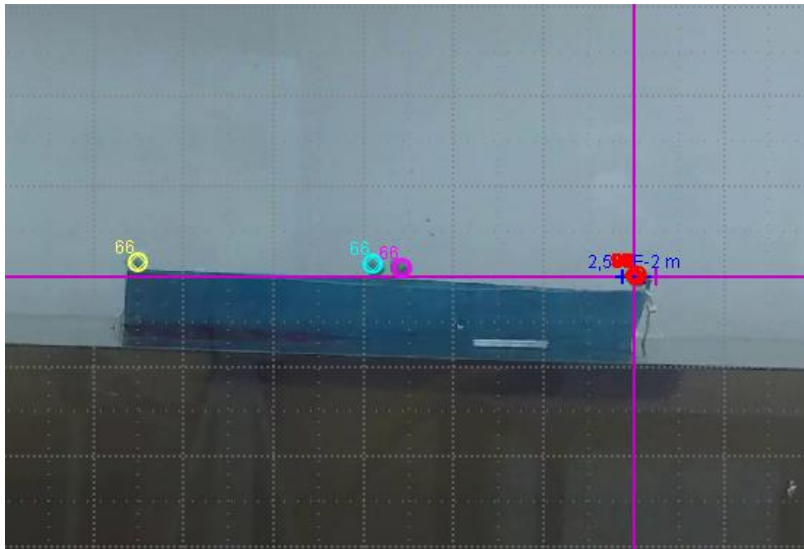


DISTRIBUCIÓN Y VISTAS DE LAS CÁMARAS

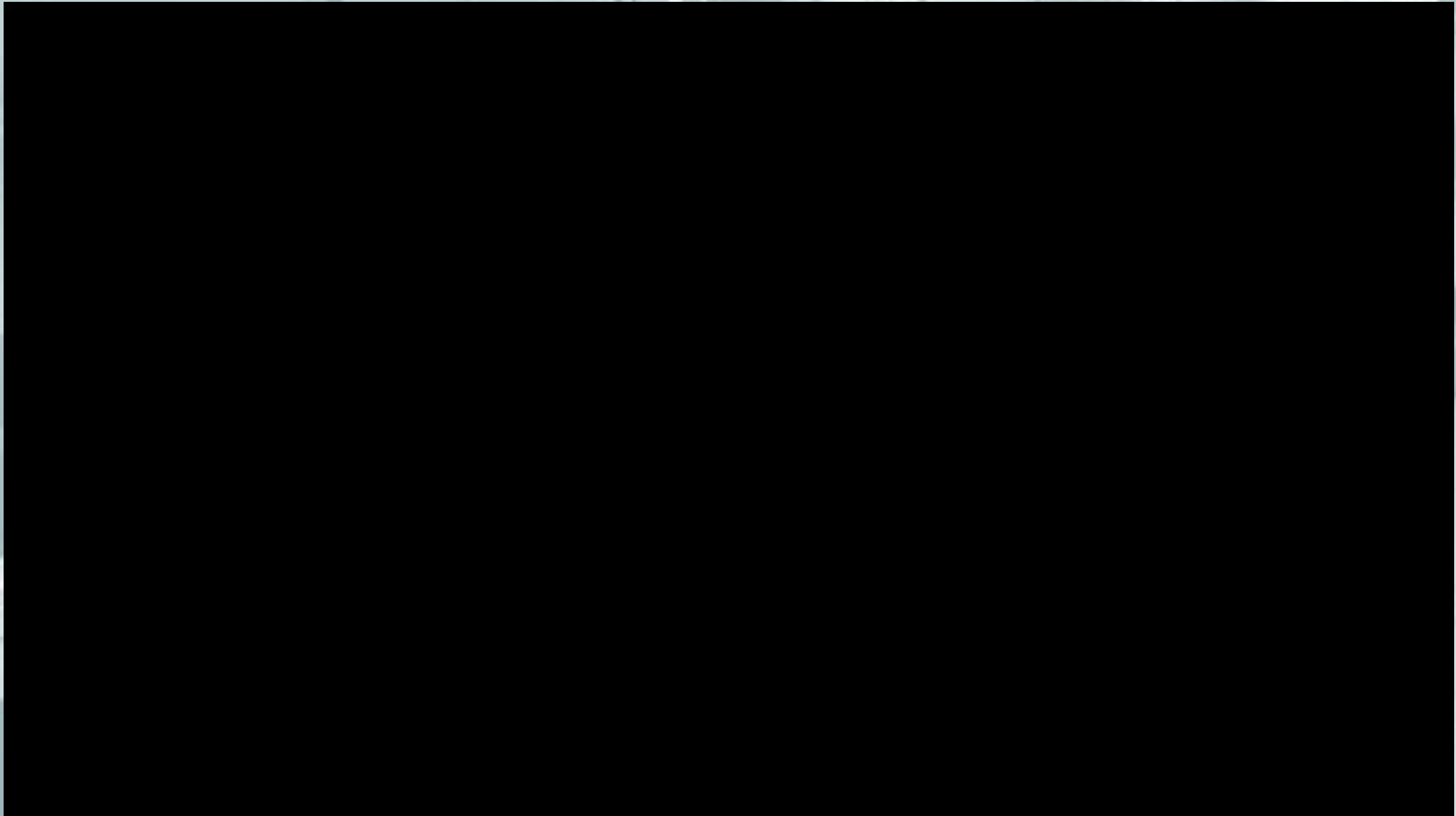


DISTRIBUCIÓN Y VISTAS DE LAS CÁMARAS

Vista lateral cámara XZ

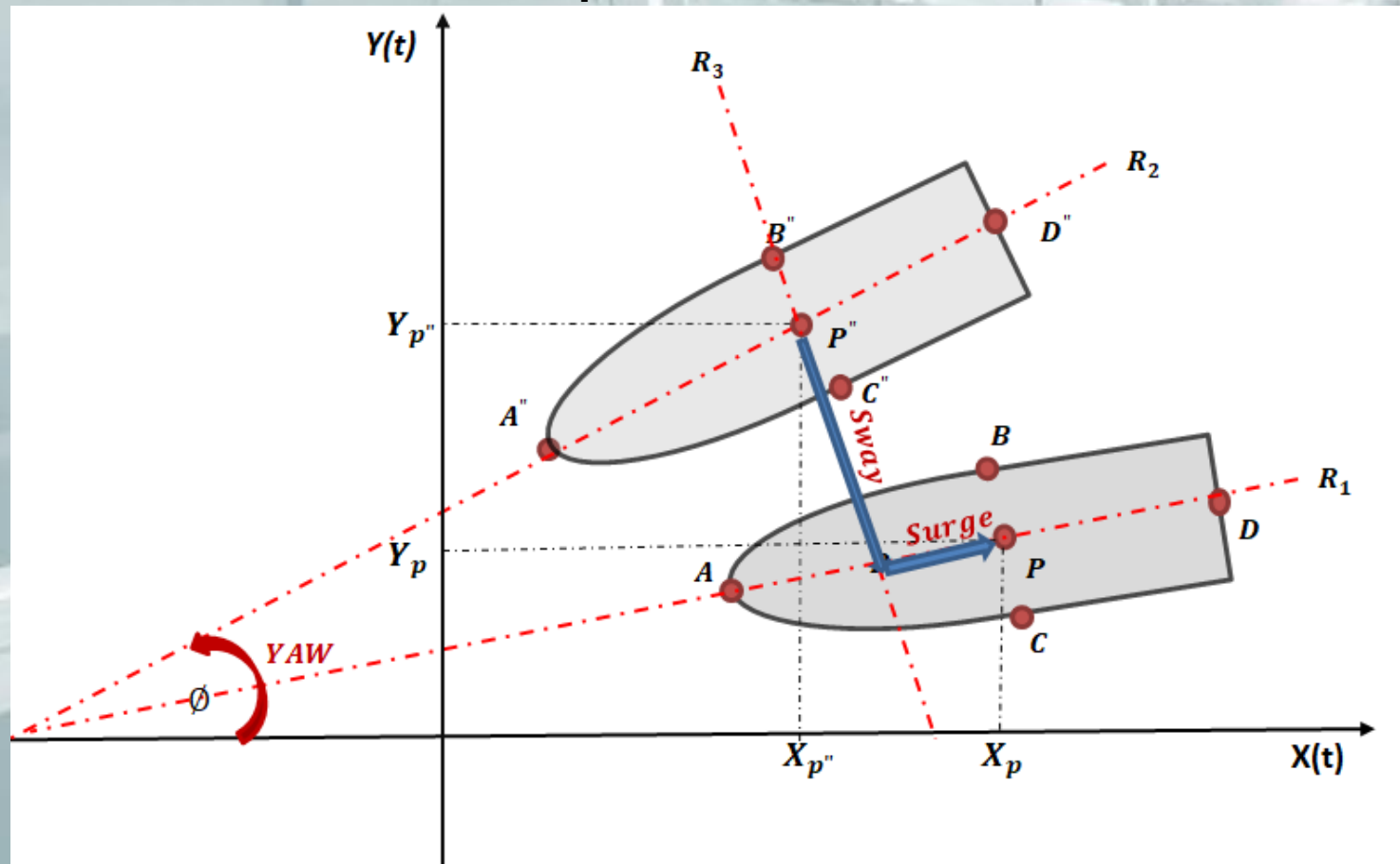


DISTRIBUCIÓN Y VISTAS DE LAS CÁMARAS



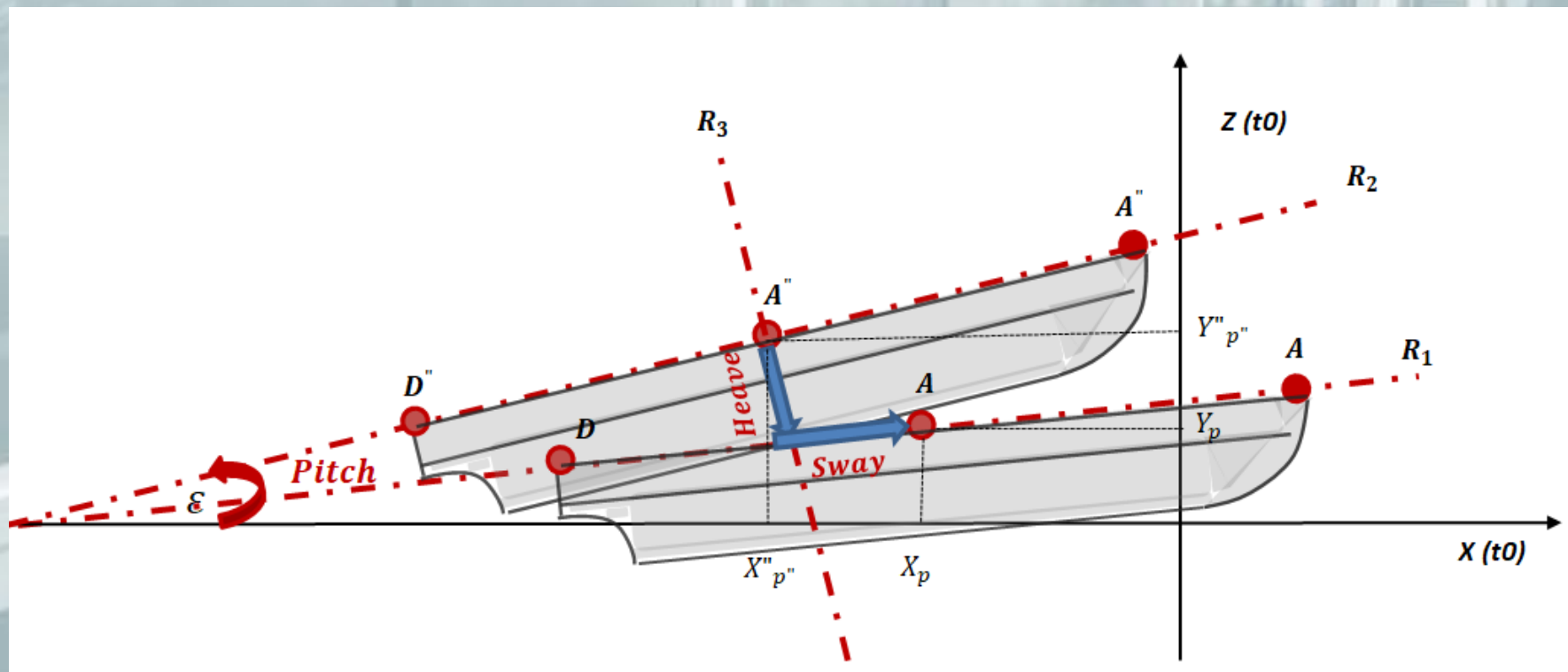
SEGUIMIENTO DE LOS PUNTOS

Vista planta cámara XY



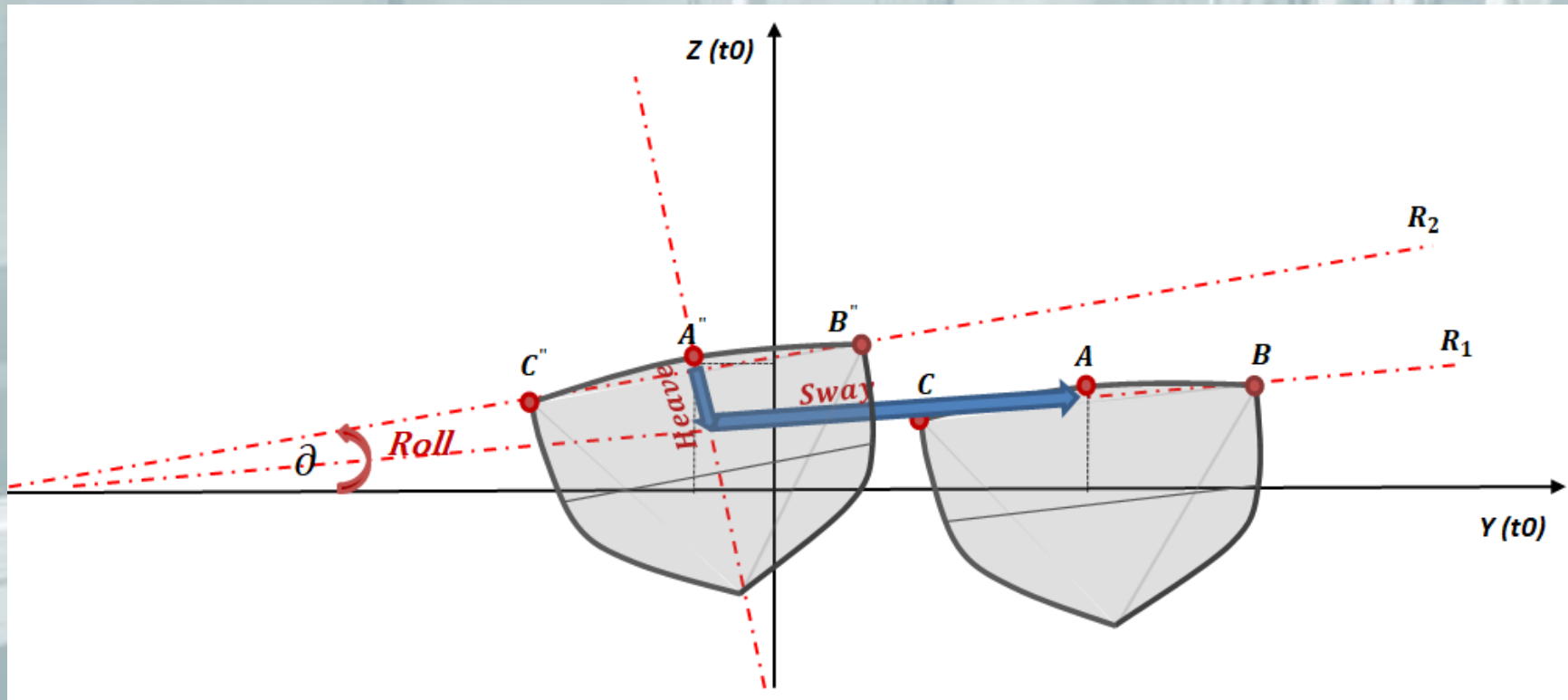
SEGUIMIENTO DE LOS PUNTOS

Vista lateral cámara XZ



SEGUIMIENTO DE LOS PUNTOS

Vista frontal cámara YZ



CASOS A ANALIZAR

Nº	Código	Repetición	Hmo(m)	Tp (s)
1	OH1T1R1	1	1.0	8
2	OH1T1R2	2	1.0	8
3	OH1T1R3	3	1.0	8
4	OH1T2R1	1	1.0	12
5	OH1T2R2	2	1.0	12
6	OH1T2R3	3	1.0	12
7	OH2T1R1	1	2.0	8
8	OH2T1R2	2	2.0	8
9	OH2T1R3	3	2.0	8
10	OH2T2R1	1	2.0	12
11	OH2T2R2	2	2.0	12
12	OH2T2R3	3	2.0	12

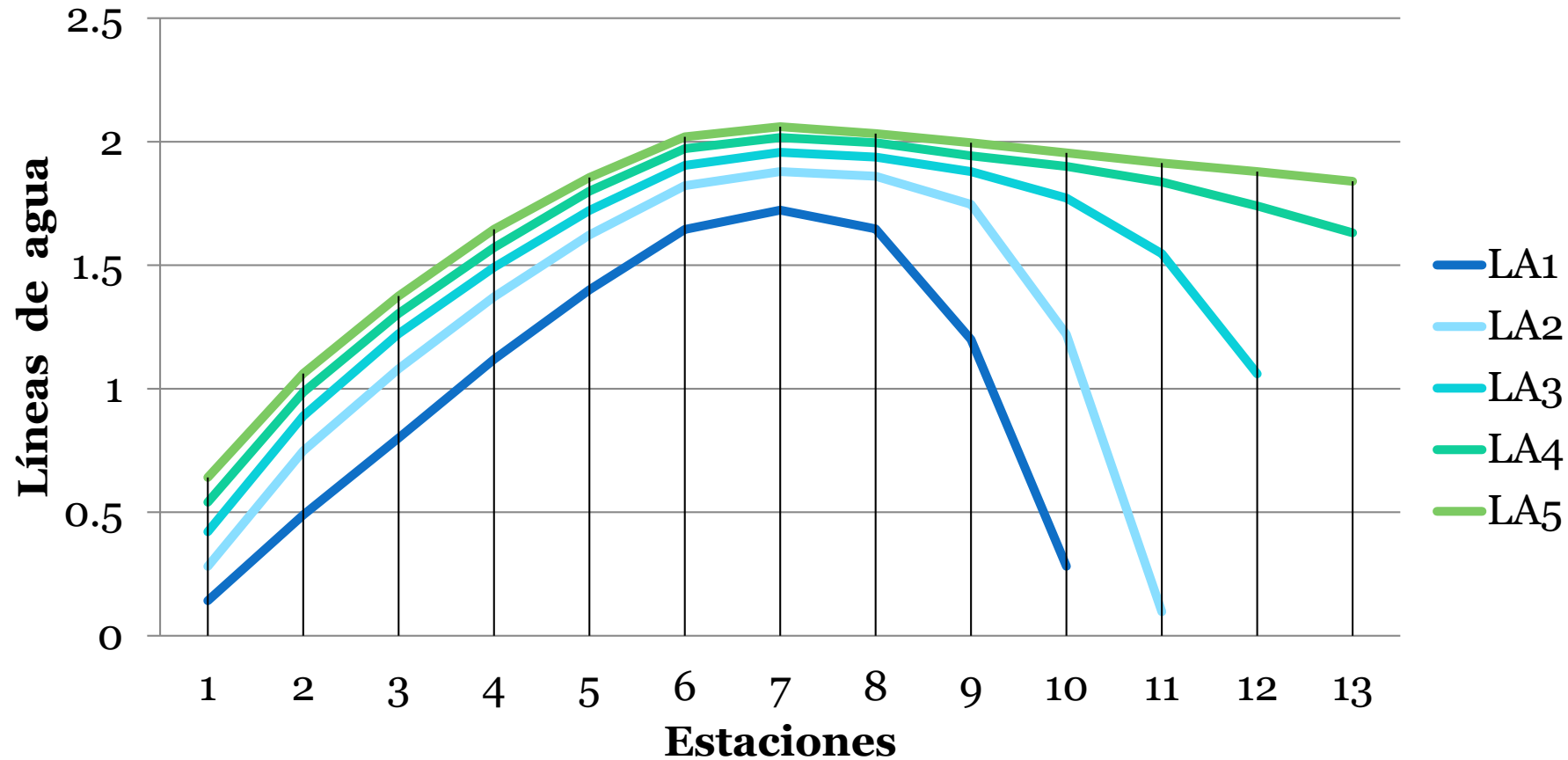
CASOS A ANALIZAR

Código	Prototipo			Modelo		
	Altura (m)	Tp(s)	Frecuencia	Altura (m)	Tp(s)	Frecuencia
0H1T1R1	1	8	0,12	0,04	0,32	0,62
0H1T2R1	1	12	0,08	0,04	0,48	0,41
0H2T1R1	2	12	0,08	0,08	0,48	0,41
0H2T2R1	2	8	0,12	0,08	0,32	0,62

MODELACIÓN DE LA NAVE A ESCALA

Elemento	Escala	
	1:1 (m)	1:25 (cm)
Calado LA5	1,25	5
Puntal	1,54	6,2
Borda	2,4	9,6
Eslora Entre P	12	48
Eslora	14	56
Manga	4,2	16,8

MODELACIÓN DE LA NAVE A ESCALA

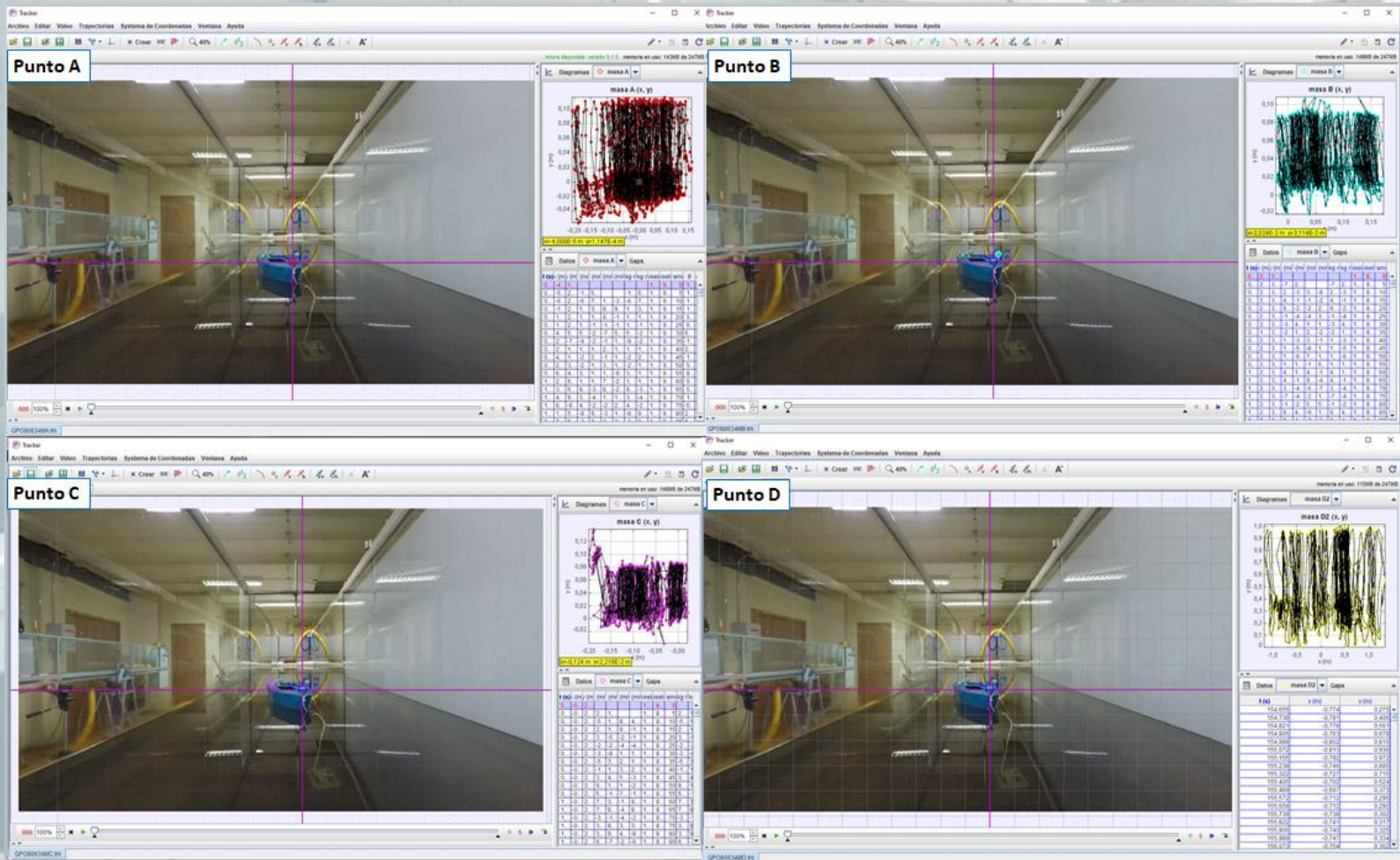


MODELACIÓN DE LA NAVE A ESCALA

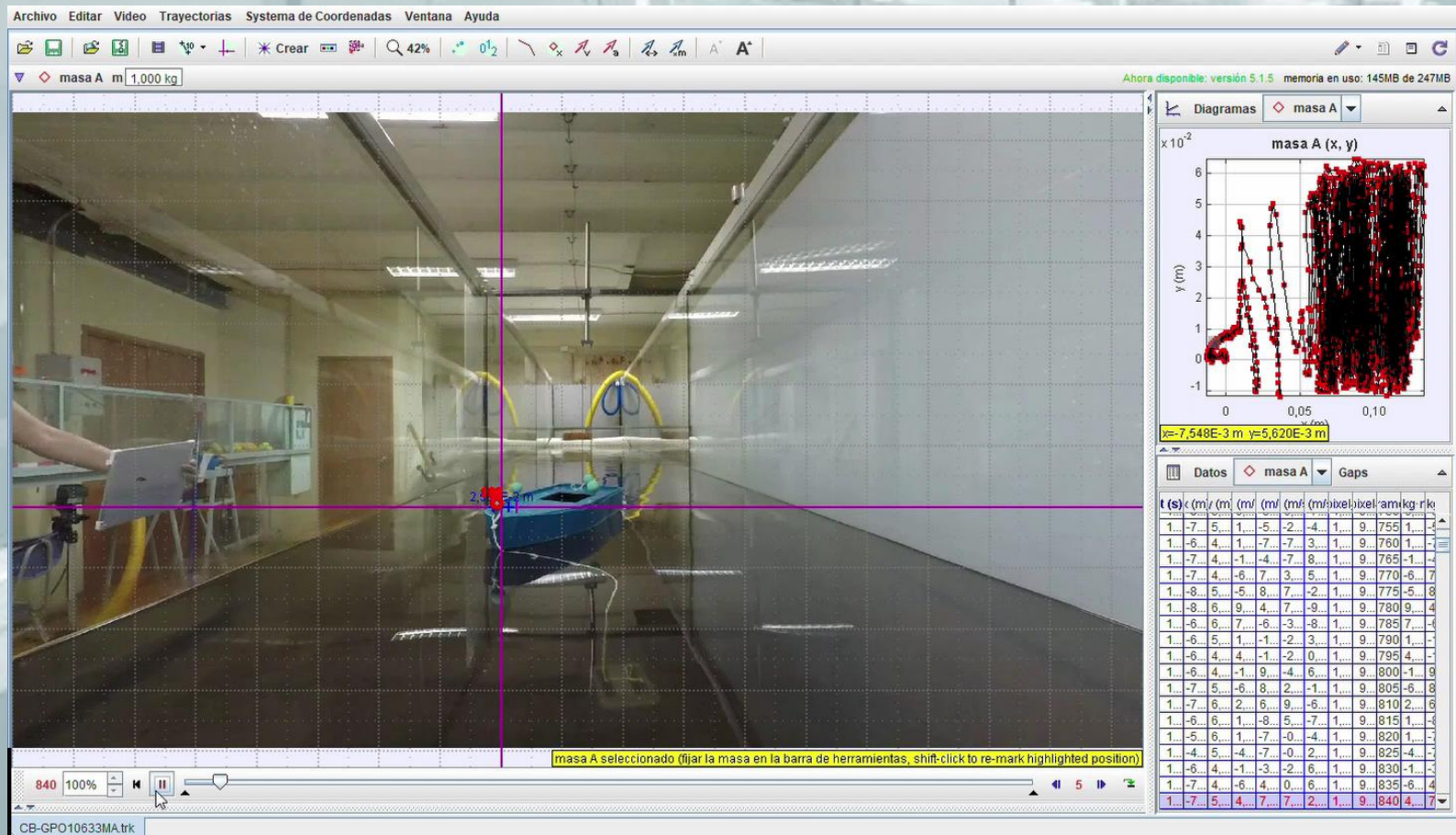
Variable	Valor
Escala	1:25
Escala	15625
Volumen	33,19 (m ³)
Volumen del modelo	0,0021 (m ³)
Desplazamiento	0,0021 (t)
Desplazamiento	2,12 (Kg)
Agua dulce	1 (t/m ³)



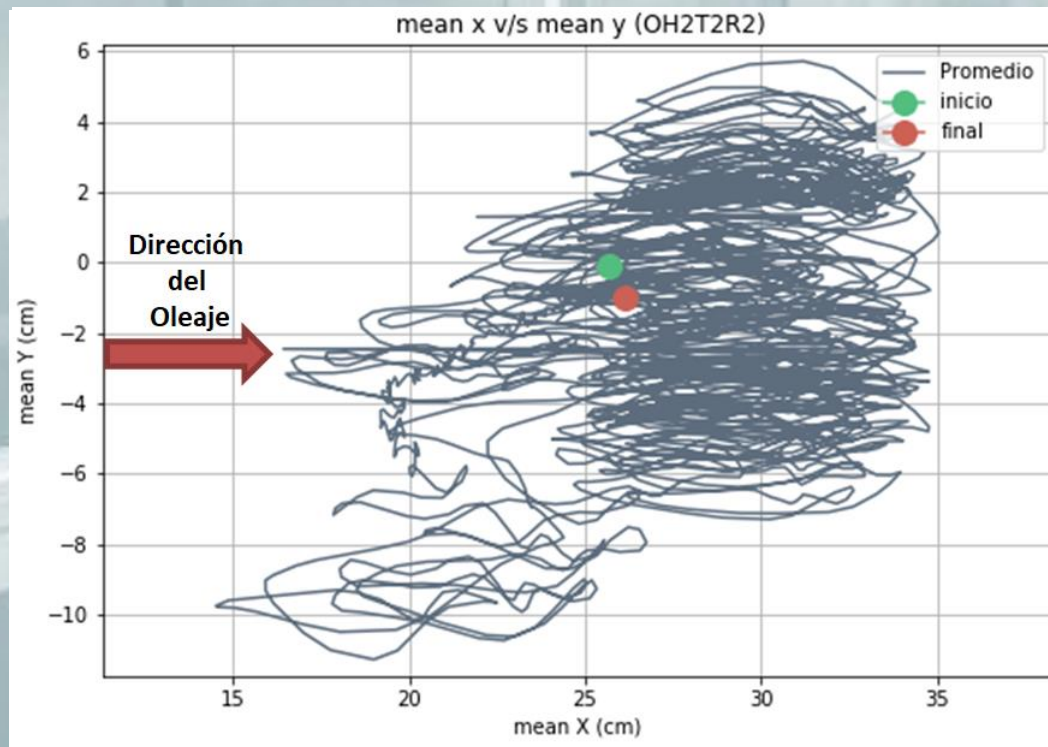
MOVIMIENTOS DE LA NAVE



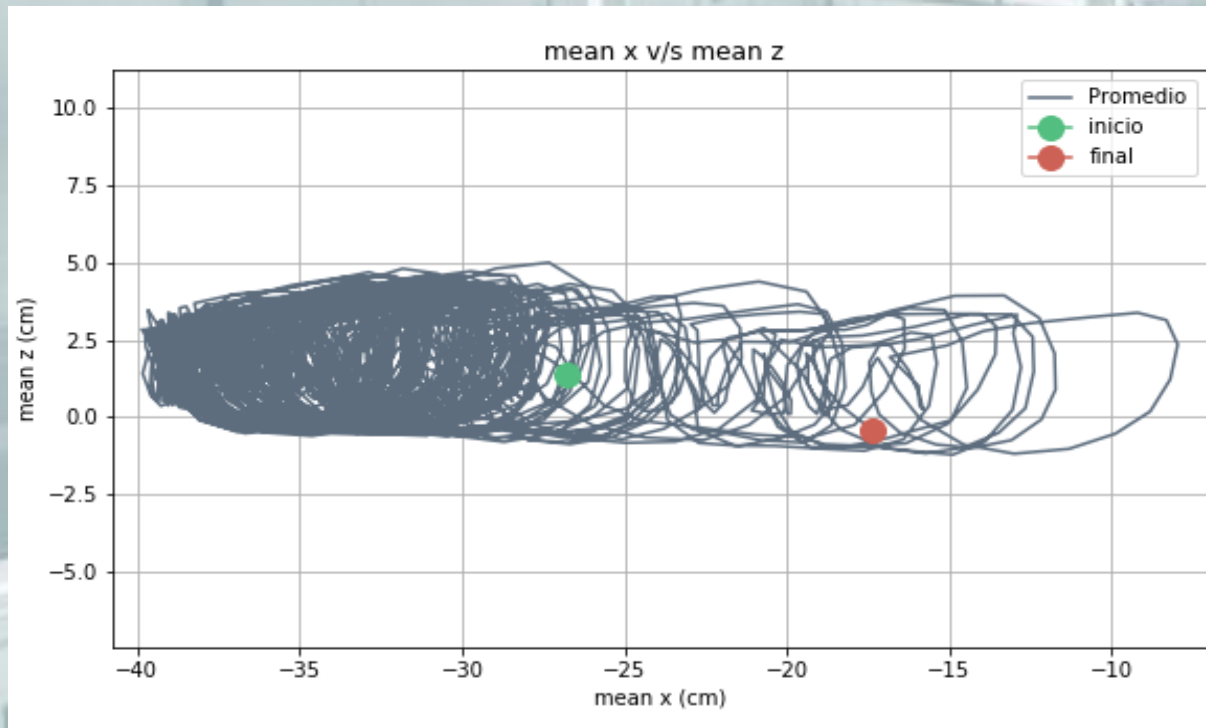
MOVIMIENTOS DE LA NAVE



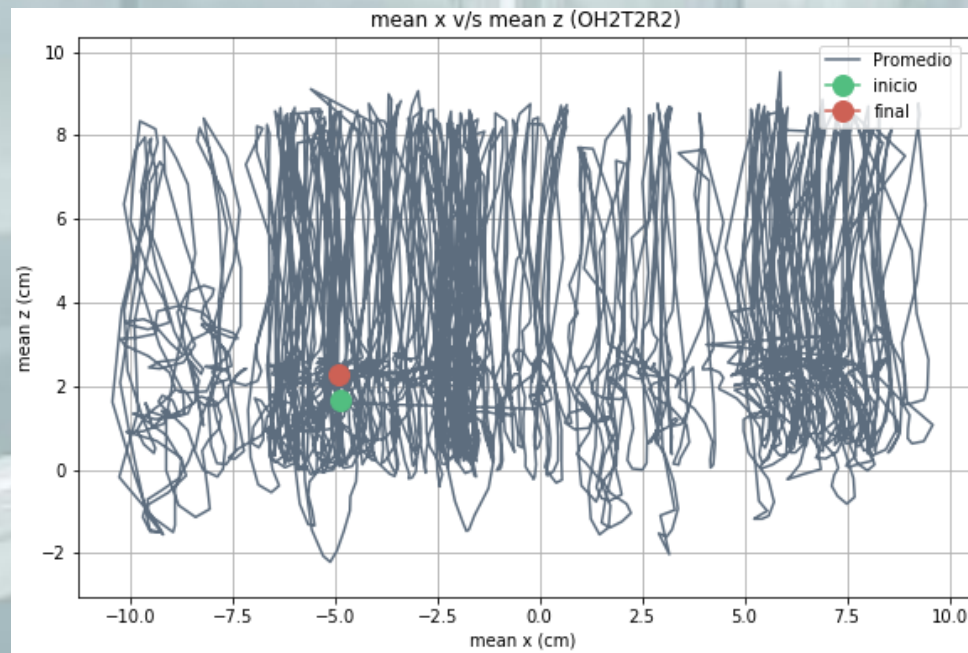
VISTA PLANTA XY



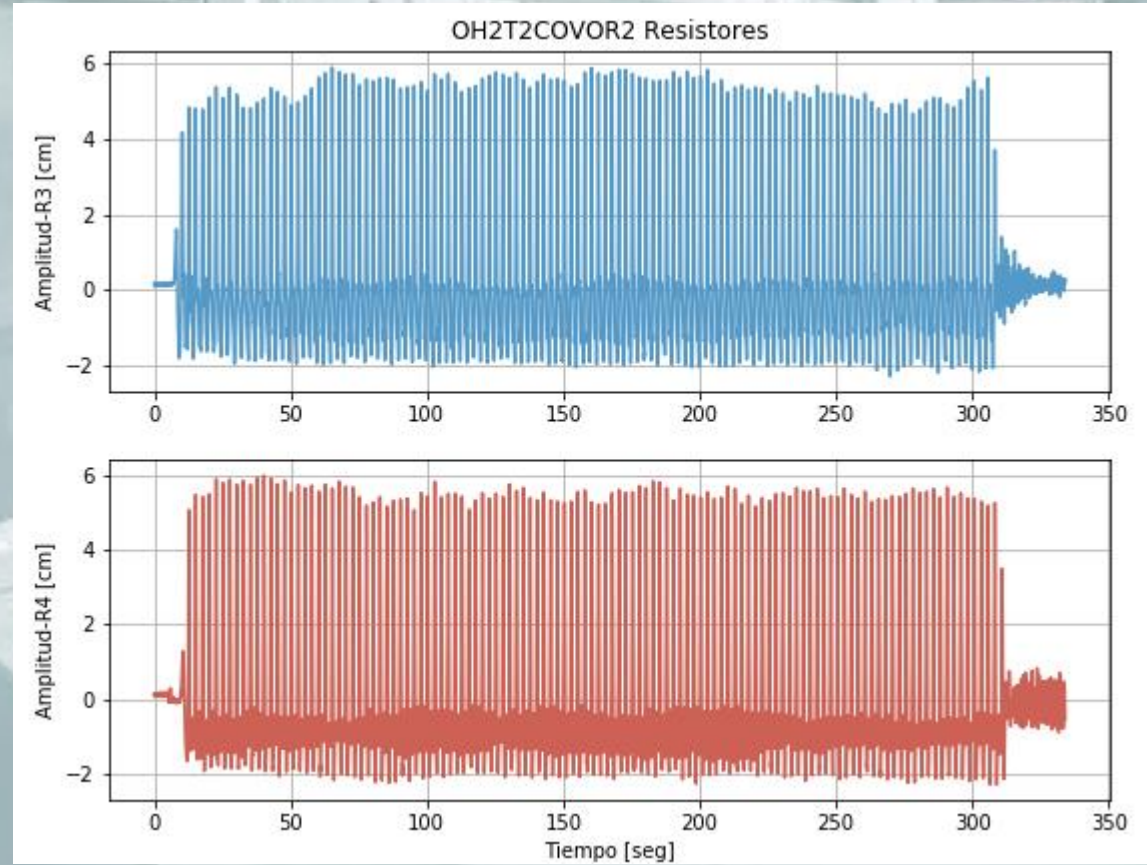
VISTA LATERAL XZ



VISTA FRONTAL ZY



Desnivelaciones



RESULTADOS

Vista Lateral Surge ← →

 Heave ← →

Vista Frontal Sway ← →

 Heave ← →

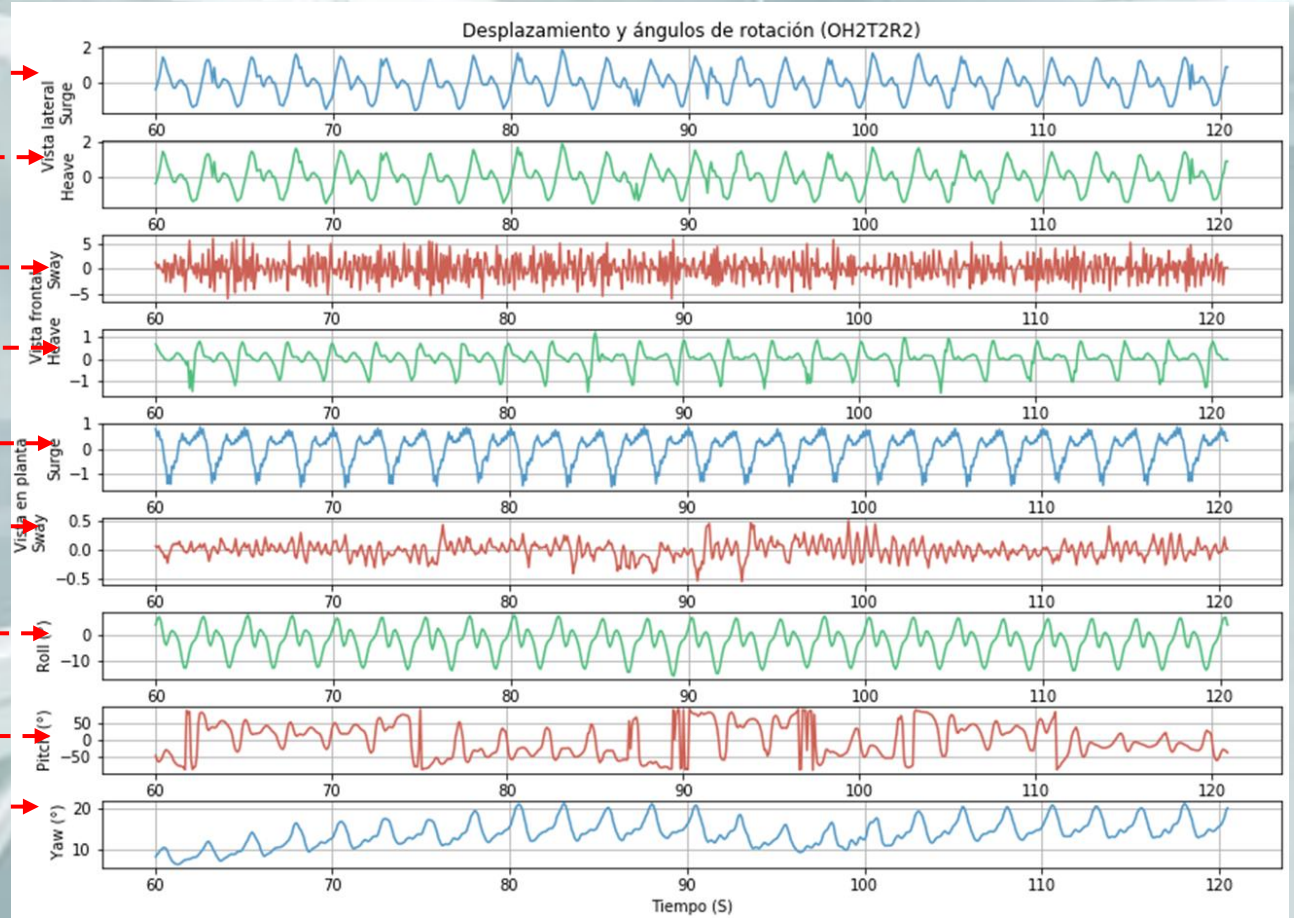
Vista Planta Surge ← →

 Sway ← →

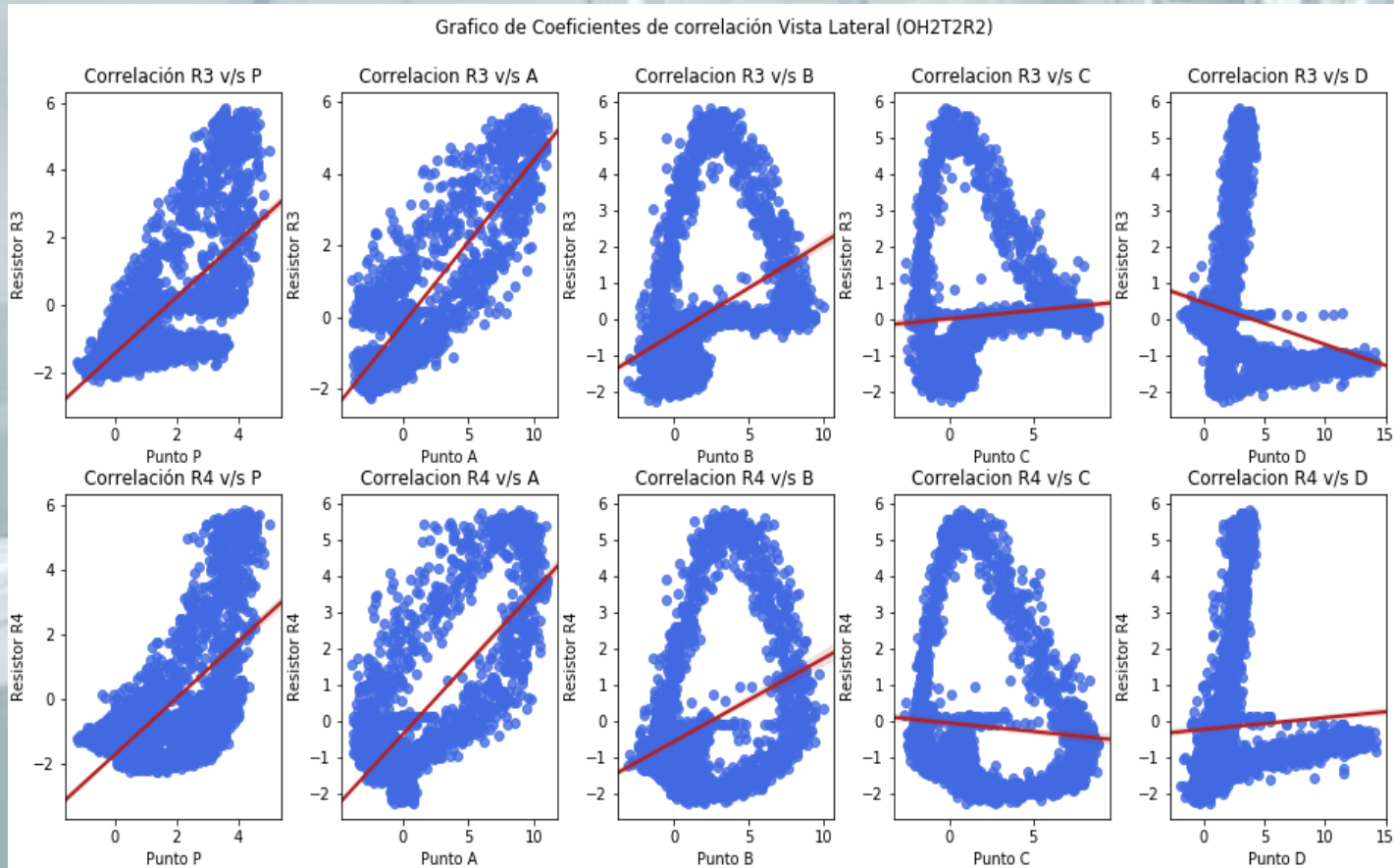
 Roll ← →

 Pitch ← →

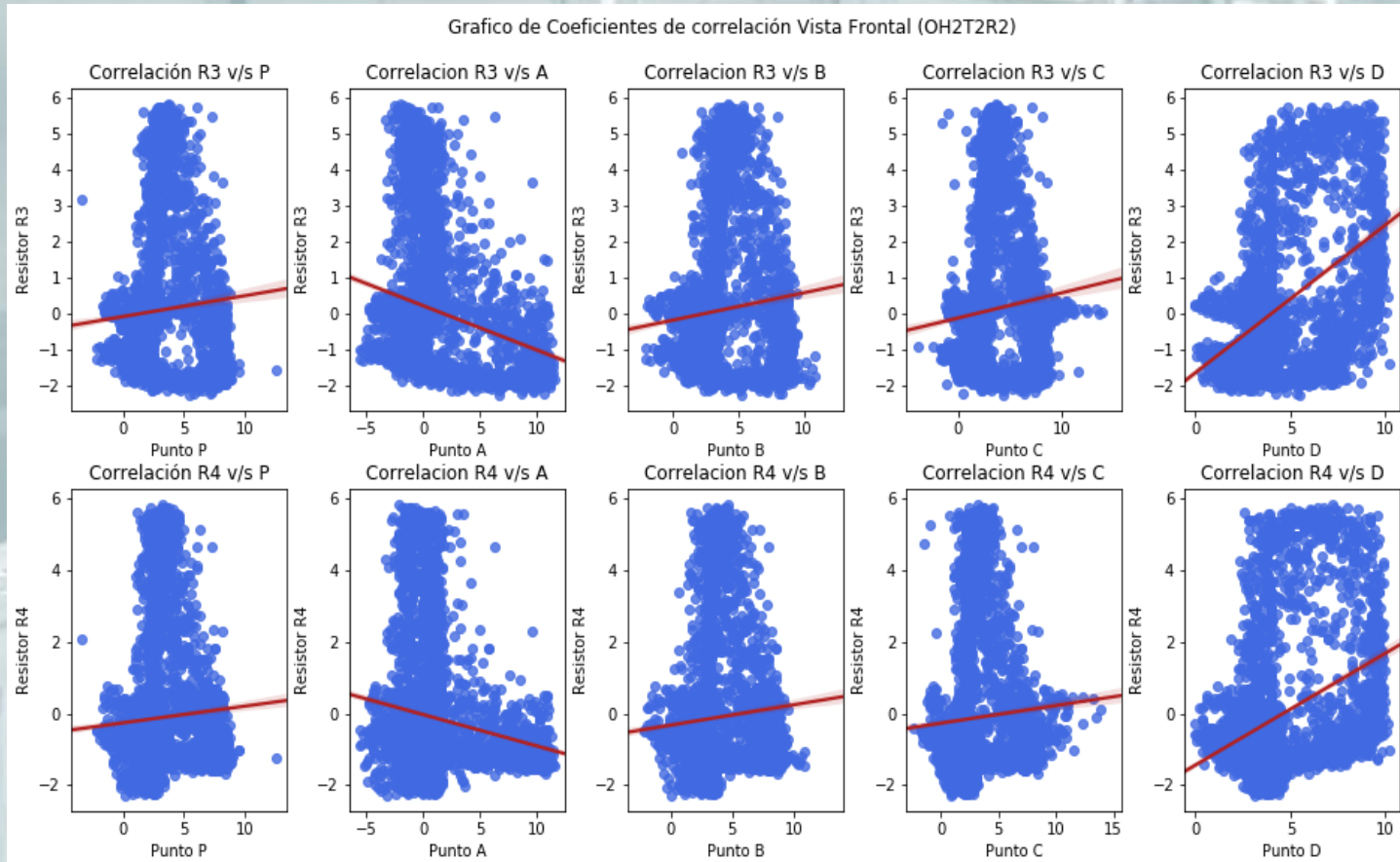
 Yaw ← →



CORRELACIÓN LINEAL VISTA LATERAL



CORRELACIÓN LINEAL VISTA FRONTAL



Herramientas de modelado y construcción en 3D

- Para efectuar el diseño de estos modelos es importante contar con los planos y conocimientos prácticos de las características de los objetos que se desean diseñar. Esto con el propósito de generar un acercamiento del modelo al prototipo.
- Para desarrollar nuevas técnicas de modelación en 3D, se debe contar con el material para ser empleadas y estar dispuesto al ensayo y al error en su confección.
- Se debe tener en cuenta que las impresoras 3D son propensas a tener fallas en la producción de los elementos, sobre todo en piezas delgadas, las cuales pueden sufrir deformaciones producto del calor al que es sometido el material. Esto puede producir complicación en el ensamblaje de sus partes.
- También, se tiene que considerar a la hora de emplear esta herramienta el alto tiempo de impresión de cada pieza, donde el tiempo de impresión depende del tamaño del elemento.

Análisis de vídeo y procesamiento de los datos

- Las técnicas de medición mediante cámaras de videos utilizadas, pueden ser optimizadas con el propósito de mejorar la exactitud de las mediciones, ya sea efectuando correcciones en la perspectiva de las diferentes vistas o empleando otras herramientas (giroscopios, acelerómetros entre otros) para comparar el desplazamiento y tamaño de los objetos.
- El software Tracker es propenso a presentar errores en el seguimiento de la nave menor producto de la superposición de los puntos en algunos momentos de la grabación.
- Las técnicas empleadas no permiten validar los movimientos horizontales que realiza la nave, ya que no se tienen datos de algún otro instrumento para comparar.
- El análisis de los datos puede ser profundizado y complementado realizando otros tipos de estudios como lo son las técnicas de análisis espectral o de tiempo frecuencia. Esto podría permitir un análisis más completo de los ensayos realizados, es por esto, que se recomienda en futuros ensayos el uso de estas técnicas

Experiencias en el laboratorio

- Existen consideraciones que podrían ayudar a ser más exactos en los ensayos como son la distribución de las cargas dentro de la nave, el tipo de amarre de la nave, entre otros.
- Los casos modelados solo contemplan el oleaje. Sería interesante ensayar con otros forzantes (viento, corriente o combinaciones de estos) y con diferentes métodos de amarre para una nave con el propósito de observar el comportamiento de la nave.
- Los ensayos realizados en el presente proyecto como el sistema de medición son de bajo costo y accesibles para la comunidad estudiantil. Esto puede permitir el uso de este sistema en otros casos de medición similares o parte de este para nuevas experiencias prácticas.



Gracias por su atención.