

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN MECATRÓNICA

“Diseño y construcción de un prototipo de vehículo marino de superficie no tripulado (USV) tipo catamarán para la recolección de macro plásticos en un ambiente controlado”

Autores: Mamarandi Aulestia Bryan Ezequiel

Unda Tipan Jhon Jairo

Director: Ing. David Loza Matovelle PhD (c)

2023





Contenido

- Introducción
- Investigación previa
- Metodología
- Diseño y Construcción
- Pruebas y Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Trabajos futuros



Planteamiento del problema

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

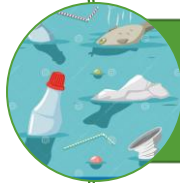
Trabajos futuros



En Ecuador, cada habitante produce 0,83 kg de residuos sólidos diarios.



La basura mal tratada llega a ríos, lagunas, lagos y mares.



El 60-90% de la basura marina es plástico



Los macroplásticos se fragmenta en microplásticos



Existen iniciativas de recolección manual.



ECUADOR

Justificación e Importancia

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



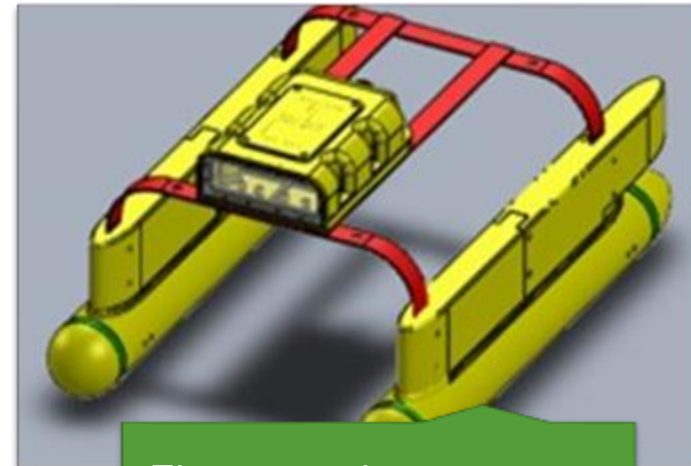
La recolección de
desechos marinos se ha
realizado de forma manual.



Una solución robótica
evitará tareas peligrosas y
agotadoras.



La universidad no ha
desarrollado robótica
marina



El proyecto busca ser una
base para futuros trabajos.



Objetivos

Diseño de un USV para recolección de macro plásticos

Cálculo e implementación para flotación y estabilidad

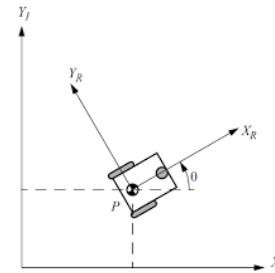
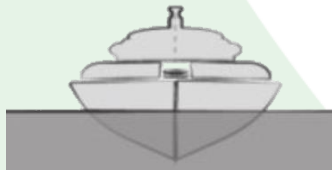
Selección de motores y hélices

Suministro de energía a los componentes eléctricos

Implementación localización global y local

Instalación de comunicación entre usuario y USV

Implementación de sistema de recolección



Introducción

Investigación previa

Metodología

Diseño

Pruebas y Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Robótica Móvil

Introducción



Investigación
previa

Metodología



Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

- Fábricas
- Hogares
- Hospitales
- Agricultura
- Militares

Recomendaciones



Trabajos futuros





Análisis para el diseño y construcción

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

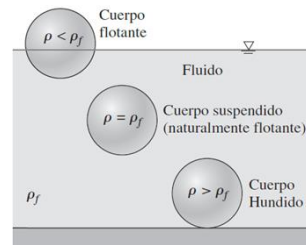
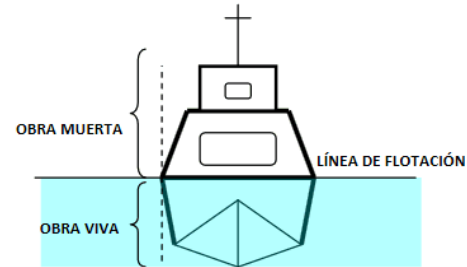
Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

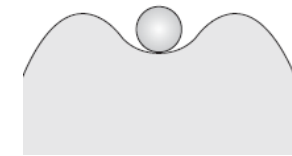
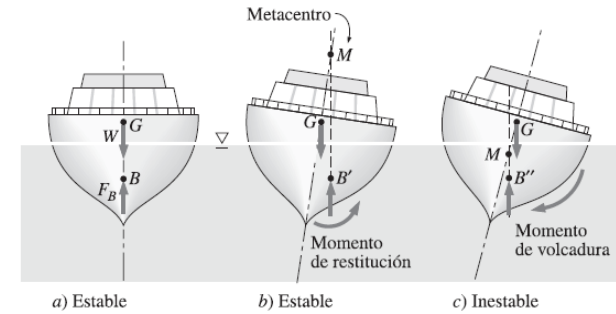
Flotación



Resistencia



Estabilidad



Propulsión





Análisis para el diseño y construcción

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

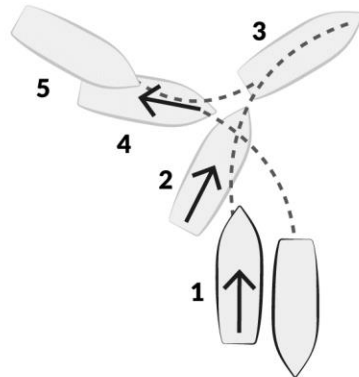
Pruebas y
Resultados

Conclusiones

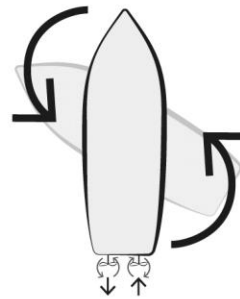
Recomendaciones

Trabajos futuros

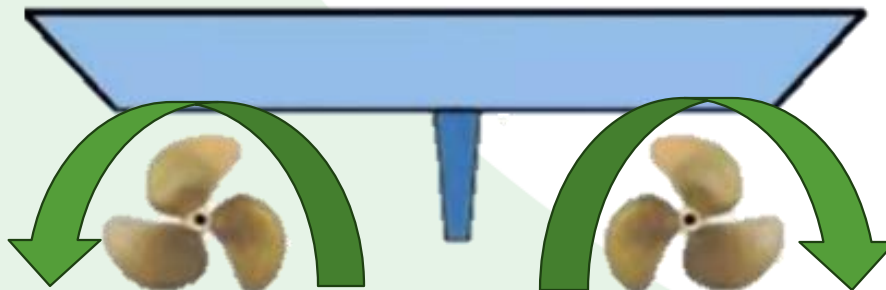
Maniobrabilidad



Ciaboga con una hélice



Ciaboga con dos hélices



Levógira

Dextrógira

Comportamiento en el mar





Resistencia: Formas de obtención

Ensayos experimentales

Semejanza geométrica

Semejanza dinámica

Resistencia total

$$\lambda = \frac{L_S}{L_M} \quad \lambda^2 = \frac{S_S}{S_M} \quad \lambda^3 = \frac{\nabla_S}{\nabla_M}$$

$$\frac{V_S}{\sqrt{L_S}} = \frac{V_M}{\sqrt{L_M}}$$

$$F_D = \frac{C_D \cdot A \cdot \rho \cdot u^2}{2}$$

Métodos estadísticos

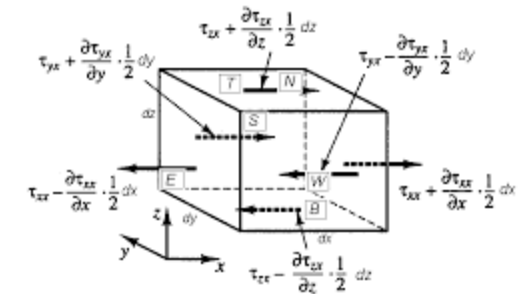
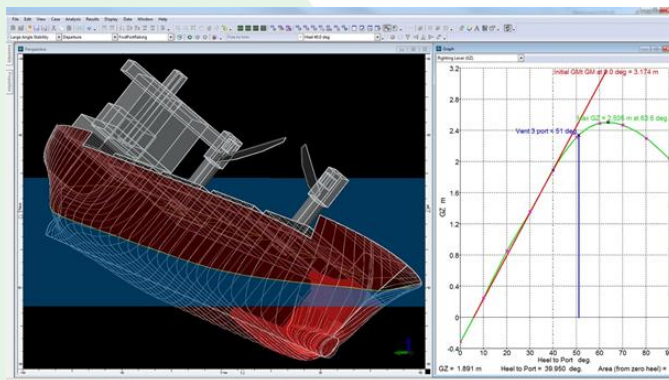
Savitsky, Blount and Fox, Wyman, Holtrop, Compton y Fung

Métodos analíticos

Navier Stokes

Métodos numéricos

MaxSurf, HELYX – Marine, STAR-CCM y SolidWorks



Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Control de un barco

Introducción

**Investigación
previa**

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

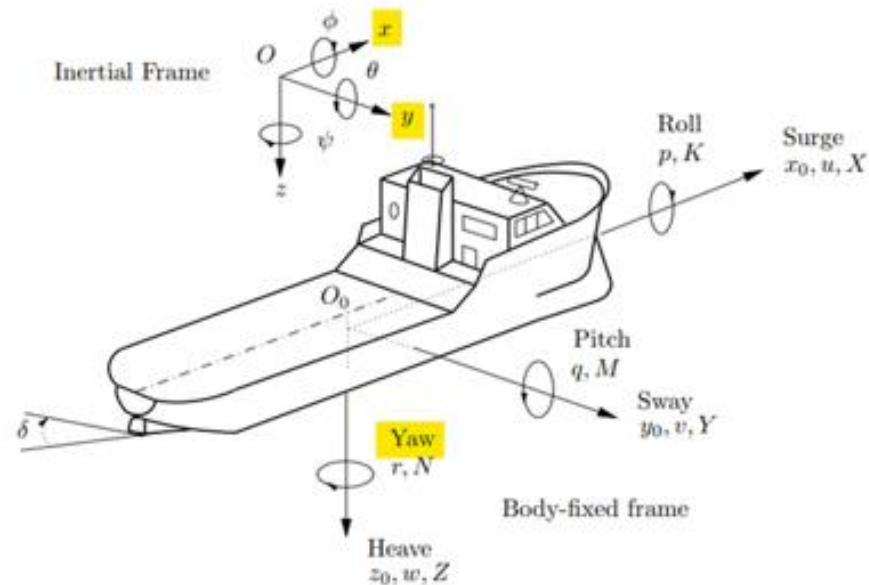
Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Translación	Fuerza	Velocidad lineal	Posición
Avance - Surge	X	u	x
Desplazamiento lateral - Sway	Y	v	y
Arfada - Heave	Z	w	z

Rotación	Momento	Velocidad angular	Ángulos de Euler
Balanceo - Roll	K	p	ϕ
Cabeceo - Pitch	M	q	θ
Guiñada - Yaw	N	r	ψ





Metodología

Introducción

Investigación
previa

Metodología

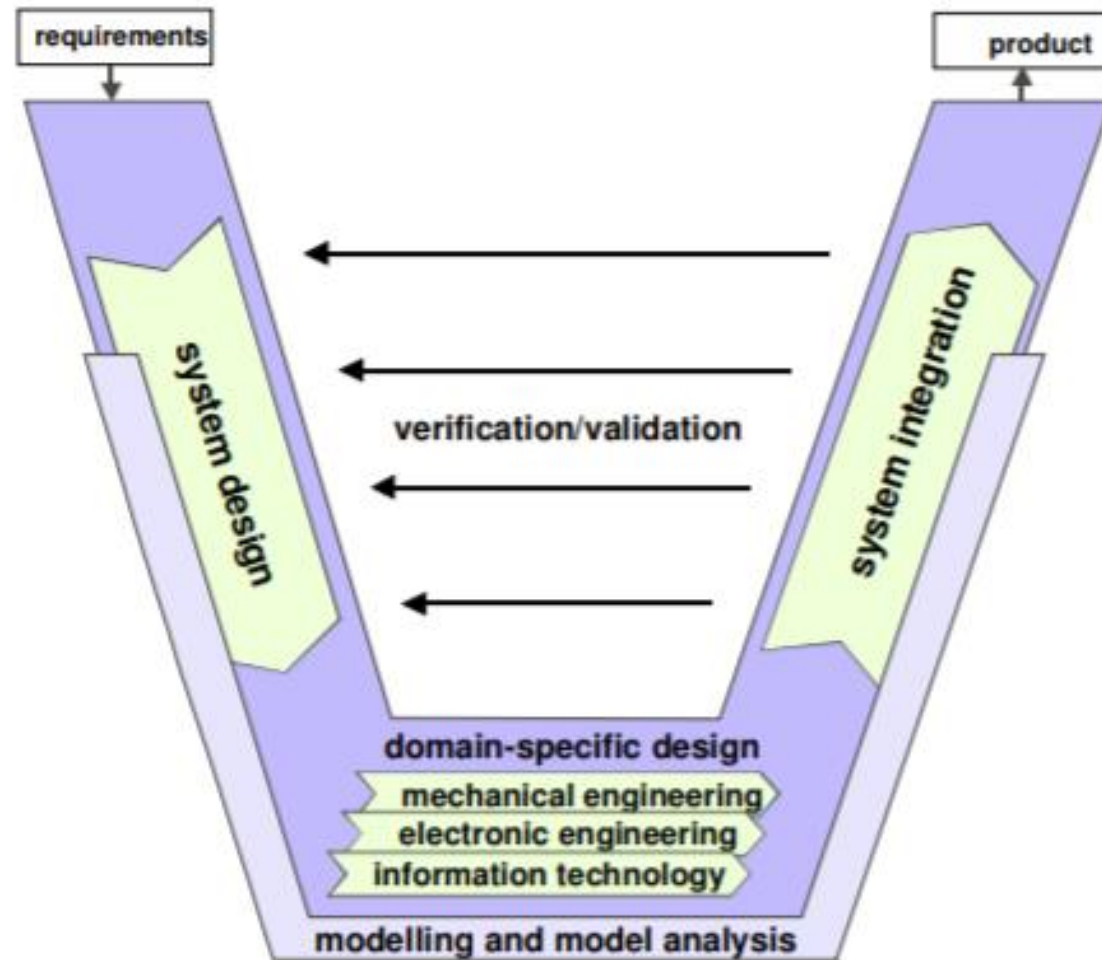
Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Modelo en "V"
Norma VDI 2206
*Metodología de diseño de
sistemas mecatrónicos*



Metodología

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

		<i>Customer Importance</i>	Costo	Peso	Tamaño	Flotabilidad	Estabilidad	Resistente al agua	Rango de control	Capacidad de recolección	Tiempo de operación
<i>Requisitos</i>	Asequible	5	5	3	3			5	1		5
	Portable	2	1	5	5					3	
	Robusto	5	5	3		5	5	5	3		1
	Tele operación	4	1					5			5
	Recolección de macro plásticos flotantes	3	3	3	5	3	3			5	1
	Baterías	2	5	3				5			
<i>Target</i>			75	55	40	34	34	80	20	21	63



Metodología

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

No	Requerimientos técnicos	Target
1	Costo	75
2	Peso	55
3	Tamaño	40
4	Flotabilidad	34
5	Estabilidad	34
6	Resistente al agua	80
7	Rango de control	20
8	Capacidad de recolección	21
9	Tiempo de operación	63

No	Subsistema	Requerimiento técnico
1	Flotación y estabilidad	1, 2, 3, 4, 5, 8
2	Direccionamiento y propulsión	1, 2, 5, 8
3	Alimentación del sistema	1, 2, 6, 7, 9
4	Localización	1, 6, 7, 9
5	Comunicación	1, 6, 7
6	Recolección de residuos sólidos	2, 3, 8, 9



Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

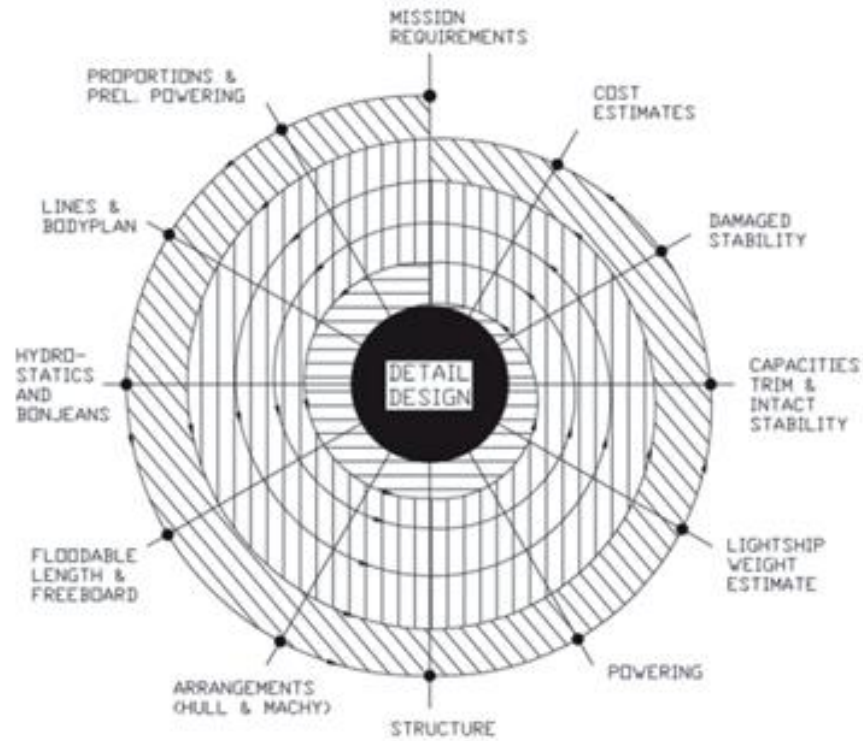
Pruebas y
Resultados





Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Metodología



PHASE	LARGE MERCHANT SHIP TYPICAL EFFORD
 CONCEPT DESIGN	20-MAN-DAYS
 PRELIMINARY DESIGN	300-MAN-DAYS
 CONTRACT DESIGN	5,000-MAN-DAYS
 DETAIL DESIGN	60,000-MAN-DAYS



Características principales

Introducción

Investigación
previa

Metodología

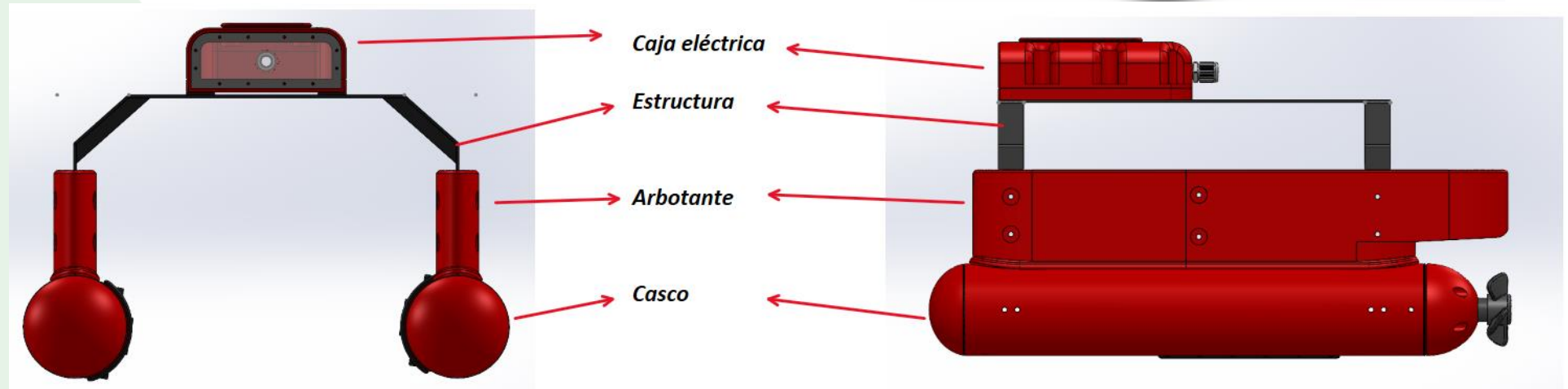
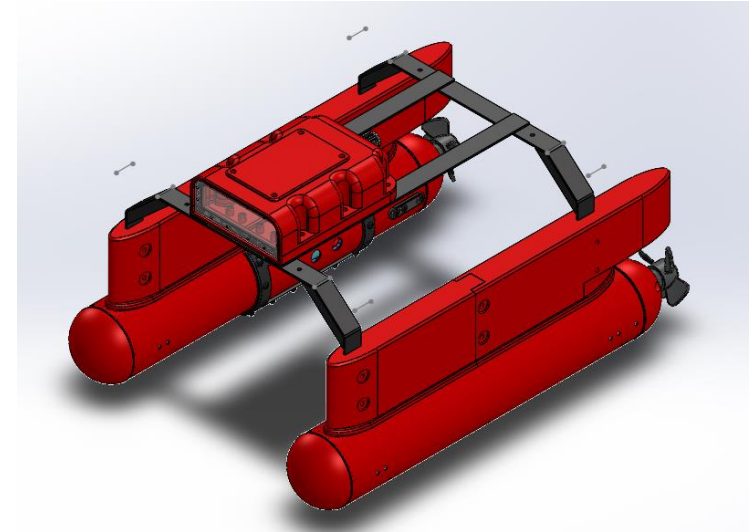
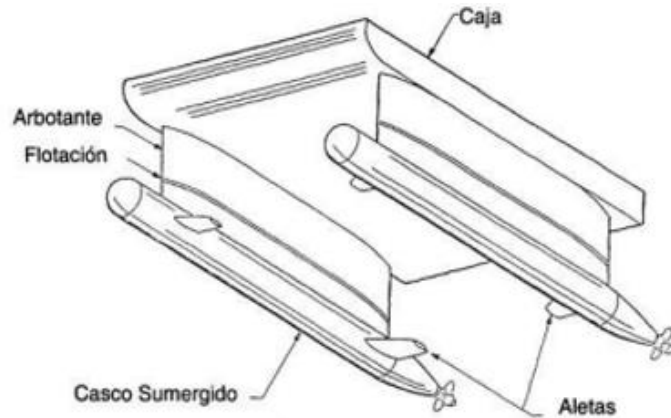
Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros





Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Características principales



$$\lambda = Escala = \frac{157 \text{ cm}}{68 \text{ cm}} = 2.3$$

$$manga = \frac{109}{2.3} = 47.4 \text{ cm}$$

$$u_m = \frac{u_p}{\sqrt{\lambda}} = \frac{1.5 \text{ knots}}{\sqrt{2.3}} = 0.98 \text{ knots}$$

Característica	Detalle
Eslora	157 cm
Manga	109 cm
Peso	72 kg
Rango de radiocontrol	3 km
Velocidad	1.5 nudo
Conectividad	Wifi, Bluetooth 3G, 4G, 5G, GPS



Características principales

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Relación	Multicasco	Monocasco	Dimensiones finales del USV
Manga global / Eslora	0,3 – 1	0,1 – 0,3	$510/660 = 0,7818$
Puntal / Eslora	0,1 – 0,3	0,07 – 0,1	$190/660 = 0,2878$
Manga / Calado (un caso)	0,5 – 2,5	2 – 4	$110/190 = 0,5789$
Eslora / Manga (un caso)	2 – 30	3 – 10	$660/110 = 2,6$



Flotación

Introducción

Investigación
previa

Metodología

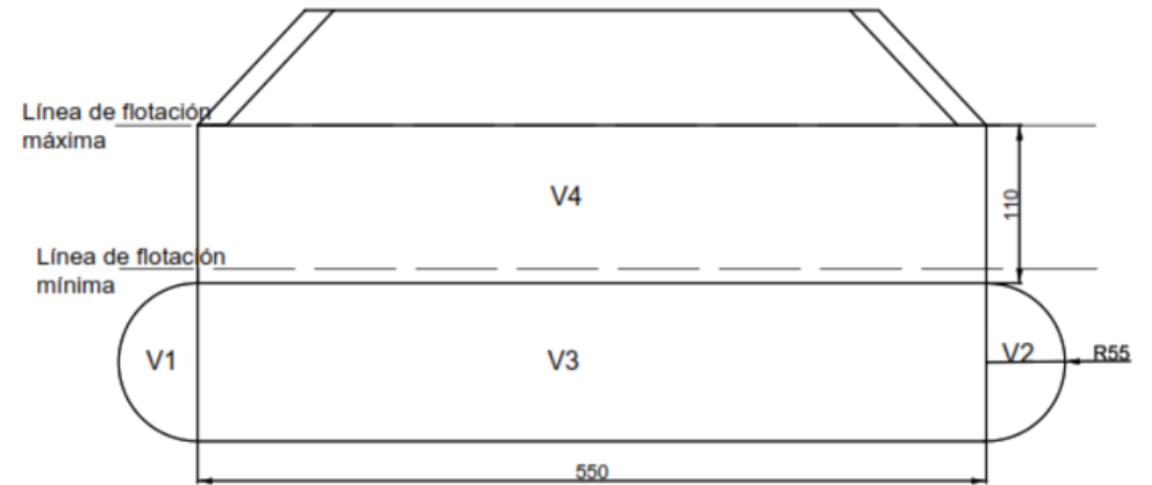
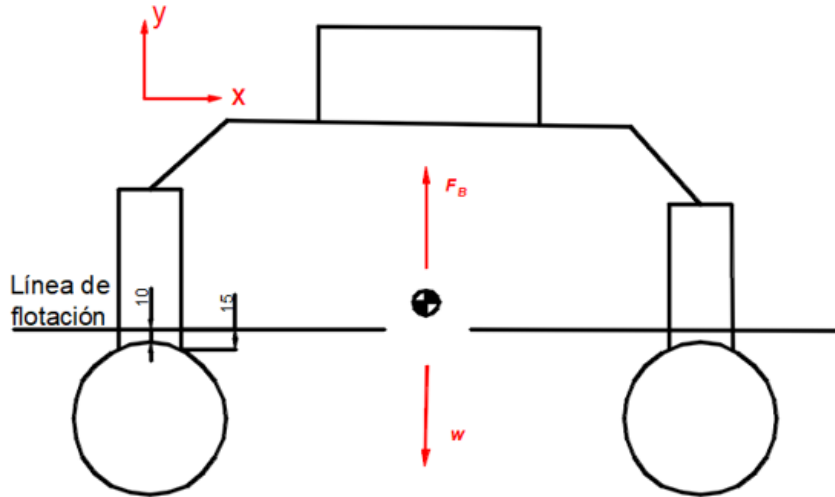
Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



$$F_B = \rho_f \cdot g \cdot v_{sumergido} = m_t \cdot g$$

$$m_{t_{min}} = v_{sumergido_{min}} \cdot \rho_{H2O} = 0,0123m^3 \cdot 1000 \frac{kg}{m^3} = 12,33 kg$$

$$m_{t_{max}} = v_{sumergido_{max}} \cdot \rho_{H2O} = 17,28 kg$$



Estabilidad

Introducción

Investigación
previa

Metodología

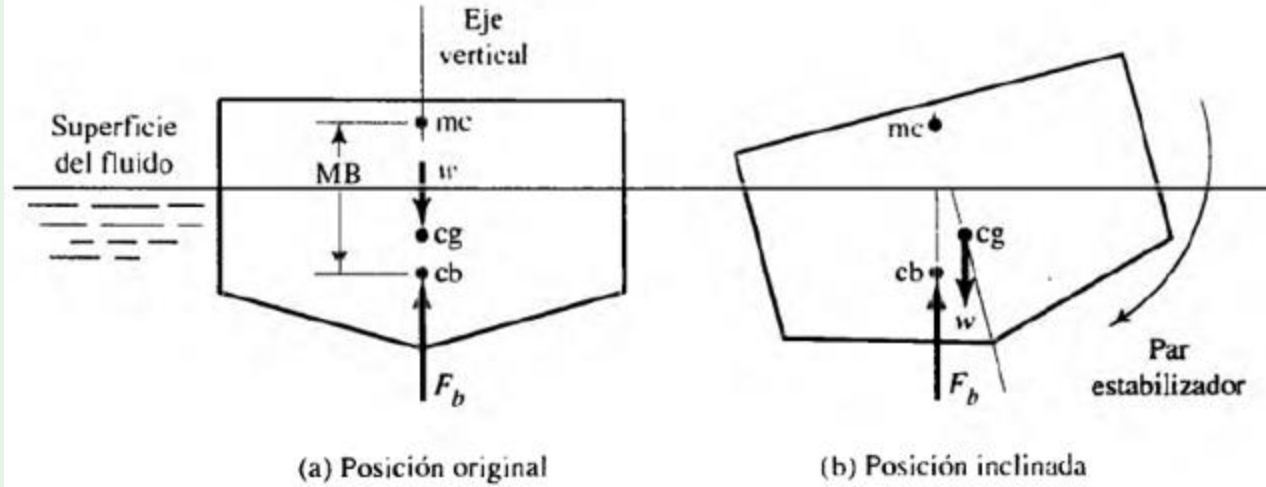
Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Condición	Criterio de estabilidad
$y_{mc} > y_{cg}$	Cuerpo estable
$y_{mc} < y_{cg}$	Cuerpo inestable

$$\bar{y} = \frac{\sum \tilde{y}W}{\sum W}$$

Subensamblé	Peso total [g]	% del peso total
Arbotante	2967	24,1
Cables	510	4,1
Canasta	432	3,5
Casco	5520	44,7
Estructura	1956	15,9
Casco-electrónica	566	4,6
Caja eléctrica	385	3,1
Total	12337	100



Estabilidad

Introducción

Investigación
previa

Metodología

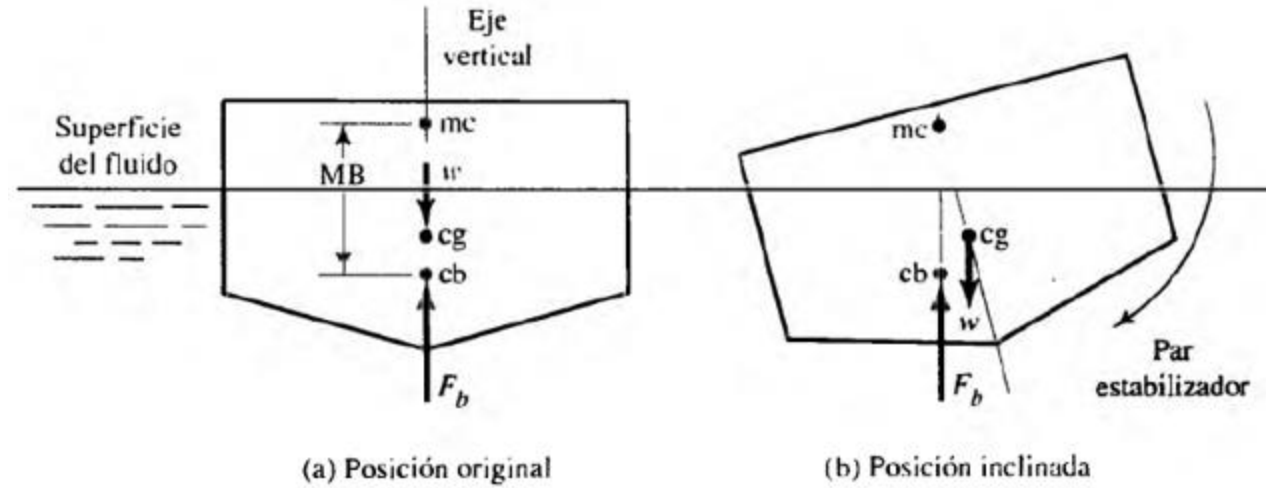
Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Condición	Criterio de estabilidad
$y_{mc} > y_{cg}$	Cuerpo estable
$y_{mc} < y_{cg}$	Cuerpo inestable

$$y_{cb} = : 53,87 \text{ mm}$$

$$MB = 1,25 \text{ m}$$

$$y_{mc} = 53,87 \text{ mm} + 1,25 \text{ m} = 1,30387 \text{ m}$$



Estructura

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

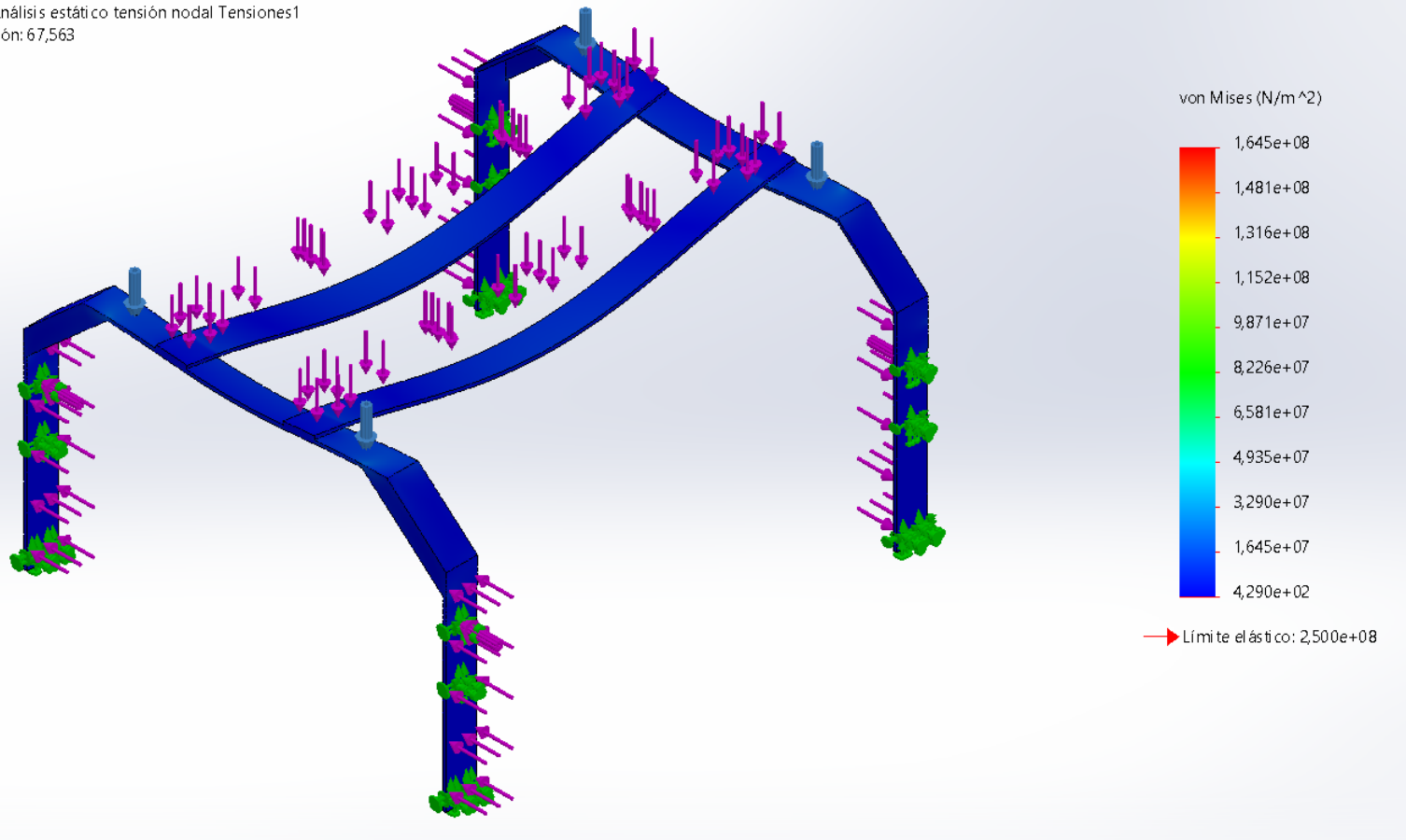
Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

io: Análisis estático (predeterminado-)
: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
ación: 67,563



FS = 1,5
E_{max} = 164 GPa



Localización

Introducción

Investigación
previa

Metodología

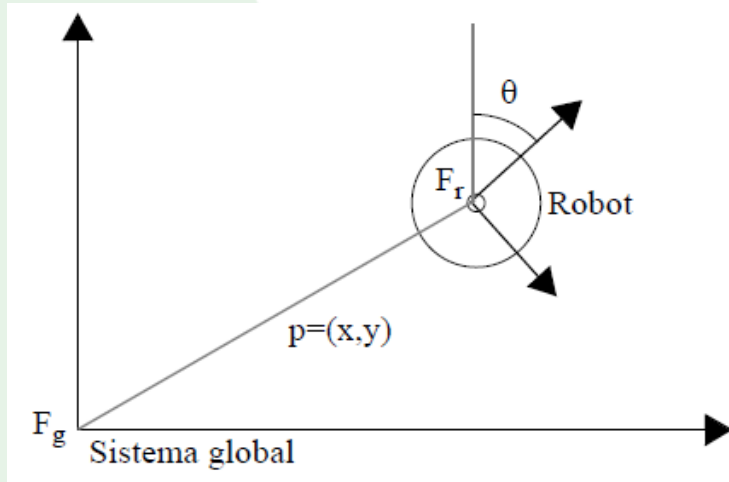
Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Criterios de selección	Conceptos		
	MPU 6050	MPU 9250	HMC5883 L
Resolución	0	0	+
Cálculo directo	-	+	+
Robustez	+	+	+
Consumo	+	0	+
Tamaño	0	0	+
Protocolo	+	+	+
Librerías	+	+	+
Proyección	0	+	-
Costo	0	-	+
Suma +	4	5	8
Suma 0	4	3	0
Suma -	1	1	1
Evaluación neta	3	4	7
Lugar	3	2	1
¿Continuar?	No	No	Si



Localización

Introducción

Investigación
previa

Metodología


Diseño

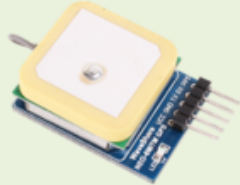
Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Modelo	Especificaciones	Ilustración
HMC5883L	<ul style="list-style-type: none">• Sensores magneto resistivos en 3 ejes• Dimensiones: 1.8 x 1.3 cm• Resolución: 5 miliGauss en campos de ± 8 Gauss• Consumo: 100 Ua• Alimentación: 2.16 – 3.16 V• Comunicación: I2C• Tasa de salida: 160 Hz	

Modelo	Especificaciones	Ilustración
GPS NEO 7M	<ul style="list-style-type: none">• Tiempo de la primera señal: 31 s• Sensibilidad: -161 dBm• Precisión de posición horizontal: 2.5 m• Frecuencia de pulsos: 1 Hz• Alimentación: 0.5 – 3.6 V• Consumo: 67 mA	



Direccinamiento

Introducción

Investigación
previa

Metodología

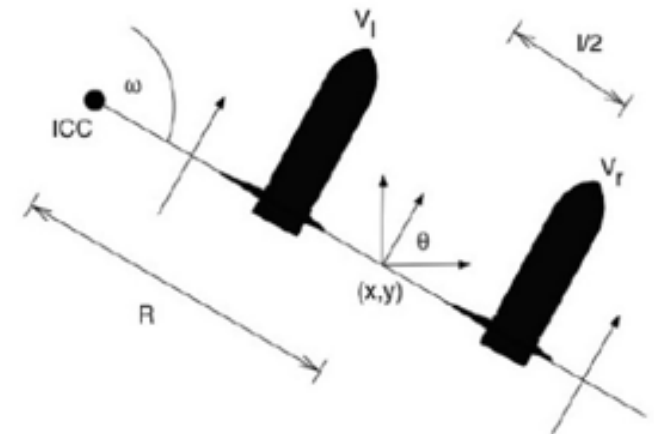
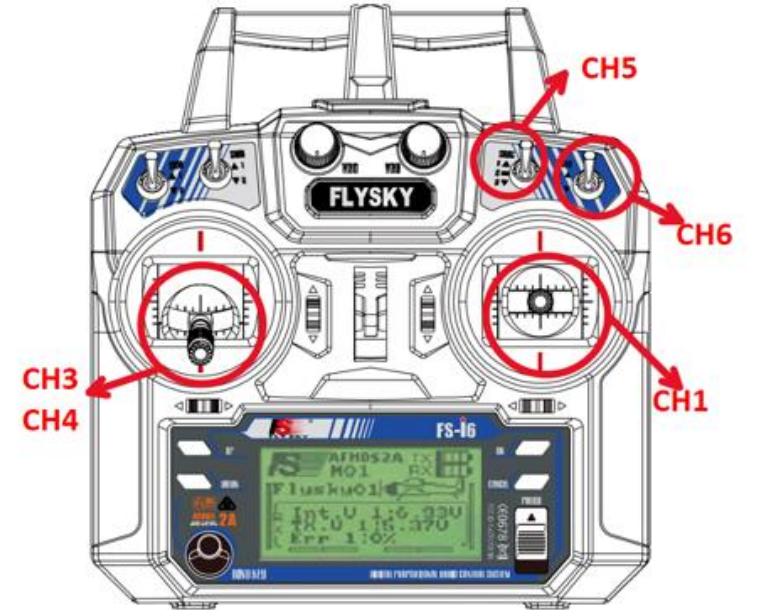
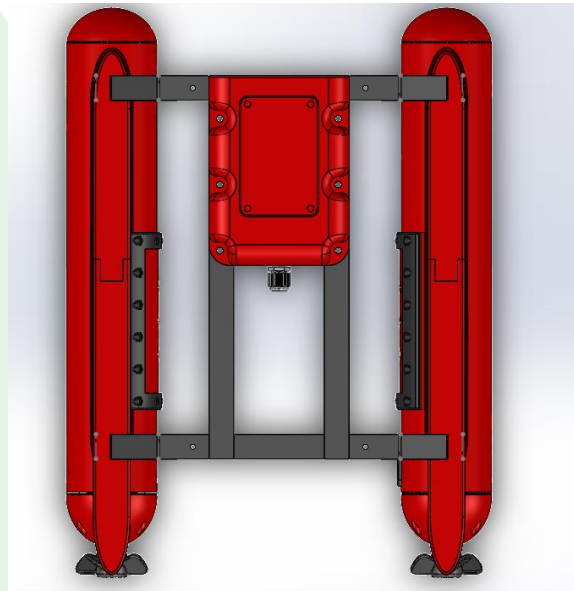
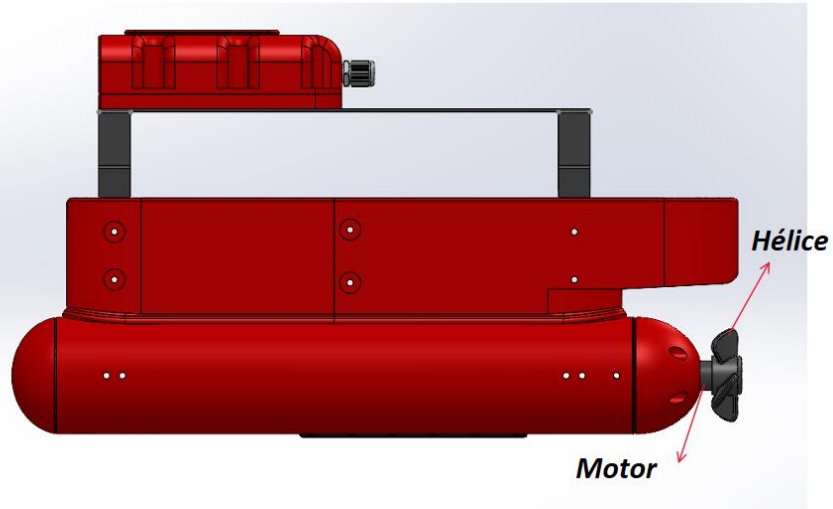
Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros





Direccionamiento: Manual

Introducción

Investigación previa

Metodología

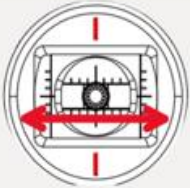


Diseño

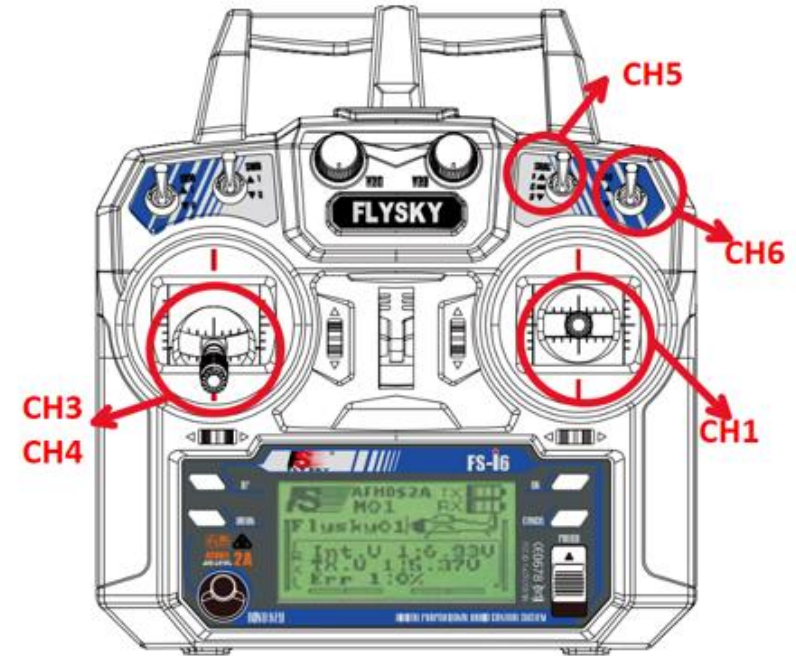
Pruebas y Resultados



Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Canal	Función	Esquema de funcionamiento
1	Dirección	 Izquierda Derecha
3	Acelerador	 Aumento de aceleración Disminución de aceleración
4	Giro	 Giro antihorario Giro horario



5	Modo de manejo	 1.Reposo 2.Manual 3.Automático
6	Sentido de avance	 1.Adelante 2.Atras



Direccionamiento: Automático

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



- 1.Reposo
- 2.Manual
- 3.Automático

$$Distancia = 2 * R * asin \sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta lat}{2} \right) + \cos(lat1) * \cos(lat2) * \sin^2 \left(\frac{\Delta lon}{2} \right)}$$



Direccionamiento: Automático

Introducción

Investigación
previa

Metodología

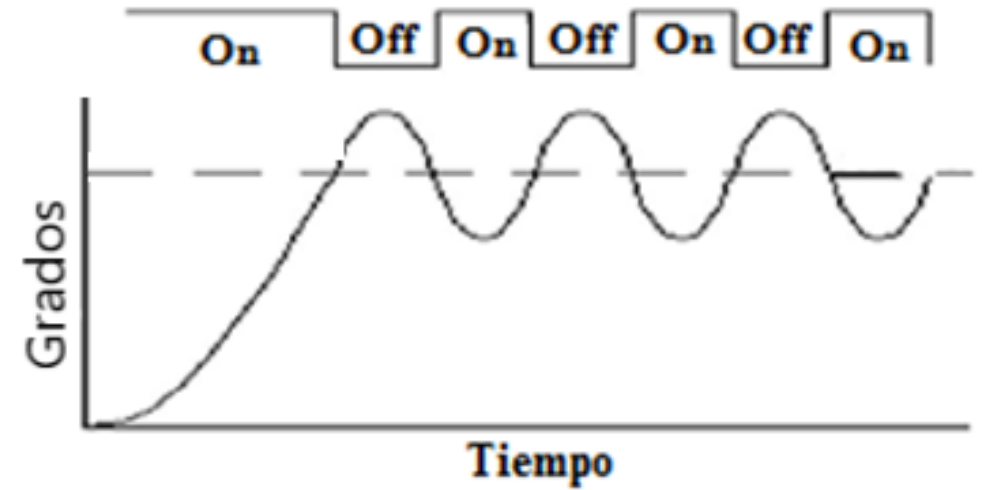
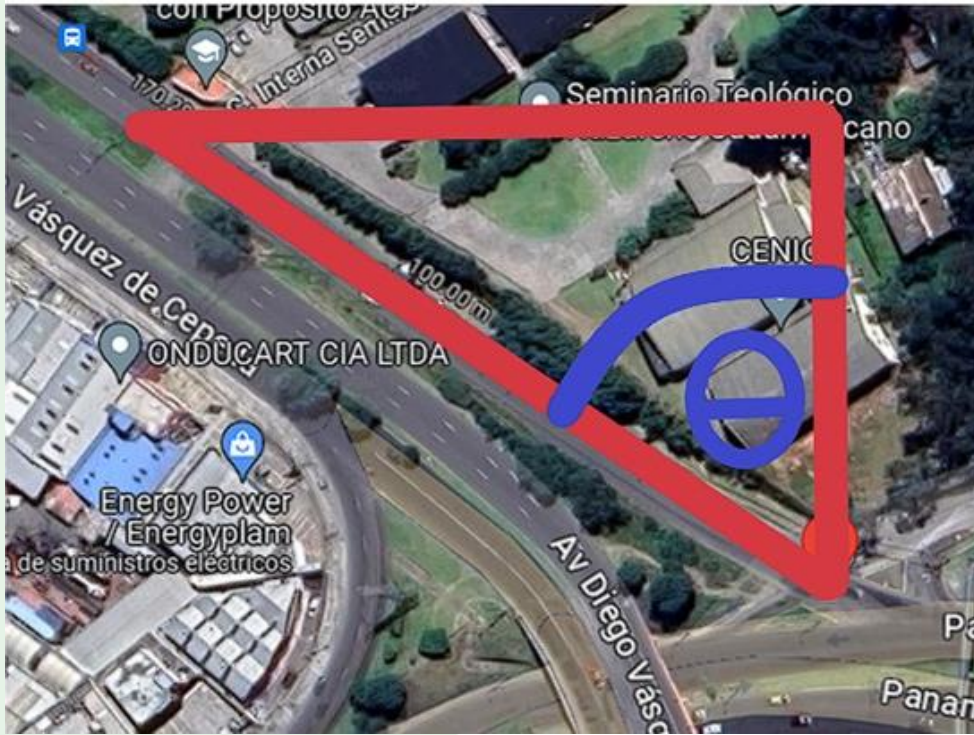
Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Propulsión

Introducción

Investigación
previa

Metodología

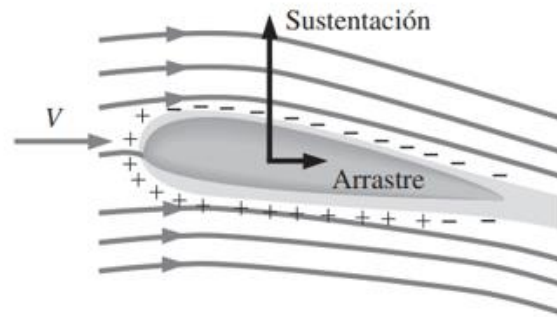
Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

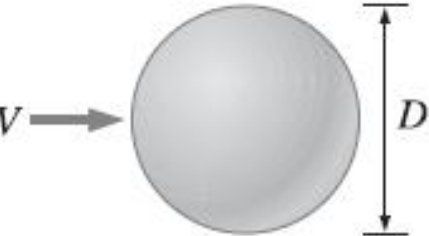
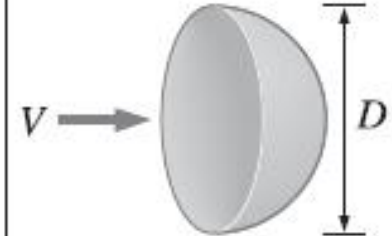
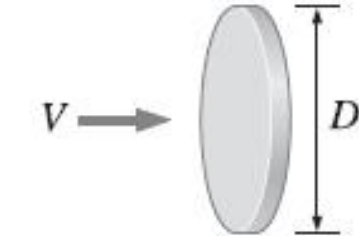
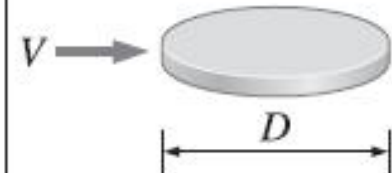
Trabajos futuros



$$Re = \frac{V \cdot L}{\nu}$$

FIGURA 11-18

Coeficientes de arrastre C_D a bajas velocidades $Re \lesssim 1$ donde $Re = VD/\nu$ y $A = \pi D^2/4$.

<p>Esfera</p>  <p>$C_D = 24/Re$</p>	<p>Hemisferio</p>  <p>$C_D = 22.2/Re$</p>
<p>Disco circular (normal al flujo)</p>  <p>$C_D = 20.4/Re$</p>	<p>Disco circular (paralelo al flujo)</p>  <p>$C_D = 13.6/Re$</p>



Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Propulsión

$$F_D = \frac{1}{2} \rho v^2 C_D A_D$$

$$F_D = 44.65 [N]$$

$$P = F * V$$

Potencia necesaria = 22,32 W,

Potencia efectiva = 29,016 W.



Propulsión

Criterios de selección	Modelos de motores		
	JGA25-370	BL 2838	F2838
Potencia	-	+	+
Uso en agua	-	+	+
Controlabilidad	+	+	+
Peso	0	0	0
Precio	+	-	0
Suma +	2	3	3
Suma o	1	1	2
Suma -	2	1	0
Evaluación neta	0	2	3
Lugar	3	2	1
¿Continuar?	No	No	Si

ROV MAKER F2838



- Tipo: Brushless
- Potencia máxima: 125 W
- Voltaje: 12-24 V
- Corriente: 7,5 A
- KV (rpm/voltio): 350 KV
- Alimentación: Lipo 3S-12S
- Peso: 100 g
- Precio: \$ 36

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Alimentación

$$P = 29,016 [W]$$

$$I_m = 2,42 [A]$$

$$I_{ESP} = 0.5 [A]$$

$$I_{BAT} = 1600 [mAh]$$

$$Tiempo de autonomía = 32 [min]$$





Recolección de residuos sólidos

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

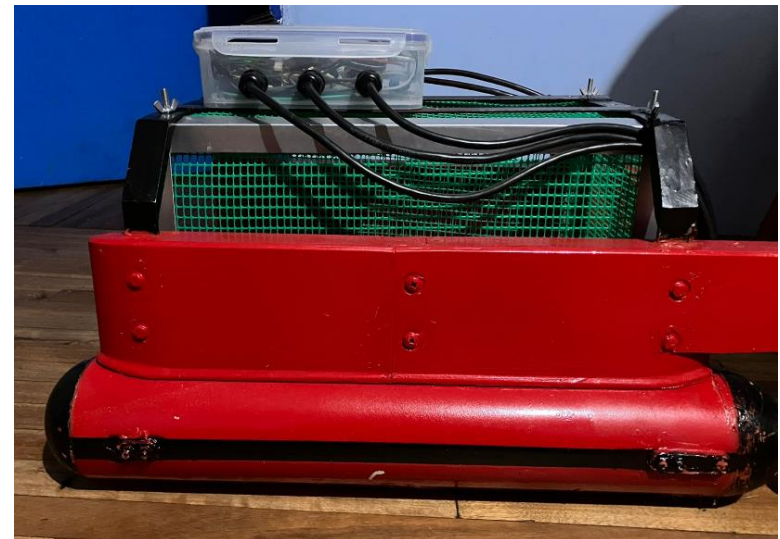
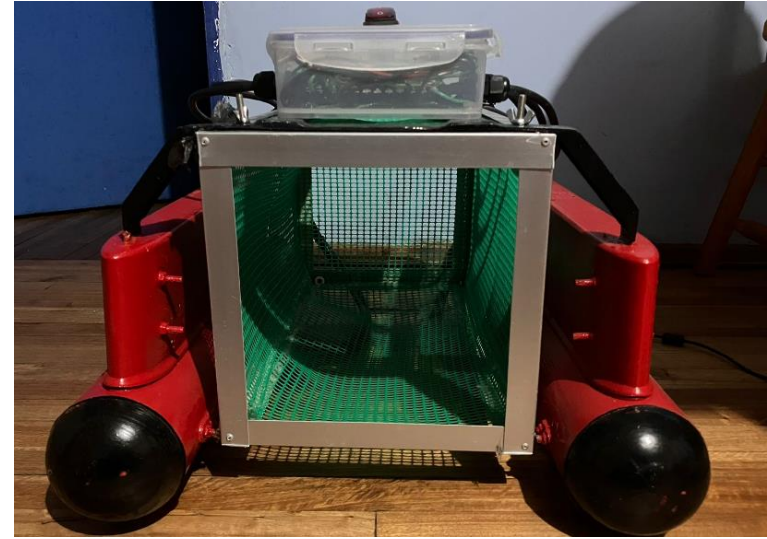
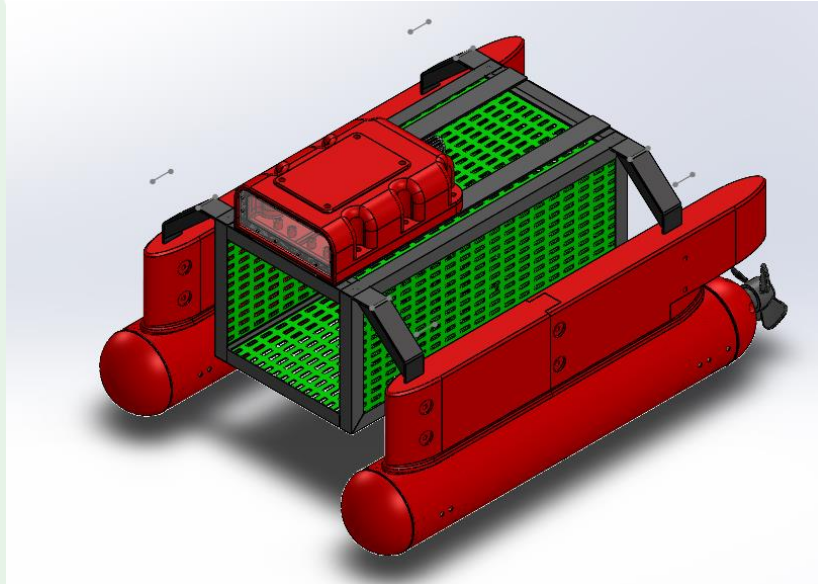
Trabajos futuros



Criterios de selección	Conceptos		
	Banda transportadora	Pala cargadora	Canasta
Dimensión – peso	-	-	+
Fácil implementación	0	0	+
Infraestructura requerida	-	-	+
Mantenimiento	-	-	0
Capacidad de recolección	+	+	0
Consumo de energía	-	0	+
Precio	-	-	+
Suma +	1	1	5
Suma 0	1	2	2
Suma -	5	4	0
Evaluación neta	-4	-3	5
Lugar	3	2	1
¿Continuar?	No	No	Si



Prototipo final





Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Flotación

Verificación de la masa total



Masa total
12.5 kg

Línea de flotación mínima



Línea de flotación
19 mm
Error absoluto
4 mm

Línea de flotación máxima



Masa añadida
4.7 kg



Estabilidad: Experiencia de estabilidad

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

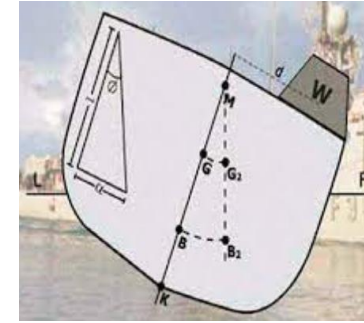
a



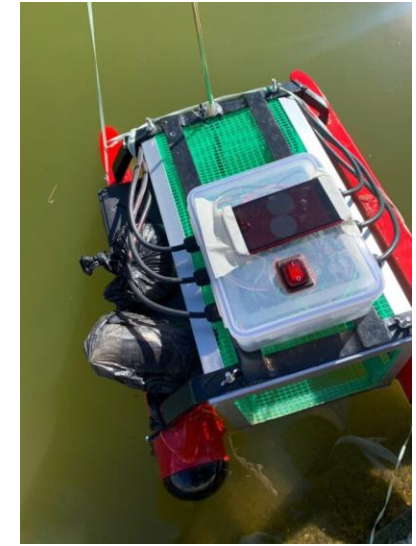
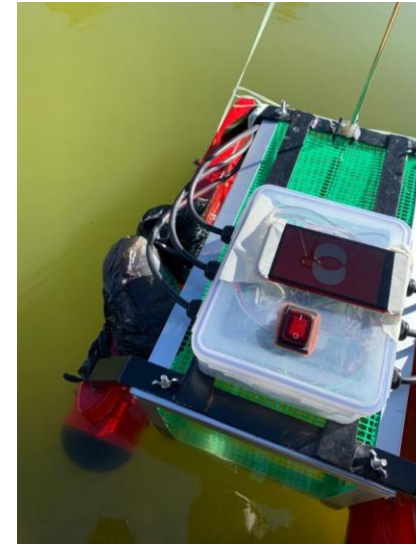
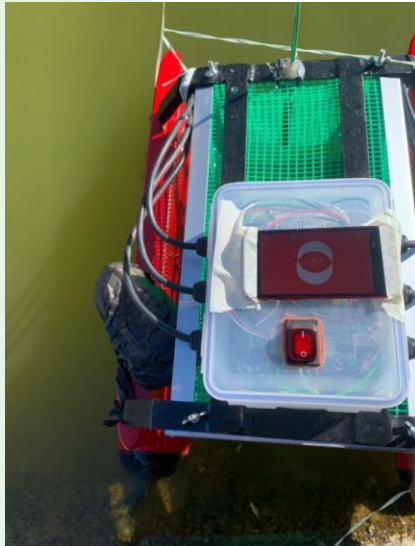
b



c



d





Estabilidad: Experiencia de estabilidad

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Escora, ϕ [°]	Peso [Kg]
5	1.1
7	1.50
9	2
11	2.4
14	3.1





Estabilidad: Experiencia de estabilidad

Introducción

Investigación
previa

Metodología

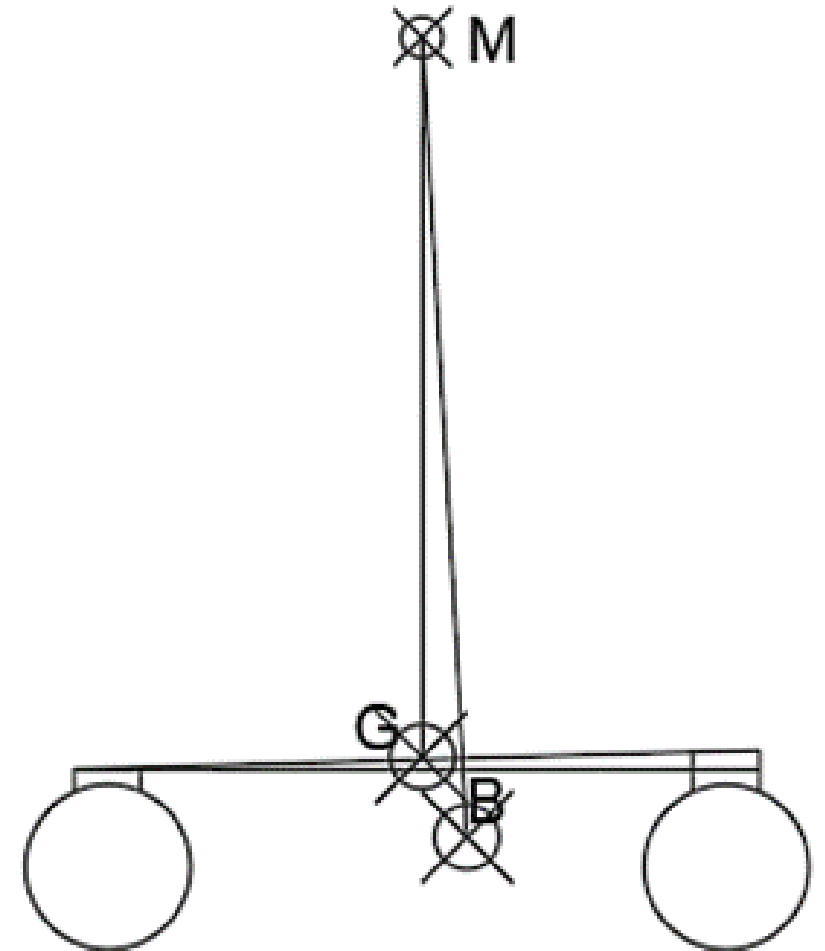
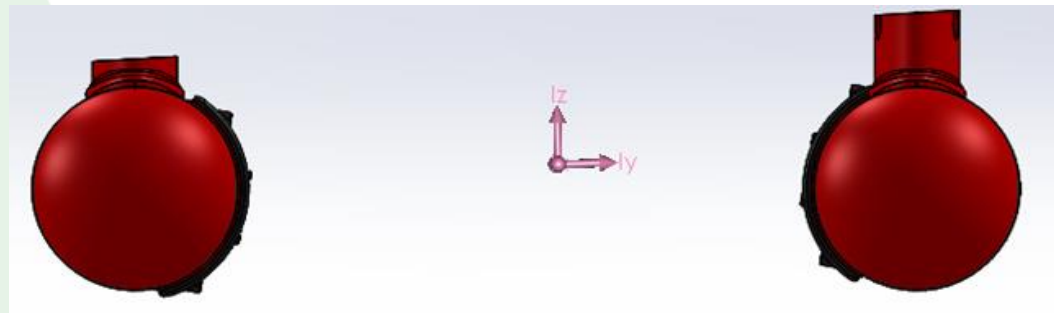
Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros





Estabilidad: Experiencia de estabilidad

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

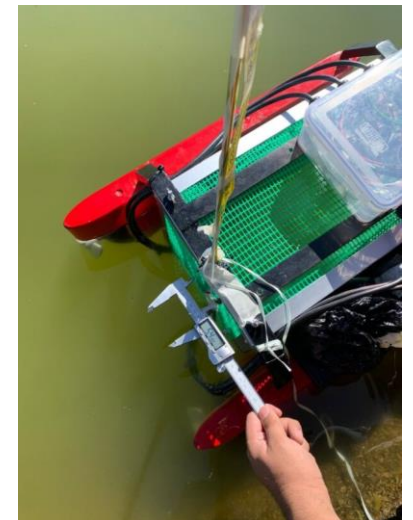
Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



GM: altura metacéntrica
G: centro de gravedad
C: centro de carena
M: metacentro
D: desplazamiento





Estabilidad: Experiencia de estabilidad

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



GM: altura metacéntrica
G: centro de gravedad
C: centro de carena
M: metacentro
D: desplazamiento

Escora ϕ [°]	GZ [mm]	GM [mm]	X [mm]
5	70,5	809,00	52,29
7	90	689,86	66,75
9	86	550,03	63,78
11	80	419,48	59,33
14	74	306,04	54,88



Estabilidad: Experiencia de estabilidad

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

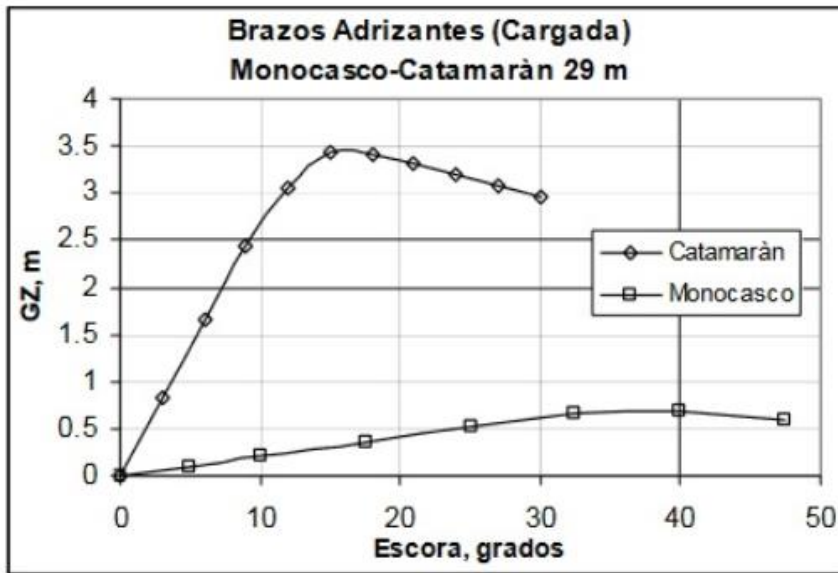
Pruebas y
Resultados

Conclusiones

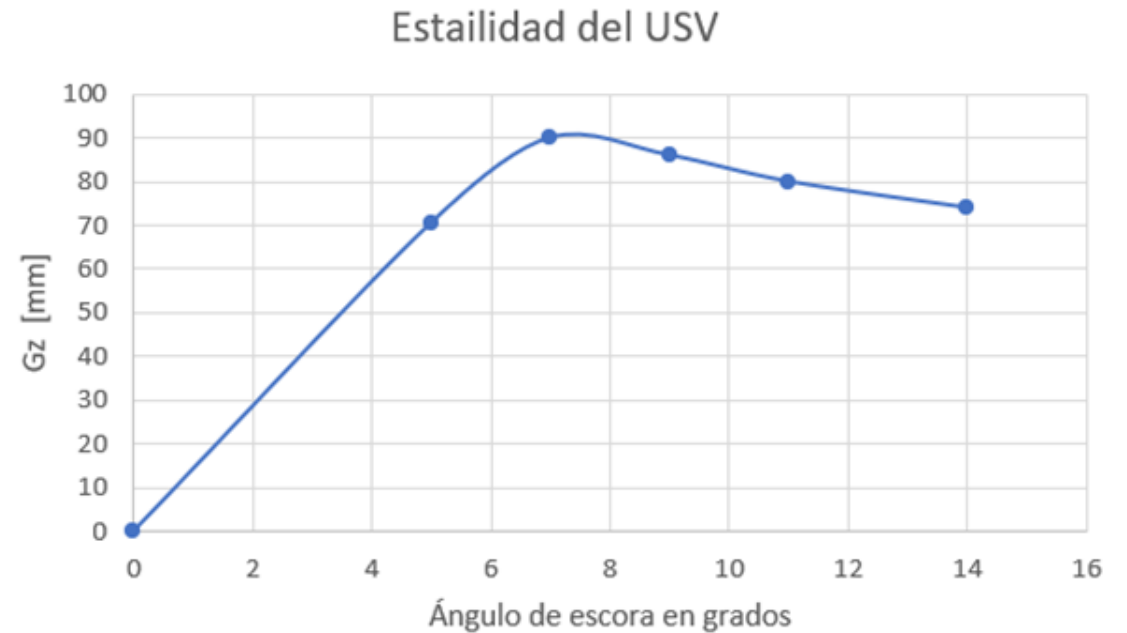
Recomendaciones

Trabajos futuros

Comparación de estabilidad de un monocasco y un catamarán



Resultados de estabilidad del USV





Localización Local – Magnetómetro

Introducción

Investigación
previa

Metodología

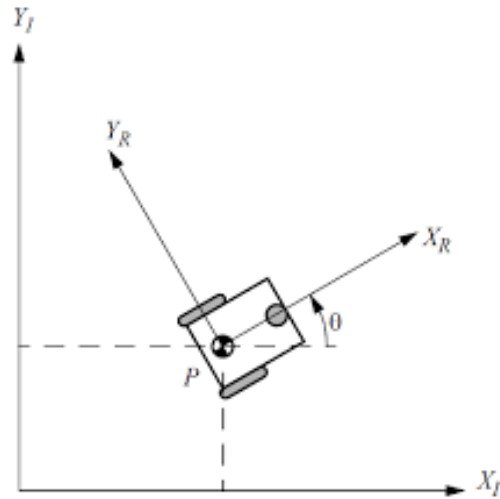
Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

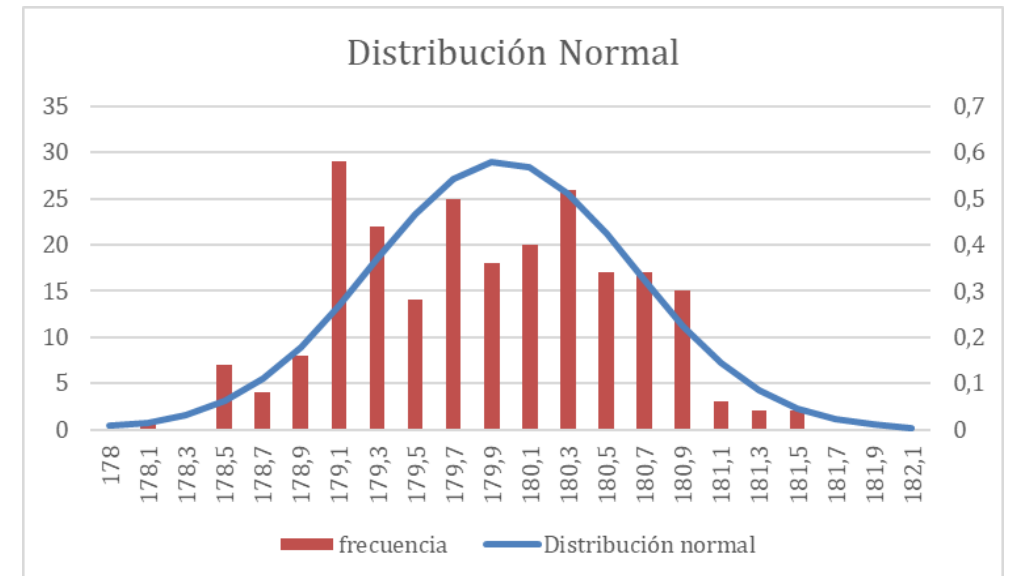
Recomendaciones

Trabajos futuros



180 grados
235 datos

Parámetro	Valor
Media	179,9538272
Desviación estándar	0,68632095
Coefficiente de variación	0,381387248
Valor mínimo	178,17
Valor máximo	181,53





Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

**Pruebas
Resultados**

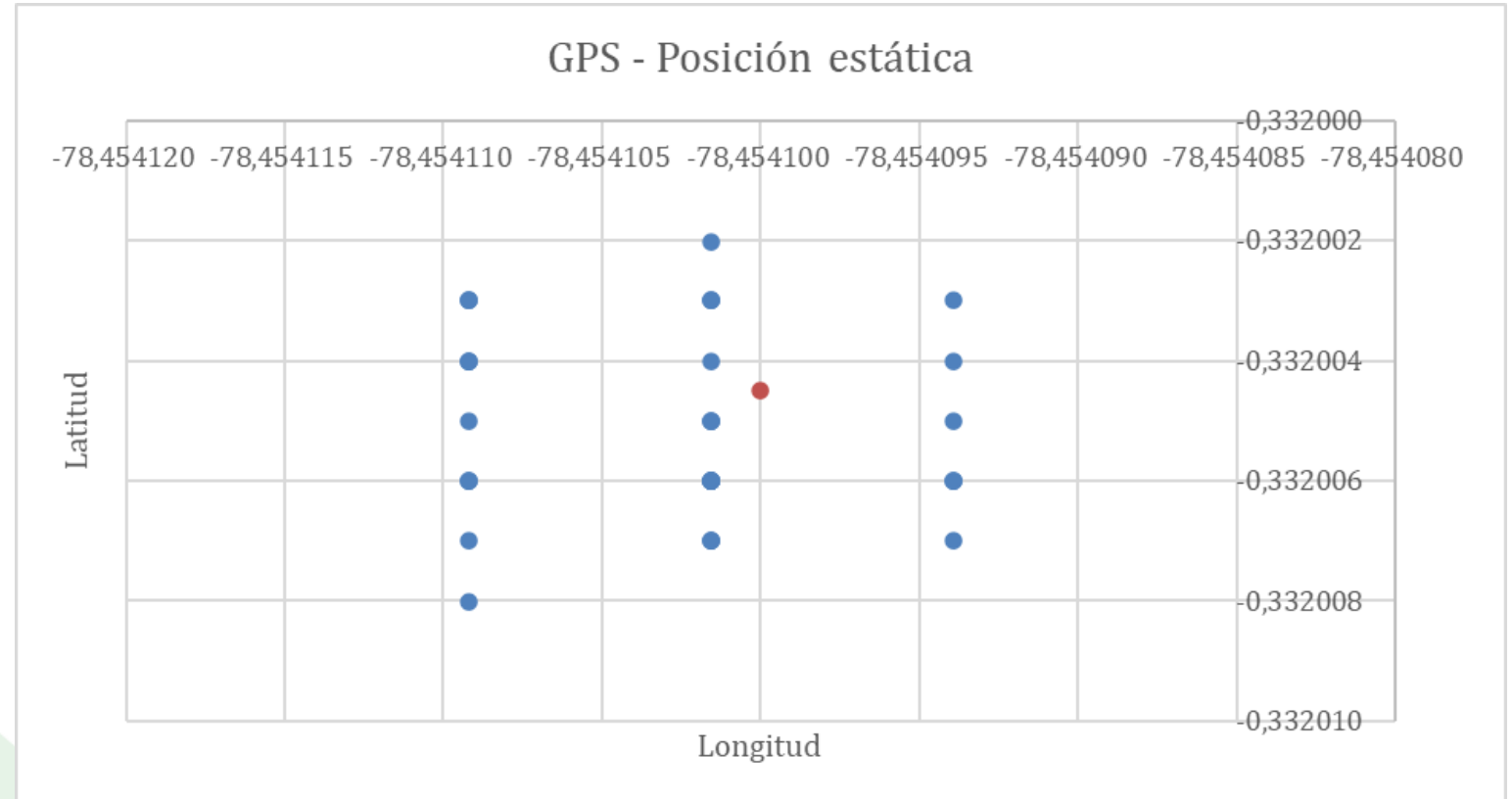
Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Localización Global – GPS

300 datos





Localización Global – GPS

Análisis de Latitud

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

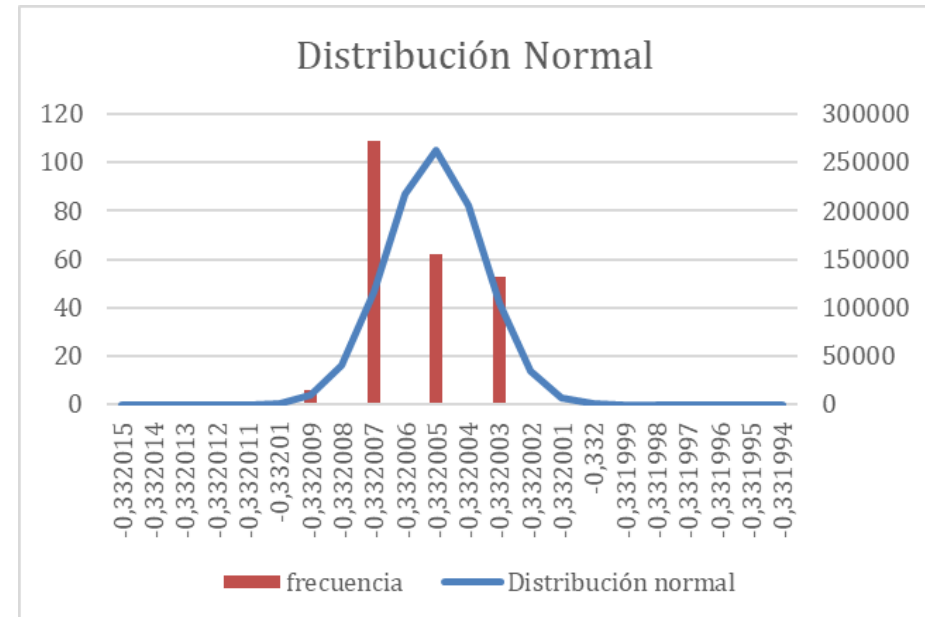
Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Parámetro	Valor
Media	-0,332005
Error absoluto	5,58553E-07
Desviación estándar	1,52088E-06
Coefficiente de variación	-0,000458088
Valor mínimo	-0,332008004
Valor máximo	-0,332002014

Desviación estándar: 0.2 m
Error absoluto promedio: 0.1 m





Localización Global – GPS

Análisis de Longitud

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

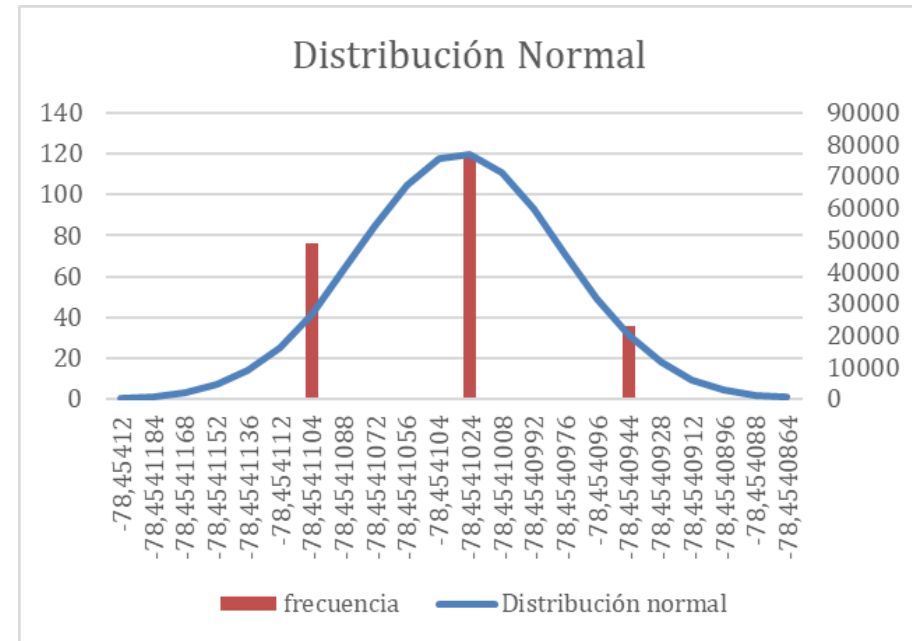
Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Parámetro	Valor
Media	-78,454103
Error absoluto	2,88935E-06
Desviación estándar	5,16722E-06
Coefficiente de variación	-6,5863E-06
Valor mínimo	-78,45410919
Valor máximo	-78,45409393

Desviación estándar: 0.5 m
Error absoluto promedio: 0.3 m





Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

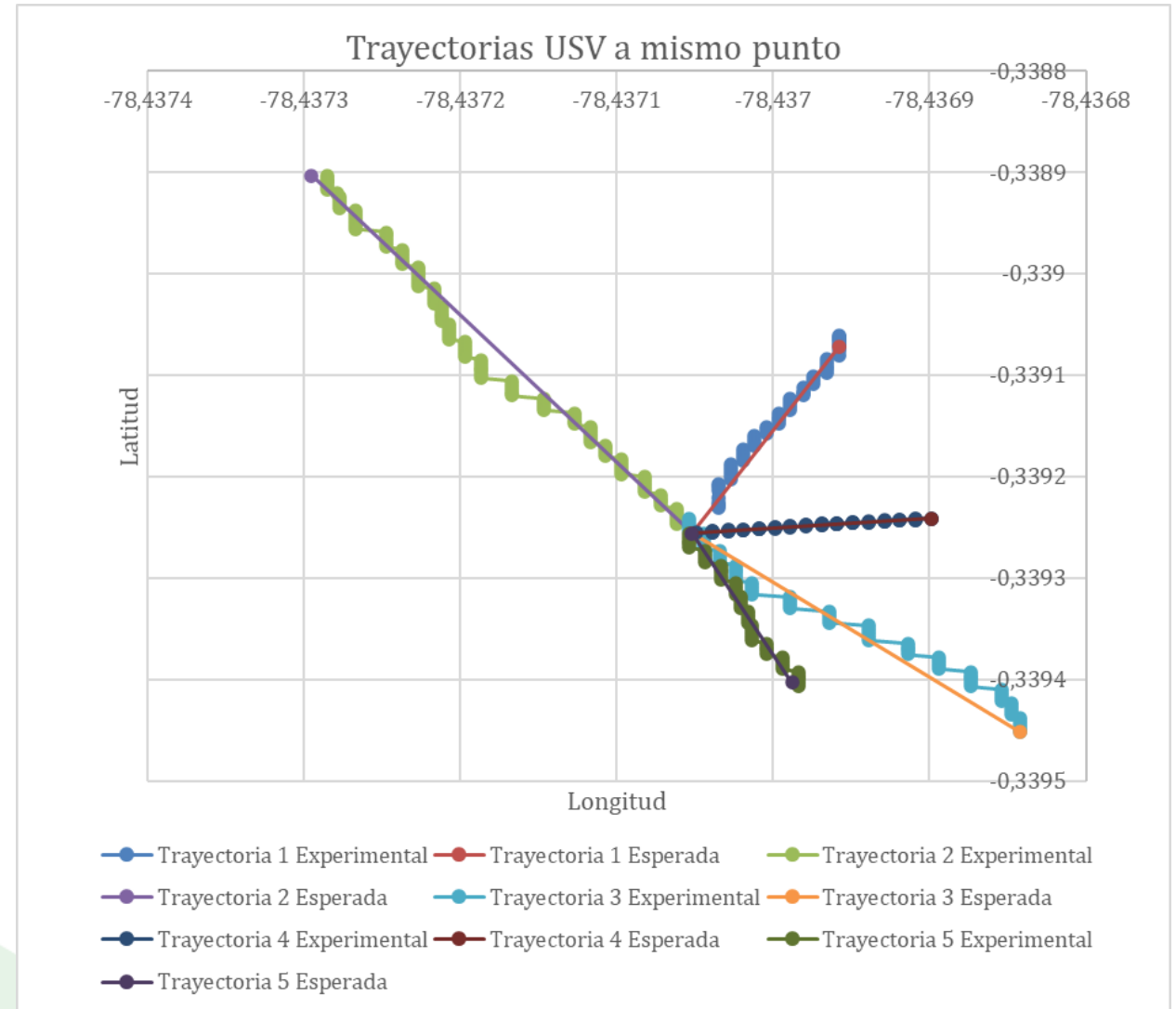
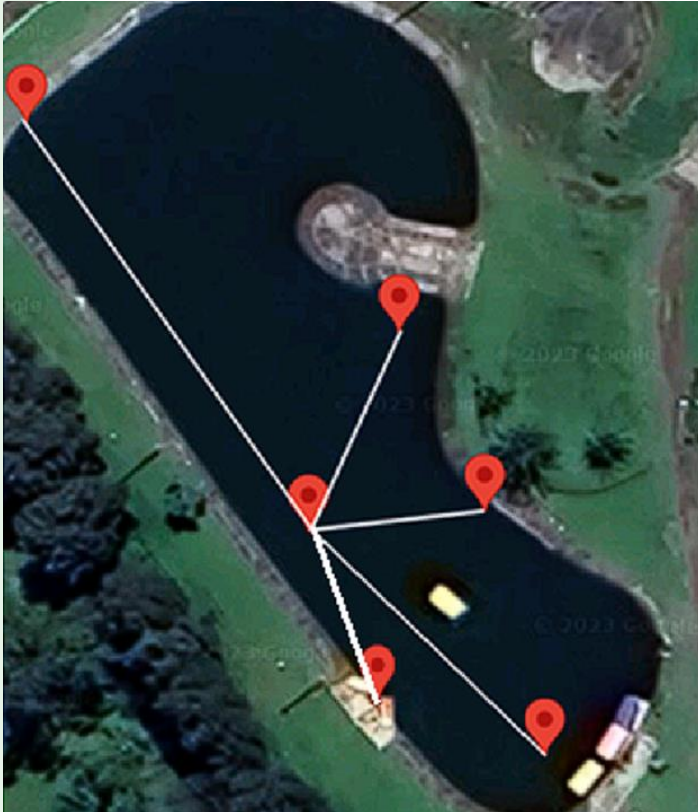
Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Direccionamiento





Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Direccinamiento

Error medio cuadrático



Trayectoria	RMSE	Error [m]
1	8,58495E-06	0,7
2	1,51666E-05	1,3
3	1,48008E-05	1,2
4	5.967002E-07	0,8
5	1,48005E-05	1,2

RMSE = 1,04



Direccionamiento: Puntos de Llegada

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

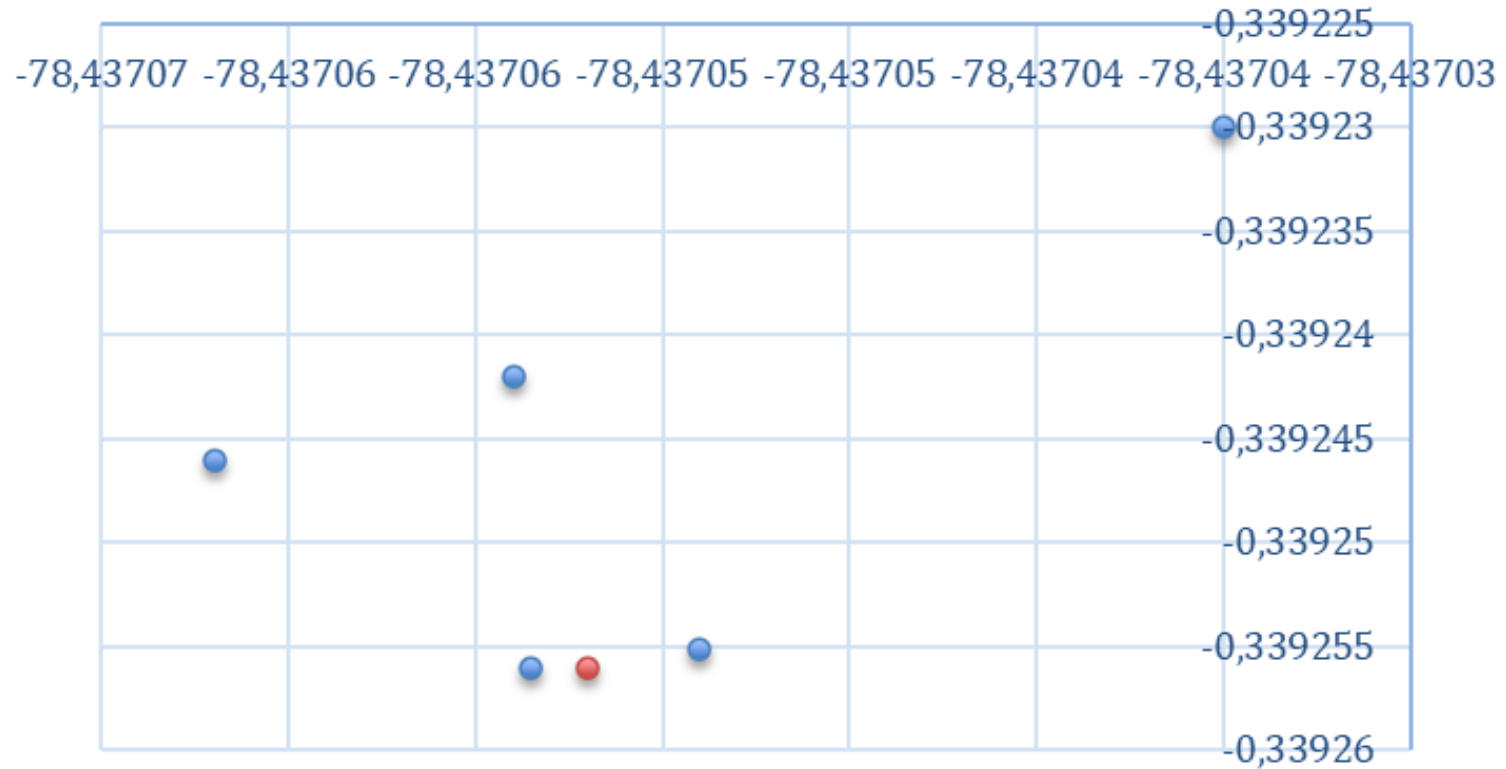
Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Puntos de llegada





Direccionamiento: Puntos de Llegada

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

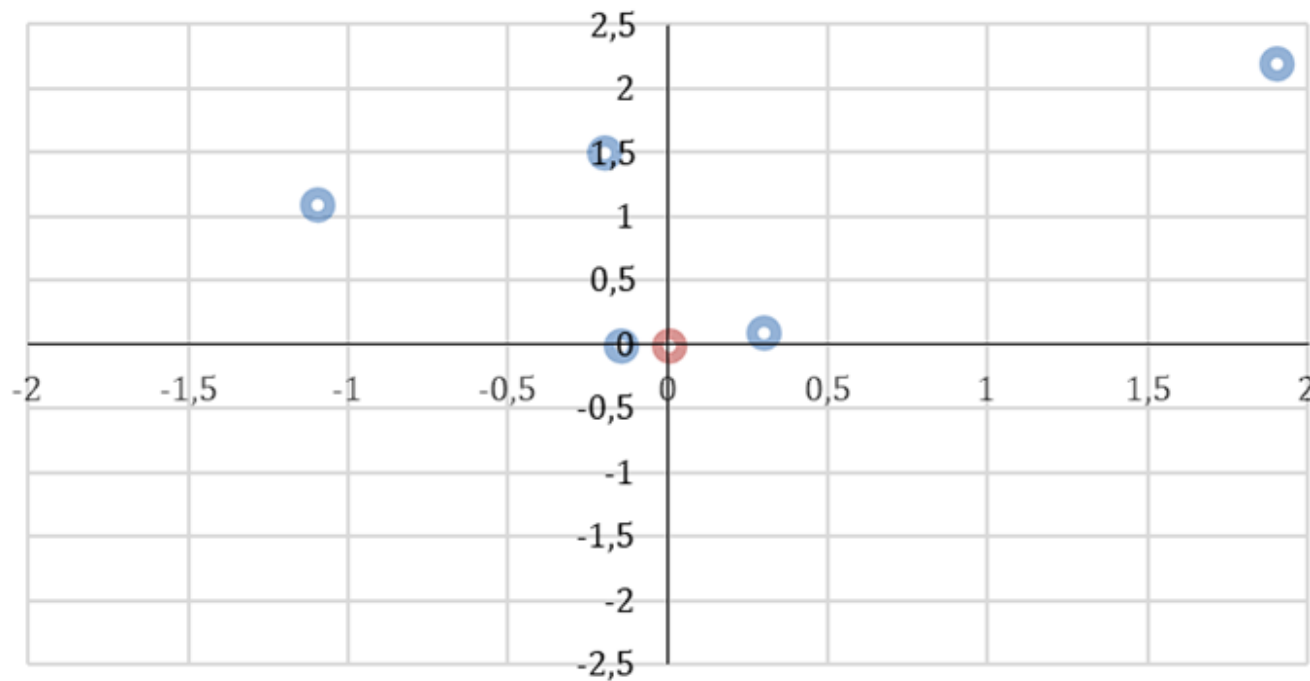
Pruebas
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Puntos de Llegada en metros



Trayectoria	Error [m]
1	1,55
2	1,51
3	0,32
4	2,91
5	0,15

Error = 1,28 m



Direccionamiento: Automático

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

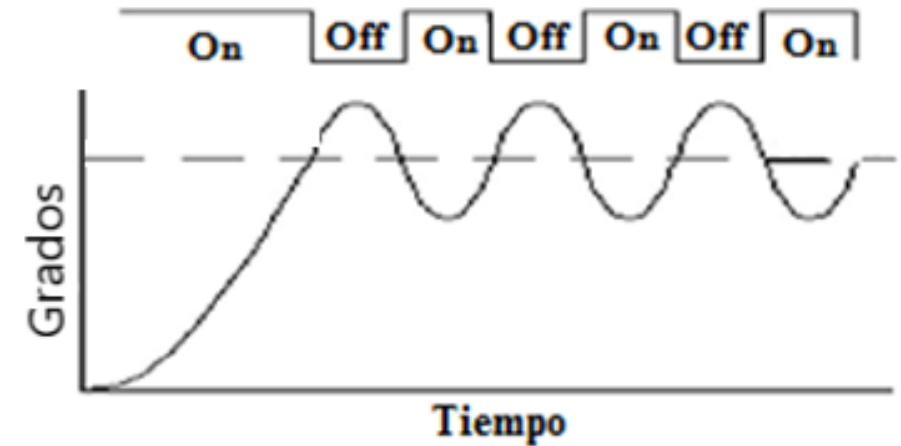
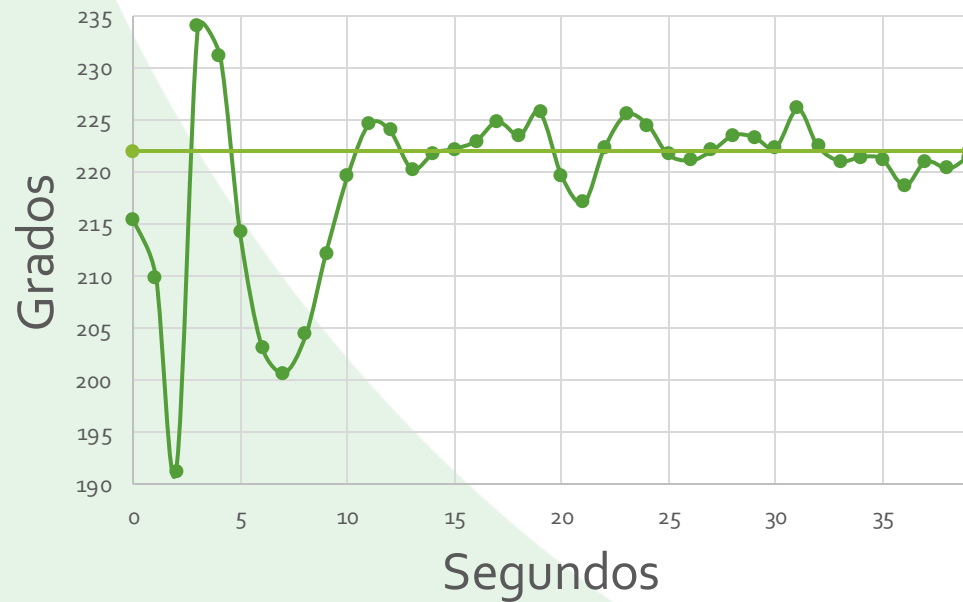
Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Gráfica de control ángulo meta





Direccionamiento: Automático

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

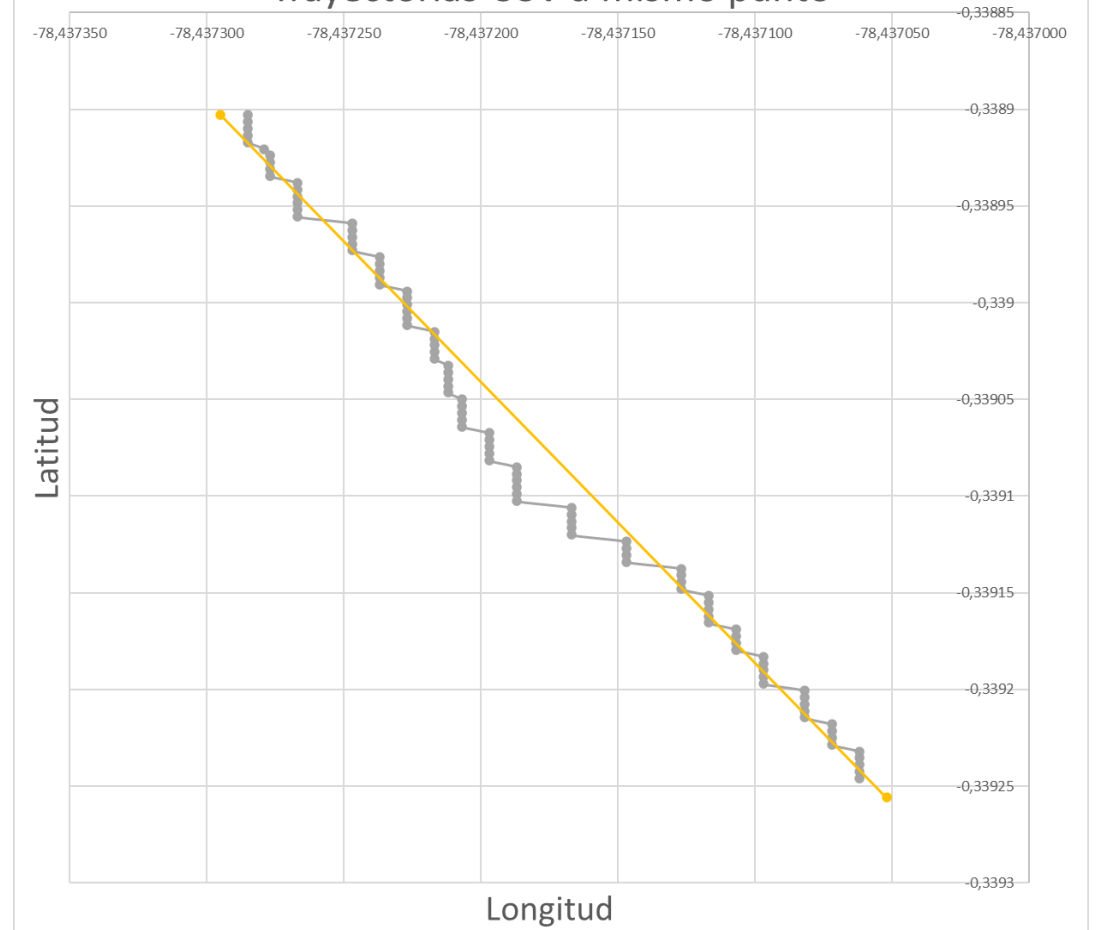
Recomendaciones

Trabajos futuros

Gráfica de control ángulo meta



Trayectorias USV a mismo punto





Direccionamiento: Cuadrilátero

Introducción

Investigación
previa

Metodología

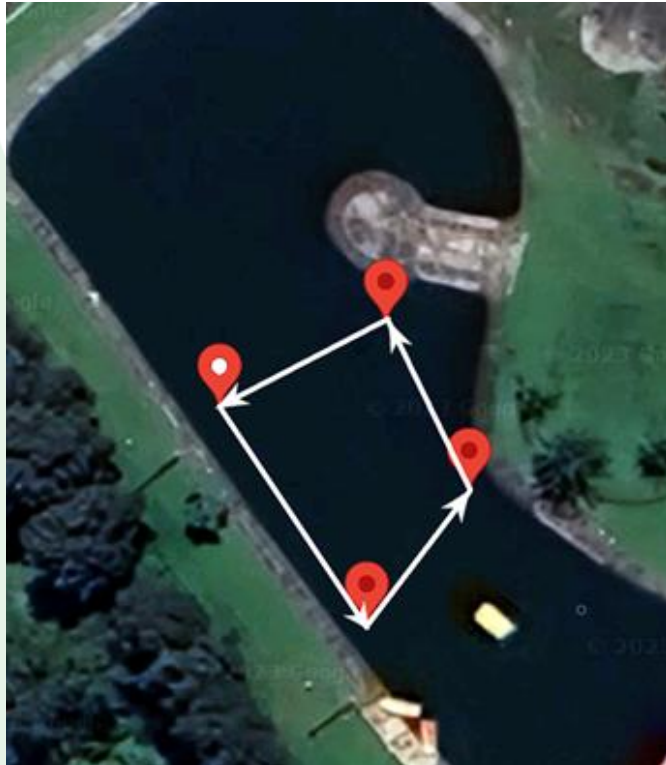
Diseño

Pruebas
Resultados

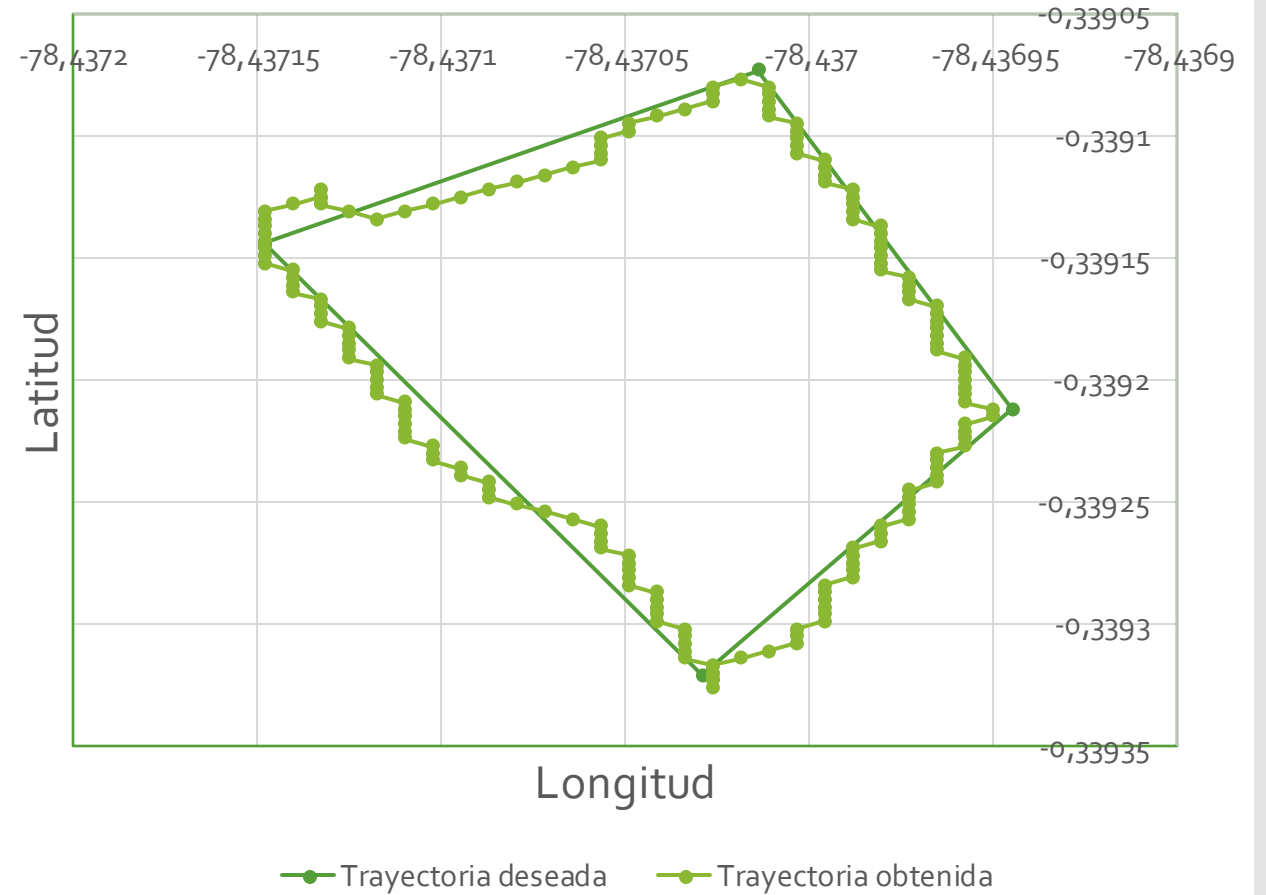
Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Prueba cuadrilátero





Propulsión

Introducción

Investigación
previa

Metodología

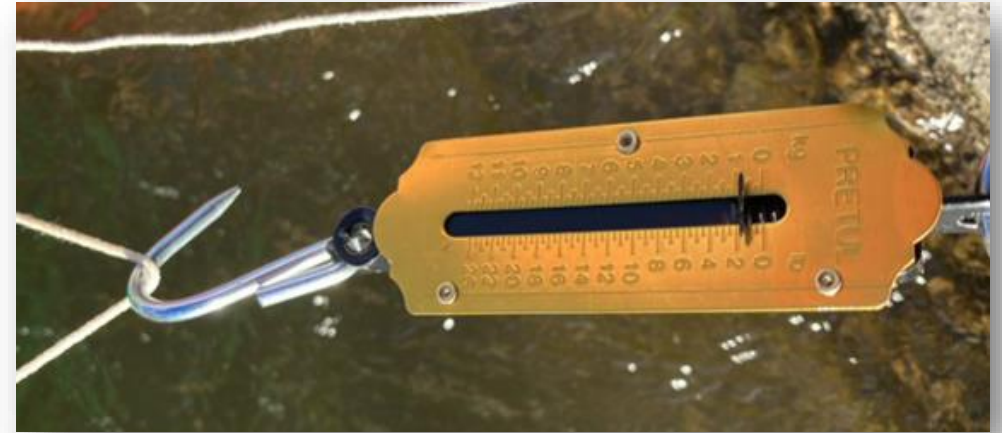
Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Arrastre: 0.875 kg
Error absoluto: 0.125 kg



Comunicación

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Coordenada	Distancia [m]	Error [%]
-0.339059, -78.438117	10	1
-0.339140, -78.437027	40	2
-0.339946, -78.436684	130	10
-0.340186, -78.436571	160	19
-0.340315, -78.436541	180	36



Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Recolección





Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Recolección



Prueba	Tiempo[m in]
1	5,3
2	6,2
3	5,7
4	5,45
5	6,6

Tiempo promedio=5,85 [min]



Conclusiones

Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

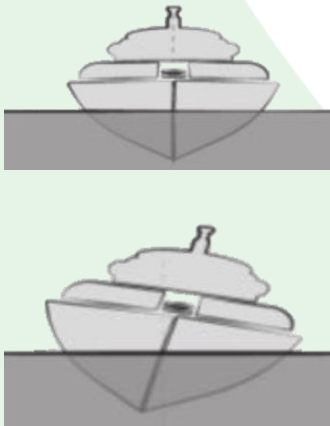
Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros

Conclusiones

Cálculo e
implementación
para flotación y
estabilidad



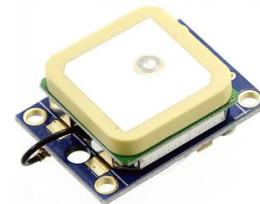
Selección
de
motores y
hélices



Suministro de
energía a los
componentes
eléctricos



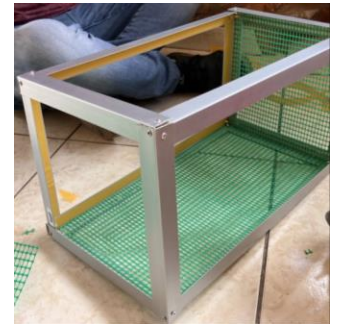
Implementación
localización
global y local



Instalación de
comunicación
entre usuario y
USV

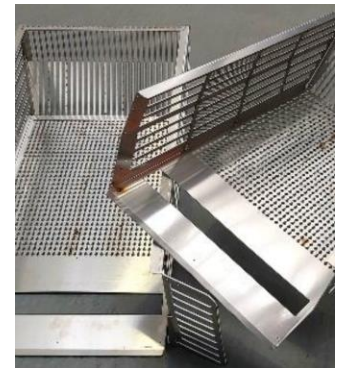
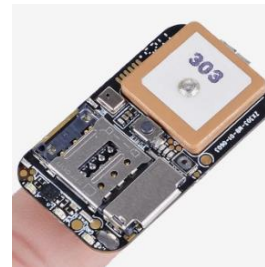
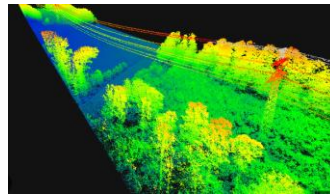
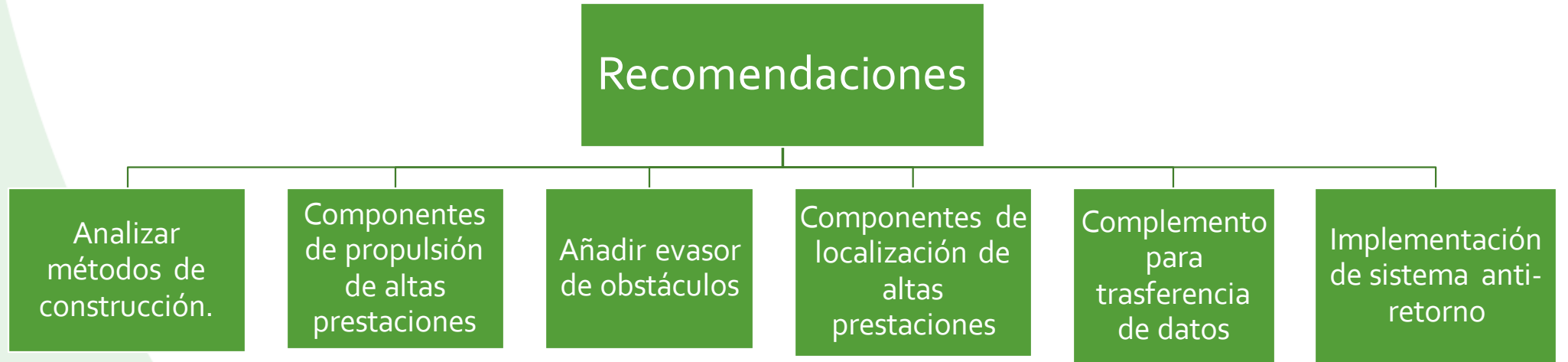


Implementación
de sistema de
recolección





Recomendaciones



Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Trabajos Futuros

Trabajos futuros

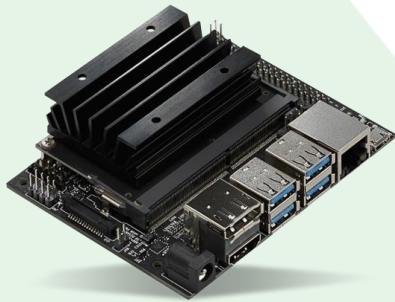
Tarjeta con mayores prestaciones

IOT

Instalación de cámara

Instalación de panel solar

Desarrollo de módulos



Introducción

Investigación
previa

Metodología

Diseño

Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros



Desarrollo de módulos

Introducción

Investigación
previa

Metodología

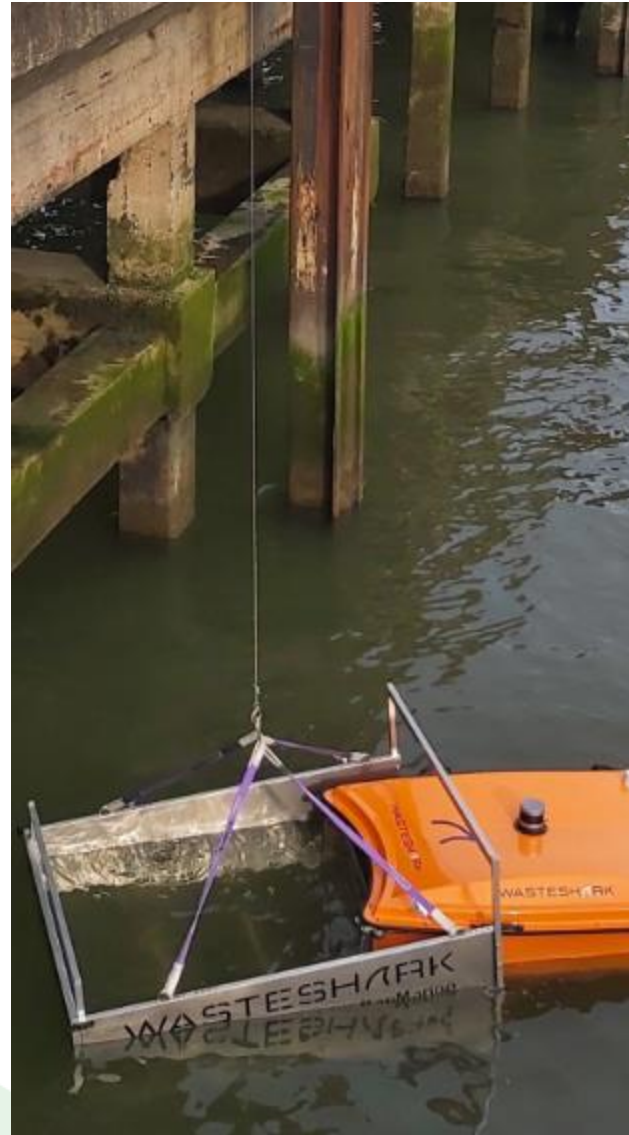
Diseño

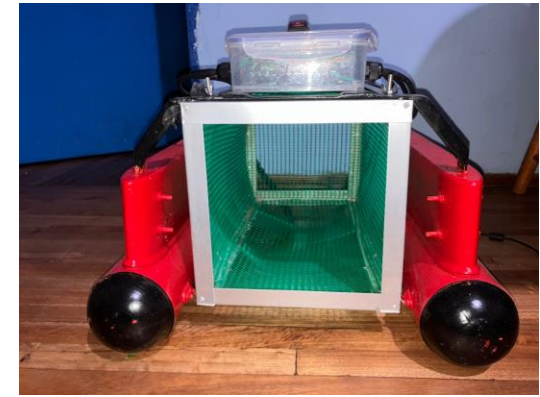
Pruebas y
Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos futuros





Gracias por su atención.

