



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE ICA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA

**FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS Y
ADMINISTRACIÓN**

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TÍTULO

DRONES MARINOS CON PLATAFORMA SOLAR
AUTOSUSTENTABLE PARA EL MONITOREO DE AGENTES
CONTAMINANTES Y ESPECIES MARINAS.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión de la información e Ingeniería de Software y Redes

PRESENTADO POR:

Anwar Julio Yarin Achachagua

CÓDIGO ORCID N°

0000-0003-2369-129X

CHINCHA 2020

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	
	Versión: 01	
		Página ii de 88

ÍNDICE

ÍNDICE.....	ii
ÍNDICE IMÁGENES.....	iv
ÍNDICE TABLA.....	vi
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
I.- INTRODUCCIÓN.....	9
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
2.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	10
2.2. Formulación del Problema General y Específicos.....	11
2.3. Objetivo General y Específicos.....	11
2.4. Justificación.....	12
2.5. Alcances y limitaciones.....	12
III.- MARCO CONCEPTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
3.1. Antecedentes.....	14
3.2. Bases Teóricas.....	15
3.3. Identificación de las Variables.....	27
IV. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	28
4.1. Tipo y Nivel de la Investigación.....	29
4.2. Diseño de la Investigación.....	29
4.3. Hipótesis General y Específicas.....	29
4.4. Operacionalización de las Variables.....	30
4.5. Población – Muestra.....	31
4.6. Técnica e instrumento de medición.....	31
4.7. Recolección de la información.....	32

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página iii de 88

V. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	48
5.1. Descripción de los resultados.....	48
VI. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	65
6.1. Discusión de resultados	65
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS	77

ÍNDICE IMÁGENES

Figura 1. Mapa de la distribución del nivel de salinidad en el mar peruano del día 20 de mayo del 2020, Imagen de IMARPE.	33
Figura 2. Mapa de la distribución la distribución de temperatura superficial en el mar peruano del día 20 de mayo del 2020, Imagen de IMARPE. ...	34
Figura 3. Mapa de la distribución la distribución de las anomalías de la temperatura superficial en el mar peruano del día 20 de mayo del 2020, Imagen de IMARPE	35
Figura 4. Modelo del dron del diseño final en una vista isométrica superior	43
Figura 5. Modelo del panel solar del diseño final en una vista isométrica lateral	43
Figura 6. Modelo de la estructura del dron del diseño final en una vista isométrica superior.....	44
Figura 7. Modelo del minisubmarino del diseño final en una vista isométrica superior.....	44
Figura 8. Aplicación de fibra de vidrio con resina.....	45
Figura 9. Aplicación de Tela de vidrio con resina.....	45
Figura 10. Composición de las capas	46
Figura 11. Modelo de la estructura exterior del dron.....	49
Figura 12. Modelo de la estructura exterior del dron con nodos de sensor	55
Figura 13. Modelo de la estructura exterior del dron con nodos de sensor en la evaluación de tensión	56
Figura 14. Modelo de la estructura exterior del dron con nodos de sensor en la evaluación de deformación	57
Figura 15. Modelo de la estructura exterior del dron con nodos de sensor en la evaluación de deformación unitaria.....	57
Figura 16. Modelo de la estructura exterior del minisubmarino	58
Figura 17. Modelo de la estructura exterior del minisubmarino con nodos de sensor	62

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página v de 88

Figura 18. Modelo de la estructura exterior del minisubmarino con nodos de sensor en la evaluación de tensión..... 63

Figura 19. Modelo de la estructura exterior del minisubmarino con nodos de sensor en la evaluación de deformación..... 64

Figura 20. Modelo de la estructura exterior del minisubmarino con nodos de sensor en la evaluación de deformación..... 64

Figura 21. Tracción 66

Figura 22. Momento de torsión 66

Figura 23. Tensión máxima 67

Figura 24. Vehículo aéreo no tripulado 67

Figura 25. Presión de la estructura flotante 68

Figura 26. Fuerzas resultantes 68

Figura 27. Fuerza que rodea a toda la estructura 69

Figura 28. Estructura sumergible 69

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página vi de 88

ÍNDICE TABLA

Tabla 1. Operación de Variables Independiente	30
Tabla 2. Operación de Variable Dependiente	30
Tabla 3. Materiales para la investigación.....	42
Tabla 4. Propiedades del material de nailon	47
Tabla 5. Propiedades del material	50
Tabla 6. Tabla de sujeción	52
Tabla 7. Tabla de sujeción.....	53
Tabla 8. Propiedades del material	59
Tabla 9. Tabla de sujeción.....	60
Tabla 10. Tabla de carga	61

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 7 de 88

RESUMEN

El presente informe final es un resumen de lo desarrollado en la investigación de Drones marinos con plataforma solar autosustentable para el monitoreo de agentes contaminantes y especies marinas en el cual se ha llegado a realizar los modelados de los componentes principales compuestos por las estructuras exteriores los cuales requieren un grado complejo de fabricación debido a su diseño y por tal motivo se enfocó en tomar importancia en su impresión 3D; así como realizar el modelamiento de ambientes para la simulación de las estructuras planteadas y probar de manera digital su efectividad.

Palabras claves:

Drones, acuático, marino, solar, monitoreo

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 8 de 88

ABSTRACT

This final report is a summary of what has been developed in the research of marine drones with a self-sustaining solar platform for the monitoring of pollutants and marine species in which the modeling of the main components made up of the external structures has been carried out. They require a complex degree of manufacturing due to their design and for this reason I focused on taking importance in their 3D printing; as well as performing the modeling of environments for the simulation of the proposed structures and digitally testing their effectiveness.

Drones, aquatic, marine, solar, monitoring

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 9 de 88

I.- INTRODUCCIÓN

Debido al incremento de contaminantes antropogénicos en el litoral peruano, se ve en la necesidad de monitorear permanentemente las posibles zonas afectadas y realizar estudios para la toma de acciones con el fin de preservar la vida de nuestras especies marinas. Se tiene en la realidad pocos métodos y dispositivos que cumplan esta función es por eso por lo que surge este modelo de dron marítimo.

Un diseño para un dron marítimo autosuficiente que sea capaz de monitorear a tiempo real la superficie marítima y procesar datos de los alrededores en un radio no mayor a 10 metros. Ofreciendo la capacidad de registrar la temperatura, conductividad, medir el PH y la presencia de compuestos químicos en el agua; a su vez de tomar imágenes de alta resolución que permite observación de las especies y la aplicación de fotogrametría dando un mejor estudio de la topología del mar. El dron esta abastecido por paneles solares que alimentan a todos sus componentes; dejando la necesidad de volver a tierra, excepto por su mantenimiento.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 10 de 88

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mar ha venido siendo contaminado por los residuos sólidos de la humanidad durante siglos; esto se ha ido aumentando con la evolución de la humanidad y la sociedad produciendo cada vez más desechos; esto llevo en el 2002 a la realización de la clasificación de los tipos de residuos según su fuente, los cuales son de fuente naturales, antropogénicas y difusas; según el Estudio de la Contaminación de las Aguas Costeras en la Bahía de Chancay: propuesta de recuperación. Cabrera Carranza, Carlos Francisco

Es por esta contaminación que se requiere una monitorización de las aguas de los mares, ríos y lagos; es así que nace el problema de no tener dispositivos de radio control que monitoree en tiempo real los mares, ríos y lagos no solo en la superficie sino en profundidad.

2.1. Descripción de la Realidad Problemática

En nuestro país como es conocido, no es ajeno a estos casos; nuestros mares es uno de los más contaminados con desechos antropogénicos al pertenecer a ciudades muy pobladas como Lima y Callao en el cual se supera el límite máximo de compuestos tóxicos dados por la ley general de agua (decreto N° 17752); según el informe de estado de contaminación marina en el litoral peruano en 1994 y 1995-IMARPE

Esto causa un impacto a la vida marina ya que ballenas, tortuga, aves acuáticas mueren al ingerir o estar expuestos a estos desechos y terminan varando en las orillas de nuestras playas. Este cambio no solo afecta a nuestra biodiversidad del mar peruano sino también a nosotros ya que día a día consumimos productos marinos y debido a desequilibrios en el hábitat se tiene en conocimiento de la escasez de algunas especies, perjudicando

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 11 de 88

así a pescadores, comerciantes y consumidores. Estas consecuencias han sido detalladas en el boletín del OIEA 2013.

2.2. Formulación del Problema General y Específicos

Problema General:

- ¿Qué equipo podría cumplir con el rol de monitorear las aguas del mar, ríos y lagos en tiempo real y a profundidades?

Problemas específicos

- ¿Puede un dron cumplir con la necesidad de monitorear en tiempo real las aguas del mar, ríos y lagos?
- ¿Qué parámetros debe tener para ser considerado un instrumento de estudio y no un equipo perjudicial para la fauna o flora marina?
- ¿Se podrá crear un dispositivo innovador tangible?
- ¿Qué técnicas de observaciones se pueden aplicar a través del dispositivo a plantear?

2.3. Objetivo General y Específicos

Objetivo General

- Desarrollo de una simulación de un dron autosuficiente marino para la observación y estudio de la contaminación marina de tiempo completo.

Objetivos Específicos

- Diseñar, desarrollar un dron marítimo auto sostenible con energía eléctrica renovable.
- Generar un diseño confiable bajos estándares de fabricación óptimos y normados.
- Modelar y generar un diseño tangible en impresión 3D
- Complementar el diseño del equipo con técnicas de observación y análisis de datos.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 12 de 88

2.4. Justificación

El proyecto se justifica por la responsabilidad que tiene el ser humano de cuidar y preservar la integridad de su medio ambiente por lo cual se requiere de dispositivos de observación a tiempo real por lo que se requiere necesariamente de investigación en equipos como la del presente dron.

A su vez esta maqueta presenta un mini-submarino que permite un análisis en las profundidades con una libertad menor a 30 metros; este complemento presenta los mismos equipos de análisis de temperatura, conductividad y de presencia de algunos compuestos; y una cámara para observación y aplicación de fotogrametría.

El diseño del dron está diseñado para no perjudicar el ecosistema marino, así como no emitir contaminación al medio; su función se limitará a la observación de especies por lo cual su interacción con las mismas es mínima

2.5. Alcances y limitaciones

Alcances

Modelo de Utilidad y obtención de un diseño confiable de un dron autosustentable con energía renovable por celdas solares y con compartimientos para futuras instalaciones de dispositivos con la capacidad de analizar en el agua en el que se desplaza y con una extensión submarina que permite una exploración a pequeñas profundidades con el propósito de tener lecturas específicas del ambiente interno del agua.

Limitaciones

La limitación principal al momento de realizar la investigación es la básica inversión en softwares msd sofisticados para modelamientos más representativos del dron.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 13 de 88

La pandemia producida por el virus Covid-19 que ha repercutido en la forma de trabajo y en el impedimento de obtención de bases de datos reales respecto a características del ambiente del área de muestra ya que no permite una accesibilidad para la obtención de dichos datos.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 14 de 88

III.- MARCO CONCEPTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Antecedentes

En los últimos años la industria de drones se ha visto en un incremento positivo, facilitando así el trabajo de inspección y monitoreo a distancias, como lo podemos notar en: “Los drones para recopilar información en tiempo real sin estar presente el piloto tiene múltiples ventajas ya que puede ser usado en muchas aplicaciones” (MHD Saria Allahham ,2019)

En la actualidad contamos con contaminantes en nuestros mares de difícil acceso para su limpieza, esto causa daño a nuestra vida marina.

En la investigación de Boerger y Derraik se puede resaltar lo siguiente: “La mayoría de los registros sobre la ingesta de residuos plásticos en animales han sido documentados para la fauna marina como ballenas, delfines, tortugas, peces y aves, en los cuales se han encontrado restos de polímeros sintéticos como cuerdas, bolsas, envases, micro plásticos, entre otros. Esto se debe a la llamada «basura de deriva», es decir, desechos humanos que son arrastrados por los ríos hacia el mar o vertidos directamente al mismo, causando la contaminación de los ecosistemas marinos y la muerte de los animales por la obstrucción del aparato digestivo y otros problemas fisiológicos” (Boerger et al., 2010, Derraik, 2002, Lazar y Gračan, 2011, Moore, 2008).

Todo contaminante causa un desequilibrio en nuestro ambiente no solo para animales depredadores si no para los consumidores como notamos en la investigación de B.J Morgan, M.D. Stocker, J. Valdes: “Los conjuntos de datos de calidad microbiana del agua son esenciales en las prácticas agrícolas de riego para detectar e informar medidas para prevenir la contaminación del producto. Las concentraciones de Escherichia coli (E.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 15 de 88

coli) se usan comúnmente para evaluar la calidad microbiana del agua.”
(B.J. Morgan, M.D. Stocker, J. Valdes-Abellan, MS Kim, 2019)

En la actualidad existen algunas pocas empresas dedicadas al rubro de fabricación de acudrones para la limpieza de aguas para no perjudicar el sector sanitario, en un artículo de la página de Tododrones.com se menciona una de las pocas empresas dedicadas a este rubro.

“La empresa RanMarine Technology ha desarrollado un dron marino para retirar residuos flotantes para mantener saneados canales y puertos hechos por el hombre.

A su vez, en Italia desde el año 2015 se tiene el desarrollo de drones submarinos para el análisis a tiempo real del agua y sus estructuras sumergidas; esto incluye la topología del lugar. El submarino tiene añadido un equipo analizador en la parte exterior para poder conocer los componentes en el agua.

Por otro lado, en Rusia la empresa Libelium World ha desarrollado un prototipo de dron para el monitoreo de la calidad de agua del rio Volga para el consumo humano en el año 2018. Este dispositivo permite un mejor saneamiento del agua y dar a conocer qué tipo de tratamiento se debe seguir el agua según sus impurezas

3.2. Bases Teóricas

La contaminación constante es una actividad de nunca acabar en nuestro planeta, que viene destruyendo nuestro hábitat desde años atrás desde que se empezó a impulsar más las industrias, esta contaminación ha sido tomada en cuenta en las últimas décadas, pero con muestra de gran demora, en el tiempo moderno es donde se empieza a mencionar sobre el maltrato y cuidado de nuestro planeta y concientizar a la humanidad sobre como poder controlar los índices contaminantes.

Contaminación

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 16 de 88

La contaminación no es más que la acción egoísta del ser humano para poder desarrollarse en una sociedad de decadencia para su desarrollo propio, donde constantemente busca como satisfacer sus necesidades principales a consta del daño casi irreversible en distintos lugares de nuestro planeta.

Definición

La contaminación es la introducción de agentes externos a la situación actual que ocurre con normalidad en un ambiente o ecosistema que van causando en el tiempo daños a los seres vivientes de dichas áreas hasta causar muerte de especies, mutaciones o en su defecto extinciones.

Estos desechos generan el cambio paulatino de un medio ambiente hasta llegar a un punto irreparable, trayendo consigo efectos y cambios climáticos.

Agentes de la contaminación

Los agentes contaminantes son toda aquella sustancia nueva o perteneciente al medio con la capacidad de causar un desorden natural en el medio en el que interactúa causando un perjuicio al bioma existente; como se explica en la Tesis de Emisiones contaminantes de vehículos del distrito de Huancayo: "...Sustancias que alteran su estado natural que dañan al medio ambiente..." (Nilda Hilario Roman, 2017)

Estos agentes contaminantes se encuentran contenidas en los gases invernadero, fertilizantes animales e industriales, desagüe, aguas depuradas, etc. Peusto como se explica en la tesis:

"Las sustancias contaminantes, que pueden ser descargadas de diferentes fuentes, se diluyen en la atmósfera y pueden pasar por una gran variedad de procesos físicos y químicos, como por ejemplo reaccionar con otras sustancias presentes en el aire o ser disociados por la luz solar. También pueden ser transportadas a zonas diferentes de aquellas donde se han

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 17 de 88

emitido, y finalmente, pueden retornar a la tierra a través de la lluvia o por deposición seca, donde entran en contacto con los receptores, que pueden ser a la vez personas, animales, plantas, mantos acuíferos, el suelo, etc” (Nilda Hilario Roman, 2017)

Estos agentes son introducidos en cantidades moderadas ya sea en un día normal de las industrias, o en exceso cuando ocurre un accidente en cualquiera de estas industrias, como derrames de petróleo, desparrame de metales pesados a lagos producto de minerías ilegales, desforestaciones causadas por malos planes de trabajo y controles de medidas a la hora de realizar estas actividades provenientes de industrias madereras.

Contaminación marina

Los mares del mundo representan más del 70% de la superficie terrestre y 97% del agua existente de nuestro planeta y aun así es uno de los más afectados con respecto a los agentes contaminantes encontrados como la abundancia de derrames de petróleo en su interior, el exceso de materiales plásticos, desembocadura de aguas residuales.

Definición de la contaminación marina

La contaminación marina es el resultado de la contaminación de los océanos. Hasta la década de los 70 se tenía la creencia popular de que debido a la gran cantidad de agua que hay en los océanos, esta tenía la capacidad de diluir todos los contaminantes sin generar consecuencias en el medio. Durante esos años se vertieron a los mares toda clase de químicos, aguas residuales sin tratamiento, e incluso residuos radiactivos, con la esperanza de que desaparecieran en el profundo azul.

Sin embargo, lejos de diluirse estos contaminantes se han ido acumulando tanto en el agua como en las cadenas tróficas y, además, han conseguido distribuirse por todo el planeta llegado a lugares donde la actividad humana no está tan presente, como la fosa de las Marianas o la Antártida. (Adriadna, 2019)

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 18 de 88

Los mares hasta la fecha siguen siendo dañados con toneladas de basura tanto en materiales solidos como plástico y líquidos como aguas residuales, entre otras.

Causas de la contaminación marina

Las causas de la contaminación de los océanos y los mares o contaminación marina son diversas y numerosas. A continuación, se detallan aquellas que provocan un mayor impacto en los ecosistemas de agua salada o marinos: (Adriadna, 2019)

- Plaguicidas y herbicidas
- Fertilizantes y detergentes
- Productos químicos
- Hidrocarburos
- Aguas residuales
- Plásticos y micro plásticos
- Redes fantasmas
- Contaminación acústica

Esta lista de las causas es aún mayor, los efectos que día a día sufre nuestros mares son de nunca acabar, en los últimos años se ha reportado más daños de lo normal, empezando a generar extinción de algunas especies.

Efectos de la contaminación marina

Años atrás no se podía observar el daño que le causábamos al planeta con nuestra contaminación, pero en los tiempos modernos esta se hace notar y acelera rápidamente día a día, entre muchos de estos efectos tenemos:

Años atrás no se podía observar el daño que le causábamos al planeta con nuestra contaminación, pero en los tiempos modernos esta se hace notar y acelera rápidamente día a día, entre muchos de estos efectos tenemos:

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 19 de 88

Islas de Plástico

Como resultado de la contaminación plástica han surgido islas hechas totalmente de plástico. El Gran Parche de Basura del Pacífico se descubrió en 1997 y ocupa una superficie mayor a la de España, Francia y Alemania juntos, se localiza entre Hawaii y California y se estima que su pesa ascendería a 80.000 toneladas métricas. Además, en estos últimos años se han detectado varios parches más, otro en el sur del océano Pacífico cerca de las costas de Chile y Perú, y otro en el norte del océano Atlántico próximo a las costas estadounidenses. Estas islas plásticas se mantienen por la existencia de vórtices creados por los giros oceánicos, un tipo de corriente de agua circular. (Adriadna, 2019)

La eutrofización y la falta de oxígeno

Como hemos explicado antes, una consecuencia de los vertidos de aguas residuales y otros productos químicos es la eutrofización. Debido a la proliferación de las algas el oxígeno disuelto en el agua se agota por lo que casi ningún organismo puede sobrevivir en esas condiciones de anoxia. Además, en estas circunstancias pueden liberarse otras sustancias tóxicas como los óxidos de nitrógeno, gases de efecto invernadero más potentes que el dióxido de carbono. Estas zonas tan eutróficas se conocen como zonas muertas, de entre las más de 400 que se estiman destaca la del Golfo de México. (Adriadna, 2019)

Acidificación de los océanos

Por otro lado, las industrias contribuyen doblemente a la contaminación oceánica, no solo con los residuos que generan si no también con las emisiones de gases de efecto invernadero que están provocando una acidificación de nuestros océanos.

De manera natural el CO₂ se disuelve en el agua de los océanos liberando protones como resultado de dicha reacción causando una disminución del pH del agua y por tanto una acidificación de la misma. Esta acidificación

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 20 de 88

afecta a los procesos de calcificación dificultando la formación de carbonato cálcico.

Esto se ha traducido en el blanqueamiento de los corales y en la debilidad de las estructuras calcáreas que protegen y dan forma a moluscos, crustáceos y diferentes microorganismos (diatomeas, cocolitofóridos, fominíferos). (Adriadna, 2019)

Perdida de la biodiversidad por la contaminación marina

Por último, hay que señalar como una de las peores consecuencias de la contaminación marina la pérdida de biodiversidad, ya que al final todos estos agentes (plásticos, químicos, metales) y procesos (eutrofización, acidificación) afectan negativamente a la vida marina. Desgraciadamente, las especies que están sufriendo más las consecuencias de la contaminación marina son las especies que ya se encuentran en peligro de extinción a las cuales se les suma más presión.

No hay que olvidar que muchas de estas especies que están desapareciendo son las que se encuentren en la cima de la pirámide trófica, como los grandes depredadores (orcas, tiburones, tortugas, focas) y su desaparición desencadenaría efectos negativos en las comunidades.

Como reflexión final cabe destacar la necesidad de crear una conciencia general de conservación de los océanos y considerarlos, no como nuestros vertederos, sino como fuentes de salud y bienestar porque no hay que olvidar que el ser humano tiene una relación muy estrecha con los mares y es por eso por lo que al final todo lo que es echado en ellos, nos será devuelto. Por lo que si nos importa nuestra salud también debería importarnos la salud de los océanos. (Adriadna, 2019)

Esta contaminación no solo afecta directamente a las especies vivientes en los mares, sino también a nosotros, ya que es una fuente primordial de recursos para la humanidad, el agua tanto dulce como salada almacena

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 21 de 88

consigo bacterias y virus que contaminan nuestro recurso hídrico y alimentos.

Las aguas residuales son la principal fuente de microorganismos patógenos que se transmiten a través del ambiente y que llegan a la población especialmente a través de la contaminación del agua usada para beber, agua utilizada en cultivos de vegetales o en cultivos de moluscos bivalvos, en la preparación de comida, para lavar, en el baño o en los diversos usos recreativos.

El tratamiento actualmente aplicado a las aguas residuales procesadas por métodos biológicos y fisicoquímicos ha reducido significativamente la incidencia de enfermedades entre la población, especialmente las de etiología bacteriana, sin embargo, los protozoos y los virus son más resistentes que las bacterias a muchos de estos tratamientos.

Concentraciones significativas de virus son detectadas en las aguas vertidas al ambiente y en los biosólidos generados en plantas de tratamiento de agua residual y, a pesar de que se considera que hay una reducción importante de la concentración de virus, se ha estimado, a partir de los 100.000 enterovirus por litro frecuentemente detectados en el agua residual, que en una población de 300.000 habitantes pueden liberarse al medio ambiente cantidades de 10 partículas víricas en 24 horas en aguas residuales tratadas. (Sílvia Bofill-Mas, 2005)

Como es sabido, los virus no solo se pueden encontrar en el aire, sino también en el agua que bebemos, y en los alimentos que ingerimos al ser regados con esto o en el interior ya sea a través de un pez.

Efectos de la contaminación marina en los mares peruanos

El Perú es uno de los países muy afectados por esta contaminación, teniendo uno de los mares más contaminados de Latinoamérica, esto afecta significativamente toda nuestra costa ya que limitamos con el océano pacífico.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 22 de 88

Perú tiene algunas de las playas más contaminadas por basura marina de Latinoamérica y el mundo. Solo en la playa de Ventanilla se han registrado 463 partículas de plástico duro por metro cuadrado de arena. (Nagy, 2018)

Hemos notado que los restos plásticos son consumidos por animales, estos llegan a la orilla y mueren, en su etapa de putrefacción se puede observar el plástico ingerido por ellos que no pueden ser digeridos por sus jugos gástricos.

Ahora hay que tener en cuenta que no solo los animales que son fácilmente visibles para el ojo humano muestran ingesta de plásticos, sino también los plánctones ya que son microorganismos que conforman la base de la cadena alimenticia del mar, estos comen pequeñas partículas de plástico y luego son los peces, como la anchoveta, entre otras especies.

Los micro plásticos no solo afectan la vida marina. Una persona puede consumir hasta 14 partículas de micro plásticos al beber un vaso de agua, ello demuestra que todo lo que arrojamamos al océano vuelve a nosotros y pueden llegar hasta nuestra mesa, camuflados en cualquier plato marino. (Nagy, 2018)

Reducción de contaminación

Existe ciertas medidas para reducir la gran cantidad de contaminación que ingresa al agua de nuestros mares. Muchas de ellas son con simples controles que se realiza con la colaboración con entidades públicas que regularizan las actividades de las empresas contaminantes, otras mediante son mediante el uso de reciclar y usar materiales alternativos que sean desechables para reducir la contaminación.

Técnicas externas para la reducción de contaminación

El Congreso de Chile aprobó el 30 de mayo la prohibición de bolsas plásticas de un solo uso en todo el territorio nacional, poniéndose a la

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 23 de 88

vanguardia en la lucha por un mundo sin contaminación por plásticos, en la antesala del Día Mundial del Medio Ambiente.

El año pasado, Chile puso en marcha una campaña denominada "#ChaoBolsasPlásticas" y prohibió el consumo de estos artículos en un centenar de comunas costeras del país. El Gobierno del presidente Sebastián Piñera decidió ir más allá y en mayo de 2018 pidió al Congreso ampliar la medida a todo el país.

La prohibición entrará en vigor dentro de un año para los minoristas y dentro de dos años para las pequeñas empresas. (ONU, 2018)

Las tres ciudades más pobladas de la región, Ciudad de México, Sao Paulo y Buenos Aires, también se han apuntado a la ola de restricciones. La capital mexicana fue una de las primeras en hacerlo. En agosto de 2009, el Gobierno capitalino reformó la Ley de Residuos Sólidos y prohibió a los comercios dispensar las bolsas de manera gratuita.

Buenos Aires dio un paso más allá y desde el 1 de enero de 2017 tiene en vigor una ley que prohíbe a los supermercados porteños entregar bolsas desechables de plástico y cobrar por ellas. (ONU, 2018)

Estados Unidos y el Programa Ambiental del Caribe de Naciones Unidas implementarán conjuntamente el programa Trash Free Waters en países del Gran Caribe, para disminuir significativamente la basura marina.

Panamá construirá un sistema de tratamiento de aguas que restablecerá la limpieza de la Bahía de Panamá y aumentará las escuelas del programa Bandera Azul Ecológica, que promueve la limpieza y reciclaje de desechos. Y Costa Rica anunció una Política Nacional para el Combate de los Desechos Marinos. (SciDevNet, 2015)

En las últimas décadas se ha podido notar una gran concientización por parte de las grandes industrias para mejorar la calidad de nuestros mares

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 24 de 88

y poder reducir o en su defecto retrasar su destrucción para la mejora lenta pero segura del mar.

Técnicas usadas por el Perú para combatir la contaminación

El Perú por ser un país costero y limítrofe con el mar, está en la obligación de realizar actividades que ayuden a reducir las grandes cantidades de agentes contaminantes entre ellos su mayor enemigo global, el plástico.

El país solo ha optado por generar un impuesto mínimo que crecerá paulatinamente con el pasar de los años para disminuir la cantidad de bolsas de plástico en los mares y pequeñas charlas de concientización contra este enorme enemigo que es el plástico, mostrando el daño que causa hacia nuestro planeta y evitar su uso.

Drones

Los drones son equipos voladores no tripulados, como se puede encontrar en su significado dado por la Real Academia española; son equipos controlados sin la necesidad de emplear tripulación y los cuales son empleados para diferentes áreas de funcionamiento. Como se explica en el proyecto de Diseño y Fabricación de un Dron:

- “De blanco: Simulación de aviones o ataques enemigos en los sistemas de defensa de tierra o aire.
- Reconocimiento: Envío de información militar, control de áreas conflictivas, desastres naturales
- Combate: Dedicados a misiones ofensivas
- Logística: Para el transporte de mercancías o recursos
- Investigación y desarrollo
- UAVs de uso civil: Conocidos como drones comerciales, son aquellos UAVs que no están destinados a un uso militar.” (Pablo Riupérez Martín, 2016)

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 25 de 88

Todas ellas cumplen un rol de desempeño para la satisfacción de trabajos a realizar; pero a su vez presentan diferentes métodos de control que los clasifica entre su variedad de funcionalidad:

- **AUTONOMO:** La aeronave no necesita de un piloto humano que lo controle desde tierra, se guía por sus propios sistemas y sensores integrados.
- **MONITORIZADO:** En este tipo de control para UAVs si se necesita la figura de un técnico humano. La labor de esta persona es proporcionar información y controlar el feedback del dron, conjunto de reacciones o respuestas que manifiesta un receptor respecto a la actuación del emisor. El dron dirige su propio plan de vuelo y el técnico a pesar de no poder controlar los mandos directamente, puede decidir qué acción llevar a cabo.
- **SUPERVISADO:** Un operador pilota directamente la aeronave, aunque este puede realizar algunas tareas automáticamente.
- **PREPROGRAMADO:** El dron sigue un plan de vuelo diseñado previamente y no tiene medios para cambiarlo para adaptarse a posibles cambios.
- **CONTROLADO REMOTAMENTE:** Son los más implantados dentro de los drones civiles, son conocidos como drones de radio control. La aeronave es pilotada directamente por un técnico mediante una emisora de radiofrecuencia.” (Pablo Riupérez Martín, 2016)

Con estas definiciones se puede identificar el tipo de equipo a emplear y su capacidad de disposición de un piloto remoto que lo controle o monitoree en el cumplimiento de sus funciones.

Drones para el análisis a tiempo real de mares y ríos:

Con todo lo anterior se puede tener como definición de dron a un equipo de radio control que pueda ayudar en un proceso al ser humano; sea el caso de recaudación de datos; en el cual se busca poder tomar acciones

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 26 de 88

con la regulación del bioma y poder mantener sus características para la conservación de especies o para brindar un adecuado estándar para el consumo humano.

Se tiene entonces; como precedentes equipos remotos de radio control para el monitoreo a tiempo real de los fluidos y su composición, así como la calidad que presentan y como poder tratarla para el beneficio del ser humano o de la naturaleza.

Como el proyecto Dron on Volga (dron en el Volga); el cual a tras ves de la empresa Libelium han desarrollado un equipo de radio control para evaluar la calidad del agua del rio Volga para el consumo humano.

“Cerca del 35 al 60% del agua para el consumo no reúne las medidas sanitarias básicas” (Cuerpo regulatorio ruso; 2018)

“El 8% del agua consumida es tratada adecuadamente” (Libelium, 2018)

Por ello nace la idea de poder tener un dron disponible para el análisis a tiempo real del dron y el equipo de Llibelium con su distribuidora en rusia Smart lot distribution junto con la universidad de Toliatty inician el programa de observación de las aguas residuales del río Volga mediante un dron de radio control marino.

Dron para la limpieza de mares y ríos

A si mismo por la alta propagación de la basura en medios fluviales y oceánicos se tiene registrado la creación de acudrones con la capacidad de limpiar residuos sólidos en la superficie de los fluidos; estos recogen los desperdicios y los almacenan.

“Diseñados para la recolección de plásticos, bio desperdicios y sus derivados; permitiendo un monitoreo de forma constante del fluido...Estos equipos pueden ser autónomos o de radio control” (Waste Shark)

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 27 de 88

3.3. Identificación de las Variables

Variable Independiente:

- Geometría de los elementos para obtener mejores resultados en la simulación de esfuerzos en la estructura del dron marino.

Variable Dependiente:

- Cantidad de nodos presentes en el mallado en la simulación.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 28 de 88

IV. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

La investigación es de carácter Aplicada-cuantitativa; en la cual se constarán datos del desarrollo del dron con las de referencias bibliográficas y con los datos obtenidos del medio, así como la de diseño del producto según los equipos instalados en el dron y el análisis que realiza al emplear los datos del monitoreo.

Etapas de trabajo

1. Desarrollo de dron: Definir los equipos a instalar según las características especificadas del dron; modelar su estructura de instalación y crear un diseño virtual del prototipo.
2. Construcción del dron: Adquisición de equipo e instalación. Programación y ensamblado. Fabricación de la estructura del dron con materiales para su finalidad.
3. Adaptar los diseños aprobados para la ubicación de los dispositivos de recojo de información y para la fuente de alimentación.
4. Desarrollo de la instalación de la fuente de alimentación solar autosustentable para el dron.
5. Análisis de funcionamiento de dron: Prueba y análisis de funcionamiento en laboratorio mediante simulaciones.
6. Prueba de campo: Prueba, constatación y análisis de funcionamiento en mar.
7. Informe de simulación del dron, dibujo en 3D, generación de planos.
8. Animación de diseño, impresión en 3D, generación de archivos compatibles con software de diseño mecánico.
9. Elaboración de material bibliográfico para generación de energía eléctrica, y dispositivos de exploración submarina aplicadas en drones.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 29 de 88

4.1. Tipo y Nivel de la Investigación

Tipo de investigación:

- Investigación Aplicada-Cuantitativa

Nivel de Investigación:

- Los niveles alcanzados son de nivel explicativo y de nivel descriptivo.

4.2. Diseño de la Investigación

La investigación se ha diseñado para recopilar y comparar datos; para contrastarlo y obtener puntos de observación para el diseño de un prototipo el cual dependerá de estos datos obtenidos y satisfacer la demanda del problema; el cual consta de proveer un dispositivo marítimo de lectura permanente de agua que es autosuficiente energéticamente; para realizar un análisis a tiempo real, correcto y a profundidad.

4.3. Hipótesis General y Específicas

Hipótesis General:

- Mediante el modelamiento y fabricación de un dispositivo de observación se podrá regular la contaminación marina por medio de los datos recolectados por el dispositivo y la intervención humana.

Hipótesis Específica:

- Una clase de dron como los aqua drones podrán cumplir el funcionamiento adecuado para el monitoreo marino.
- Mediante la estandarización de sus piezas y un parámetro ambiental adecuado el aquadrone podrá realizar seguimientos en tiempo real de cualquier zona acuática y ser fabricado en masa.
- El empleo de modelado 3D en resina hará posible la fabricación adecuada del agua dron y facilitará su proceso de fabricación

- Mediante el empleo de la técnica de fotogrametría se podrá dar un análisis a más profundidad de las imágenes obtenidas por el drone como a su vez interpretar en primera instancia la situación del ambiente marino.

4.4. Operacionalización de las Variables

Operación de Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Geometría de los elementos para obtener mejores resultados en la simulación de esfuerzos en la estructura del dron marino	Mejor diseño de curvas, y espesores en el dron.	Cantidad de material utilizado para la fabricación.	Calidad de la resistencia del dron antes de diferentes esfuerzos físicos en el entorno.

Tabla 1. Operación de Variables Independiente

Operacionalización de Variable dependiente

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Cantidad de nodos presentes en el mallado en la simulación.	Mejor resultados en la ejecución del diseño.	Cantidad de recursos para realizar la simulación.	Contar con elementos de diseño de gama alta.

Tabla 2. Operación de Variable Dependiente

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 31 de 88

4.5. Población – Muestra

Población

Playas de Lima metropolitana, el cual al ser un importante emisor de contaminación por su población es un referente importante para el análisis del dispositivo. Lima y Callao con ciudades en el cual se supera el límite máximo de compuestos tóxicos dados por la ley general de agua (decreto N° 17752); según el informe de estado de contaminación marina en el litoral peruano en 1994 y 1995-IMARPE

Muestra:

La población a elegir los parámetros para la simulación del dispositivo son playas del distrito de Villa el Salvador y Chorrillos por su baja afluencia de embarcaciones que perjudiquen un estudio y presentar locaciones adecuadas para la prueba del dispositivo.

4.6. Técnica e instrumento de medición

Técnica

Para el análisis de datos obtenidos del agua se emplearía la fotogrametría que consiste en la observación meticulosa de la superficie marina mediante fotos y por la cual se logra describir los terrenos marinos y diseñar réplicas en modelos 3d de dichos terrenos marinos; además de reconocimiento de ciertas características del agua por sus colores.

Instrumentos de Medición

Los instrumentos de medición y cálculos empleados son los programas AutoCAD para el diagramado de los bocetos 2D y el programa Solid Works para la simulación y diseños en 3D del drone

Mientras para el análisis del agua se emplearía el uso de papeles filtros para corroborar ciertos datos obtenidos por el drone y contrastar las hipótesis planteadas.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 32 de 88

4.7. Recolección de la información

Clima

Fuentes oficial

Se registran los datos de los boletines anuales de IMARPE, y datos de su página web oficial con el documento de “Temperatura superficial del mar y anomalías térmicas, Salinidad Superficial del Mar”; en el cual sabremos los datos importantes del área de estudio:

La salinidad del mar peruano

La unidad para medir el nivel de salinidad del mar es UPS (Unidad práctica de salinidad) que representa la conductividad de la muestra. La salinidad del mar peruano presenta concentraciones de 33,2 a 35,6 UPS en verano, y de 33,8 a 35,4 UPS en invierno.

En el área de estudio de Lima metropolitana se han registrado niveles de salinidad de 34,5 a 35 UPS, el cual determinara en el tipo de material para la parte exterior del prototipo.

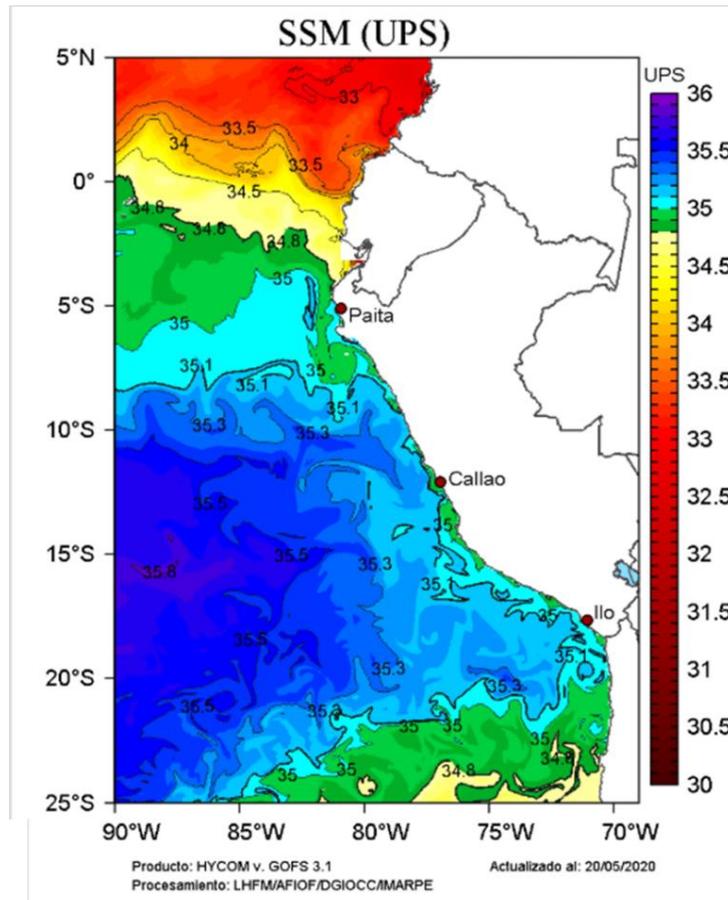


Figura 1. Mapa de la distribución del nivel de salinidad en el mar peruano del día 20 de mayo del 2020, Imagen de IMARPE.

Temperatura del mar peruano y sus anomalías

La temperatura del mar es conocida relativamente en el litoral peruano que es de alrededor de 23°C con un cambio durante el año de 0,6°C aproximadamente por variación de estación; sin embargo, por los cambios del clima y efectos meteorológicos suceden anomalías en la temperatura en el cual la temperatura regular varía en algunos puntos y presentan preposición a cambiar intempestivamente.

En el área de estudio que es el mar de la franja costera de Lima metropolitana se tiene una temperatura alrededor de 18°C el cual presenta un cambio mensual de alrededor de 0,4°C y anomalías entre 0-1°C como se observa en los siguientes gráficos.

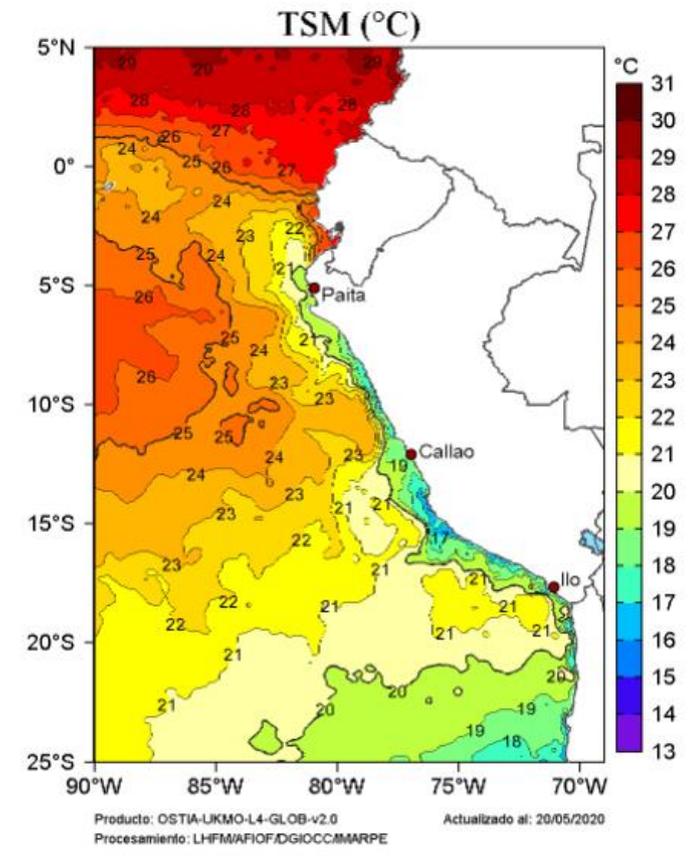


Figura 2. Mapa de la distribución la distribución de temperatura superficial en el mar peruano del día 20 de mayo del 2020, Imagen de IMARPE.

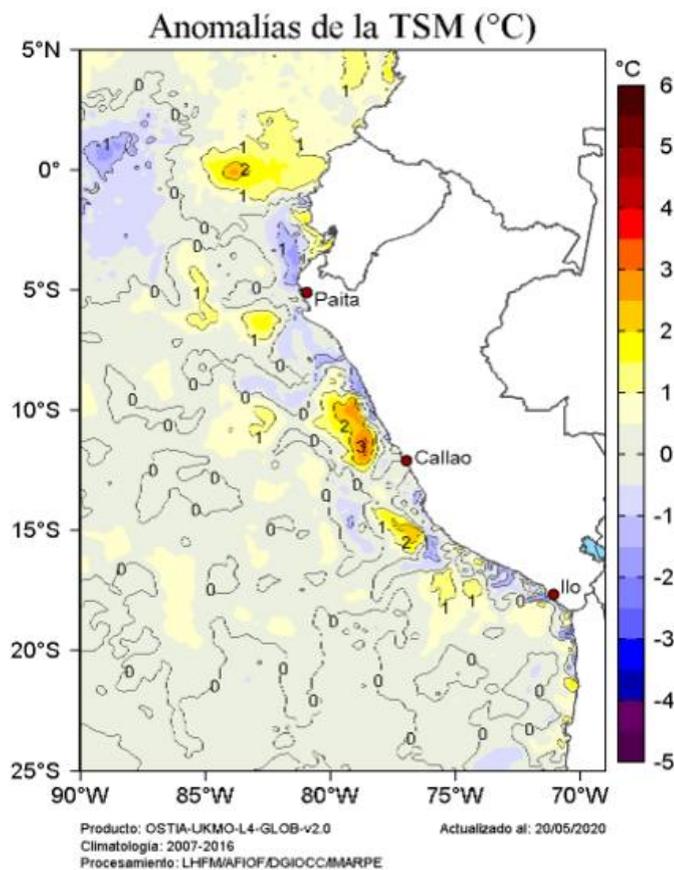


Figura 3. Mapa de la distribución de las anomalías de la temperatura superficial en el mar peruano del día 20 de mayo del 2020, Imagen de IMARPE

Materiales

Los materiales siguientes en la lista muestra una columna para el número de ítem, una con el material, una pequeña descripción y algunos posibles proveedores donde pueda adquirirse.

Cabe destacar que los materiales asignados inicialmente puedan variar en algunas de sus configuraciones y/o fichas técnicas, esto será dependerá de varios factores, como la situación del terreno, resultados de la simulación, condiciones de materiales de los proveedores.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 36 de 88

N°	Materiales	Descripción	Punto de suministro de proveedores
1	Panel Solar Fotosensible Flexible	Panel solar flexible de 150w /12v	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Panel Solar Peru, Calle 3 Mz B Lt 15 Urb Niño Jesus 2da Etapa, Santa Clara, Ate – Lima ❖ Auto Solar: Megacentro Lurín km 29,5 Panamericana Sur, Referencia: Frente a Campomar, Parada Puente Vidu 15047 Lurín, Lima
2	Batería solar	Batería solar de 12 v 18 Ah	
3	Cable vulcanizado	Cable vulcanizado sumergible	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sodimac ❖ Maestro ❖ Promart ❖ Av. Morales Duárez 448, Cercado de Lima 15079 ❖ Otros.
4	Terminales	Terminal de comprensión de 10 mm	
5	Soporte para panel	Soporte para panel solar flexible	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Panel Solar Perú ❖ Auto Solar
6	Controlador de carga	Controlador de carga 12/24V	
7	Estructura de fibra de vidrio flotable	Estructura para la parte flotante	<ul style="list-style-type: none"> ❖ TFV Técnico en Fibra de vidrio percy_30_77@hotmail.com Telf:912 489 418 RUC: 10107514339
8	Estructura de fibra de vidrio hundible	Estructura para la parte hundible	<ul style="list-style-type: none"> ❖ TFV Técnico en Fibra de vidrio percy_30_77@hotmail.com Telf:912 489 418

			RUC: 10107514339
9	Tablero ador-sable	Tablero ador-sable 4 polos	❖ Auto solar ❖ Promart ❖ Sodimac ❖ Otros
10	Conector MC4	Conector MC4 Multi contacto Macho y hembra	❖ Auto Solar ❖ Panel Solar Perú
11	Llave termomagnética	Termomagnético 10A IC60N ABB Mono fásico	❖ Auto solar ❖ Promart ❖ Sodimac ❖ Otros
12	Porta fusible	Porta fusible 10x38	❖ Sodimac ❖ Maestro ❖ Promart ❖ Otros
13	Fusible	Fusible 10 A	
14	Pegamento	Pegamento para soportes y pasamuros ABS	❖ Sodimac ❖ Maestro ❖ Promart ❖ HyC: Av. Colonial N° 551 LIMA Central ❖ Otros

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 38 de 88

15	Cámara sumergible con luz led	Cámara de 10 m de profundidad 4k(Go Pro Hero7)	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Toda tecnología: Jr. Cuzco N° 440 Int. 259 – Cercado de Lima ❖ Panasonic
16	Sensor de PH	GAOHOU PH0-14 Valor Detect Sensor Módulo + PH Electrodo Sonda BNC para Arduino	Solitec instrumentos de medición EIRL: C.C. San Felipe Of 41.Jesús María. Lima. Perú.
17	Sensor de Temperatura	Sensor multifuncional de temperatura Tds/ce/ph/salinidad/Temperatura	
18	Mini-submarino	i-buble equipo de observación sub acuática con profundidad de 30 m	En evaluación – compra de importación posiblemente.
19	Lector multiparámetro	CTD-diver un sensor multifuncional	Solitec
20	Mecanismo articulado de soporte para el panel solar	Kit de soporte de instalación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Panel Solar ❖ Auto Solar
21	Antena de telecomunicación	Antena de radio de control receptor	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Techim Perú: Av. Separadora Industrial N° 2060 - Urb. Residencial Monterrico ❖ En evaluación

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 39 de 88

22	Hélice de la estructura flotante	Barco remolcador Rov submarino 12v propulsor submarino Motor sin escobillas 80mm propulsor 3-5kg empuje 3s Lipo parte para cebo Rc	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Aliexpress ❖ Asociación de Comerciantes Santa Rosa de Lima -Jr. Paruro
23	Hélice horizontal de mini submarino	Motor a reacción RC propulsor subacuático 7,4 V 16800RPM CW CCW 3 hélice de Motor de paleta para Micro ROV Robot barco submarino modelo	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Aliexpress ❖ Asociación de Comerciantes Santa Rosa de Lima -Jr. Paruro
24	Hélice vertical del mini-submarino	Barco remolcador Rov submarino 12v propulsor submarino Motor sin escobillas 80mm propulsor 3-5kg empuje 3s Lipo parte para cebo Rc	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Aliexpress ❖ Asociación de Comerciantes Santa Rosa de Lima -Jr. Paruro

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 40 de 88

25	Conductor de intercomunicación al mini-submarino	Cable Vulcanizado sumergible con recubierta de polietileno	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Maestro ❖ Sodimac
26	Entrada de muestras de fluido	Estructura del compartimiento a base de fibra de vidrio	<ul style="list-style-type: none"> ❖ TFV Técnico en Fibra de vidrio percy_30_77@hotmail.com Telf:912 489 418 RUC: 10107514339
27	Almacén de muestras	Estructura del compartimiento a base de fibra de vidrio	<ul style="list-style-type: none"> ❖ TFV Técnico en Fibra de vidrio percy_30_77@hotmail.com Telf:912 489 418 RUC: 10107514339
28	Electrodo	Electrodo de evaluación de muestra sumergible i antioxidante	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Solitec
29	Soporte de eje del disco de corte	Estructura metálica para soportas el centro del disco de corte	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Maestro ❖ Sodimac
30	Eje del disco de corte posterior	Eje de disco de corte con resistencia de agua	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Maestro ❖ Sodimac

31	Disco de corte posterior	Eje de disco de corte con resistencia de agua	❖ Maestro ❖ Sodimac
32	Disco lateral de corte del mini submarino	Eje de disco de corte con resistencia de agua	❖ Maestro ❖ Sodimac
33	Brazo de giro	Estructura metálica	
34	Articulación del panel	Articulación de giro complemento	❖ Panel Solar ❖ Auto Solar
35	Motor para el brazo de giro	100 RPM/298:1/5kg Micro Motorreductor N20	❖ Electrocrea
36	Engranaje del motor	Sistemas de transmisión de potencia	❖ Mercado Libre ❖ Jr. Paruro
37	Engranaje del brazo de giro		
38	Engranaje para el panel		
39	Cadena cremallera		
40	Motor para el engranaje del panel	100 RPM/298:1/5kg Micro Motorreductor N20	❖ Electrocrea

41	Estructura protectora	Estructura de protección a base de fibra de vidrio	❖ TFV Técnico en Fibra de vidrio percy_30_77@hotmail.com Telf:912 489 418 RUC: 10107514339
42	Apoyo de la articulación	Bandeja de sujeción entre el dron y el soporte del panel	❖ TFV Técnico en Fibra de vidrio percy_30_77@hotmail.com Telf:912 489 418 RUC: 10107514339

Tabla 3. Materiales para la investigación.

Tomando en cuenta de las modificaciones realizadas se realiza el modelamiento de los diseños de las estructuras externas en SolidWorks. Los detalles del diseño y sus cotas se presentan en el anexo.

Las hélices de los motores no han sido consideradas. Los motores del minisubmarino aún se tienen en consideración por la complejidad de la articulación, pero las salidas aún están presentes.

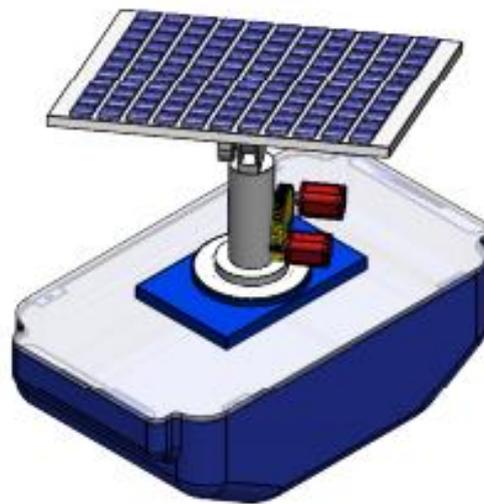


Figura 4. Modelo del dron del diseño final en una vista isométrica superior

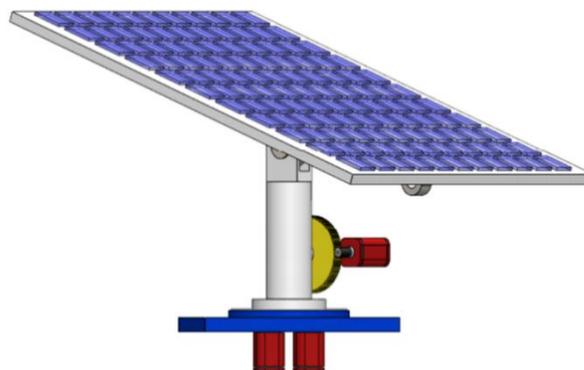


Figura 5. Modelo del panel solar del diseño final en una vista isométrica lateral

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 44 de 88

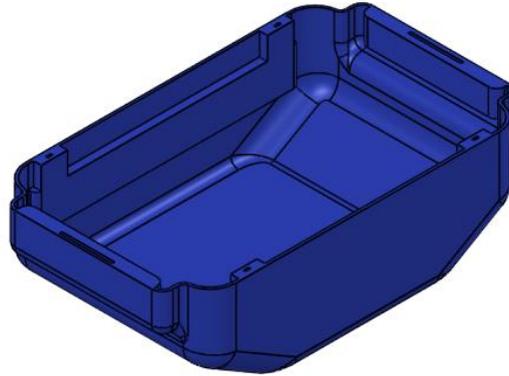


Figura 6. Modelo de la estructura del dron del diseño final en una vista isométrica superior

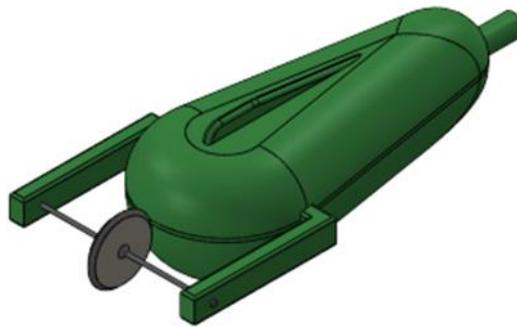


Figura 7. Modelo del minisubmarino del diseño final en una vista isométrica superior

Material de la estructura

La estructura de las distintas partes y piezas de ensamblaje de articulaciones mostrados en los diseños y especificados en dimensión en el anexo se componen de una capa exterior de tela de vidrio, mientras en su interior se emplea fibra de vidrio con resina y una capa de fibra de vidrio. Para las estructuras se emplea una aplicación de capas de 5mm.

Fibra de vidrio

Es la composición principal del material estando presente en la capa externa como en la capa interior, se caracteriza por su gran dureza y resistencia para las estructuras exteriores, su función es de soportar las

distintas fuerzas que se presente en el entorno y funcionamiento de la estructura.



Figura 8. Aplicación de fibra de vidrio con resina

Resina

Es la adherente de las distintas capas, se emplea por su dureza generada tras su aplicación luego de adherir las dos capas de fibra de vidrio y la capa de tela de vidrio, refuerza la dureza presente en la fibra y provee de mejores características a las capas.

Tela de vidrio

Es una variación de la fibra de vidrio menos dura, pero con mejores resistencias a los daños ambientales, protegiendo la parte exterior de las estructuras y dando un refuerzo a la duración en tiempo de vida a las estructuras.



Figura 9. Aplicación de Tela de vidrio con resina

La combinación de las variaciones de la fibra de vidrio, con la ayuda de la resina para complementar y mejorar las características del material, son aplicadas de manera que la tela de fibra de vidrio se exponga al exterior y este contacto con el ambiente, y las capas interiores y del otro extremo se compone de resina y fibra de vidrio. En las partes estructurales se emplea un grosor de 5mm.

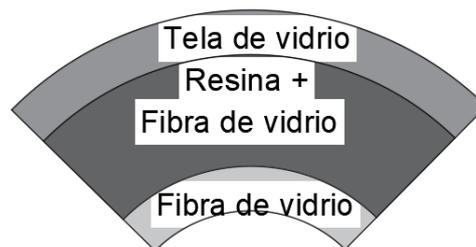


Figura 10. Composición de las capas

Propiedades General del material

El Nailon 101 es un material que presenta buenas propiedades mecánicas, con una tenacidad y resistencia considerable, se debe realizar un tratamiento adecuado del material mediante su fabricación puesto que el material conserve su gran tenacidad y resistencia a fisuras. Se da a saber que es el mismo material que se empleará para la parte superficial del drone y minisubmarino.

Según lo estudiado el minisubmarino debe sumergirse a una distancia máxima de 50m es por ello que a esa distancia se someterá a una presión de 607950 Pa. Como se puede observar en la tabla 1 de propiedades correspondiente al Nailon 101 el límite seguro máximo de presión que debe ser sometido es de $6,00 \times 10^7$ Pa, el cual es su límite elástico, dicho límite permite al material un rango de deformación del cual puede reponerse sin causar alguna quebradura en la estructura permitiendo al mini submarino tener sus componentes impermeable del agua; como en este proyecto esos componentes son electrónicos al ser sometidos al agua o agua de mar descompondría en su totalidad al mini submarino. Haciendo una comparación con la presión a ser sometido, el Nailon 101 cumple con el

límite establecido teniendo un nivel de seguridad de 9, puesto a que se requiere nueve veces la presión ejercida por el agua a 50 m de profundidad.

Propiedades	Unidades
Nombre:	Nailon 101
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.
Límite elástico:	6e+07 N/m ²
Límite de tracción:	7.92897e+07 N/m ²
Módulo elástico:	1e+09 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0.3
Densidad:	1150 kg/m ³
Coefficiente de dilatación térmica:	1e-06 /Kelvin

Tabla 4. Propiedades del material de nailon

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 48 de 88

V. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Descripción de los resultados

Simulación de la estructura flotante bajo liquido altura 0 metros bajo el nivel del mar

Para el siguiente análisis se plantea hacer una simulación del modelo 3D en el que se hace disponer a la estructura externa del drone al nivel del mar apenas sumergido por lo que se considera que está ubicado a una altura de 0 metros bajo el nivel del mar.

Esta estructura externa del drone está diseñada para permanecer sobre el nivel del mar, pero se comprende que habrá días en el que condiciones sean difíciles en el interior del medio marino ya sea mar o ríos en el que el tiempo no favorezca la navegación del drone por lo que se simula la que la estructura se encuentre completamente rodeada del medio acuático.

Para este estudio no se tomaron referencias de las velocidades, fuerzas y esfuerzos que generen el medio en distintas condiciones dispuestas por el medio acuático y el viento por el hecho de que aún no se haya hecho un estudio de observación del lugar de aplicación del drone por motivos de la pandemia del presente año 2020 en el que se tiene prohibido el ingreso al mar, aún que se tiene presente un futuro estudio gracias a la disposición de disponibilidad del Decreto Supremo 170-2020-PCM. Es de este modo que el análisis de la simulación se realizó en un medio marino de estado estático; que está dentro de las primeras evaluaciones presentadas en la propuesta de investigación.

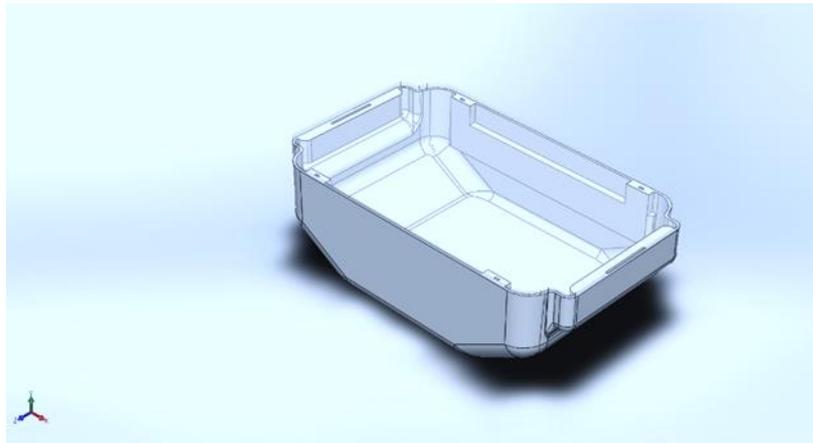
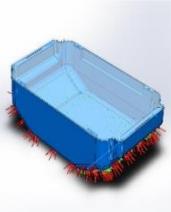


Figura 11. Modelo de la estructura exterior del drone

Propiedades del material mostradas durante la simulación

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Fibra de Vidrio</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 9.5e+10 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3e+07 N/m²</p> <p>Límite de compresión: 1.5e+11 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 8.54e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.394</p> <p>Densidad: 1020 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 3.189e+08 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 9500 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir2) (Estructura Flotante-1)</p>
<p>Datos de curva: N/A</p>		

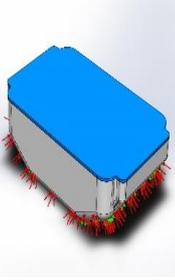
	Nombre:	Acrílico (Impacto medio-alto)	Sólido 1(Saliente-Extruir1) (Tapa de vidrio-1)
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal	
	Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.	
	Límite elástico:	4.5e+07 N/m ²	
	Límite de tracción:	7.3e+07 N/m ²	
	Módulo elástico:	3e+09 N/m ²	
	Coefficiente de Poisson:	0.35	
	Densidad:	1200 kg/m ³	
	Módulo cortante:	8.9e+08 N/m ²	
	Coefficiente de dilatación térmica:	5.2e-05 /Kelvin	
Datos de curva: N/A			

Tabla 5. Propiedades del material

Análisis de cargas y sujeciones

En el modelo simulado de la estructura exterior del dron se dispone solo de la estructura de 2,5 kg en el que se ubican en distintos puntos en los que se interseca los ejes de fuerza del exterior del modelado de manera de conocer su comportamiento en un ambiente estático que no es de vacío.

Según se aprecia en la tabla 3 de fuerzas resultantes se tiene una resultante inferior del eje Y de 23,7844 newtons, esto representa el valor de fuerza de la masa sobre el líquido en el que gracias al peso producido se obtiene este vector; si lo contrastamos con la masa de 2,5 Kg a una aceleración de la gravedad de 9,81 m/s² obtenemos el valor teórico de unos 24,525 N de fuerza que debería ser el valor representativo, la diferencia presentada se debe al pequeño empuje simulado que hace notar esta variación del 3%.

Respecto a las fuerzas que se distribuyen en el eje X con 0,00038 N y en el eje Z con 0,00012 N con irregularidades presentados en el modelado que

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 51 de 88

tiene a sumergirse en un lado más que en los otros; como se aprecia esta variación al sumergirse es mínima y se considera no representativa o de poca consideración si se replica el modelo en la vida real.

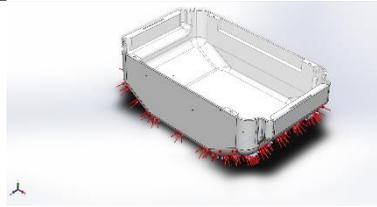
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades:	5 cara(s)	
		Tipo:	Geometría fija	
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.000381757	-23.7844	0.000126855	23.7844
Momento de reacción (N.m)	0	0	0	0

Tabla 6. Tabla de sujeción

En la tabla 6 se presenta el valor de la presión sobre el área exterior de la estructura tomando en cuenta las 21 caras superficiales, que presenta 16 caras laterales y 5 caras inferiores dispuestas en todo el modelo; la presión generada es de 100 Pa o N/m².

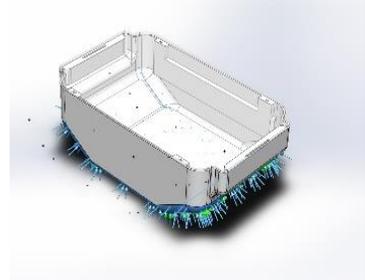
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Presión-1		Entidades: 21 cara(s) Tipo: Normal a cara seleccionada Valor: 100 Unidades: N/m ² Ángulo de fase: 0 Unidades: deg

Tabla 7. Tabla de sujeción

Recreación de puntos de fuerzas

Para la evaluación de la influencia de las fuerzas sobre el modelado de la estructura se emplearon distintos puntos en el cual se presentarán las distintas fuerzas sobre la estructura de forma que represente el efecto del líquido que produce en la base del dron. El conjunto de estos nodos conforma una malla de simulación. Los puntos de fuerzas se denominan nodos.

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	13.2137 mm
Tolerancia	0.660687 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla – Detalles

Número total de nodos	67057
Número total de elementos	35147
Cociente máximo de aspecto	39.838
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	73.9
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.145
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:12
Nombre de computadora:	

Este conjunto de nodos recrea la parte superficial de contacto con el líquido como se puede apreciar en la figura 2, estos puntos evalúan la cantidad de presión que genera el agua, y da los resultados en función de distintos colores en cada uno de esos puntos.

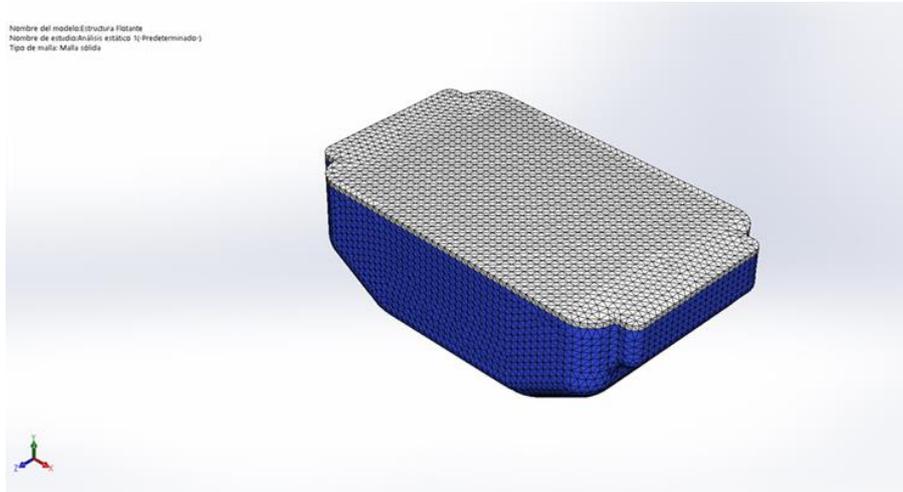


Figura 12. Modelo de la estructura exterior del drone con nodos de sensor

Resultados del estudio

Se efectúa la simulación con la malla modelada de la estructura exterior del dron y arroja los siguientes resultados:

Evaluación de tensión:

En el siguiente diagrama del modelo de la figura 2 se aprecia zonas de azul a verde en el que los colores indican un nivel de tensión por efecto de la presión hidrostática, los puntos verdes son focos importantes de deformación plástica que se producir por efectos de la tensión y en las secciones azules la estructura conserva su forma por lo que no presenta gran tensión. Como se observa en el grafico siguiente se tiene una mayor tensión en las secciones largas, con énfasis en la parte central. Esto ocurre por el cambio de forma en la figura en los distintos puntos mientras las partes largas, planas y llanas se ejerce una mayor contracción.

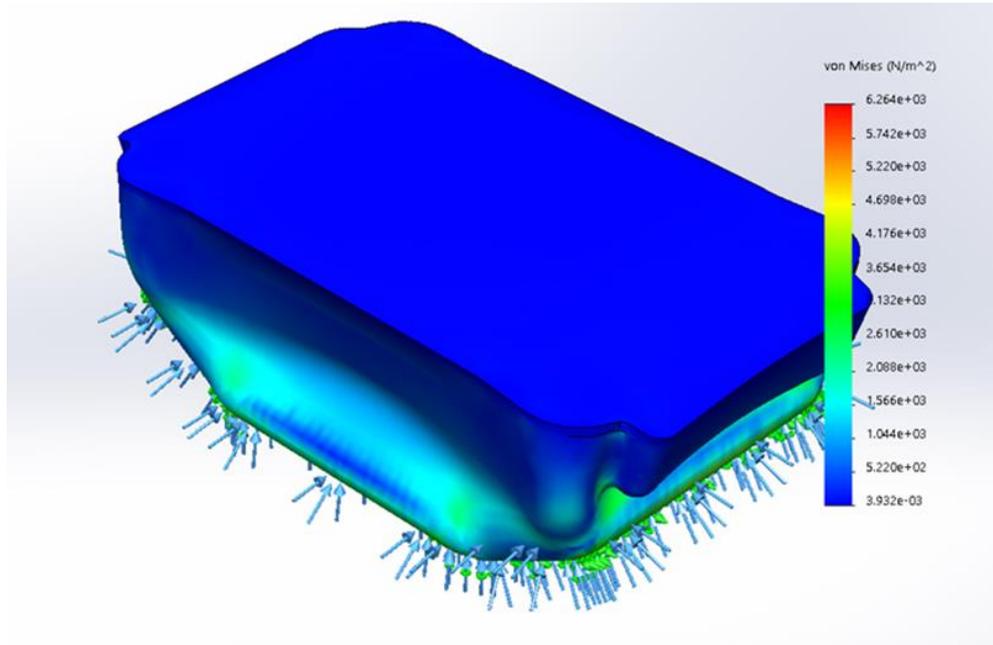


Figura 13. Modelo de la estructura exterior del drone con nodos de sensor en la evaluación de tensión

Evaluación de deformación

En la figura 4 se podrá observar las variaciones en la forma del modelo previamente diseñado de la figura 2, en el resultado de la interacción de las fuerzas generan variaciones en la forma de la estructura en el que la figura presenta distintos colores los cuales van del azul al rojo del área de mayor a menor variación, como las fuerzas presentes son muy minúsculas se presenta variaciones en décimas de milímetro por lo cual toda la estructura se nota de cierta forma variada con puntos importantes los laterales amplios por su longitud y la parte honda inferior en el que por efecto de la resultante de peso se genera una gran deformación.

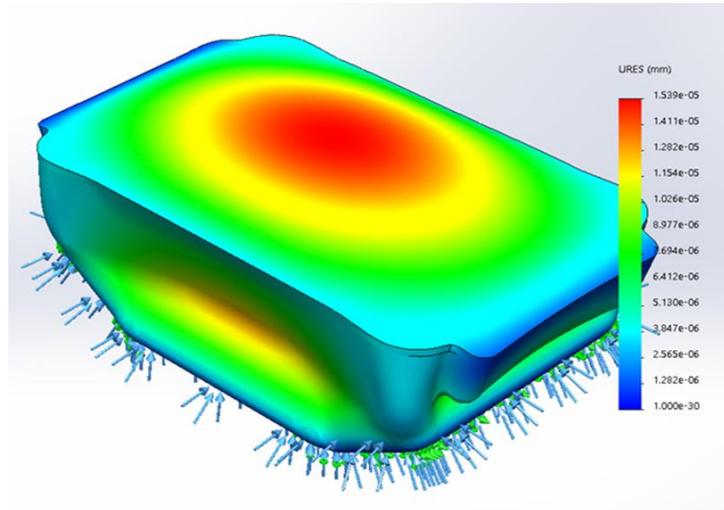


Figura 14. Modelo de la estructura exterior del drone con nodos de sensor en la evaluación de deformación

Deformación unitaria

Es la variación en detalle de los resultados de deformación respecto al modelo inicial, se presenta zonas azules en el que no se presenta variación alguna y zonas celestes a verde que presenta una leve variación. Como se explicó anteriormente las variaciones de deformación en el modelamiento generadas en el análisis son inferiores.

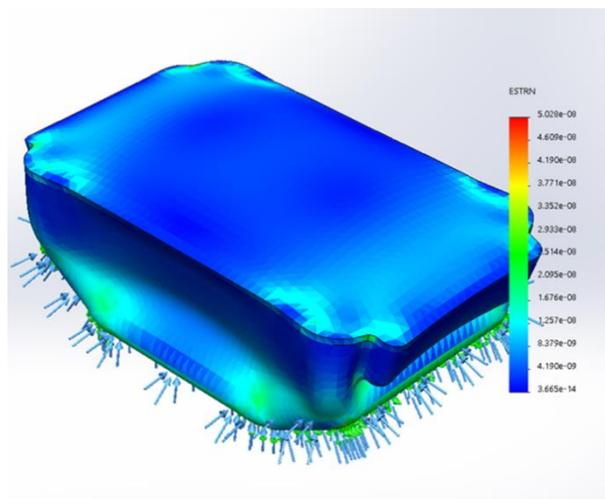


Figura 15. Modelo de la estructura exterior del drone con nodos de sensor en la evaluación de deformación unitaria

Simulación de la estructura exterior del minisubmarino bajo liquido altura 15 metros bajo el nivel del mar

Para el siguiente análisis se plantea hacer una simulación del modelo 3D de la estructura externa del minisubmarino a una altura relativa de 15 m bajo nivel del mar.

Esta estructura externa del minisubmarino está diseñada para permanecer bajo el nivel del mar en el cual se someterá a presiones mayores al sometido al aire libre por lo cual se tendrá presenta grandes cambios entre la interacción de los distintos efectos hidrostáticos de la simulación.

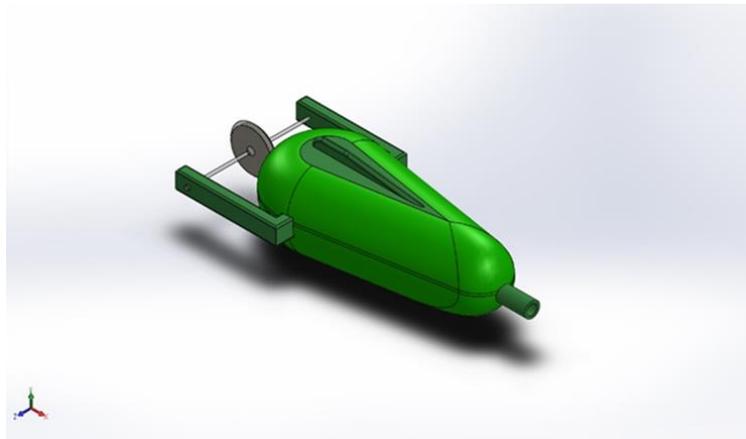
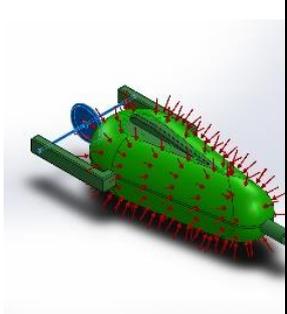


Figura 16. Modelo de la estructura exterior del minisubmarino

Propiedades del material durante la simulación

Referencia de modelo	de	Propiedades	Componentes
		Nombre:	Nailon 6/10
		Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
		Criterio de error predeterminado:	Desconocido
		Límite elástico:	1.39043e+08 N/m ²
		Límite de tracción:	1.42559e+08 N/m ²
			Sólido (Chaflán1) (Eje-1)

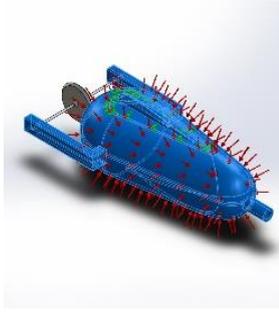
	Módulo elástico: 8.3e+09 N/m ² Coeficiente de Poisson: 0.28 Densidad: 1400 kg/m ³ Módulo cortante: 3.2e+09 N/m ² Coeficiente de dilatación térmica: 3e-05 /Kelvin	
Datos de curva:N/A		
	Nombre: Fibra de Vidrio Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 9.5e+10 N/m ² Límite de tracción: 3e+07 N/m ² Límite de compresión: 1.5e+11 N/m ² Módulo elástico: 8.54e+10 N/m ² Coeficiente de Poisson: 0.394 Densidad: 1020 kg/m ³ Módulo cortante: 3.189e+08 N/m ² Coeficiente de dilatación térmica: 9500 /Kelvin	Sólido 1(Cortar-Extruir2) (Sumergible 1-1), Sólido 1(Cortar-Extruir1) (Sumergible 2-1), Sólido 1(Cortar-Extruir1) (Sumergible 2-2), Sólido 1(Saliente-Extruir1) (Sumergible 3-1), Sólido 1(Redondo4) (Sumergible 4-1)
Datos de curva:N/A		

Tabla 8. Propiedades del material

En el modelo simulado de la estructura exterior del minisubmarino se dispone solo de la estructura exterior de 0,33 kg y la cierra de un peso 0,28kg en el que se ubican en distintos puntos en los que se interseca los ejes de fuerza del exterior del modelado de manera de conocer su comportamiento en un ambiente estático a una profundidad de 15m.

Según se aprecia en la tabla 6 de fuerzas resultantes se tiene una resultante inferior del eje Y de 5,95649 newtons, esto representa el valor de fuerza de la masa sobre el líquido en el que gracias al peso producido se obtiene este vector. En esta ocasión no se consideró el efecto del empuje hidrostático que equivale a 9932,625 N a la profundidad de 15 m por el gran desbalance que produce pero que en líneas generales es compensado por el peso de la columna de agua generada por lo que se puede considerar despreciable.

Respecto a las fuerzas que se distribuyen en el eje X con 0,372431 N y en el eje Z con 0,00018 N esto se debe al diseño que presenta y a la cierra que se tiene de un lado y que de cierta manera es compensado por la longitud de la parte trasera alargada del minisubmarino.

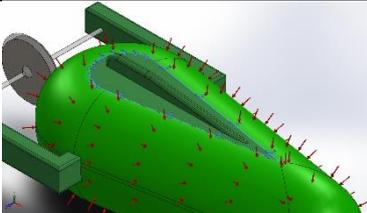
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción		Detalles de sujeción	
Fijo-1			Entidades:	3 arista(s)
			Tipo:	Geometría fija
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.372431	-5.94483	0.000187188	5.95649
Momento de reacción (N.m)	0	0	0	0

Tabla 9. Tabla de sujeción

La presión general originada por el líquido es de 147150 Pa mientras el peso de la estructura exterior produce una presión de 500 Pa focalizados.

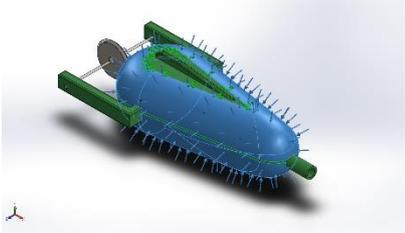
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Presión-1		Entidades: 8 cara(s) Tipo: Normal a cara seleccionada Valor: 500 Unidades: N/m ² Ángulo de fase: 0 Unidades: deg

Tabla 10. Tabla de carga

Recreación de puntos de fuerzas

Para la evaluación de la influencia de las fuerzas sobre el modelado de la estructura se emplearon distintos puntos en el cual se presentarán las distintas fuerzas sobre la estructura de forma que represente el efecto del líquido que produce en la estructura externa del minisubmarino. El conjunto de estos nodos conforma una malla de simulación. Los puntos de fuerzas se denominan nodos.

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	14.685 mm
Tolerancia	0.734248 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar
--	------------

Información de malla – Detalles

Número total de nodos	20935
Número total de elementos	10358
Cociente máximo de aspecto	21.579
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	37.9
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.405
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:04
Nombre de computadora:	

Este conjunto de nodos recrea la parte superficial de contacto con el líquido como se puede apreciar en la figura 6, estos puntos evalúan la cantidad de presión que genera el agua, y da los resultados en función de distintos colores en cada uno de esos puntos. Dicha presión se presenta en toda la superficie cuando la estructura sumergible llegue a una profundidad mayor a 15 metros, considerando por tanto en promedio una presión de 147150 Pa en todos los lados de su superficie.

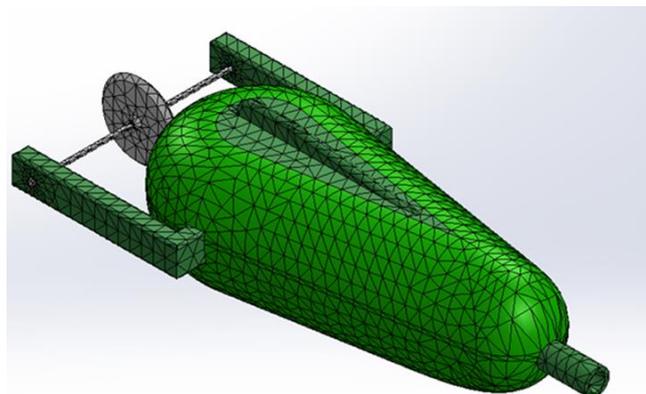


Figura 17. Modelo de la estructura exterior del minisubmarino con nodos de sensor

Resultados del estudio

Se efectúa la simulación con la malla modelada de la estructura exterior del minisubmarino y arroja los siguientes resultados:

Evaluación de tensión:

En el siguiente diagrama del modelo de la figura 6 se aprecia zonas de azul a verde en el que los colores indican un nivel de tensión por efecto de la presión hidrostática, los puntos verdes son focos importantes de deformación plástica que se producir por efectos de la tensión y en las secciones azules la estructura conserva su forma por lo que no presenta gran tensión. Como se observa en el grafico siguiente se tiene una mayor tensión en los puntos de distribución de las fuerzas, con énfasis en la parte central. Esto ocurre por el diseño de la estructura que se encarga de una distribución uniforme de las fuerzas y que se neutralicen los disantos efectos de fuerzas a excepción del peso que genera un área de tensión en la parte inferior.

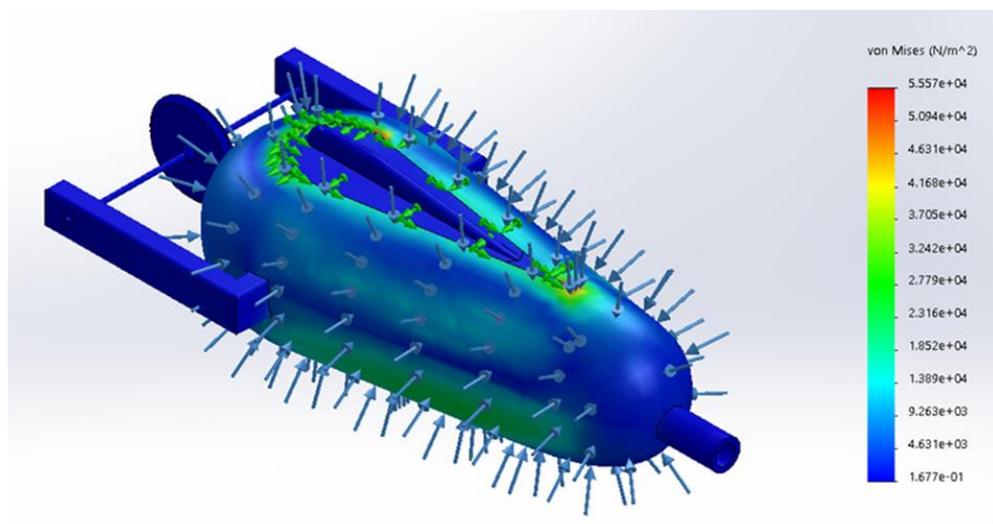


Figura 18. Modelo de la estructura exterior del minisubmarino con nodos de sensor en la evaluación de tensión

Evaluación de deformación

En la figura 8 se podrá observar las variaciones en la forma del modelo previamente diseñado de la figura 6, en el resultado de la interacción de las

fuerzas generan variaciones en la forma de la estructura en el que la figura presenta distintos colores los cuales van del azul al rojo del área de mayor a menor variación, como las fuerzas presentes son neutralizadas alrededor no hay un cambio significativo de la estructura por lo que se tiene presenta un color de celeste a amarillo, más que en la parte inferior que soporta el peso de la estructura y la cierra que presenta un color rojo.

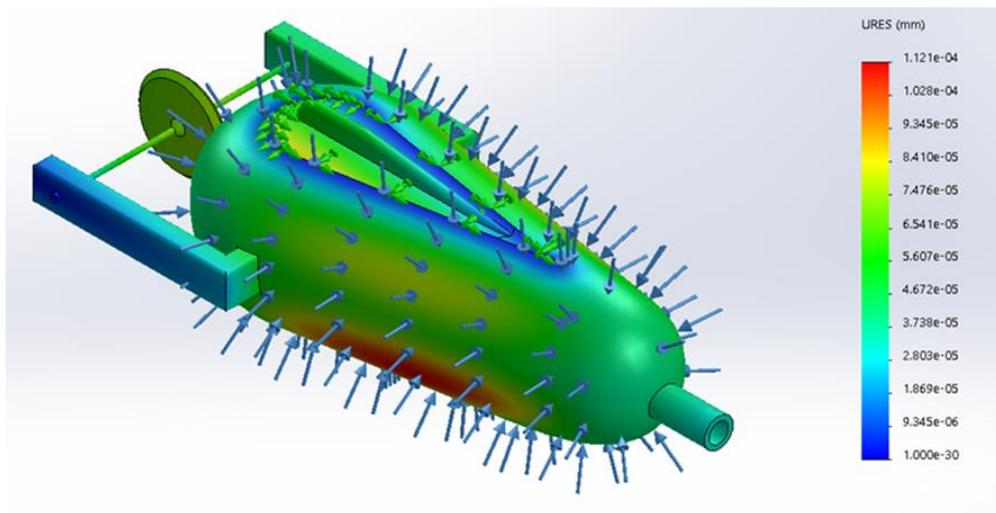


Figura 19. Modelo de la estructura exterior del minisubmarino con nodos de sensor en la evaluación de deformación

Deformación unitaria

Es la variación en detalle de los resultados de deformación respecto al modelo inicial, se presenta zonas azules en el que no se presenta variación alguna y zonas celestes a verde que presenta una leve variación. Como se explicó anteriormente las variaciones de deformación en el modelamiento generadas en el análisis están presente en el centro de la estructura con énfasis en la parte inferior de la estructura

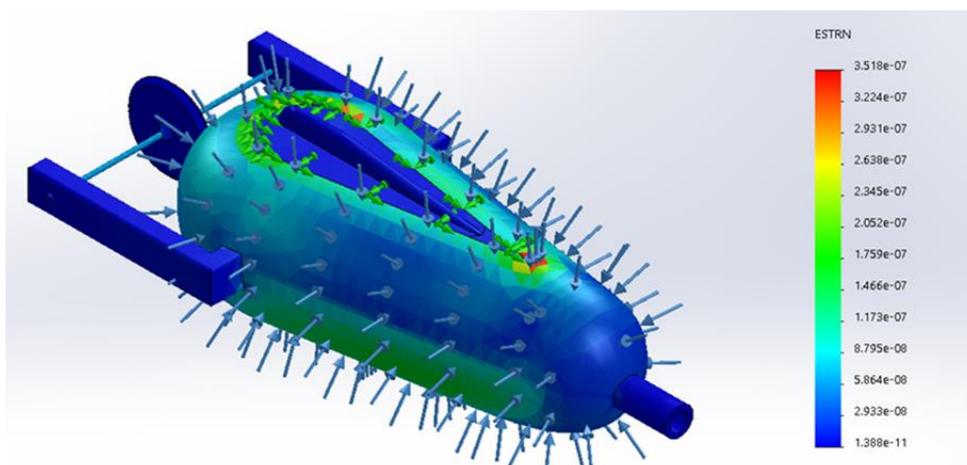


Figura 20. Modelo de la estructura exterior del minisubmarino con

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 65 de 88

VI. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1. Discusión de resultados

En el trabajo de maestría de Urs Valentín Wetzel, en la Universidad de Oviedo, presento el trabajo de nombre: “Desarrollo de un vehículo aéreo no tripulado como base para futuras investigaciones”

Donde en su trabajo se observa análisis estructurales en el esqueleto del dron, este con respecto a nuestro proyecto varia con respecto a la estructura analizar, ya que el dron al estar en el aire presenta otros putos a analizar, ya sea los que sujetan las hélices y una cámara en el centro, muy contrario en nuestro caso es que nuestro dron al estar en contacto con el agua no se requiere tener elementos que tengan un mayor esfuerzo de torsión.

A continuación, mostraremos una imagen del trabajo investigación del Magister Urs Valentín Wetzel, donde podremos comparar los puntos de esfuerzos al estar en el aire, también se podrá ver en flechas moradas la tensión por parte de las hélices que la mantiene a flote y por otro lado flechas azules que ejercen una fuerza gravitatoria hacia el suelo.

Debemos tener en cuenta que, al tener dos fuerzas de diferente magnitud opuestas entre sí, pero no en la misma línea de acción, estas harán que se genere momentos de torsión.

Este dron al tener una torsión en su diagrama de fuerzas obliga al usuario a tomar otros analices como al aplicarle una torsión simulada a la estructura base del dron.

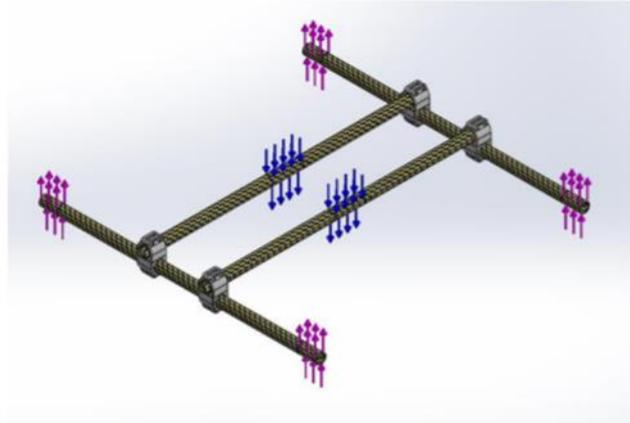


Figura 21. Tracción

Las flechas moradas representan una tracción por parte de las hélices y las azules una fuerza gravitatoria por parte de la masa de la estructura del dron (Wetzel, 2017)

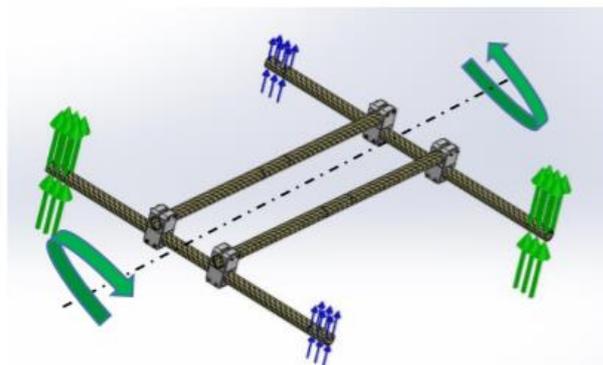


Figura 22. Momento de torsión

En la siguiente figura se observa el momento de torsión ejercido por las fuerzas opuestas que al tener una distancia diferente a un punto de referencia "X", estas permiten generar un momento que se tiene que calcular.

Los puntos que se encargan de soportar la torsión, el peso y las tensiones son llamados en el proyecto como “Conexión de tubos”, es en estas piezas donde se realiza otra simulación de esfuerzo en escala de Von Mises expresados en valores de (N/m²), estas conexiones de tubos son 4 unen a los tubos verticales con los tubos horizontales, estas piezas tienen un análisis adicional ya que es aquí donde se encuentra el esfuerzo crítico en la estructura base del dron.

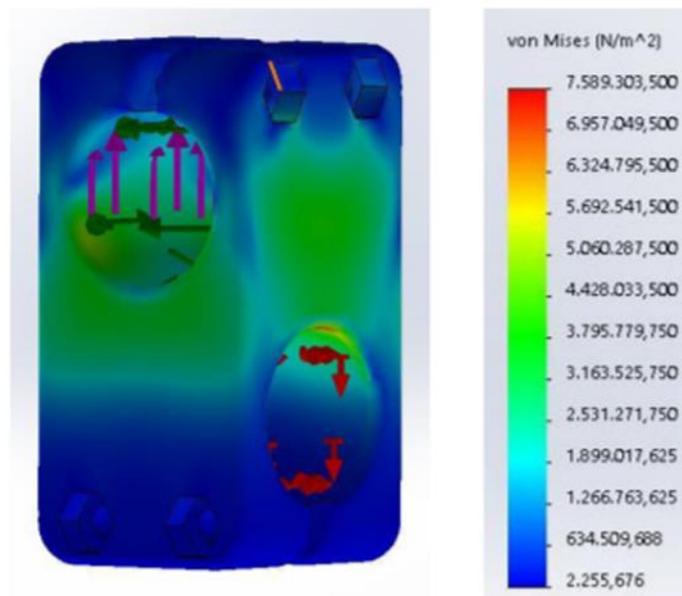


Figura 23. Tensión máxima

Se observa una tensión máxima en el orificio inferior llegando a un valor de 7.589.303 en escala de von Mises (N/m²) Imagen obtenida de (Wetzel, 2017)

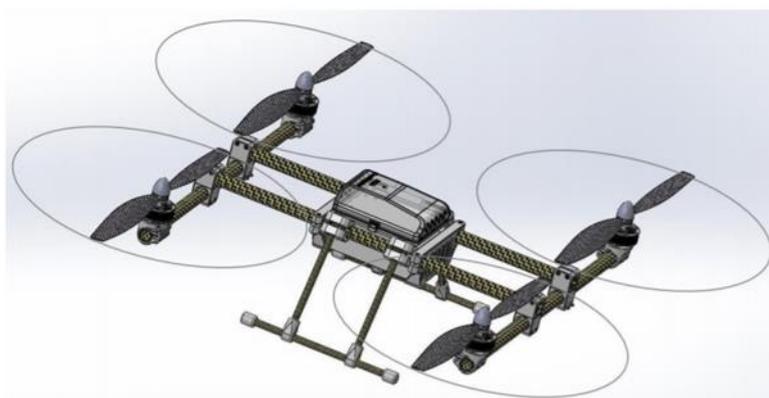


Figura 24. Vehículo aéreo no tripulado

Diseño completo realizado por Urs Valdivia Wetzel, para su proyecto de Desarrollo de un vehículo aéreo no tripulado como base para futuras investigaciones.

Ahora como se pudo observar en nuestra simulación que estará flotando en el agua y sumergida en esta misma, tiene diferentes criterios en su ejecución de estudio.

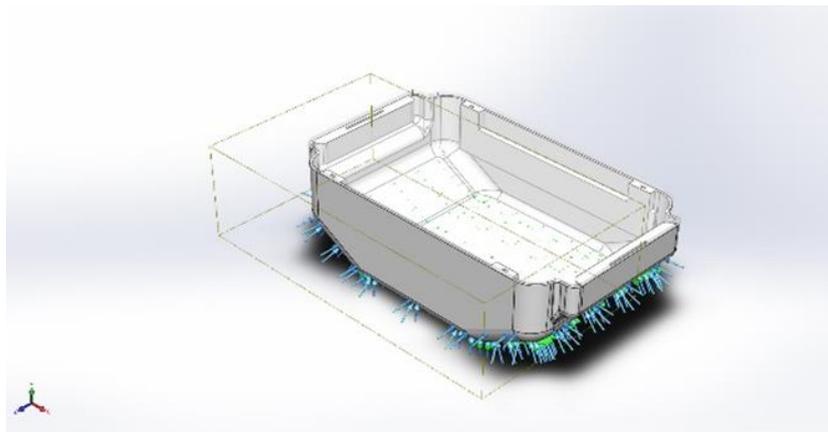


Figura 25. Presión de la estructura flotante

En nuestro diseño se puede observar la presión que empuja la estructura flotante para mantenerla a flote, es principalmente la que más nos debe de preocupar, ya que el peso que ejerza el sistema de generación de energía solar estará contrarrestado.

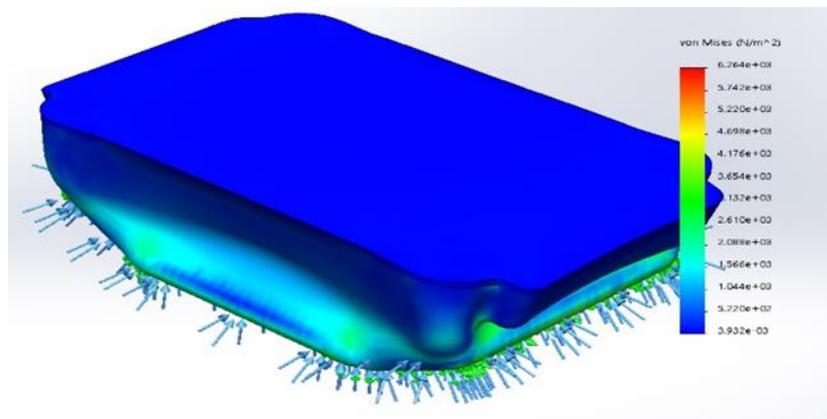


Figura 26. Fuerzas resultantes

En nuestro diseño dada la magnitud de las fuerzas resultantes, tenemos un valor máximo de $6.264 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$.

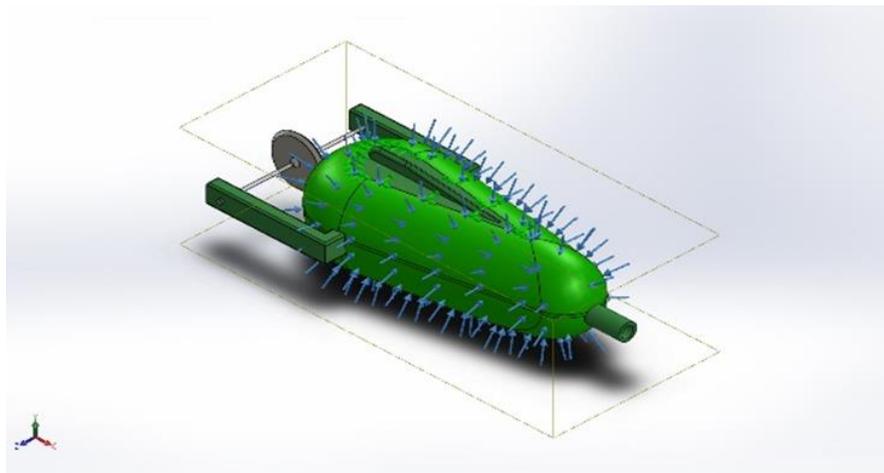


Figura 27. Fuerza que rodea a toda la estructura

En nuestra estructura sumergible tenemos una fuerza que rodea a toda la estructura del dron, esto a diferencia del dron aéreo que solo se ejerce en uniones que son puntos críticos.

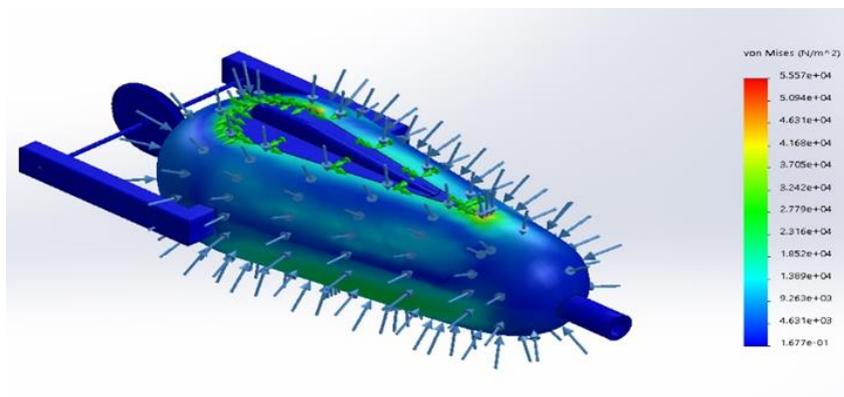


Figura 28. Estructura sumergible

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 70 de 88

Como hemos podido observar en la comparación del dron aéreo del Magister Urs Valdivia Wetzel y de nuestro dron marino, se observa un criterio distinto por varios factores entre ellos:

- Condición de trabajo, uno de ellos permanece en el aire mientras que el otro permanece en el agua.
- Ubicación de fuerzas resultantes y puntos fijos de sujeción, en el dron aéreo se observa una torsión que es ocasionada por las hélices, y el peso del dron al estar en vuelo, mientras que, en nuestro dron marino, las fuerzas que actúan con intensidad es la del empuje y el peso del dron al contacto con el agua del mar.
- Materiales utilizados en la simulación, el dron aéreo al ser un dispositivo que se tiene que mantener en vuelo, no puede estar formado por capas gruesas de materiales pesados y muy rígidos, caso contrario en nuestro dron marino, al estar en constante contacto con el agua tiene que tener más capas de material para poder soportar golpes con peñas.
- Magnitudes de fuerzas, es lógico que en cada caso se tiene un criterio en base a una información obtenida por condiciones climáticas que nos proporcionan las entidades encargadas del tema, en nuestro caso con la información de IMARPE podemos estimar un valor aproximado en la magnitud con la que queremos trabajar, porque nuestro entorno es totalmente distinto que al estar en el aire.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 71 de 88

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Hemos podido observar en el desarrollo de este proyecto que teniendo en cuentas las condiciones de trabajo cambia el criterio de diseño, también podemos tener más confianza a la hora de realizar la fabricación de piezas no normalizadas, como en el caso de posibles tornillos, espesores de planchas de distintos materiales, vigas entre otros.

Con este proyecto también lo que se quiere llegar a alcanzar es en contribuir en la reducción de contaminantes en el ambiente sobre todo en nuestros mares, al reducir la fabricación innecesaria de elementos formados de distinto material contribuimos a no contaminar más el ambiente, otro punto importante es que nuestra simulación nos brindó una estructura confiable para la elaboración de un Dron Marino Con Plataforma Solar Autosustentable Para El Monitoreo De Agentes Contaminantes Y Especies Marinas, de realizarse la elaboración de este diseño en físico podremos empezar a realizar mejoras para una mejor desempeño en su entorno de trabajo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda trabajar con datos más actualizados del entorno en el que vamos a desarrollar un diseño para posteriormente fabricar el prototipo, tales como condición climática, para tener valores más precisos de humedad, vientos, fuerzas de olas, temperatura máxima y mínima entre otros.

También se recomienda una amplia investigación basándose en errores ya cometidos por otros diseñadores para minimizar cualquier error o en su defecto la mejora constante de diseños ya propuestos para optimizar las

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 72 de 88

funciones principales y agregar otras funciones adicionales en pocas palabras optimizar.

También el planificar un correcto plan de diseño para evitar pérdidas de tiempo y costos en la fabricación innecesarias de piezas, tengamos en cuenta que no todas las piezas tienen que diseñarse ya existen elementos mecánicos normalizados como pernos, planchas de metal, acrílicos, ángulos, tubos, vigas entre otras.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 73 de 88

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MUD Saria Allahham (2019) Conjunto de datos DroneRF: conjunto de datos de drones para detección, clasificación e identificación basadas en RF.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340919306675>

Beltrán- Saavedra (2009) Uso de metodología de censos muestrales indirectos de fecas para evaluar endoparásitos en mamíferos silvestres: un ensayo en la Reserva Privada de San Miguelito, Santa Cruz, Bolivia.

B.J. Morgan. MD. Stocker, J. Valdes-Abellan, MS Kim (2019)

Imágenes basadas en drones para evaluar la calidad del agua microbiana en estanque de riego: un estudio piloto.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719357523>

Tododrones.com (2018) La compañía holandesa RanMarine Technology ha desarrollado un dron marino cuya función es la de retirar residuos flotantes en el agua. El Waste Shark, como han bautizado a este dispositivo, está siendo puesto a prueba en el puerto marítimo más grande de Europa, el de la ciudad de Rotterdam, en Holanda.

<https://www.todrone.com/waste-shark-dron-marino-limpia-residuos-flotantes/>

RanMarine Technology, Una empresa de tecnología de drones que construye y vende aquadrones para ayudar a los clientes a limpiar y controlar sus aguas. <https://www.ranmarine.io/about-us>

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 74 de 88

Libelium World (2018), Drones, sensores y Blockchain para el control de calidad del agua en el río Volga para promover datos confiables y transparentes; empresa desarrolladora de drones para el monitoreo fluvial. Rusia. <http://www.libelium.com/drones-sensors-and-blockchain-for-water-quality-control-in-the-volga-river-to-promote-trustworthy-data-and-transparency/>

Rui L. P. DE LIMA, Vladislav SAZONOV, Floris C. BOOGAARD y Rutger E. DE GRAAF (2015); Drones submarinos para el monitoreo de la calidad del agua- un estudio sobre el impacto de las estructuras flotantes sobre la calidad y ecología del agua; investigación de drones submarinos para el estudio de la calidad del agua. Congreso SHF. Paris- Francia.

Clémence Sicard, Chad Glen, Brando Aubie, Dan Wallace, Sana Jahanshahi-Anbui, Kevin Penings, Robert Pelton y Jhon D. Brennan, Carlos D.M. Filipe (2015); Herramientas para el monitoreo y mapeo de la calidad del agua utilizando sensores en papel y teléfonos celulares; Artículo con método no convencional de análisis de la calidad del agua. McMaster University. Canada.

Roberta Carafa, Leslie Faggiano, Monserrat Real, Antoni Munné, Antoni Ginebreda, Helena Guasch, Monica Flo, Luís Tirapu y Peter Carsten Von der Ohe (2010); Evaluación de la toxicidad del agua e identificación de patrones de contaminación espacial en un distrito de cuenca del río Mediterráneo. Herramientas para la gestión del agua y el análisis de riesgos. Artículo de métodos de análisis del agua. Universidad de Girona. Girona- España

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 75 de 88

Jonathan L. Carrivick y Mark W, Smith (2018), Aplicaciones fluviales y acuáticas de estructura a partir de fotogrametría de movimiento y tecnología de drones / vehículos aéreos no tripulados, Investigación de técnicas de análisis de datos brindados por drones aéreos. University of leeds. Inglaterra.

Guadalupe Sánchez Rivas, Rita Orosco Moreyra y M. Elena Jacinto Tayco (1998); Estado de la Contaminación Marina en el Litoral Peruano en 1994 y 1995; Informe N° 136 del Instituto del Mar del Perú. Lima-Perú

<http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/1512/1/INF%20136-1.pdf>

German Velachaga, Carlos Paulino, Han Xu y Edward Alburqueque (2018); Monitoreo de las Aguas Residuales Vertidas en la Bahía del Callao Utilizando Imágenes Landsat (1985-2015); Boletín del Instituto del Mar del Perú. Lima-Perú

<http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/3269/1/Boletin%2033%281%291.pdf>

Michael Madsen (2013); Efectos de la contaminación en los océanos y la vida marina, Boletín del Organismo Internacional de la Energía Atómica.

https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull54-3/54305612425_es.pdf

Carlos Francisco Cabrera Carranza (2002); Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la bahía de Chancay. Tesis para optar el grado de magister en Geografía en la Universidad Mayor de San Marcos. Lima-Perú.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ICA	Código: DIPI
	INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	Versión: 01
		Página 76 de 88

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/2539/cabrera_cc.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Julia Balada Sánchez (2017), Velas fotovoltaicas para navegación sostenible, Universidad Politécnica de Cartagena. Colombia.

<https://repositorio.upct.es/handle/10317/6252>

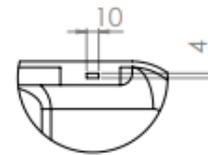
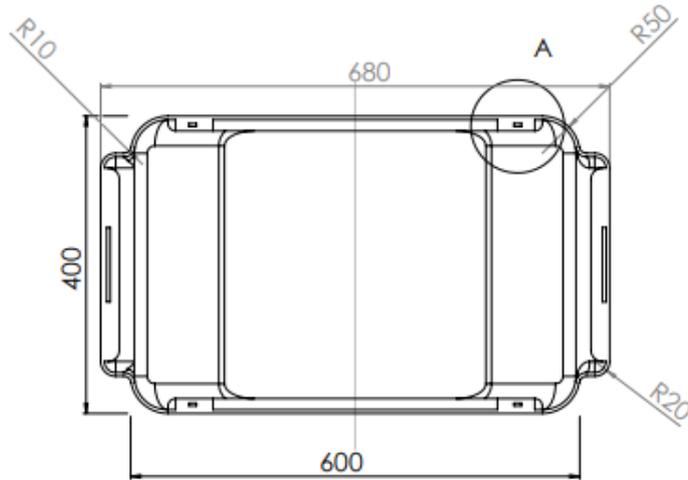
Leonel Núñez Lazo y Williams Calderón Muños (2020); ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA CONCEPTUAL DE UNA EMBARCACIÓN AUTÓNOMA PROPULSADA POR ENERGÍA SOLAR; Universidad de Chile.

Pedro J. Bernalte S., Isaac Segovia R., Mayorkinos Papaelias, Simone Marini, Fausto P. García M. (2020); PROYECTO EUROPEO ENDURUNS: INSPECCIÓN DE MARES Y OCÉANOS A TRAVÉS DE VEHÍCULOS AUTÓNOMOS. DESARROLLO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

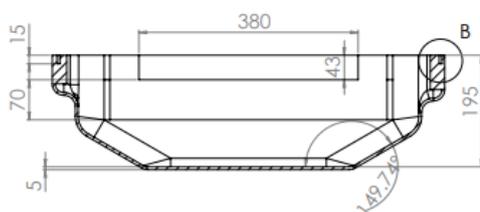
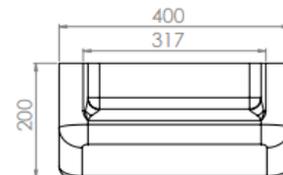
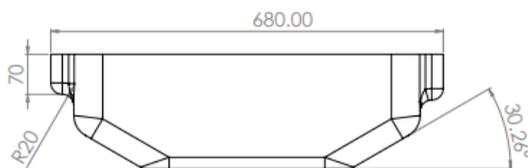
Meiwei Kong, Jiaming Lin, Chun Hong Kang, Chao Shen, Yujian Guo, Xiaobin Sun, Mohammed Sait, Yang Weng, Huafan Zhang, Tien Khee Ng, and Boon S. Ooi (2019); Toward self-powered and reliable visible light communication using amorphous silicon thin-film solar cells

Chee Keen Chin (2011); EXTENDING THE ENDURANCE, MISSIONS AND CAPABILITIES OF MOST UAVS USING ADVANCED FLEXIBLE/RIDGED SOLAR CELLS AND NEW HIGH-POWER DENSITY BATTERIES TECHNOLOGY; Naval postgraduate school. California-EEUU.

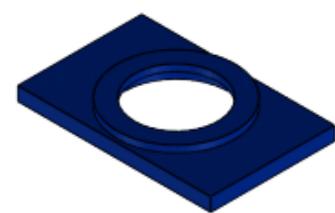
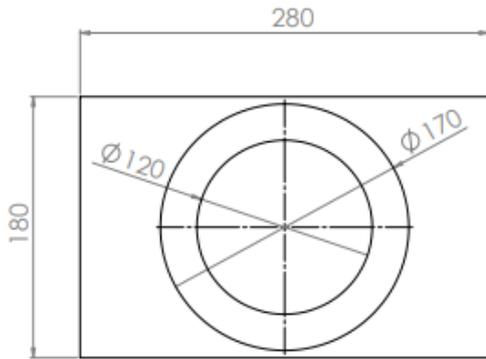
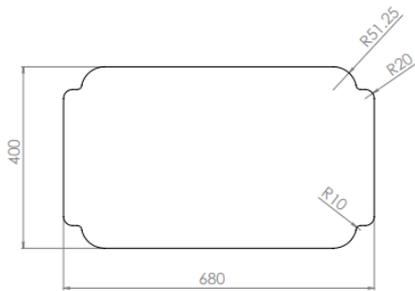
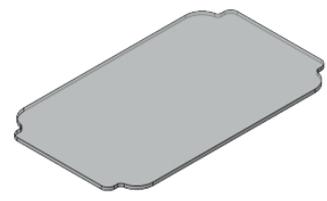
ANEXOS



DETALLE A
ESCALA 2 : 5

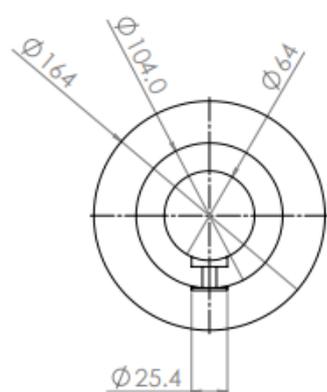
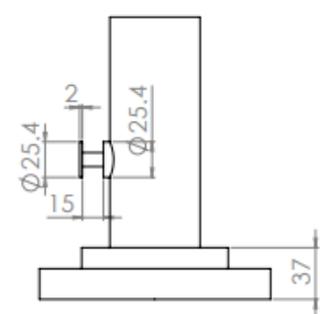
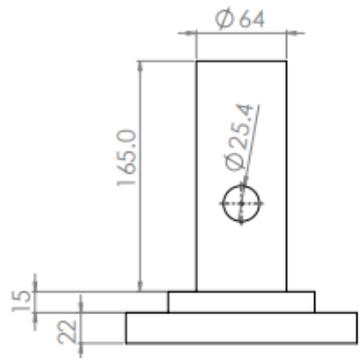


DETALLE B
ESCALA 2 : 5

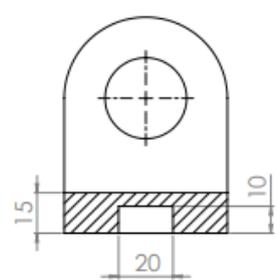
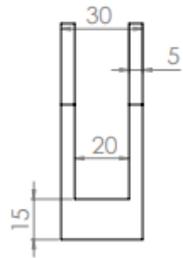
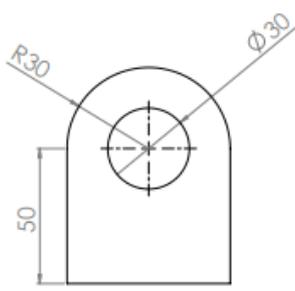
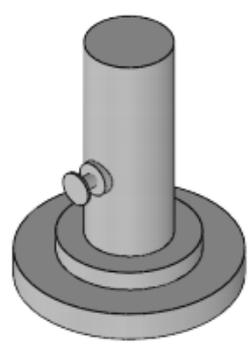


1 UNIDAD

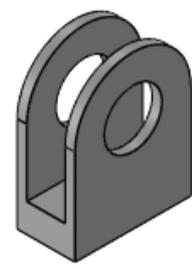


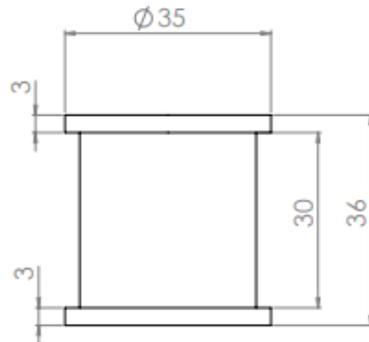


1 UNIDAD

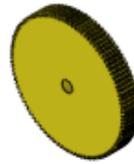


1 UNIDAD

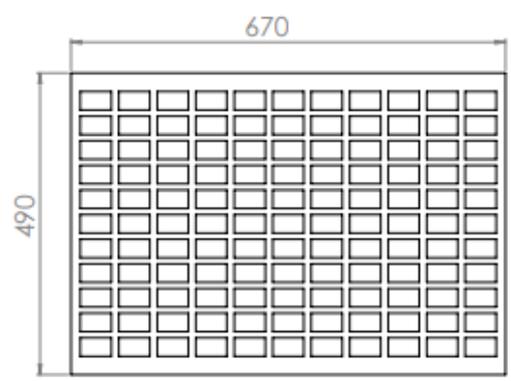




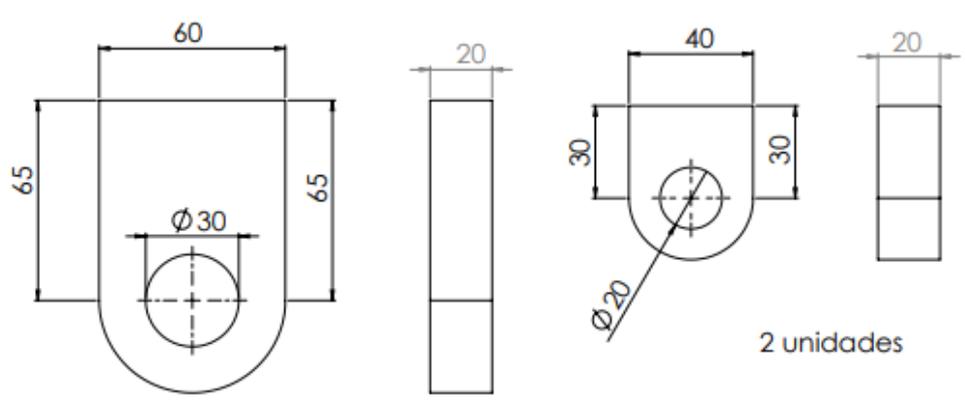
1 unidad



01 engranaje de 104 Dientes

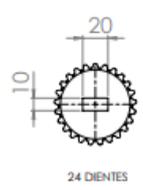


Panel Solar Flexible
Peso 1.2 kg 18 W 10A

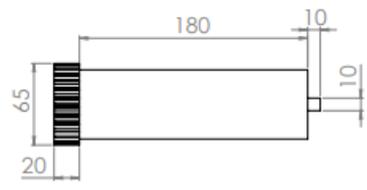


1 unidad

2 unidades

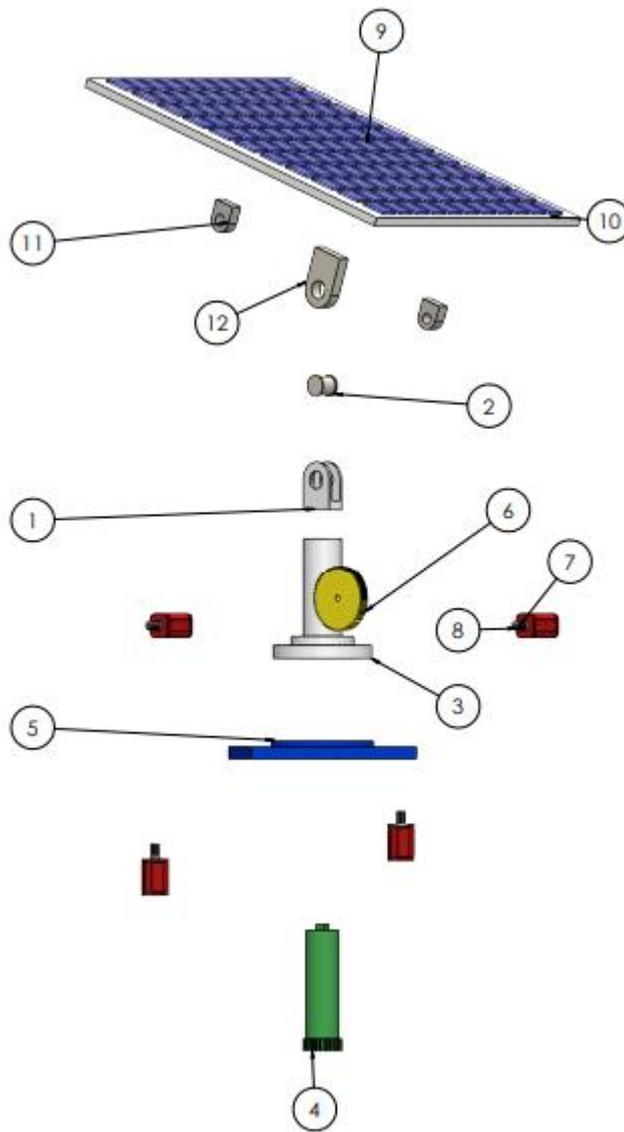


24 DIENTES



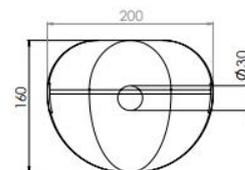
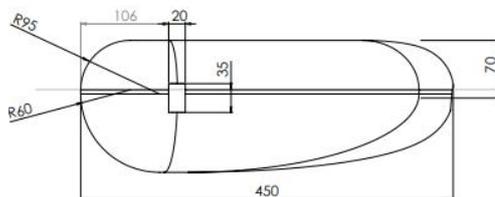
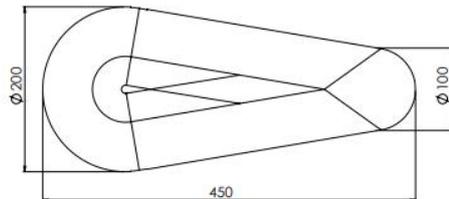
1 unidad

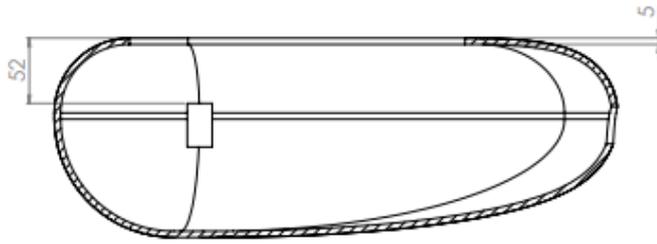




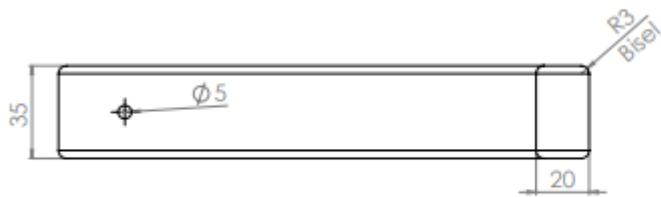
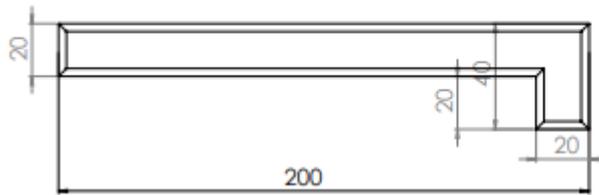


ITEM	NOMBRE	DESCRIPCION
1	ARTICULACION 1	MOVIMIENTO DEL PANEL EN EL EJE VERTICAL (EJE Z)
2	PIN PARA ARTICULACIONES	UNE LA ARTICULACION 2 CON LA ARTICULACION 1
3	BRAZO DE GIRO	PROPORCIONA EL GIRO ALREDEDOR DEL EJE Y
4	ENGRANAJE CILINDRICO	SE MUEVE JUNTO AL BRAZO DE GIRO
5	PLATAFORMA DE APOYO	BASE FIJA A LA TAPA DE LA ESTRUCTURA FLOTANTE
6	ENGRANAJE PARA PANEL	PROPORCIONA EL MOVIMIENTO OSCILATORIO DEL PANEL
7	MOTOR PARA PANEL	2 MOTORES PARA EL MOVIMIENTO OSILITORIO DEL PANEL MEDIANTE EL ENGRANAJE
8	ENGRANAJE DE MOTOR PARA PANEL	ENGRANAJE PEQUEÑO UNIDO AL MOTOR PARA PANEL
9	CELDA FOTOVOLTAICA	CELDA FOTOVOLTAICACAPTADORA DE ENERGIA SOLAR
10	BASE DEL PANEL FOTOVOLTAICO	BASE FLEXIBLE PARA LAS CELDAS FOTOVOLTAICAS
11	TIRADORE S	MEDIANTE UNA FAJA CREMALLERA Y EL ENGRANAJE SE PRODUCE EL MOVIMIENTO OSCILATORIO DEL PANEL
12	ARTICULACION 2	SE FIJA A LA BASE DEL PANEL FOTOVOLTAICO PARA MOVER TODO EL CONJUNTO

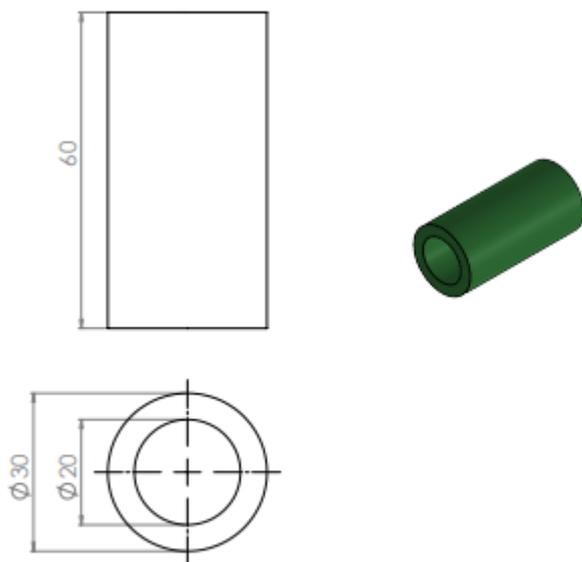
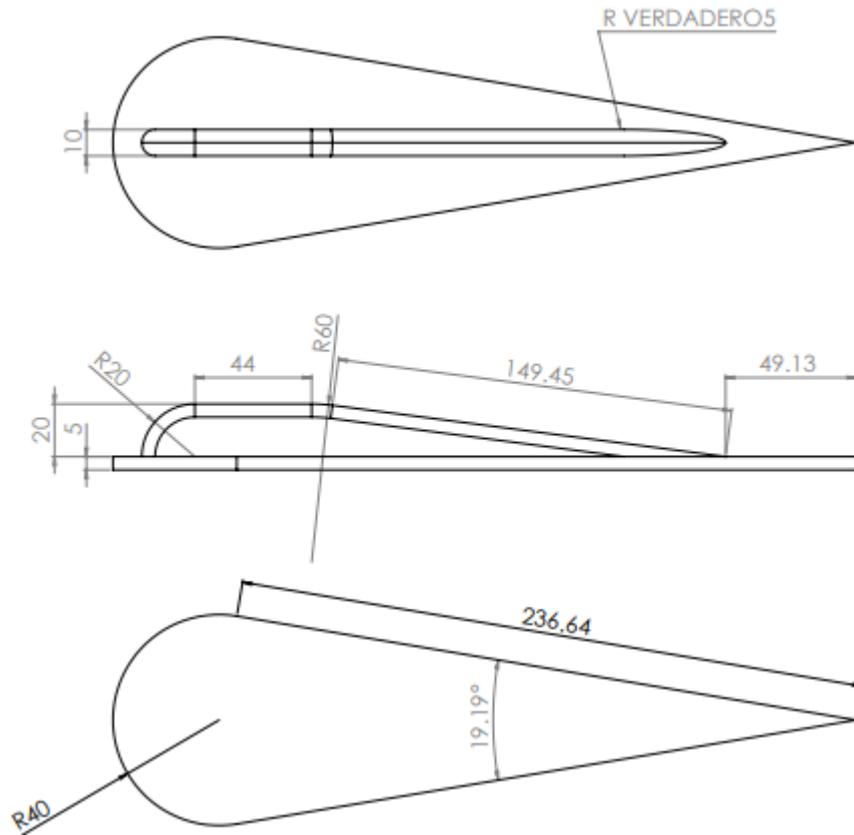




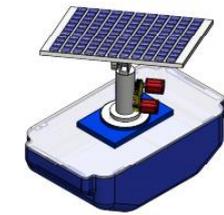
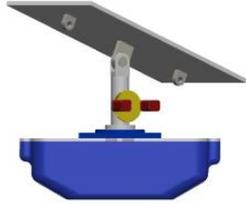
CORTE TRANSVERSAL
5 mm DE ESPESOR DE
LA ESTRUCTURA



2 UNIDADES



1 UNIDAD



ESTRUCTURA FLOTANTE CON SISTEMA DE BRAZO DE GIRO PARA EL PANEL SOLAR



ESTRUTURA SUMERGIBLE. SE MUESTRAN UN ESPACIO AL FINAL PARA LA UBICACIÓN DE UNA TURBINA PRINCIPAL Y EN LA PARTE DELANTERA UN DISCO FIJO A UN EJE

