

# Explorador Sumergible controlado por Raspberry Pi

Andres Camilo Bautista Salazar, estudiante de Ingeniería Eléctrica, César Augusto Bautista, estudiante de Ingeniería Eléctrica, Fabian Camilo Carrillo Fernández, estudiante de Ingeniería Eléctrica.  
Universidad APEC, República Dominicana, 20152001@unapec.edu.do, 20151194@unapec.edu.do  
Universidad APEC, República Dominicana, 20151986@unapec.edu.do

**Abstract**— *The purpose of this project is to design a low cost but effective remote operate vehicle (ROV) to perform marine exploration tasks in the Dominican coasts. Which, hide many treasures, history and its home of a lot of species threatened by global warming. It will be controlled by an android application through raspberry pi platform.*

**Keywords**— *rov, ocean, exploration, underwater, raspberry pi.*

## I. INTRODUCCIÓN

La República Dominicana cuenta con una amplia zona costera, de unos 1,575Km que no son explorados a su máxima capacidad o no son de interés por parte de los pocos programas de exploración existentes hasta el momento; Quienes se enfocan más en explorar a mar abierto o en plataformas de petróleo, ignorando las costas que guardan tantos tesoros y misterios, refiriéndonos a metales preciosos, cosas antiguas, fauna exótica o diferentes organismos que habiten en esta extensa costa peninsular. Del mismo modo, hay pocos programas de protección marina, y no se registra ningún estudio continuo del impacto que esta teniendo el calentamiento global en la fauna marina.

Con el explorador marino podemos cubrir esta zona costera haciendo a un lado los buques de investigación o de traer materiales tecnológicos de otros países que resultan ser costosos y de corta duración. Con la elaboración de un sumergible guiado a control remoto, con un sistema de pinzas “manos” y con una visión en base a cámaras y sensores se daría comienzo a una nueva era, una era de exploración costera en la Republica Dominicana.

## II. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un ROV para realizar misiones de exploración en las aguas costeras de la República Dominicana.

## III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un sumergible capaz de soportar más de 20 metros de profundidad.
- Desarrollar un sistema electrónico que permita controlar el sumergible a distancia por medio de una aplicación en Android.
- Ofrecer un sistema más económico para realizar proyectos exploratorios en el país

**Digital Object Identifier:** (to be inserted by LACCEI).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LACCEI).

## IV. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la exploración costera en la Republica Dominicana está a cargo de la Autoridad Nacional de Asuntos Marítimos (ANAMAR) [1], organismo que se encarga de investigar, conservar y aprovechar los recursos vivos y no vivos del fondo del mar y del subsuelo marítimo. También, es la encargada de representar interna y externamente al Estado dominicano en los usos y derechos relativos al mar.

Actualmente, todos los proyectos de exploración marina dependen exclusivamente de exploraciones convencionales a través de buzos certificados. Por lo que, parte considerable del presupuesto de los proyectos es gastado en el alquiler de numerosos equipos para buceo, tanques de oxígeno de reserva, contratación de buzos. En la figura 1 se muestran algunos de los costos [2] asociados en los proyectos actualmente.

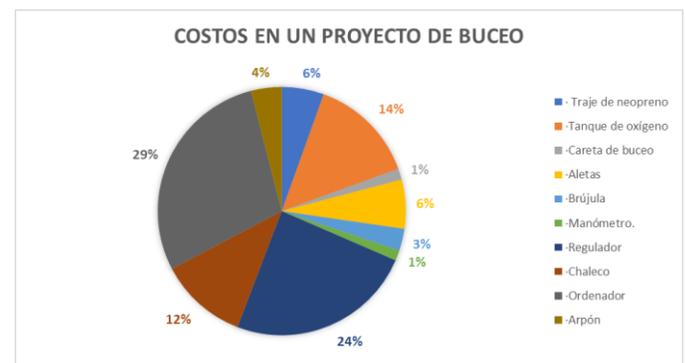


Fig. 1. Costos asociados a una exploración marina convencional

## V. MARCO TEÓRICO

### A. Tecnología seleccionada

La plataforma de control del sumergible será el Raspberry Pi. Este es un computador de bolsillo simple. Utilizaremos el modelo Pi 2 Modelo B que fue lanzado en 2016. Se ha seleccionado esta tecnología porque brinda facilidades a la hora de realizar procesamiento de imágenes y al tener el poder computacional de una computadora estándar permite realizar varios procesos al mismo tiempo.

### B. Los sensores

El sumergible será equipado con una cámara de alta definición en la parte frontal que permitirá conducir el ROV bajo el agua hacia adelante. También contará con una cámara rotativa en la parte inferior para visualizar 360 grados.

También contará con un sensor de presión para conocer la profundidad del vehículo y un sensor de inclinación. El sumergible será capaz de medir la concentración de oxígeno del agua, su acidez, su temperatura y su salinidad.

### C. Control del sumergible

A través de una aplicación diseñada en java para Android se podrá controlar de forma independiente 5 motores en el ROV que le permitirán realizar todas las maniobras necesarias. Los propulsores laterales le permiten moverse hacia adelante, atrás, izquierda y derecha, y el propulsor trasero le permite ascender y descender.

Bajo el cuerpo principal del ROV se adapta un brazo robótico con dos grados de libertad.

Debido a que la conexión vía Wifi no es apropiada para aplicaciones bajo el agua, el ROV estará conectado todo el tiempo a través de un cable a una pequeña balsa donde se encontrará el equipo de transmisión y recepción. Esto permitirá mantener en todo momento una conexión segura con el ROV mientras se realizan maniobras a distancia.

### D. Diseño del sumergible

Para diseño del sumergible se ha realizado un modelo por medio de SolidWorks con el objetivo de que este pueda ser impreso en 3D. En la figura 2 se presenta el modelo diseñado para este proyecto.

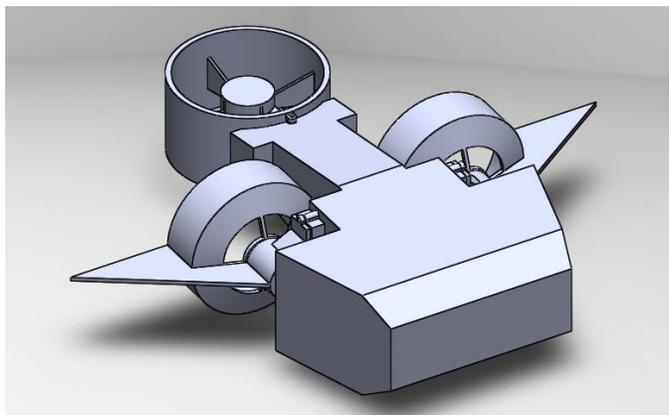


Fig. 2 Diseño del sumergible

Uno de los aspectos más importantes a considerar en la exploración marina es la presión que está definida por la ecuación 1. En este sentido, con ayuda del mismo software de diseño realizamos varios estudios simulando la presión, desplazamiento, estrés que soporta el material con el cual se construirá el explorador marino.

$$P_h = p_a + g * \delta * \delta \quad (1)$$

Para el estudio utilizamos diferentes tipos de materiales que pueden ser usados por la impresión en 3D como son el ABS, NYLON y el PET6.

En los 3 casos los resultados fueron parecidos, más o menos iguales o con las mismas características al momento de aplicarles una presión de 100 kg/cm<sup>2</sup>; entre otros resultados tenemos el estrés, desplazamiento y la tensión, los cuales son cambios físicos que sufre el material al ser expuesto a la presión del agua a cierta profundidad (en nuestro caso 100 kg/cm<sup>2</sup>). En la figura 3 se presenta el resultado de uno de los estudios.

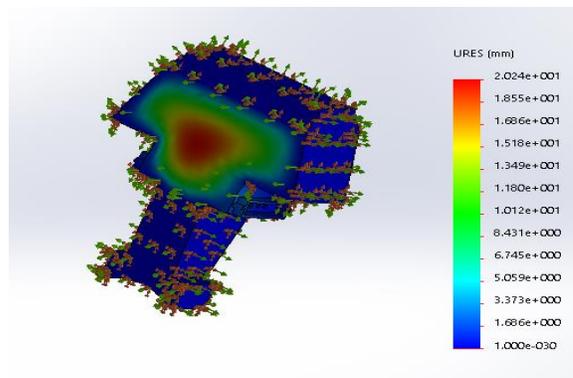


Fig. 3 Cuerpo del prototipo sometido a presión (Material ABS).

### E. Ventajas del explorador marino

Entre las ventajas que tiene la utilización del explorador marino se encuentran:

- Con el explorador marino se abarcarán las zonas de exploración por mucho más tiempo, ya que cuenta con un factor menos en contra, como lo es el tiempo límite del oxígeno.
- Cuenta con una alimentación eléctrica la cual resulta ser mucho más económica que las recargas de tanques de oxígeno.
- El bajo costo de mantenimiento a comparación del mantenimiento de un equipo de buceo básico.
- Costo de contrato para buceadores calificados.
- Reducción de riesgos, peligros o situaciones no planeadas en el fondo del mar (salvaguardar vidas humanas por motivo de ataques de animales o diversos factores que suelen suceder al ingresar en el agua).
- Estaría a disposición y listo para salir en cualquier momento, ya sea para una exploración de último momento o en soporte a alguna emergencia

### F. Limitantes del explorador marino

- Limite visual a un rango específico.
- Debe ser alimentado de forma directa por un soporte cercano (barco, yate, balsa).
- Profundidad delimitada por la extensión del alimentador.

- Dependiente de una o dos personas que lo controlen desde el soporte cercano.

## VI. CONCLUSIÓN

Este proyecto se encuentra en fase de conclusión. Hasta el momento, demostrado la posibilidad de desarrollar sistemas a bajo costo, novedosos y funcionales para la exploración marina en la República Dominicana.

A través de esta iniciativa esperamos promover en nuestro país un mejor cuidado al medio ambiente, pero especialmente, desarrollar la curiosidad investigativa en la sociedad al ofrecerles una herramienta técnica accesible para realizar diferentes estudios en las aguas costeras.

## VII. REFERENCIAS

- [1] *Autoridad nacional de asuntos marítimos (ANAMAR)*. Recuperado de: <http://www.anamar.gob.do/>
- [2] *Dive inn tienda de buceo by tradeinn*. Recuperado de: <https://www.scubastore.com/buceo-submarinismo/instrumentos-y-ordenadores-manometros/26/s>
- [3] *Pérez, R. (16 de marzo del 2016). España apoya RD en exploración marina*. Recuperado de: <http://www.listindiario.com/la-republica/2013/11/17/299852/espana-apoya-rd-en-exploracion-marina>