



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Beneficios del uso de ROV's en las operaciones de  
Búsqueda y Rescate del Grupo de Salvamento de la Marina  
de Guerra del Perú**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de  
Ingeniero Industrial con mención en Gestión Logística

**José Carlos Sánchez Álvarez**

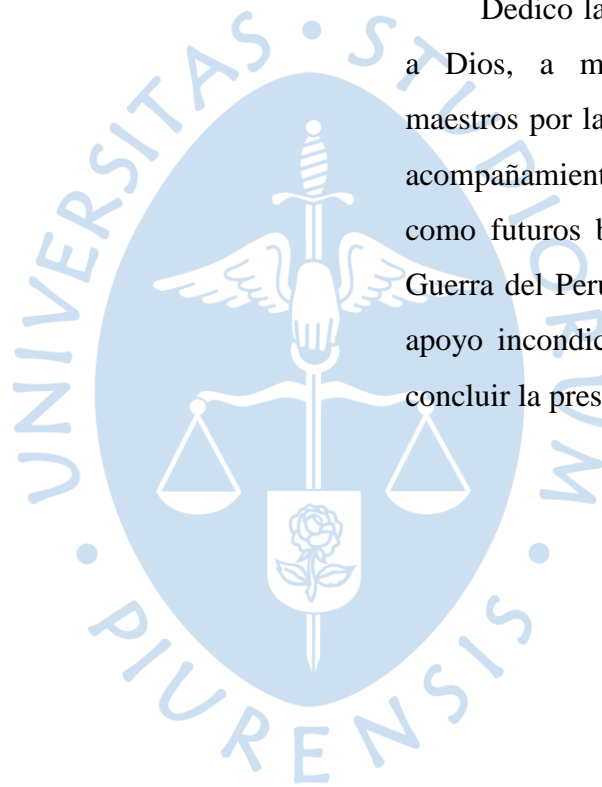
Revisor:  
Dr. Ing. Erick Alexander Miñan Ubillus

Piura, julio de 2019



## **Dedicatoria**

Dedico la presente investigación a Dios, a mis padres, familiares, maestros por la comprensión, apoyo y acompañamiento en nuestra formación como futuros buzos de la Marina de Guerra del Perú y agradecerles por su apoyo incondicional y espiritual para concluir la presente investigación.





## Resumen Analítico – Informativo

### “Beneficios del uso de ROV’s en las operaciones de Búsqueda y Rescate del Grupo de Salvamento de la Marina de Guerra del Perú”

José Carlos Sánchez Álvarez

Asesor: Dr. Ing. Erick Alexander Miñan Ubillus

Trabajo de Suficiencia Profesional.

Título de Ingeniero Industrial con mención en Gestión Logística

Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.

Piura, julio de 2019

**Palabras claves:** ROV / Búsqueda y Rescate / Beneficios / Tecnología / Procedimientos / Operaciones.

**Introducción:** Beneficiarse con el uso de ROV’s en las operaciones de Búsqueda y Rescate de la Marina de Guerra del Perú gracias a su gran versatilidad y adaptabilidad, ahorrando tiempo y recursos humanos.

**Metodología:** Se planifico los ovejitos a mejorar y la manera de cómo lograrlo, recopilando información de diferentes operativos y rescates, profundizando en el tiempo como factor clave.

**Resultados:** Se recopiló información de rescates exitosos tanto en provincia (donde el suscrito fue protagonista), y casos particulares como el del Submarino A.R.A. San Juan y el Submarino B.A.P. Pacocha encontrando que el uso de ROV’s hubiera generado una disminución en la realización de las Operaciones de Búsqueda y Rescate.

**Conclusiones:** Se refleja una reducción de tiempo, mejores condiciones de trabajo (menos fatiga estrés), Búsquedas por periodos más largos sin afectar al buzo así mismo también se podrán desarrollar nuevos procedimientos de rescates y búsqueda, capacitaciones para el personal operador del ROV y una conciencia de mantenimiento en cuanto a los equipos de los Buzos.

**Fecha de elaboración del resumen:** 30 de junio de 2019

## Analytical-Informative Summary

**“Beneficios del uso de ROV’s en las operaciones de Búsqueda y Rescate del Grupo de Salvamento de la Marina de Guerra del Perú”**

**José Carlos Sánchez Álvarez**

**Advisor: Dr. Ing. Erick Alexander Miñan Ubillus**

**Sufficiency Professional Work**

**Industrial Engineer degree with a mention in Logistics Management**

**Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.**

**Piura, July 2019**

**Keywords:** ROV / Search and Rescue / Benefits / Technologic / Procedures / Operation

**Introduction:** Benefit from the use of ROVs in the Search and Rescue operations of the Navy of Peru thanks to its great versatility and adaptability, saving time and human resources.

**Methodology:** We planned the sheep to improve and the way of how to achieve it, gathering information from different operatives and rescue, deepening in time as a key factor.

**Results:** Information on successful rescues was collected both in the province (where the undersigned was the protagonist), and in particular cases such as Submarine A.R.A. San Juan and Submarine B.A.P. Pacocha found that the use of ROV's had generated a decrease in the performance of Search and Rescue Operations.

**Conclusions:** It reflects a reduction in time, better working conditions (less stress fatigue), searches for longer periods without affecting the diver, as well as new rescues and search procedures, training for ROV personnel and an awareness of maintenance regarding the equipment of the Divers.

**Summary date:** June 30<sup>th</sup> 2019

## Tabla de contenido

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo 1</b> .....	3
<b>Actividad profesional</b> .....	3
1.1. Marina de Guerra del Perú .....	3
1.2. Experiencia profesional .....	5
1.3. Caso de aplicación .....	6
<b>Capítulo 2</b> .....	7
<b>Fundamentación del tema elegido</b> .....	7
2.1. Mejora de procesos .....	7
2.2. Metodología para la mejora de procesos .....	7
2.3. Cursos de carrera involucrados .....	8
<b>Capítulo 3</b> .....	9
<b>ROV's Subacuáticos</b> .....	9
3.1. Descripción .....	9
3.2. Características .....	9
3.3. Tipos .....	10
3.4. Uso de ROV's en operaciones de rescate .....	11
3.5. Ventajas del uso de ROV's .....	13
<b>Capítulo 4</b> .....	15
<b>Propuesta de uso de ROV's</b> .....	15
4.1. Factibilidad de uso .....	15
4.2. Análisis de tipos de ROV's .....	17
4.3. Beneficios esperados .....	18
<b>Conclusiones</b> .....	21
<b>Recomendaciones</b> .....	23

<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	25
---	----

## **Figuras**

<b>Figura 1</b> Fuerza de Operaciones Especiales .....	4
<b>Figura 2</b> Buzos Navales de la Marina de Guerra del Perú .....	5
<b>Figura 3</b> Buzo en operaciones de rescate en la provincia de Cangallo .....	6
<b>Figura 4</b> Micro ROV .....	10
<b>Figura 5</b> Mini - ROV .....	10
<b>Figura 6</b> ROV (General).....	11
<b>Figura 7</b> Operaciones de Rescate del A.R.A. "San Juan" .....	12
<b>Figura 8</b> Buzos siendo asistidos por un ROV.....	13
<b>Figura 9</b> Cuadro de operativos realizados en provincia en lo que va del año .....	17





## **Introducción**

Un Remote Operated Vehicle ROV es un vehículo no tripulado que se controla de forma remota. Los ROV's son muy eficaces para la búsqueda debido a su gran versatilidad y adaptabilidad en zonas de difícil acceso. Esto permite ahorrar tiempo y recursos humanos, así como tener una mejor perspectiva de la zona a trabajar.

Los ROV's están siendo utilizados en diversas organizaciones, instituciones y fuerzas armadas del mundo, porque supone beneficios considerables en el ámbito de sus diversos misionamientos. Si bien es cierto la época actual está caracterizada por cambios constantes e innovaciones, hoy podemos reconocer la necesidad del uso de ROV's en las operaciones militares tanto de búsqueda y rescate, labores de información e inteligencia, exploración y reconocimiento, entre otras. Las capacidades que aportan los ROV's a las operaciones militares se han convertido en algo fundamental, un ejemplo de su eficacia es la gran ayuda que aportan en la búsqueda de personas desaparecidas en zonas rurales y también en el medio acuático permitiendo una mejor reacción ante tal incidente. En el ámbito militar estimula una mejora innovadora en el ahorro de personal y material, cero costos de pérdidas humanas y mínima fracción de coste, rapidez, maniobrabilidad, facilita la llegada rápida a zonas remotas o de difícil acceso, examinando el terreno a tiempo real para minimizar riesgos.

En el área de Buceo y Salvamento, los ROV's subacuáticos podrían ser de mucha ayuda pues el buzo salvamentista de la Marina de Guerra del Perú está expuesto a muchas situaciones de riesgo y estrés durante la inmersión. El uso de ROV's minimizaría los riesgos y facilitaría la labor de los buzos en las operaciones de búsqueda, recuperación y rescate.

El autor del presente trabajo es miembro del Grupo de Salvamento e hizo esta propuesta de mejora a la MGP porque existen muchos avances tecnológicos en este campo tanto a nivel mundial como nacional. Por mi experiencia en operaciones de búsqueda y

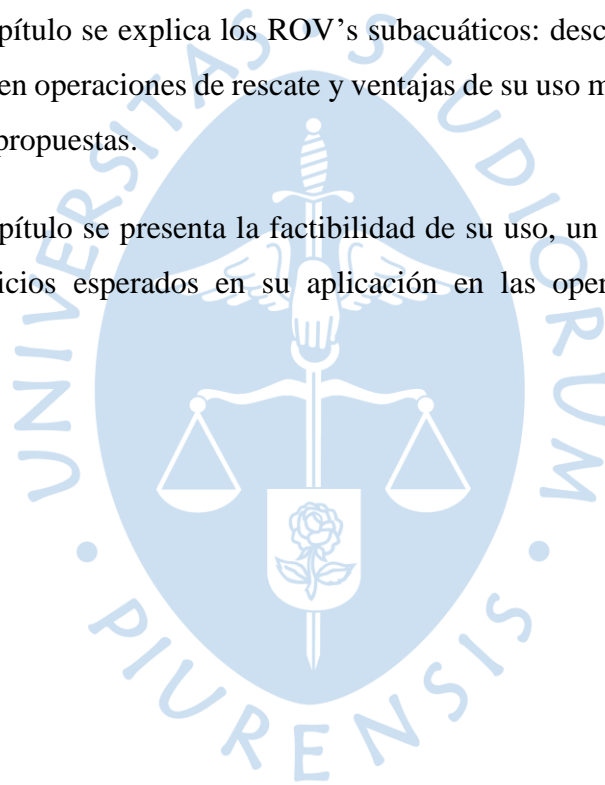
rescate en el interior del país y mi conocimiento del tema considero que el uso de ROV's subacuáticos sería un gran aporte que podría optimizar y mejorar las futuras operaciones de búsqueda y rescate en el Grupo de Salvamento de la Marina de Guerra del Perú.

El presente trabajo se estructura en los siguientes contenidos: Como primer capítulo se expone la actividad profesional en la cual se centra el trabajo, describiendo las funciones de la Marina de Guerra del Perú, la experiencia profesional y el caso de aplicación.

En el segundo capítulo se detalla la mejora de procesos, las metodologías y técnicas usadas para llevar a cabo el trabajo.

En el tercer capítulo se explica los ROV's subacuáticos: descripción, características, tipos, uso de ROV's en operaciones de rescate y ventajas de su uso mostrando sus diferentes capacidades y áreas propuestas.

En el tercer capítulo se presenta la factibilidad de su uso, un análisis de los tipos de ROV's y los beneficios esperados en su aplicación en las operaciones del Grupo de Salvamento.



## Capítulo 1

### Actividad profesional

#### 1.1. Marina de Guerra del Perú

La Marina de Guerra del Perú es el órgano de ejecución del Ministerio de Defensa, encargado de la defensa marítima, fluvial y lacustre. Forma parte de las Fuerzas Armadas y como tal integra el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas del Perú.

La misión de la Marina de Guerra del Perú es "Ejercer la vigilancia y protección de los intereses nacionales en el ámbito marítimo, fluvial y lacustre, y apoyar la política exterior del Estado a través del Poder Naval; asumir el control del orden interno, coadyuvar en el desarrollo económico y social del país y participar en la Defensa Civil de acuerdo a ley; con el fin de contribuir a garantizar la independencia, soberanía e integridad territorial de la República y el bienestar general de la población". Teniendo como visión "Poder Naval capaz de actuar con éxito donde lo requieran los intereses nacionales" (**Marina de Guerra, 2019**).

La Marina de Guerra del Perú cuenta con cuatro Órganos de Línea: La Comandancia General de Operaciones del Pacífico, que se encarga del control y misionamiento dentro del Área del Pacífico, La Comandancia General de Operaciones de la Amazonía y Quinta Zona Naval, que se encarga del control y misionamiento de la Amazonia, La Dirección General de Capitanías y Guardacostas que cumple el rol de la autoridad marítima y la reciente Comandancia de Ciber defensa que se encarga de la seguridad del ciberespacio ante cualquier amenaza.

La Fuerza de Operaciones Especiales, se encuentra integrada dentro de la Comandancia General de Operaciones de Pacífico y es un componente importante del Poder Naval, y tiene como misión organizar, preparar, entrenar, supervisar y mantener en óptimo estado de alistamiento Unidades de Operaciones Especiales y de Salvamento, con el fin de proveer elementos operativos capaces de actuar con éxito donde lo requieran los Intereses Nacionales; en tal sentido, esta Fuerza operativa agrupa a los Operadores Especiales Navales y a los Buzos de Salvamento de la Marina, hombres valerosos que en sus respectivos campos de acción, son capaces de asumir riesgos personales, para poder lograr con éxito tareas excepcionales que para muchos colindan con lo imposible.

Dentro de la Fuerza de Operaciones Especiales se encuentra el Grupo de Salvamento el cuál se encarga de efectuar misiones de salvamento y/o buceo, con el fin de contribuir al cumplimiento de la misión en provecho de las Unidades y Dependencias de las Comandancias Operativas, en los ámbitos marítimo, fluvial y lacustre cuando el Alto Mando Naval lo requiera. También se encarga de Participar en actividades relacionadas al Apoyo de la Autoridad Marítima, de acuerdo a la normatividad vigente, en actividades relacionadas a la Defensa Civil en zonas de desastre, de acuerdo a la normatividad vigente.



**Figura 1** Fuerza de Operaciones Especiales

## 1.2. Experiencia profesional

La Comandancia del Grupo de Salvamento, es un órgano de línea de la Fuerza de Operaciones Especiales, cuyas Unidades operativas subordinadas tienen la capacidad de desarrollar operaciones de salvamento y buceo en todo el territorio nacional e internacional cuando lo disponga el alto mando naval.

En tal sentido, las Unidades operativas subordinadas del Grupo de Salvamento, pueden trabajar en apoyo a la Comandancia General de Operaciones de la Amazonia, Dirección General de Capitanías y Guardacostas; así como a los Comandos Operacionales y Especiales del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, que así lo requieran.

Estructuralmente, la Comandancia del Grupo de Salvamento, está constituida actualmente por una Unidad Auxiliar de Salvamento y seis pelotones de Salvamento; responsables de ejecutar las tareas operacionales que les sean asignadas.

Actualmente el suscrito se encuentra cumpliendo funciones de sub-jefe del departamento de operaciones encargado de planificar, coordinar, programar y controlar el desarrollo de actividades operacionales y entrenamiento de las unidades y pelotones de salvamento. En tal sentido también ostenta el cargo estructural de Jefe de Pelotón de Salvamento en la cual se encarga de planear, organizar, dirigir y controlar las actividades y el rendimiento físico y mental del pelotón asignado, supervisando directamente las operaciones de salvamento y buceo.



**Figura 2** Buzos Navales de la Marina de Guerra del Perú

### 1.3. Caso de aplicación

A principios del mes de marzo del año 2019, fui enviado a una operación de Rescate en la presa Cuchoquesera en la provincia de Cangallo en el departamento de Ayacucho. El operativo consistía en recuperar el cuerpo de un menor quien encontró una trágica muerte al caer en el caudal del río “Cachi” que abastece a dicha Presa. Al llegar al lugar comenzamos con las operaciones de búsqueda y rescate del cuerpo del menor, teniendo que cubrir área extensa lineal y operar desde la orilla, usando equipos de Dependiente de superficie puesto que eran los que mejor se acoplaban a las condiciones dadas (tiempo máximo de aire, comunicación con el buzo, y no contar con una embarcación estable). Todos los días se tuvieron que realizar 10 buceos (la cantidad de hombres que conformaban el pelotón de salvamento) y no se podía avanzar más puesto que se cuenta con un tiempo límite para poder bucear dependiendo de la tabla de buceo a usar.

Esta experiencia nos animó a presentar una propuesta para la compra e implementación de un ROV's subacuáticos para las operaciones de búsqueda y rescate en la Comandancia del Grupo de Salvamento. El ROV funcionaría reemplazando al buzo y con ello se lograría una mayor área de búsqueda y más tiempo de buceo. Se ahorraría buzos en las operaciones puesto que se usaría el ROV hasta encontrar el objeto, cuerpo o embarcación, a rescatar y en ese momento una vez ubicado se procedería a enviar a los buzos para el respectivo rescate, facilitando y mejorando la operación de buceo.



**Figura 3** Buzo en operaciones de rescate en la provincia de Cangallo

## **Capítulo 2**

### **Fundamentación del tema elegido**

#### **2.1. Mejora de procesos**

La mejora de procesos es esencial hoy en día para sobrevivir en un mundo muy competitivo y de constantes cambios tecnológicos. Un proceso es una secuencia de acciones y actividades que se realizan para poder obtener un resultado y donde hay intercambio de datos e información. Los procesos deben ejecutarse de forma ágil y eficiente en las instituciones para que puedan lograr sus objetivos planteados y puedan ser más competitivas reduciendo ineficacias.

El objetivo de la mejora de procesos es lograr que todas las tareas y etapas de los procesos sean eficaces logrando añadir un mayor valor al producto, el cual debe ser percibido en el momento de la entrega del producto o servicio.

#### **2.2. Metodología para la mejora de procesos**

El motivo por el cual se realizó el estudio fue el de optimizar los procesos de rescate y búsqueda en la mar, ríos y lagos. Fui Jefe del pelotón de buzos en un rescate en la provincia de Ayacucho y pude experimentar de manera propia el tiempo excesivo que tarda un operativo de esta magnitud.

Lo primero fue planificar los objetivos a mejorar y la manera de cómo lograrlo, se recopiló información inicialmente de los diferentes operativos y rescates exitosos realizados en el grupo de salvamento de la Marina de Guerra del Perú, profundizando en que el tiempo es un factor clave, el desgaste del personal de buzos. Con el fin de minimizar el tiempo de las operaciones, se procedió a estudiar el caso del submarina ARA “San Juan” para evaluar su posible aplicación en Perú. Se llegó a la conclusión que era necesaria la adquisición de un ROV como medio de búsqueda y como el primer recurso y herramienta para poder realizar una búsqueda extensa. El ROV permitiría reducir el tiempo del operativo puesto que sus diferentes equipos permiten obtener un mejor radio de búsqueda y también ayuda a no fatigar demasiado a los pues la inmersión se da en condiciones adversas.

El presente trabajo se pudo realizar gracias a la información obtenida en la búsqueda bibliográfica en fuentes secundarias, los diferentes casos donde se evidencio la prueba ensayo y error. Consideramos que es una propuesta importante puesto que hoy en día a nivel mundial y nacional se ve la necesidad de una mejora y actualización en cuanto a las operaciones de rescate y búsqueda en el mar.

### **2.3. Cursos de carrera involucrados**

A continuación, los cursos involucrados que me ayudan al desenvolvimiento y desarrollo de mi proyecto:

- Gestión de operaciones
- Equipamiento del Buzo Salvamentista
- Curso de buceo con equipo dependiente de superficie
- ATP-57 (Manual de búsqueda y rescate submarino)



## Capítulo 3

### ROV's Subacuáticos

#### 3.1. Descripción

Un ROV es un vehículo que se controla a distancia por un operador sin estar tripulado por este. Pueden estar operados por señales de radio o mediante un cable. Las órdenes y la energía se envían mediante un mando a distancia a través del cable al ROV (**QSTAR ROV PILOT TRAINING CENTER, 2014**).

La información tanto fotográfica, sonares y sensores son enviados mediante el cable del ROV al operador en la respectiva plataforma.

La mayoría de estos vehículos submarinos presentan cámaras y luces. Se pueden agregar equipos adicionales para aumentar sus capacidades. Entre estos tenemos: un brazo de ayuda, herramienta de corte, sistema para tomar muestras e instrumentos para medir parámetros.

#### 3.2. Características

Dentro de las características del ROV podemos nombrar:

- Cámara de video de alta resolución
- Propulsores (dependiendo del modelo y tamaño del vehículo) de 0.5 m/s de velocidad máxima
- Motores DC 24V 2.5 A (revolución Max 2.300 rpm en vacío)
- Brújula
- Sensor de precisión

- Sistema de posicionamiento GPS
- Sistema de seguimiento acústico
- Luces frontales
- Unidad de control de superficie
- Tanque de lastre de 3.5 a 5 litros variando la flotabilidad positiva y negativa del tipo prototipo

### 3.3. Tipos

Se clasifican de acuerdo a su tamaño:

- **Micro-ROV's**

Vehículos livianos y de gran maniobrabilidad permiten operaciones a baja profundidad, capacidad de inmersión: 50 metros. Su principal aplicación es la inspección de infraestructura sumergida, inspección de puertos marítimos, pantalanes, estudio del océano. Su peso máximo alcanza los 2.5 kilos.



**Figura 4** Micro ROV

- **Mini-ROV's**

Estos vehículos son operados por una persona y su peso promedia los 15 kg. Debido a que operan principalmente en profundidades de 984 pies (300 metros) estos vehículos son usados para inspecciones y observaciones.



**Figura 5** Mini - ROV

- **ROV's (General)**

Estos vehículos generalmente usan potencias de 5HP para profundidades de 1000 metros. También pueden usar potencias de 50HP para profundidades inferiores a 2000 metros, y potencias de 200HP para profundidades de hasta 3500 metros en forma electro hidráulica.



**Figura 6** ROV (General)

### 3.4. Uso de ROV's en operaciones de rescate

Para la búsqueda de alternativas me basé en dos esquemas, primero buscar alternativas convencionales que puedan remplazar las señales pirotécnicas, pero con mejores performances, para lo cual no tuve un resultado satisfactorio. En segunda alternativa, consideré un equipo tecnológico que permita transmitir la situación de emergencia mediante uso de radiofrecuencias, para lo cual concluí que las radiobalizas de emergencia, que son dispositivos con los que cuentan todas las unidades de superficie, son diseñados para ese fin y podrían servir para resolver el problema al que buscaba solución.

La radiobaliza de emergencia es un aparato transmisor de radio utilizado en situaciones de emergencia para facilitar la localización de un barco, un avión o una persona que se encuentran en peligro, mediante el uso de satélites.

Los ROV tienen muchas aplicaciones en la ciencia, en la pesca, en el control ambiental y limpieza de océanos y también en el ámbito militar donde se encarga entre otras cosas del rescate y el salvamento de materiales y vidas humanas, sobretodo porque nos facilita la exploración en zonas de difícil acceso (OTAN, 2017).

El objetivo del uso del ROV en operaciones de rescate es la de búsqueda y exploración del material, vida humana y algún objeto sumergido en las profundidades ya sea en el medio marítimo, fluvial o lacustre.

Como podemos recordar, tiempo atrás se produjo el trágico accidente con el submarino ARA "San Juan" en Argentina, cuyo rastro se perdió en el Océano Atlántico a unas 300 millas náuticas al este de la ciudad de Comodoro Rivadavia, se contrató los servicios de la empresa estadounidense "Ocean Infinity" de la industria de Exploración de Fondos Marinos para la búsqueda del submarino siniestrado. Esta empresa procedió a usar sus vehículos ROV los cuales tenían capacidad para operar a 6000 metros de profundidad y trabajar gran tiempo en inmersión pudiendo localizar la nave sumergida.

Actualmente, la agencia española de rescate marítimo dentro de sus numerosos equipos tecnológicos para el rescate y salvamento marítimo cuenta con ROV's para rescates submarinos a profundidad los cuales le ofrecen una alta capacidad en intervención en difíciles condiciones de mar y corriente, los cuales tienen la capacidad de inmersión de 1000 metros de profundidad.

En la actualidad, podemos observar que el rescate submarino tanto de material y vidas humanas ha marcado una época por los últimos acontecimientos producidos. Por este motivo el mundo está desarrollando tecnologías capaces de permitirnos estos rescates tanto en mar, lagos y ríos, los cuales nos permitirán un mejor tiempo de reacción porque en estas operaciones el tiempo es algo valioso (un segundo más o uno menos significarían una vida) y los ROV's son una herramienta de apoyo de gran utilidad para llevar a cabo la misión con éxito.



**Figura 7** Operaciones de Rescate del A.R.A. "San Juan"

### 3.5. Ventajas del uso de ROV's

El ROV es una herramienta de apoyo para el pelotón de buzos. Si bien es cierto que las tareas llevadas a cabo por el ROV también podrían ser realizadas por un buzo, éstos se ven afectados por límites físicos en sus cuerpos producto del tiempo en inmersión y la presión, la cual provoca que los gases se compriman y se concentren en su cuerpo. Estos gases (el nitrógeno y el oxígeno) pueden ocasionar consecuencias peligrosas, teniendo en cuenta el aumento de profundidad y el tiempo de inmersión. Existen buzos que han llegado a profundidades bastante considerables, pero debemos tener en cuenta que su tiempo de descompresión (tiempo para eliminar los gases residuales) pasaron las 15 horas, debido a que es necesario para no sufrir problemas o enfermedades descompresivas, pero en una operación de rescate no podemos darnos el lujo de perder mucho tiempo puesto que cada segundo es valioso. Por esta razón se pensó en el uso de ROV como vehículos que reemplacen a los buzos bajo el agua como apoyo y sustituto en exploración, pudiendo este vehículo poder encontrar y marcar la zona en la cual se quiere trabajar, rescatar o reflotar dependiendo el misionamiento, inspeccionando esta zona de cualquier peligro en casos de poco acceso y llevar los materiales y herramientas necesarias para el trabajo a realizar.

En conclusión, se puede obtener un ahorro de tiempo en la búsqueda puesto que el robot, al tener mayor tiempo en inmersión, podría sustituir con tranquilidad al pelotón de buzos, realizándose una búsqueda que cubriría un mayor rango. De esta manera se podría atender otras emergencias con mayor rapidez. Asimismo, se tendría una disminución de los riesgos y peligros a los que estarían expuestos los buzos en las profundidades. Sólo se tendría que avisar al buzo, el cual estará listo para efectuar la misión con éxito sin tener que sufrir las consecuencias antes mencionadas.



**Figura 8** Buzos siendo asistidos por un ROV



## Capítulo 4

### Propuesta de uso de ROV's

#### 4.1. Factibilidad de uso

En el presente estudio se presenta a los ROV's como una alternativa para poder realizar búsquedas y rescates en el misionamiento del Grupo de Salvamento.

Las condiciones a las cuales los buzos nos enfrentamos en las operaciones de rescate nos ponen en desventaja. Asimismo, el tiempo corto del que se dispone hace imprescindible que busquemos mejorar nuestros métodos, los cuales actualmente son muy tradicionales. Se puede aprovechar los avances tecnológicos de la época para lograr la tan anhelada mejora.

Recordemos que el 26 de agosto de 1988 se suscitó un trágico accidente. El B.A.P. "Pacocha", un submarino peruano que regresaba de un entrenamiento, es embestido por una embarcación pesquera japonesa donde 22 tripulantes quedan atrapados en el submarino. Luego de actos de heroísmo y otros tantos milagrosos, después de 5 horas con escaso oxígeno y a oscuras, los submarinistas logran tener contacto con los buzos de salvamento (GRUSAL) a través de código "morse" y entablar las primeras comunicaciones. Las acciones de rescate no fueron instantáneas, puesto que no se conocía la ubicación exacta y las condiciones de inmersión fueron como siempre adversas (clima, visibilidad, temperatura, corriente). Los buzos finalmente lograron su objetivo y los ubicaron, pero la historia habría sido otra si se hubiera contado con un ROV para poder realizar las operaciones de búsqueda de manera más rápida.

Los buzos habrían tenido más tiempo en superficie para poder realizar un planeamiento más exacto dependiendo de las imágenes transmitidas por las cámaras de video del robot. Asimismo, habrían conocido con anticipación las condiciones a las que se tendrían que enfrentar y solo enviar al equipo de salvamento con los equipos exactos para un rescate más rápido, facilitando la operación en un primer momento.

Para los rescates en lagunas y ríos de nuestro Perú también sería importante contar con un ROV. En el transcurrir del año 2019 el Grupo de Salvamento ha brindado apoyo a la comunidad en diferentes provincias de nuestro país. El suscrito participó en el operativo en la presa “Cuchoquesera” provincia de Cangallo departamento de Ayacucho donde tuve la oportunidad de ser el oficial a cargo de la operación. Estuve al frente de una patrulla de buzos de salvamento y aplicamos maniobras y procedimientos para poder complementar un área designada por día para así cubrir la mayor extensión de la presa donde se encontraba el cuerpo de un menor. El avance diario fue muy lento puesto que las condiciones climáticas, las condiciones atmosféricas, las condiciones del agua y la visibilidad eran muy difíciles. A pesar de todo se llegó a cumplir con la misión luego de 5 días. Cada día transcurrido se cubría un lado de un área rectangular realizándose 10 buceos diarios (puesto que la patrulla de buzos constaba de 10 hombres), ningún buzo podía repetir el buceo por el gran esfuerzo que se requiere y el poco tiempo con el que se contaba (al bucear a una altura de 3765 msnm). Si se hubiera usado un ROV se hubiera procedido a realizar más buceos y a encontrar el cuerpo desaparecido en menos tiempo puesto que el robot no tiene problemas con la altura y la descompresión, pudiendo realizar el buceo durante horas y cubrir una mayor área facilitando el cumplimiento de la misión.

El uso del ROV en operativos de rescate hace más eficientes las operaciones no solo en rescates en mar abierto sino también en lagunas y ríos, donde a diferencia del mar los caudales son más peligrosos, las corrientes más fuertes, la altura, la maniobrabilidad y los objetos que podrían golpear al buzo en plena operación aumentan debiéndose operar con mayor cautela que en las aguas del mar. Al operar con un ROV's nos ahorramos mucho estos problemas y solo se utilizaría al buzo cuando se haya encontrado el objeto, material o restos humanos a rescatar, ahorrando también el esfuerzo físico de nuestro buzo salvamentista.





**Figura 9** Cuadro de operativos realizados en provincia en lo que va del año

#### 4.2. Análisis de tipos de ROV's

El Grupo de Salvamento desempeña operaciones de rescate, reflotamiento y salvamento de unidades, personas y objetos atrapados en las profundidades del mar, lagunas y ríos. Como se muestra en el capítulo II, hay diferentes tipos de ROV. Por ello y dependiendo de la misión a cumplir, se debe escoger cuál es el más conveniente tomando en cuenta los datos técnicos.

Los Micro ROV, por ser vehículos livianos y de gran maniobrabilidad, se podrían usar en operaciones de rescate de personas y objetos sumergidos, pero se acomodan de gran manera a rescates en lagunas y ríos puesto que estos lugares no tienen una gran profundidad (50 a 60 metros) a comparación del mar. Su peso no sobrepasa los 2.5kilos lo cual permitirá embarcarlo en cualquier vuelo o transporte hacia la zona del siniestro y posee una excelente iluminación y cámara de gran alcance lo que permitirá operar con este equipo de manera rápido, eficaz y sencillo.

Los Mini ROV's son robots de un peso de entre 20 a 15 kg los cuales puede descender a 300 metros. Estos equipos se podrían usar en el mar, a diferencia del micro ROV que no puede descender hasta esa profundidad. Este ROV puede servir como instrumento de exploración en una primera fase de una operación de rescate y/o salvamento ante un siniestro de una unidad. El Remolcador Auxiliar de Salvamento (unidad en apoyo a las operaciones de buceo) actualmente cuenta con uno. Sin embargo, necesita más accesorios como un brazo mecánico y un sistema de posicionamiento dinámico el cuál enviaría una mejor posición en coordenadas para no perder el robot. Si bien el robot nos brinda la profundidad, en algunas ocasiones no es suficiente y se puede perder la ubicación. También es necesario incluirle un sonar, el cual facilitaría la ubicación de unidades ya que el robot enviaría señales de sonar y estas rebotarían y brindarían la ubicación de las unidades siniestradas cuando la visibilidad del ROV sea nula.

Los ROV's (en general) sirven para búsquedas más profundas como la búsqueda del A.R.A. "San Juan". Vienen instalados con sonares y sensores, lo cuales le permiten ubicar de manera rápida y exacta el cuerpo o unidad a reflotar. Sería idóneo contar con uno en el Grupo de Salvamento para siniestros de mayor escala y así poder estar preparados para poder afrontarlos ya que estos equipos alcanzan profundidades de 1000 hasta 6000 metros de profundidad. La manipulación es tediosa puesto que necesita de una grúa para posicionarlo en mar, sin embargo, sería instalado y se acoplaría de forma idónea en el Remolcador Auxiliar de Salvamento.

#### **4.3. Beneficios esperados**

Los beneficios que se obtendrán de la utilización de ROV's son los siguientes:

- Se obtendrían reducciones inmediatas de tiempo de búsqueda y facilitarían la operación de rescate puesto que estos robots cubren una mayor área, desde luego el uso de su cámara de video y los sonares, son herramientas de gran apoyo.
- Disminuirían las tasas de mortalidad y accidentes en zonas de difícil acceso y con condiciones adversas para realizar buceos.
- Se tendría mayor precisión y maniobrabilidad en cuanto a exploración y búsqueda, al poder ingresar a zonas y bucear en condiciones adversas peligrosas.
- Se reducirían sustancialmente la fatiga y el estrés de los buzos
- Mejoraría el desempeño de los buzos.

- Se tendría mayor tiempo de buceo, puesto que el ROV no sufrirá problemas de descompresión.
- Se actualizarían los procedimientos operacionales de rescate.
- Permitiría realizar una conservación en los equipos, tanto SCUBA y Dependiente de superficie, ya que solo se utilizarán una vez que el ROV capte el objetivo a reflotar y/o rescatar.
- Habría un desarrollo científico pues se investigaría en el uso de nuevas tecnologías y se capacitaría al personal de buzos.





## Conclusiones

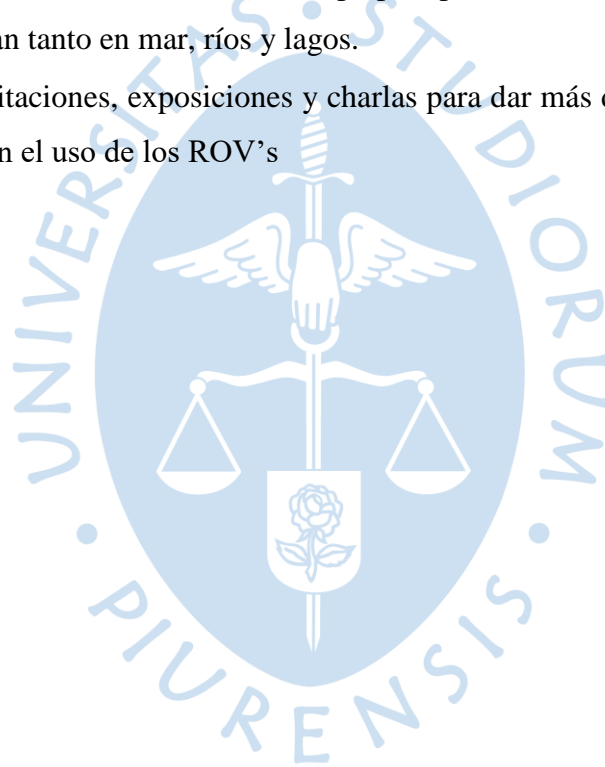
La información expuesta en el trabajo y la investigación realiza, evidencia las siguientes conclusiones:

- Si se aplicara el uso de ROV en los procedimientos del Grupo de Salvamento se obtendrían logros significativos en cuanto a la reducción de tiempos en trabajos de rescate y/o reflotamiento en la Marina de Guerra del Perú
- El Grupo de Salvamento debe actualizarse para poder innovar con los nuevos procedimientos. Para ello es necesario capacitar al personal de buzos continuamente, por ejemplo, en el uso de ROV's.
- Se debe crear una conciencia de mantenimiento a los equipos, los cuales solo se utilizarán en momentos de rescate. El óptimo es contar con más equipos para equipar más pelotones si en un caso debieran actuar en simultaneo para emergencias de mayor escala.
- El personal de buzos inmersos en operaciones con ROV's trabajarán en mejores condiciones puesto que estarán menos cansados, fatigados y el estrés se verá reducido considerablemente. El ROV será el equipo que opere en la búsqueda hasta encontrar el cuerpo sumergido y en ese momento recién el buzo actuará efectuando el rescate.
- Los ROV's pueden realizar búsquedas operando por periodos de tiempo más largos que el buzo en zonas de poco acceso y de condiciones difíciles. Esto ayuda a disminuir la tasa de accidentes y mortalidad pues los buzos no estarán expuestos a los diferentes peligros en inmersión.



## **Recomendaciones**

- Adquirir por lo menos un ROV de cada tipo para poder hacer frente a las emergencias que se presentan tanto en mar, ríos y lagos.
- Realizar capacitaciones, exposiciones y charlas para dar más difusión de las ventajas que nos brindan el uso de los ROV's







## Referencias Bibliográficas

(2014). Obtenido de QSTAR ROV PILOT TRAINING CENTER:  
<https://www.rovs.es/que-es-un-rov>

Correa, E., & Amancio, D. (01 de junio de 2019). *Science Direct*. Recuperado el 25 de junio de 2019, de Science Direct - Journals & Books:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437119301852>

*Marina de Guerra*. (Junio de 2019). Obtenido de <https://www.marina.mil.pe/es/>

OTAN. (2017). *ATP-57 The submarine search and rescue*.

Perú, M. d. (2019, Junio). *Marina de Guerra del Perú*. Retrieved from Marina de Guerra del Perú: <https://www.marina.mil.pe/es/>

Perú, M. d. (2019, Junio). *Marina de Guerra del Perú*. Retrieved from <https://www.marina.mil.pe/es/>