

**MARINA DE GUERRA DEL PERÚ  
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA NAVAL**



**Trabajo de investigación monográfico presentado para la Segunda Especialidad  
Profesional en Hidrografía y Navegación**

**“Análisis para la implementación de ecosonda interferométrica para  
obtención de datos batimétricos en aguas someras”**

**Presentado por**

**A. de F. Washington GRANDA Zapata**

Lic. Carmen FRANCIA Espinoza

**Asesor metodológico**

C. de N. ® Hugo MONTORO Cáceres

**Asesor técnico-especialista**

**La Punta, 2020**

**DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a Dios y a mi familia, en especial a mis padres Washington y Roxanna, los cuales me han acompañado a lo largo de mi corta carrera naval, estos ya casi 7 años donde siempre me han brindado su total apoyo y comprensión.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Dirección de Hidrografía y Navegación por brindarme todos los conocimientos adquiridos a lo largo de este año de estudios.

Agradezco a mi asesor técnico y docente C. de N. ® Hugo Montoro Cáceres quien supo guiarme a lo largo de esta investigación, así como compartió mucho de sus conocimientos conmigo.

Agradezco a mi asesora metodológica Lic. Carmen Francia Espinoza quien me apoyo a lo largo del desarrollo de este trabajo.

Agradezco a todos mis docentes de los diferentes cursos dictados en esta especialidad, ya que impartieron un excelente conocimiento a lo largo del año y a la Mg. Yessica Debo Montero quien desinteresadamente me brindó su apoyo para el desarrollo de la investigación.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>II</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I: Planteamiento del Problema</b> .....	<b>3</b>
1.1. Situación Problemática. ....	3
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1.Pregunta General .....	4
1.2.2.Preguntas específicas .....	4
1.3. Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1.Objetivo general: .....	4
1.3.2.Objetivos específicos:.....	4
1.4. Justificación de la investigación .....	4
1.4.1.Importancia para el departamento de Hidrografía.....	5
<b>CAPÍTULO II: Marco teórico</b> .....	<b>6</b>
2.1. Antecedentes.....	6
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1.Normas para Levantamientos Hidrográficos S-44 6th edición .....	7
2.2.2.Interacción de Ondas Acústicas/Fondo Marino y Aplicación a la caracterización de fondos. ....	8
2.3. Comparación entre Sistemas Multihaz Convencional e Interferométricos .....	8
2.4. Definiciones conceptuales .....	9
2.4.1.Ecosonda .....	9
2.4.2.Levantamiento Batimétrico.....	10

2.4.3. Onda Acústica.....	10
2.4.4. Interferometría.....	11
2.4.5. Ecosonda con tecnología interferométrica .....	11
2.4.6. Aplicación de ecosonda interferométrica .....	12
2.4.7. Unidad de Referencia de Movimiento (MRU):.....	13
2.4.8. Ecosonda interferométrica en Perú .....	14
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>15</b>
3.1. Diseño metodológico propuesto .....	15
3.2. Variables e indicadores.....	15
3.3. Técnicas de recolección de datos.....	15
3.4. Aspectos éticos. ....	15
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>16</b>
4.1. Resultados.....	16
4.2. Levantamiento batimétrico .....	16
4.3. Post-procesamiento.....	17
4.4. Comparación entre equipamientos .....	17
4.5. Interpretación .....	23
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>24</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>25</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXO A:COTIZACIÓN DE ECOSONDA GEOSWATH PLUS .....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXO B:COTIZACIÓN DE ECOSONDA EM-3002 D.....</b>	<b>2744</b>

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Ejemplo de ecosonda monohaz. Recuperado de Dirección de Hidrografía y Navegación (2013).....	9
Figura 2. Ejemplo de ecosonda monohaz. Recuperado de White y Jega (2007).....	10
Figura 3. Ejemplo de cobertura de 6 veces la profundidad vertical Fuente: Tomado de DIHIDRONAV, 2006.....	14
Figura 4. Ubicación del área de estudio. Fuente: Realizado por el autor. ....	16
Figura 5. Ecosonda interferométrica Atlas Fansweep 20 de la DIHIDRONAV. ....	17
Figura 6. Ejemplo del barrido con la Ecosonda Atlas FansWeep 20. Fuente: Tomado de DIHIDRONAV (2006) .....	18
Figura 7. Ejemplo del procesamiento de la información recolectada con la Ecosonda Atlas FansWeep 20. Fuente: Tomado de DIHIDRONAV (2006) .....	19
Figura 8. Levantamiento del área de la bahía Ferrol con Ecosonda Atlas FansWeep 20. Fuente: Tomado de DIHIDRONAV (2006). ....	19
Figura 9. Batimetría total del área de estudio. Fuente: tomado de DIHIDRONAV, 2006.....	20

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Operacionalización de variables .....	15
Tabla 2. Equipos multihaz interferométricos.....	21
Tabla 3.Comparación de costos de ecosondas EM-3002 D y GeoSwath Plus .....	21
Tabla 4. Beneficios y desventajas de un sistema batimétrico con ecosonda multihaz interferométrica.....	22
Tabla 5. Comparación de tecnología multihaz interferométrica y multihaz formadora de haces. .....	23

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general determinar los beneficios de la implementación de equipos con tecnología interferométrica para la obtención de datos batimétricos en aguas someras. La primera parte de esta investigación consiste en detallar las diferentes tecnologías empleadas en la obtención de datos batimétricos para posteriormente centrarse en los métodos de operación de las ecosondas multihaz interferométricas. La segunda parte del presente estudio comprende la descripción de un antecedente relacionado con la ecosonda Atlas Fansweep 20, de 100 kHz de frecuencia, instalada en la embarcación AEH-174 “Macha” y utilizada durante el periodo 2001-2006. Además, se realiza un análisis de los productos que se podrían obtener de la utilización de la ecosonda multihaz interferométrica, tomando como ejemplo el levantamiento realizado por la embarcación AEH-174 en la bahía Ferrol en el año 2006. Por último, se presentan las ventajas y desventajas de las ecosondas multihaz interferométricas, así como una comparación técnica y económica entre las tecnologías formadora de haces e interferométrica.

Palabras claves: Batimetría, ecosonda, interferometría, aguas someras.



## **ABSTRACT**

This research study aims to determine the benefits in the implementation of interferometric technology equipment to obtain bathymetric data in shallow water. The first part of this investigation consists of describing the different technologies used to obtain bathymetric data to focus on the operation method of the multibeam echosounder. The second part of this study includes the description of an antecedent related to the Atlas Fansweep 20 echo sounder, with a frequency of 100 kHz, installed on the AEH-174 “Macha” vessel and used during the period 2001-2006. Moreover, this research will incorporate the analysis of the products which could be obtained of the use of multibeam interferometric echosounders, taking of example the survey performed by AEH-174 in Ferrol Bay in 2006. Finally, this paper presents the advantages and disadvantages of the vessel multibeam interferometric echosounders, as well as the technical and economic comparison between beam forming and interferometric technologies.

Keywords: Bathymetry, echosounder, interferometry, shallow water.

## CAPÍTULO I

### Planteamiento del Problema

#### 1.1. Situación Problemática

La Dirección de Hidrografía y Navegación (DIHIDRONAV) dentro de su organización cuenta con diferentes departamentos técnicos, uno de ellos es el departamento de Hidrografía, dicho departamento tiene como principal misión realizar la recolección de datos de campo, para la confección de cartas náuticas en los diferentes ámbitos; marítimo y lacustre. Los trabajos específicos de este departamento son la realización de levantamientos hidrográficos y topográficos. Sin embargo, en esta oportunidad se centró en los levantamientos hidrográficos, específicamente en la obtención de datos batimétricos.

Los datos batimétricos son de suma importancia ya que son empleados para la confección de cartas náuticas para los navegantes, debiendo ser obtenidos con la mayor precisión posible que finalmente se verá reflejada en un alto nivel de seguridad para los navegantes.

En la actualidad, en el mercado podremos encontrar una variedad de equipos con tecnologías diferentes las cuales son usadas para la obtención de la profundidad y caracterización del fondo marino, de esta amplia cantidad de tecnologías la Dirección de Hidrografía y Navegación cuenta con las tecnologías monohaz y multihaz formadora de haces, sin embargo; también se podría implementar la tecnología multihaz interferométrica, la cual tiene una gran cantidad de años en el mercado, y esta podría ser de gran apoyo para el departamento de Hidrografía.

Es por esto que esta investigación se basó en presentar la tecnología interferométrica, mostrando cuáles son sus principios para la obtención de la batimetría y de qué manera podría ser factible la implementación de esta tecnología en la Dirección de Hidrografía y Navegación.

Este trabajo de investigación busca responder la siguiente pregunta: ¿En qué medida sería factible la implementación de una ecosonda con tecnología interferométrica para la obtención de datos batimétricos en aguas someras?

#### 1.2. Formulación del problema

### **1.2.1. Pregunta General**

El trabajo de investigación presentado busca responder la pregunta: ¿Es factible la implementación de ecosonda con tecnología interferométrica para la obtención de datos batimétricos en aguas someras?

### **1.2.2. Preguntas específicas**

¿Qué beneficios nos podría brindar la tecnología interferométrica en la obtención de datos batimétricos en aguas someras?

¿Cuál sería el costo de implementación de equipos con tecnología interferométrica para la obtención de datos batimétricos en aguas someras?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general:**

Determinar si sería factible la implementación de equipos con tecnología interferométrica para la obtención de datos batimétricos en aguas someras.

### **1.3.2. Objetivos específicos:**

Identificar cuáles son los beneficios técnicos y administrativos que nos brindarían los equipos con tecnología interferométrica para la obtención de datos batimétricos en aguas someras.

Identificar los costos de implementación de los equipos con tecnología interferométrica para la obtención de datos batimétricos en aguas someras.

## **1.4. Justificación de la investigación**

El desarrollo de este trabajo de investigación es de gran importancia para la Dirección de Hidrografía y Navegación, ya que serviría de sustento técnico al momento de realizar compra de equipos destinados para la adquisición de datos batimétricos en aguas someras dentro de nuestro dominio marítimo.

#### **1.4.1. Importancia para el departamento de Hidrografía**

El presente trabajo contiene un gran valor informativo, ya que se dará a conocer las características de los equipos con tecnología interferométrica y los beneficios que podrían traer en su empleo para la adquisición de datos batimétricos, siendo estos de suma importancia para este departamento.

## CAPÍTULO II

### Marco teórico

#### 2.1. Antecedentes

A continuación, se presentan antecedentes nacionales e internacionales relacionados al tema de investigación desarrollado los cuales servirán de información, así como discusión.

Dirección de Hidrografía y Navegación. (2006). Informe técnico: Levantamiento batimétrico portulano HIDRONAV 2123 bahía Ferrol-Chimbote. En este informe técnico podemos constatar que la Dirección de Hidrografía conto en años pasados con una ecosonda multihaz interferométrica la cual se empleaba para levantamientos batimétricos en este caso en la bahía Ferrol, cumpliendo con los estándares nacionales e internacionales.

Centro de Investigación Oceanográfica e Hidrográfica, En las direcciones hidrográficas de diferentes armadas se emplean ecosondas con tecnología interferométrica claro ejemplo es la Armada Colombiana que cuenta con la lancha A.R.C. “Barú” la cual cuenta con una ecosonda multihaz interferométrica Atlas Fansweep 20/200 utilizada para levantamientos en aguas someras.

White y Jegat. (2007), Review of standards and protocols for seabed habitat mapping. En este documento presentado por el programa MESH siendo sus siglas “Development of a framework for Mapping European Seabed Habitats” en español “Desarrollo de un marco de referencia para el mapeo del fondo marino europeo”, encontramos que se establecen estándares y protocolos para la realización del mapeo del fondo marino ya que se considera muy importante conocer los hábitats, biodiversidad, así como los recursos alimentarios y energéticos. En adición encontramos un legajo donde se explica acerca de las diferentes técnicas para el mapeo del fondo marino, una de estas técnicas es la de sistemas acústicos, donde hablan del uso de sonares o ecosondas interferométricas las cuales brindan datos batimétricos con una buena precisión, así mismo cubriendo un área de levantamiento bastante extensa en comparación a otros equipos batimétricos.

Xu, Ma, Xu. (2016). The comparison between traditional and interferometric multibeam systems. En este artículo presentado en el 6th Conferencia Internacional sobre redes de sensores e ingeniería informática, se comparte un análisis de tres integrantes del departamento de

hidrografía y cartografía de la Academia Naval de Dalian en China donde realizan la comparación entre la ecosonda multihaz Sonic 2022 y la ecosonda multihaz interferométricas Geo Swath Plus, concluyendo que los sistemas multihaz interferométricos tienen ventaja en la resolución así como en la densidad de datos recolectados, también se concluye que los sistemas de ecosonda interferométrica necesitan una mayor cantidad de espacio de almacenamiento de datos debido a la alta cantidad de datos recolectados.

## **2.2. Bases teóricas**

A continuación, se muestran las bases teóricas del trabajo de investigación, estas ayudan en brindar información la cual será el pilar fundamental de este trabajo.

### **2.2.1. Normas para Levantamientos Hidrográficos S-44 6th edición**

Esta publicación de la Organización Hidrográfica Internacional tiene como principal objetivo brindar y establecer un conjunto de normas para levantamientos hidrográficos, las cuales principalmente serán utilizados para la realización de cartas de navegación esenciales para brindar seguridad, protección y conocimiento del fondo marino, cabe recalcar que estos estándares son los mínimos permisibles, las Organizaciones Hidrográficas pueden establecer estándares más específicos y riguroso; esta norma técnica no brinda información de cómo se debe realizar un levantamiento hidrográfico ni de como configurar equipos para levantamientos, esta información se puede encontrar en la C-13 de la OHI.

En esta última edición se introdujeron e implementaron ordenes exclusivos, más estrictos, los cuales serán usados en áreas con condiciones especiales y que cumplan requisitos específicos. El resto de ordenes de levantamiento mantienen sus nombres, pero ha cambiado la interpretación debido a que se implementó el concepto de cobertura batimétrica. Los levantamientos de orden especial ahora requieren de una cobertura batimétrica completa del área de trabajo, los demás ordenes han sido divididos por requerimientos por encima y debajo del datum vertical.

En adición se ha introducido una matriz con la cual se definirán cuáles son los estándares y especificaciones de cada orden de levantamiento con la finalidad de brindar una mayor seguridad. (Organización Hidrográfica Internacional, 2020).

### **2.2.2. Interacción de Ondas Acústicas/Fondo Marino y Aplicación a la caracterización de fondos.**

En esta tesis se tiene como tema principal las diferentes interacciones que tienen las ondas acústicas con el fondo marino y como se pueden aprovechar para adquirir información, en el marco del programa europeo MAST III el Laboratoire de Mecanique Physique desarrollo un sistema nuevo llamado COSMOS el cual tiene el concepto de sonar frontal, este sistema fue concebido para la obtención de datos batimétricos así como la clasificación y recolección de imágenes del fondo marino, COSMOS brinda la capacidad de mapear el fondo marino en amplios espacios usando como principio la emisión de ondas acústicas desde el sonar frontal, ya que al emitir e ir desplazándose recibe la respuesta angular de retrodispersión - backscatter de manera reiterativa y desde diferentes ángulos.

Se realizó una campaña en la cual se obtuvieron una gran cantidad de datos los cuales se analizaron mediante las respuestas angulares locales de retrodispersión - backscatter, realizando una discriminación de las diferentes clases de respuestas mediante un método original de clusters y finalmente se agrupan los rótulos a regiones del fondo que tienen las respuestas acústicas similares. (Haniotis,2010)

### **2.3. Comparación entre Sistemas Multihaz Convencional e Interferométricos**

En el presente artículo podemos obtener información de la comparación de dos tecnologías como lo son la tecnología multihaz de formación de haces y la tecnología multihaz interferométrica.

El volumen de datos recolectados de un solo haz empleando un sistema multihaz interferométrico depende de la cantidad de tiempo de los haces reflejados en el fondo y recibidos por los transductores, el sistema multihaz interferométricos no depende de la cantidad de elementos receptores, es más se puede decir que los sistemas multihaz interferométricos obtiene muchísimos más datos que los de formación de haces.

Diferencia de resolución, en los sistemas multihaz convencionales la resolución de los datos es tangente cuando aumenta el ángulo de la trayectoria acústica, los sistemas multihaz convencionales solo tienen una recepción de cada haz emitido, mientras que el trabajo con un sistema multihaz interferométrico el cual cuenta con 4 placas receptoras de eco las que permiten

tener una precisión bastante alta. (Ma,Xu y Ma,2016 )

## 2.4. Definiciones conceptuales

A continuación, presentamos definiciones conceptuales las cuales nos ayudan a entender mejor el ámbito del trabajo que se está desarrollando.

### 2.4.1. Ecosonda

La ecosonda es un equipo el cual realiza la medición de profundidades en un medio acuático, su principio de funcionamiento es el uso ondas sonora o acústicas desde un transductor el cual convierte energía eléctrica en sonora y viceversa. Podemos encontrar ecosondas de diferentes modelos que se clasifican en ecosondas monohaz y multihaz.

La ecosonda monohaz es un equipo con el cual podemos obtener la profundidad en un ámbito acuático usando el principio de emisión de un pulso sónico o ultrasónico y midiendo el tiempo en que este pulso viaja se refleja en el fondo y retorna al arreglo de donde fue emitido.

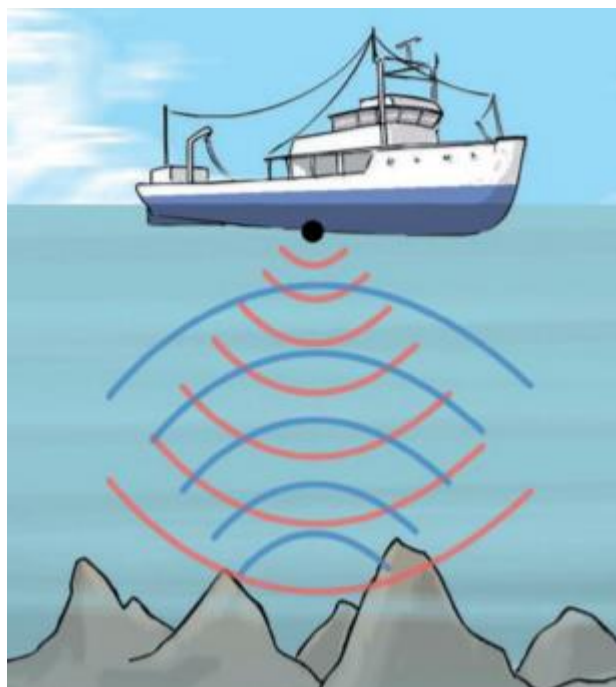


Figura 1. Ejemplo de ecosonda monohaz. Recuperado de Dirección de Hidrografía y Navegación (2013)

La ecosonda multihaz es un equipo con el cual podemos tener una cobertura total del fondo, determina la profundidad midiendo con precisión los ángulos de medición, recepción y



tiempo de viaje bidireccional de un pulso de energía sonora desde el transductor hasta el fondo marino y viceversa.

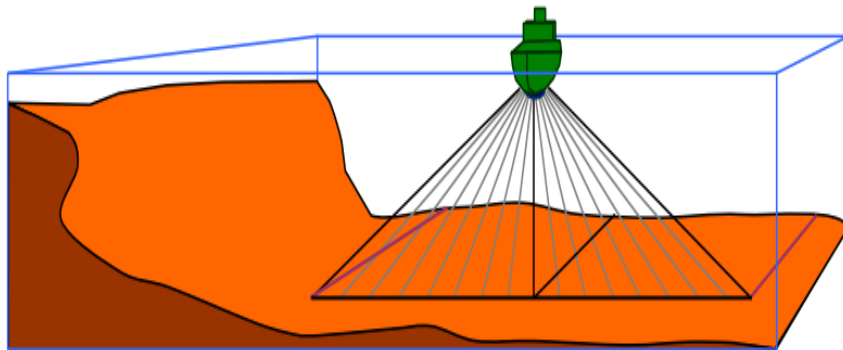


Figura 2. Ejemplo de ecosonda monohaz. Recuperado de White y Jega (2007)

#### 2.4.2. Levantamiento Batimétrico

Batimetría está definida como el estudio que se realiza para la obtención de la profundidad. Antiguamente el levantamiento batimétrico se realizaba descolgando cables u objetos por fuera de la borda de una embarcación los cuales tenían medidas conocidas y estos datos se iban registrando y recopilando, esto ha ido evolucionando en el tiempo.

El levantamiento hidrográfico en la actualidad es todo el procedimiento que se realiza para de la obtención de datos en los ejes X, Y, Z de los puntos en el fondo del mar ríos y lagos. Para obtener estas mediciones se usan equipos con tecnología monohaz, multihaz y LIDAR, estos levantamientos pueden cubrir áreas de pequeña, mediana y gran escala.

Según las “Normas para Levantamientos Hidrográficos S-44 6th edición” tenemos una clasificación de levantamientos según lo siguiente: Orden exclusivo, orden especial, orden 1 A, orden 1 B y orden 2.

#### 2.4.3. Onda Acústica

Una onda acústica es una onda que tiene movimiento armónico, su movimiento se da respecto a las variables tiempo y distancia, las ondas acústicas que se utilizan para levantamientos batimétricos son las sónicas o ultrasónicas, las cuales brindan una buena penetración en medios elásticos como es el agua.

Estas ondas acústicas consisten en pequeñas variaciones de presión en el agua, causando

el movimiento longitudinal de las partículas de agua en sentido de la propagación de la onda. Las ondas acústicas son una de las formas más usadas para obtener datos batimétricos debido a buena propagación en el agua.

#### **2.4.4. Interferometría**

La interferometría es una metodología aplicada para la medición, esta metodología aplica el fenómeno de interferencia de las ondas, pueden ser ondas de luz, de radio o en este caso en particular, de sonido. Al emitir una onda acústica se realiza la interferencia de dos ondas dentro de la misma, la cuales se irán interfiriendo entre sí hasta llegar al fondo del mar, al momento de retornar estas ondas llegarán a dos receptores diferentes en los cuales se calculará la diferencia de arribo, luego de realizar cálculos establecidos se puede determinar la distancia a la que se movilizaron estos haces desde su partida hasta el fondo del mar y su retorno a los receptores.

#### **2.4.5. Ecosonda con tecnología interferométrica**

Las ecosondas interferométricas multihaz tiene como principio la obtención de batimetría midiendo el ángulo y el tiempo de viaje de cada pulso emitido, tanto la tecnología interferométrica como la tecnología formadora de haces pueden lograr una cobertura total del fondo, la diferencia radica en la cantidad de área que cubre cada sistema, con la tecnología interferométrica se podría cubrir aproximadamente 15 veces la profundidad del área donde se realiza el levantamiento mientras que con la tecnología formadora de haces se podría cubrir un área aproximada de 4 veces la profundidad del agua en el lugar donde se realiza el levantamiento. White y Jegat. (2007)

Las ecosondas multihaz interferométricas a diferencia de las multihaz tienen dos o más arreglos receptores en una disposición vertical entre los cuales se determina un ángulo para cada intervalo de tiempo de viaje. La diferencia de fase de cada transductor de recepción a medida que pasa por los dos o más receptores se utiliza para calcular los ángulos de incidencia y aplicando el teorema de Pitágoras se obtendría la profundidad.

Los interferómetros se dividen en varias categorías, todas las cuales utilizan una geometría de transductor similar con dos o más matrices horizontales dispuestas una encima de la otra. Cada matriz es similar a una matriz de barrido lateral estándar, lo que produce un haz estrecho

de amplia elevación. Los diferentes enfoques utilizan diferentes métodos para medir el ángulo del frente de onda de retorno: La suma de dos señales produce patrones de amplitud que varían en intensidad, a partir de los cuales se puede calcular el ángulo del frente de onda detectando solo los valores mínimo o máximo y determinando los ángulos en los que se cruzan.

Este método produce sólo unos pocos valores de profundidad a lo largo de un perfil y se puede ampliar utilizando el gradiente de los patrones de amplitud para producir mediciones de fase.

Debido a la naturaleza del frente de onda del sonar a medida que se propaga y la señal de retorno, la densidad de los datos registrados es notablemente mayor que la de los sonares de formación de haces (multihaz), para los cuales la densidad de datos depende del número de haces formados y del tamaño de los contenedores de datos procesados. Esta característica de densidad de datos del sonar interferométricos debe tenerse en cuenta al determinar las necesidades informáticas; capacidades de procesamiento y almacenamiento.

Como la interferometría se basa en la diferencia de fase de una señal de retorno en dos sensores separados para determinar la profundidad, es más sensible a la amplitud y, por lo tanto, es capaz de producir imágenes de amplitud detalladas (retrodispersión - backscatter). Este es un componente integral del producto de esta técnica y es parte del detalle de las imágenes de sonda de barrido lateral normalizadas. En los estudios de hábitat, la batimetría y los valores de amplitud colocados (retrodispersión - backscatter) son valiosos para la evaluación y clasificación del hábitat cuando se utilizan con en el lugar verificación en el terreno (Bates y Byham, 2001).

#### **2.4.6. Aplicación de ecosonda interferométrica**

Las ecosondas interferométricas obtienen un mejor resultado en aguas someras, alcanzando profundidades de hasta 200 metros dependiendo la frecuencia de trabajo, cabe resaltar, que en profundidades menores la precisión que tienen en la obtención de datos es mayor.

La calibración que se realiza a estos equipos es la misma que se realiza en las ecosondas multihaz formadoras de haces con las que contamos en la actualidad. Esta calibración es llamada Patch Test o Prueba de Parche. La prueba de parche está compuesta por las siguientes correcciones según las Normas Técnicas Hidrográficas N°27: “Procedimientos para

determinación de profundidades”:

- Posicionamiento con retardo de tiempo: El retardo de tiempo o latencia es el intervalo de tiempo entre la medición de la profundidad y el posicionamiento.
- Desfase de Cabeceo: El desfase por cabeceo es el ángulo compuesto medido de la unidad de medición inercial y desde la alineación del transductor con el vertical local en el plano longitudinal de la embarcación.
- Desfase acimutal: El desfase acimutal es el ángulo compuesto destacado desde el sensor del rumbo y desde la alineación perpendicular del transductor al eje longitudinal de la embarcación.
- Desfase por rolo: El desfase por rolo es el ángulo fuera de línea compuesto de la unidad de medición inercial y alineación del compuesto de la unidad de medición inercial y la alineación del transductor con el vertical local en el plano transversal de la embarcación.

#### **2.4.7. Unidad de Referencia de Movimiento (MRU):**

Equipo utilizado para obtener las variables del rolo, cabeceo y balance las cuales deben ser corregidas al momento del levantamiento, lo cual nos brindará una mayor precisión:

- Rollo: Es el movimiento de la embarcación en su eje longitudinal, afecta inclinando la embarcación hacia las bandas.
- Cabeceo: Es la variación que ocurre en el eje vertical debido al oleaje.
- Dirección: En la pérdida del rumbo que tiene la embarcación debido al movimiento de la embarcación.

#### **2.4.8. Perfilador de Velocidad del Sonido (SVP):**

Equipo utilizado para medir la velocidad del sonido en la columna de agua donde se realiza el levantamiento, esta medición nos permite obtener una mayor precisión.

#### **2.4.9. Sonda de velocidad del sonido:**

Equipo para realizar medición de la velocidad del sonido en la cara del transductor.

#### **2.4.10. Sistema de Posicionamiento:**

El sistema debe contar con señal diferencial submétrica, en la actualidad este equipo viene

complementado con el sensor de movimiento o MRU.

#### 2.4.11. Sensor de rumbo:

Normalmente integrado en los sensores de movimiento, una de las formas más precisas es el rumbo obtenido por los receptores duales del GPS.

#### 2.4.12. Ecosonda interferométrica en Perú

La Dirección de Hidrografía y Navegación ha realizado levantamientos hidrográficos con este tipo de ecosonda interferométrica durante el periodo del año 2001 al 2006, utilizando la marca Atlas Fansweep 20/100 kHz. instalada en la embarcación hidrográfica AEH-174 “Macha”, que poseía una cobertura de barrido óptima seis (06) veces la profundidad, lo cual significa un barrido de 143° (ver Figura 4). Esta ecosonda fue reemplazada con la adquisición de embarcaciones mayores para realizar batimetrías en zonas más profundas, sin embargo, los resultados obtenidos fueron satisfactorios y óptimos con el uso de la ecosonda interferométrica (Bitácora, 2006; DIHIDRONAV, 2006).

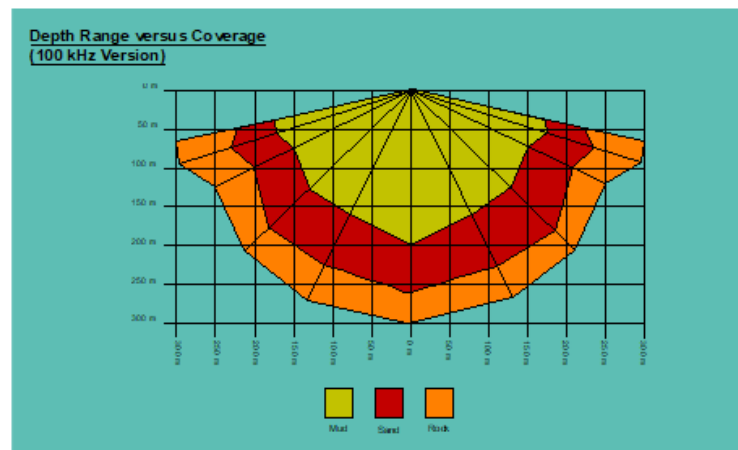


Figura 3. Ejemplo de cobertura de 6 veces la profundidad vertical Fuente: Tomado de DIHIDRONAV, 2006

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño metodológico propuesto

El trabajo de investigación desarrollado es de diseño cualitativo descriptivo dado a que se realiza la recolección de información de diferentes fuentes y se brinda un resultado respecto a la información recolectada por la AEH-174 “MACHA” durante la campaña de primavera realizada 17 de octubre al 10 de noviembre del año 2006 frente a bahía Ferrol.

#### 3.2. Variables e indicadores

*Tabla 1*

Operacionalización de variables

Nº Variable	Definición Conceptual	Dimensiones
1 Independiente: Ecosonda	Equipo utilizado para medir profundidades en masas de agua utilizando ondas acústicas.	Monohaz Multihaz formadora de haces Multihaz interferométrica
2 Dependiente: Batimetría	Estudio de las profundidades y características del fondo marino.	Profundidades Características del fondo
3 Interviniente: someras	Aguas poco profundas,	

#### 3.3. Técnicas de recolección de datos.

Las técnicas empleadas es efectuar el análisis de la información recopilada han sido descritas detalladamente en la metodología.

#### 3.4. Aspectos éticos.

La información utilizada en el trabajo de investigación se encuentra correctamente citada, respetando los derechos de autoría, los gráficos mostrados en los resultados han sido generados por el personal técnico del departamento de Hidrografía con los debidos permisos para su uso, la descripción de la metodología y resultados son realizados íntegramente por el autor.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1. Resultados

Para realizar un análisis de las capacidades de la tecnología interferométrica se tomó información adquirida por la ecosonda Atlas Fansweep 20 de 100 khz instalada en la embarcación AEH- 174 “Macha” en el año 2006.

El área de estudio es la bahía de Ferrol, ubicada a 370 km al norte de la ciudad de Lima en Latitudes  $09^{\circ} 03' 12''$  S,  $09^{\circ} 11' 12''$  S y Longitudes  $78^{\circ} 33' 12''$  W,  $78^{\circ} 39' 42''$  W, ver Figura 5.

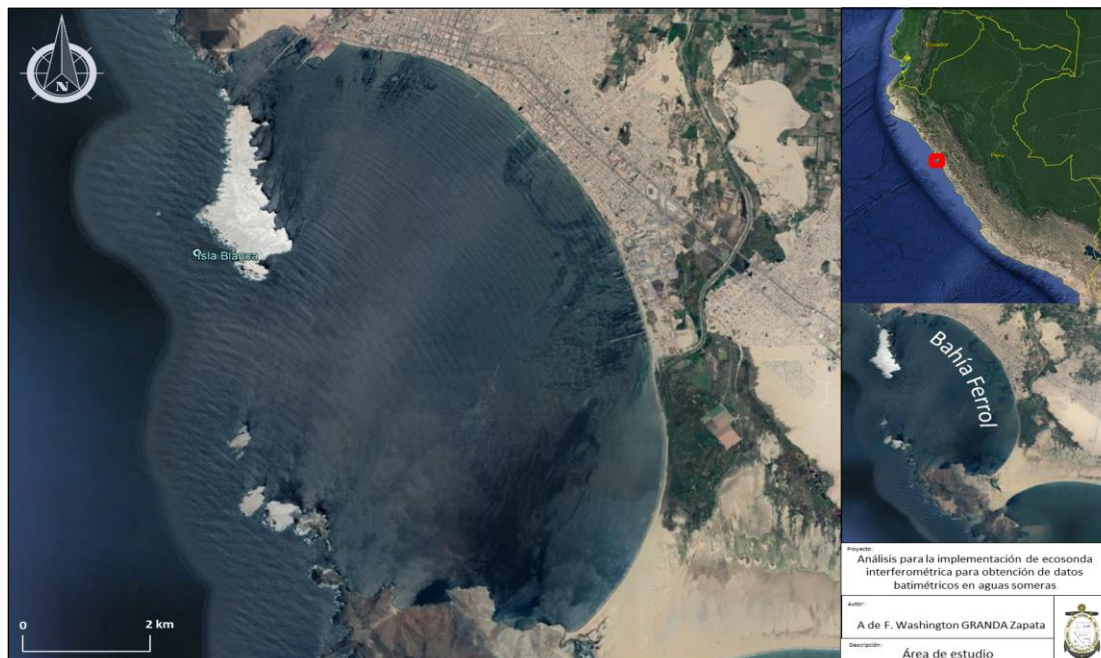


Figura 4. Ubicación del área de estudio. Fuente: Realizado por el autor.

#### 4.2. Levantamiento batimétrico

Para el registro de las profundidades se empleó la ecosonda Atlas Fansweep 20 de 100 khz (ver Figura 6), a través del programa de control “Hydromap On Line”, que recibe datos de sondajes del sensor de movimiento y del girocompás para orientar los haces de sonido, y datos del DGPS para posicionar los ecos de retorno del fondo marino. Los sondajes corregidos por

orientación y velocidad del sonido de la columna de agua con información determinada por un perfilador de velocidad de sonido cada vez que se detectaron cambios en las variables oceanográficas de temperatura, profundidad y dirección de la corriente.



Figura 5. Ecosonda interferométrica Atlas Fansweep 20 de la DIHIDRONAV.

Fuente: Modificado de DIHIDRONAV, 2006.

#### 4.3. Post-procesamiento

La información del levantamiento batimétrico fue procesada utilizando el programa Hysweep, módulo del programa Hypack Max después de cada día de recolección de data para verificar la información utilizando filtros y herramientas estadísticas, descartando los sondeos defectuosos, hasta culminar con la generación de los gráficos que se presentará en el ítem de resultados de este documento.

#### 4.4. Comparación entre equipamientos

Se realizó un análisis de las características y costos de diferentes ecosondas para identificar el mejor equipo para futura adquisición de esta Dirección que permita cumplir con los objetivos del plan cartográfico nacional anual.

El levantamiento realizado en Bahía Ferrol mostro que esta ecosonda tiene la capacidad de hacer un barrido  $143^\circ$  completo como se observa en la Figura 7, presentando un levantamiento total en zing zag son mínimo error de cobertura en zonas pluridireccionales (zonas curvadas) debido a que es el momento en que la lancha está girando para posicionarse en la siguiente línea de barrido, mientras que el levantamiento direccional (en línea) se observa



con total densidad de datos recolectados.

En el mismo inciso se aprecian dos socavones (zonas hundidas y su deformación alargada en la que se localiza al lado Este de la imagen) y una protuberancia, información que sería importantes considerar como obstáculos en la navegación dependiendo la diferencia de profundidad que tenga con el resto del fondo marino, ya que pueden ser posibles zonas donde una embarcación mayor golpee su quilla y vare.

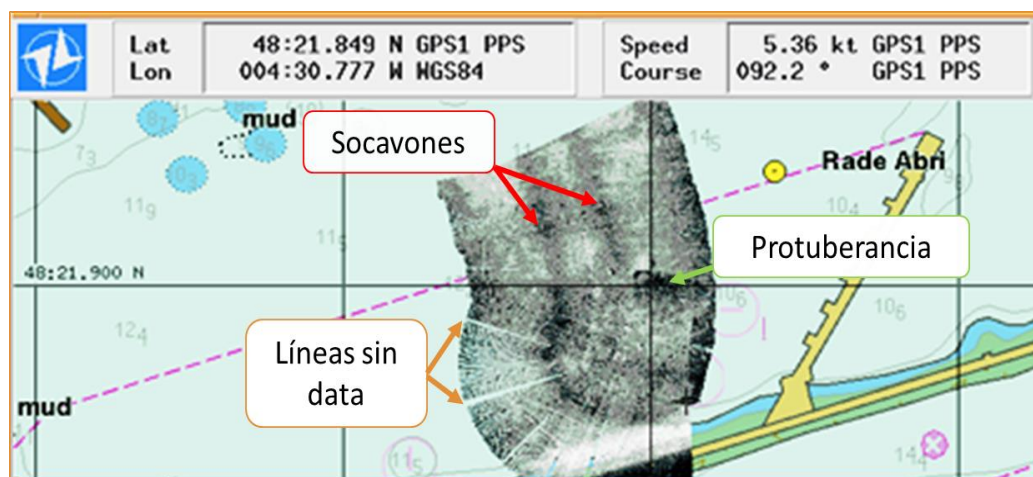


Figura 6. Ejemplo del barrido con la Ecosonda Atlas FansWeep 20. Fuente: Tomado de DIHIDRONAV (2006)

La Figura 8, se muestra la variación en la pendiente, el inciso a permitió observar la geomorfología del fondo marino apreciando las deformaciones encada una de las áreas, con la capacidad de mover la regla central y verificar cada una de las mismas a detalle, mientras que el inciso b, permitió apreciar inmediatamente la variación de la pendiente en la zona cercana a la línea de costa.

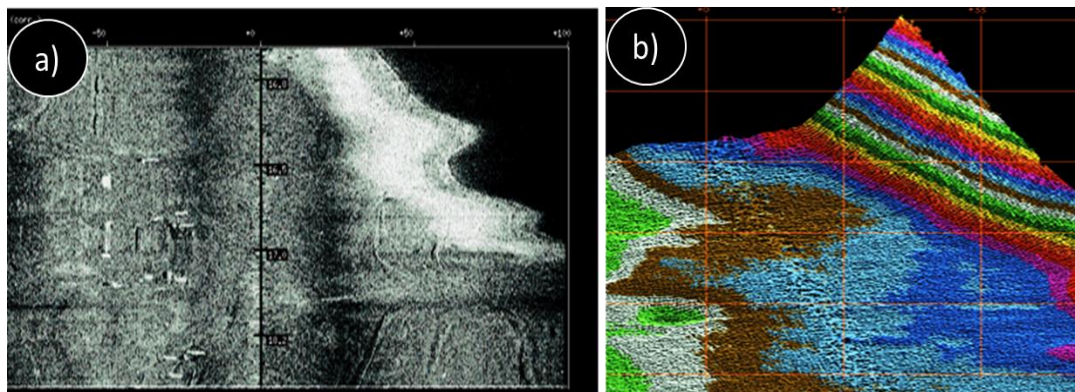


Figura 7. Ejemplo del procesamiento de la información recolectada con la Ecosonda Atlas FansWeep 20. Fuente: Tomado de DIHIDRONAV (2006)

Este equipamiento permitió realizar verificar por sub-zona que la velocidad del sonido en el agua sea similar, dirección del oleaje y estado general del mar con la finalidad de no efectuar líneas de más de una hora de duración y que sigan una dirección recta con líneas de sondaje que permitieron un traslape entre barridos del 10% del ancho total de barrido (ver Figura 9).

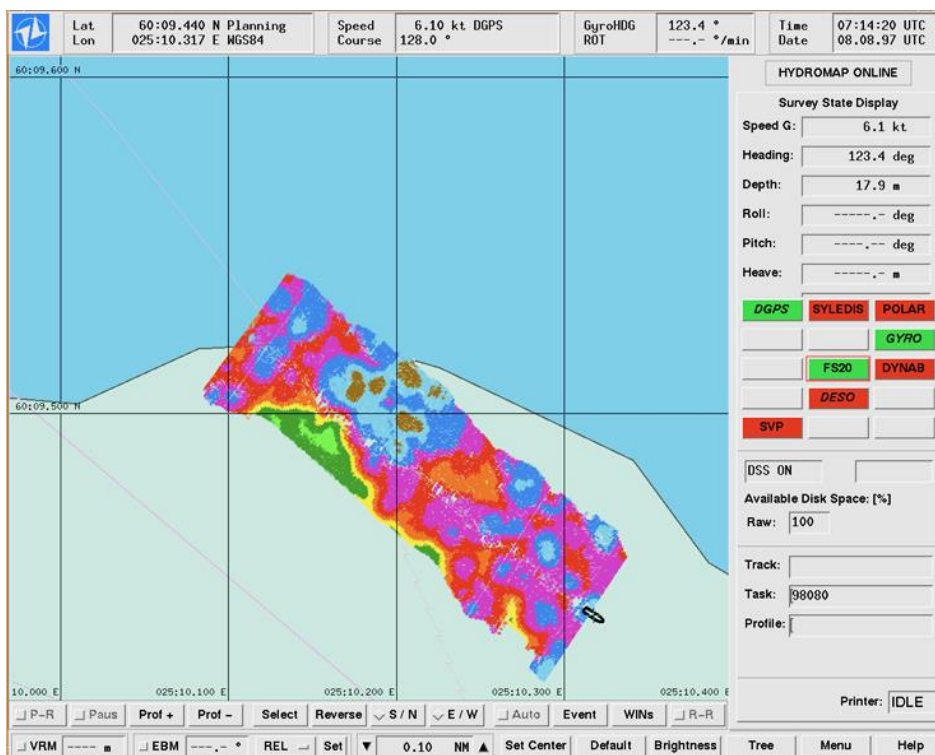


Figura 8. Levantamiento del área de la bahía Ferrol con Ecosonda Atlas FansWeep 20. Fuente: Tomado de DIHIDRONAV (2006).

La batimetría completa permite apreciar las capacidades de adquisición de información

batimétrica con esta ecosonda desde profundidades de 9 mt hasta los 50 mt, como se aprecia en la Figura 10.

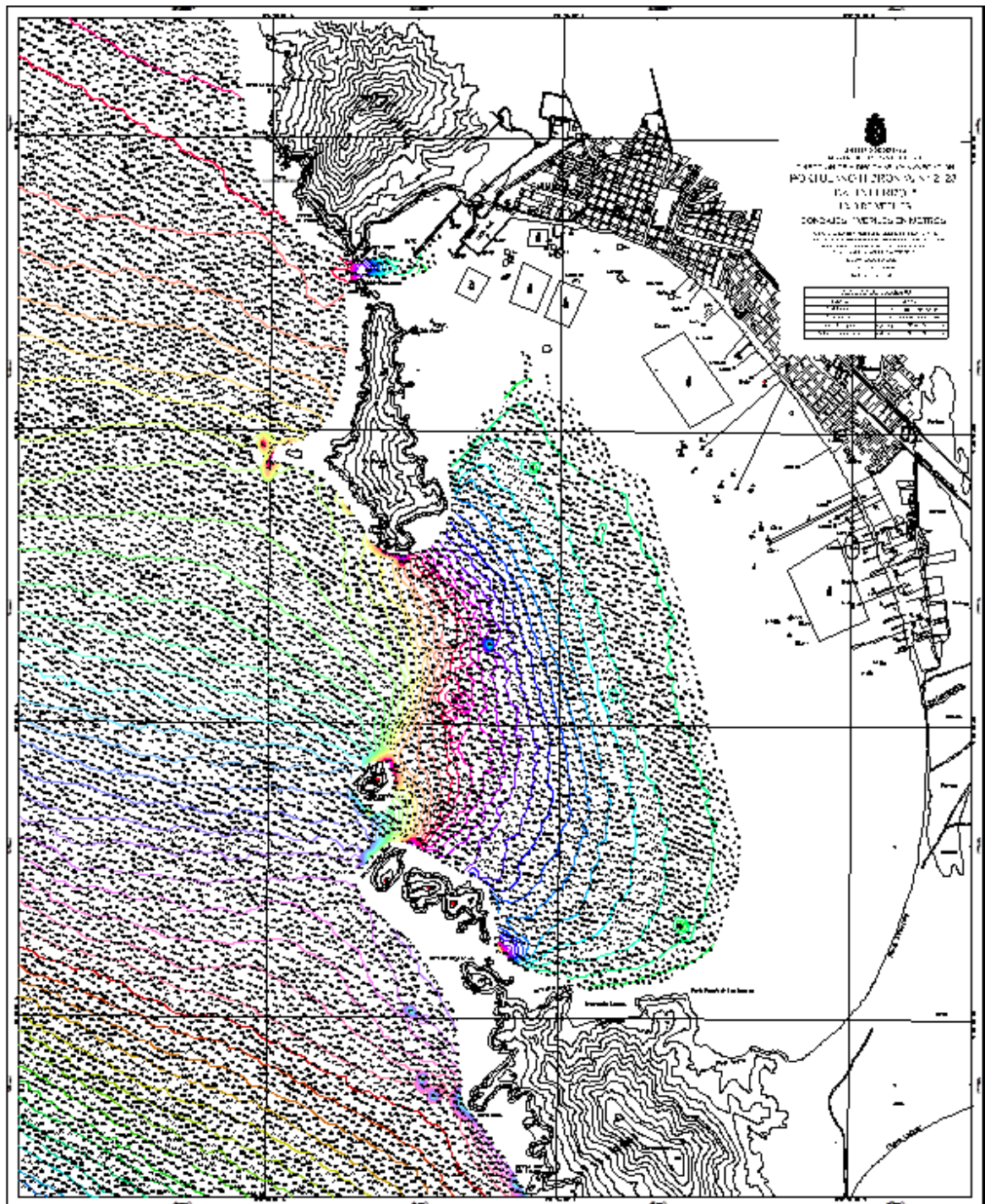


Figura 9. Batimetría total del área de estudio. Fuente: tomado de DIHIDRONAV, 2006.

Dado que ya ha sido probada la eficiencia de esta tecnología en nuestros mares, se prosigue a presentar diferentes opciones de ecosondas interferométricas y sus características para contrastar entre ellas la mejor opción a ser considerada de acuerdo a los trabajos que realizamos en la DIHIDRONAV como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2.

Equipos multihaz interferométricos

Modelo	Fabricante	Frecuencia de Trabajo	Profundidad Máxima	Ancho de Cobertura
Geoswath Plus	Kongsberg	125 kHz	200 metros	Hasta 12 veces la profundidad
Geoswath Plus	Kongsberg	250 kHz	100 metros	Hasta 12 veces la profundidad
Fansweep	Atlas	100 kHz	600 metros	Hasta 12 veces la profundidad

Una vez analizados las características de los equipos, procedemos a la comparación económica entre los que han sido considerados como los óptimos para su adquisición, entre los que se encuentran: la ecosonda multihaz formadora de haces EM-3002 D instalada actualmente en la lancha AEH-178 “Calamar” y la ecosonda multihaz con tecnología interferométrica GeoSwath Plus. La Tabla 3 muestra la comparación de precios que se muestran el Anexo A y B.

Tabla 3.

Comparación de costos de ecosondas Em-3002 D y GeoSwath Plus

EM-3002 D	GeoSwath Plus GS4R
Estación de trabajo hidrográfico	Computador portátil de trabajo
Pantalla LCD para estación de trabajo	Software de levantamiento

	Sistema de levantamiento S.I.S.	Software de post procesamiento
	Arreglo de sonar Br/Er	Arreglo de sonar Br/Er
	Unidad de procesamiento	Seatex MRU-H
	Software de sistema	Seatex MRU-H
	Seatex SeaPath 130 motion	-
Costo TOTAL	\$ 336 054.00	\$ 99 111.00

En la Tabla 3. Podemos observar la diferencia de costos entre ambas ecosondas de diferente tecnología, claramente se aprecia que el costo de las ecosondas interferométricas es menor y es importante tenerlo en cuenta.

En la siguiente tabla presentaremos los beneficios y desventajas de un sistema interferométrico.

*Tabla 4.*

Beneficios y desventajas de un sistema batimétrico con ecosonda multihaz interferométrica.

Beneficios	Desventajas
Alta resolución, útil para detectar objetivos pequeños en aguas poco Profundas.	Obtención de una alta cantidad de data recolectada la cual afectara al post proceso.
Área de cobertura más amplio, especialmente en aguas de bajas profundidades.	Construcciones en el fondo pueden ocasionar mediciones falsas, las cuales podrán ser corregidas al levantar nuevamente a una distancia más alejada.
Se obtienen datos batimétricos así como de barrido lateral.	Los blancos o contactos que se encuentran en la columna de agua necesitan un filtro durante el postproceso.

Capacidad para diferenciar varios objetivos al mismo ángulo, esto es útil cuando los objetivos se encuentran en la columna de agua.	La cobertura en el Nadir no es tan alta como en zonas más horizontales.
---	---

A continuación, se presenta la comparación de ecosondas Multihaz interferométrica y ecosondas multihaz formadora de haces.

*Tabla 5.*

Comparación de tecnología multihaz interferométrica y multihaz formadora de haces.

Ecosondas Multihaz interferométrica	Ecosondas multihaz formadora de haces
Operación en aguas someras.	Operación en aguas más profundas.
Recolecta mayor cantidad de data.	Recolecta menor cantidad de data.
La recepción de señales sufre interferencia al tener contacto con estructuras artificiales.	La recepción de haces se complementa de tal manera que muestra las diferentes estructuras artificiales en el fondo sin problemas.
Tiene mejor resolución en aguas someras o poco profundas, así como una mayor cobertura	Tienen mejor resolución en aguas más profundas.

#### **4.5. Interpretación**

A lo largo del desarrollo de este trabajo de investigación se pudo constatar que la tecnología interferométrica en las ecosondas multihaz brinda datos batimétricos con una incertidumbre muy baja, permitiendo que estos datos sean utilizados en la producción de cartas batimétricas y estudios de mapeo del fondo marino así mismo cumpliendo con los estándares nacionales e internacionales establecidos por DIHIDRONAV y la OHI.

Cabe resaltar que las ecosondas con esta tecnología tienen un buen funcionamiento en aguas de profundidades no tan altas, en las cuales cumplen con los estándares para levantamientos de orden exclusivo, de orden especial, 1 A, 1B y de orden 2 según la el S-44 sexta edición.

## CONCLUSIONES

- El sistema batimétrico con ecosondas multihaz interferométrica permite realizar batimetría en aguas someras con una precisión bastante alta, teniendo una incertidumbre bastante baja, lo cual es necesario para la obtención de datos batimétricos con la finalidad de producir cartas.
- El sistema batimétrico con ecosondas multihaz interferométrica permite realizar batimetría empleando un menor tiempo de operación, lo cual es muy beneficioso para el desarrollo de las brigadas hidrográficas.
- El Sistema batimétrico con ecosonda multihaz interferométrica tiene un costo menor en comparación al sistema multihaz formadora de haces.
- La batimetría obtenida en la bahía el Ferrol-Chimbote es un claro ejemplo de los productos que se podría brindar aplicando tecnología multihaz interferométrica.
- De acuerdo a toda la información realizada en este trabajo de investigación se puede concluir que si sería factible la implementación de las ecosondas con tecnología interferométrica para la obtención de batimetría en aguas someras.
- Las ecosondas con tecnología interferométrica tienen mayor demora en el post proceso, sin embargo actualmente existen métodos para realizar el post proceso más rápido, como CUBE y Caris Mira Al.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomando en base a la información analizada, que en una futura compra de equipos y sistemas para levantamiento batimétricos enfocados a ser utilizados en áreas cercanas a costa, se tenga en consideración a los equipos con tecnología interferométrica, ya que cumplen con los estándares nacionales e internacionales y a la vez tienen un costo menor al resto de tecnología en su gama.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Haniotis (2020). Interacción ondas acústicas / fondo marino Aplicación a la caracterización de fondos. (Tesis de Doctorado). Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- Dirección de Hidrografía y Navegación. (2006). Informe técnico: Levantamiento batimétrico portulano HIDRONAV 2123 bahía Ferrol-Chimbote.
- White y Jegat. (2007), Review of standards and protocols for seabed habitat mapping. Cap.9
- Xu, Ma, Xu. (2016). The comparison between traditional and interferometric multibeam systems.
- Organización Hidrográfica Internacional. (2020). Estándares para Levantamientos Batimétricos S-44 sexta edición.
- Dirección de Hidrografía y Navegación. (2020). Normas Técnicas Hidrográficas N°27: Procedimientos para la Determinación de Profundidades.
- Kongsberg. GeoSwath Plus. GeoAcoustics Wide Swath Bathymetry. <https://www.kongsberg.com/globalassets/maritime/km-products/product-documents/geoswath-plus---wide-swath-bathymetry---spanishurl.com>
- Atlas Hydrographic. Atlas fansweep 20 Shallow water multibeam echosounder. [https://www.geotechsystem.com/pd\\_img/1275959748\\_atlas\\_fansweep\\_20.pdf](https://www.geotechsystem.com/pd_img/1275959748_atlas_fansweep_20.pdf)
- Dirección de Hidrografía y Navegación. (2016). Bitácora Hidrográfica. Evolución para Levantamientos Hidrográficos. Web page: [https://www.dhn.mil.pe/Archivos/bitacora/edc\\_16.pdf](https://www.dhn.mil.pe/Archivos/bitacora/edc_16.pdf) páginas 27 a 28.

ANEXO A

COTIZACIÓN DE ECOSONDA GEOSWATH PLUS



KONGSBERG

## ***Budgetary Quotation***

*KMNA119712 Rev.0*

# ***Hydrographic KM Solutions Geoswath***

*prepared for*

*prepared for*

***INNOVATION & DEVELOPMENT IN  
ENGINEERING AND CONSTRUCCIÓN  
CONSULTORIA Y SERVICIOS S.A.***

*Date: 04.10.2020*

## **Table of contents**

- 1 COMPANY INTRODUCTION**
  - 1.1 Kongsberg Maritime AS
  - 1.2 Pioneering Hydroacoustics
  - 1.4 Financial Information
  - 1.5 Kongsberg Maritime premises in Horten, Norway
- 2 ABOUT THIS QUOTATION**
  - 2.1 Product Information
  - 2.2 Corrections for Doppler Shift
- 3 MULTIBEAM SONAR SYSTEM GEOSWATH PLUS**
  - 3.1 Standard System Diagram
  - 3.2 GEOSWATH 4/4R - PORTABLE HYDROGRAPHIC SOLUTION (PHS) for 250 kHz
- 4 OPTIONS EXTERNAL SENSORS**
  - 4.1 Sound Velocity Profilers
  - 4.2 Differential receiver
  - 4.3 Third Party Data Processing Software
- 5 PROJECT SERVICES**
- 6 SPECIAL TERMS AND CONDITIONS**
  - 6.1 General
  - 6.2 Warranty for Hydrographic equipment
  - 6.3 Validity of the Quotation
  - 6.4 Delivery Time
  - 6.5 Currency
  - 6.6 Payment Terms
  - 6.7 Export License
  - 6.8 Customs, Taxes and Licenses

# 1 COMPANY INTRODUCTION

## 1.1 Kongsberg Maritime AS

The Leading Provider of Marine and Offshore Technology Kongsberg Maritime is the mainly civilian part of the Norwegian Kongsberg Gruppen ASA and is one of the world's largest and leading suppliers of advanced marine electronics.

With its strong application knowledge and trend-setting quality products, Kongsberg Maritime is able to offer unique and complete navigation- and automation solutions for offshore oil & gas installations, commercial shipping, specialized purpose-built vessels and sea bed surveying and mapping.

Kongsberg Group is a corporation with world-class ambitions. These ambitions will be achieved through technology, convincing knowledge and quality behaviour in a genuine international environment.

For more information about Kongsberg Maritime, see [www.km.kongsberg.com](http://www.km.kongsberg.com)

### OUR VISION:

### WORLD CLASS – THROUGH PEOPLE, TECHNOLOGY AND DEDICATION

## 1.3 Pioneering Hydroacoustics

The development that ultimately resulted in the current range of state-of-the-art hydroacoustic instruments started with Simrad echo sounders and sonars in the 1950s. From the outset the applications were primarily in the fisheries and naval defence, but in the 1970s the company established a strong position within the market for ocean surveying. Since then Kongsberg Maritime has delivered precise single beam echo sounders for various applications world-wide.

The present range of singlebeam echo sounders includes the following systems,

- EA 400SP – Portable Splashproof Hydrographic Echo Sounder
- EA 400/440 – Precision hydrographic echo sounder for shallow waters
- EA 600/640 – Precision hydrographic echo sounder for deep waters
- EA MCU – Precision hydrographic sweep system for shallow water
- EN 250 – Navigation Echo Sounder

Kongsberg Maritime pioneered the development of high-precision multibeam echo sounders, and has delivered multibeam systems since 1985. The Kongsberg Maritime Echo Sounders are all characterised by extreme swath widths, accuracy that meets or exceeds current and future IHO standards and their ease of operation.

The present range of multibeams includes the following systems,

- EM<sup>®</sup> 124 – full ocean depth
- EM<sup>®</sup> 304 down to 7000 meters of water depth
- EM<sup>®</sup> 712 down to 3600 meters of water depth
- EM<sup>®</sup> 2040 down to 600 meters of waters
- EM<sup>®</sup> 2040P down to 550 meters of waters
- EM<sup>®</sup> 2040C down to 500 meters of waters
- GeoSwath<sup>®</sup> Plus – Wide swath system for very shallow waters

For more information please see our Web Page – [Echo Sounders](#)

## 1.4 Financial Information

The [Annual Reports](#) should explain the financial situation of the Kongsberg Group and its subsidiaries.

## 1.5 Kongsberg Maritime premises in Horten, Norway



## 2 ABOUT THIS QUOTATION

### 2.1 Product Information

This quotation is a budgetary quotation for the Search & Rescue solutions as follows:

Locations search systems:

#### Multibeam Echo Sounder

[Kongsberg – GeoSwath 4 => 125/250/500 kHz](#)

#### MRU (Motion Reference Unit)

MRU Seatex Kongsberg

### 2.2 Corrections for Doppler Shift

All new generation of multibeam echo sounders from Kongsberg Maritime have an extended range performance by use of a frequency modulated transmitter pulse, chirp pulse (FM). Due to the length compared to standard CW pulses, the transmitter signal must be corrected for the Doppler shift caused by movements of the survey vessel relative to the bottom. The following position and motion sensors are approved, and deliver the necessary data for Doppler shift corrections:

Kongsberg Seatex – Seapath 300 series

Applanix – Pos MV

Coda Octopus – F180 (not included in this quotation)

IXSEA – Hydrins and Phins (not included in this quotation)

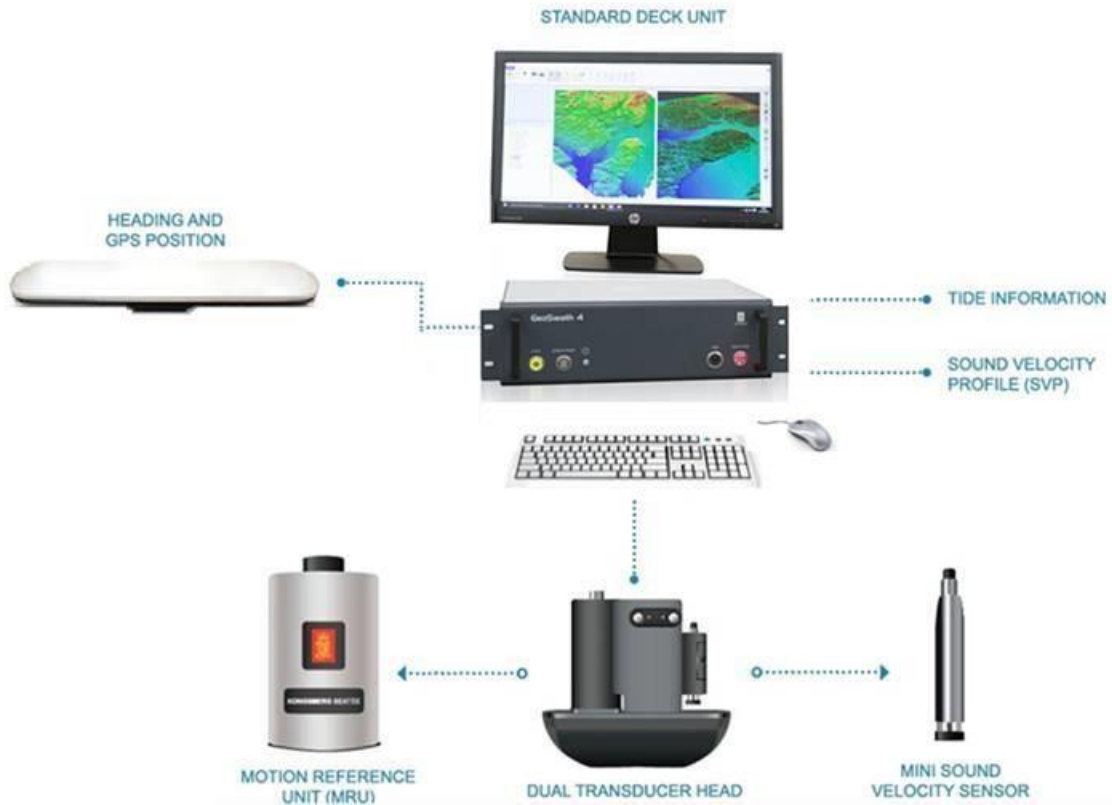
#### 2.2.1 Velocity Input via Ethernet

This is used for FM Doppler correction and has the following requirements:

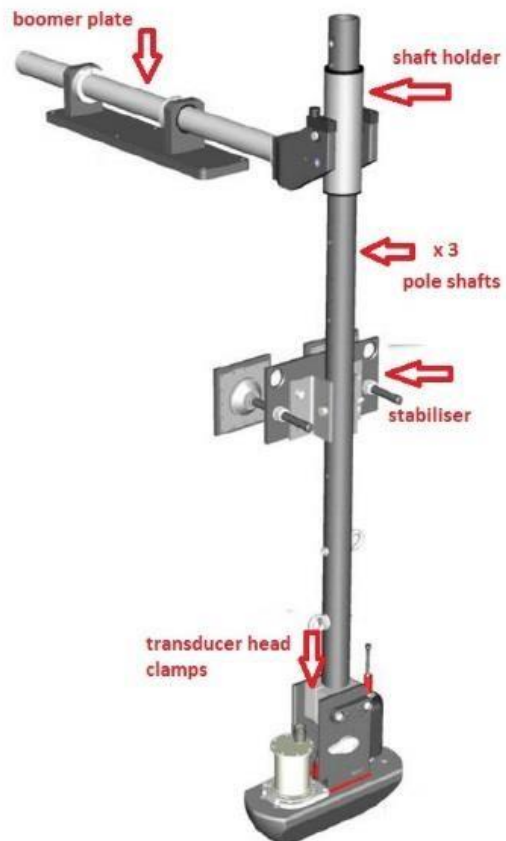
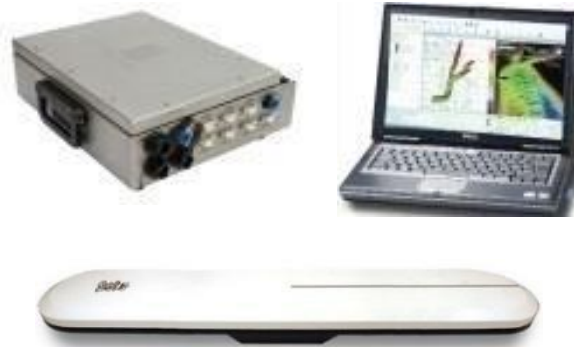
Velocity	0,03 m/s RMS
Roll, pitch and yaw rate	0,03 deg/s RMS
Latency	Maximum 5 ms
Update rate	100Hz

# 3 MULTIBEAM SONAR SYSTEM GEOSWATH PLUS

## 3.1 Standard System Diagram



### 3.1.1 Standard System Diagram





## 3.2 GEOSWATH 4/4R - PORTABLE HYDROGRAPHIC SOLUTION (PHS) for 250 kHz

### 3.2.1 Portable complete Geoswath GS4R Systems 250 kHz

Item	Qty	Description	Price USD
PHS-500SN300	1	<p>"<b>GeoSwath GS4R</b> in IP56 housing with all connections to external sensors &amp; transducers. Also includes ruggedised laptop with GS4 acquisition &amp; post-processing software pre-loaded. 250kHz integrated port/starboard transducer head assembly for mounting on standard deployment pole. Pair of Transducer Cables (2 cables - 15m each) Combined Sensor Cable (15m). <b>Seatex MRU-H</b> In underwater housing including brackets 0.03' pitch / role resolution. <b>Seatex Seapath 130</b> - • Compact and robust integrated INS/GNSS system</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No accuracy degradation in roll, pitch and heave measurements during turns</li> <li>• 5 cm real-time heave output for periods up to 25 seconds</li> <li>• Precise heave at long wave periods by use of the PFreeHeave® algorithms</li> <li>• 120-channel dual frequency GPS/GLONASS receiver • Robust against GNSS dropouts due to the inertial sensor part of the product</li> <li>• Multiple differential correction support including SBAS</li> <li>• RTK correction on RTCM format supported</li> <li>• SeaSTAR®, OmniSTAR® and Marinestar® corrections supported</li> <li>• All data are provided with time stamp with an accuracy of 0.001s to the actual measurement time</li> <li>• Up to 100 Hz data output rate</li> <li>• Dual-frequency GPS/GLONASS ionospheric compensation</li> <li>• Logging of raw satellite and IMU data possible</li> <li>• Meets IHO special order requirements</li> </ul> <p><b>Valeport MiniSVP</b> Sound Velocity Profiler. Valeport Mini Sound Velocity Sensor. Over the side mount for mounting the integrated port/starboard transducer head assembly. "</p>	
<b>Total System Price</b>			<b>99.111,00</b>

### 3.2.2 Geoswath 4 – 250 kHz

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1	GS401-0000250	GeoSwath 4 Deck Unit, 20" LCD Monitor, keyboard & mouse and including GS4 acquisition and processing software. Transit case for Workstation included.	
1	GS02-00520499-XX	500kHz integrated port/starboard transducer head assembly for mounting on standard deployment pole.	
1	GS05-029902-02-15	Pair of Transducer Cables (2 cables - 15m each)	
1	GS05-0399XX-15	Combined Sensor Cable (15m)	
		<b>TOTAL GEOSWATH 4 – 250 kHz</b>	<b>54.000,00</b>

### 3.2.3 Geoswath 4R – 250 kHz

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1	GS401-0000250	GeoSwath GS4R in IP66 housing with all connections to external sensors & transducers. Also includes ruggedised laptop with GS4 acquisition & post-processing software pre-loaded.	
1	GS02-00520499-XX	500 kHz integrated port/starboard transducer head assembly for mounting on standard deployment pole.	
1	GS05-029902-02-15	Pair of Transducer Cables (2 cables - 10m each)	
1	GS05-0399XX-15	Combined Sensor Cable (10m)	
		<b>TOTAL GEOSWATH 4R – 250 kHz</b>	<b>56.500,00</b>

### 3.2.4 Options Geoswath 4 and 4R – 500 kHz

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1		GS4 Software upgrades and support: annual 12 month GS4 software support contract. Software upgrades, bug fixes and access to 24/7 assistance. Applies after initial 24 month warranty period.	800,00
1		Over the side mount for mounting the integrated port/starboard transducer head assembly	7.000,00
1		GS4 software licence for customer supplied PC (offline processing)	5.100,00
1	GS02-0162	Shipping Case for 500kHz Transducers and mounting plate	1.200,00
1	GS05-0165	Shipping Case for Cables	900,00

## 4 OPTIONS EXTERNAL SENSORS

### 4.1 Sound Velocity Profilers

<b>Base•X2 (500m) SV &amp; P Xchange internally-powered logger</b>			
Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1	412146	AML reg.no/ KM SVP PROFILER PACKAGE, 500m AML Oceanographic's Sound Velocity Profiler Package (500m)	6 285

**Or**

<b>SWIFT SVP SOUND VELOCITY PROFILER</b>			
Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1	NA	SWIFT SVP Profiler fitted in 200m rated titanium housing with carbon composite time of flight sound velocity sensor, 0.05% FS, 10bar or 20 bar pressure sensor options and PRT temperature sensor. Valeport part no: 0660047-xx	4 864

### 4.2 Differential receiver

<b>3610 Receiver</b>			
Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1	334995	Fugro DGNSS Receiver with Antenna	5.100

### 4.3 Third Party Data Processing Software

#### 4.3.1 CARIS HIPS/SIPS

Post processing of multibeam soundings and seabed imagery. This is compatible with the CARIS chart production environment and can import data from SIS.

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1		HIPS and SIPS Professional - Software	18 000
1		HIPS and SIPS Professional - Subscription	3 600
1		Upgrade Neptune to HIPS and SIPS Pro - Software	6 500
1		Upgrade Neptune to HIPS and SIPS Pro - Subscription	0
1		3 days Training Course	7 500
1		5 days Training Course	11 000

#### 4.3.2 QPS Qimera and Fledermaus boundels

QINSy, Qimera and Fledermaus premium bundle is offered in three packages that cover the entire survey process from survey planning, data acquisition, data analysis, data processing and data presentation.

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
<b>1</b>	<b>168K</b>	<b>QPS Multibeam Processing Bundle comprising</b>	<b>23 298</b>
1	803	Qimera Pro, See Note D1	
1	458	Fledermaus Geocoder Toolbox add-on	
1	456	Qimera Watercolumn add-on	
1	450	Fledermaus Viz4D	
1	455	Fledermaus GIS add-on	

		<p><i>NOTES:</i></p> <p><i>D1: This Version of qimera works with 3rd party raw sonar files (other than Qinsy Db data files) including Kongsberg *.all files</i></p> <p><i>OTHER:</i></p> <p><i>B. Kongsberg SIS-QA "black box": Qimera Pro ships with SIS-QA black-box embedded, but if required then it will need to be activated on the QPS license. Additional fees may apply. Contact QPS for further details.</i></p> <p><i>C. The prices include the first-year subscription to QPS annual support scheme. After the first year, the additional fees will apply. For further details and pricing, contact QPS.</i></p>	
--	--	--	--

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
<b>1</b>	<b>803</b>	<b>QPS Baty Processing comprising:</b>	<b>16 465</b>
1		Qimera Pro, See Note D1	
<b>1</b>	<b>160K</b>	<b>QPS Bathy/ Backscatter Processing bundle comprising:</b>	<b>20 500</b>
1	803	Qimera Pro, See NOTE D1	
1	457	Fledermaus Geocoder Toolbox add-on	
1	450	Fledermaus Viz4D	
		<p><i>NOTES:</i></p> <p><i>D1: Multibeam/Laser add-on, allows MBNES data (beam average and beam time series backscatter &amp; Water Column) collection and MBES basic calibration (Patch test). For advanced patch test, see Qimera. The add-on also enables laser Skanner data collection and basic PT.</i></p> <p><i>D2: Important! This version of Qimera only works with QINSy Db/QPD data files. KongsbergSIS (*.all) file cannot be processed. Qimera PRO is required to also be *.all data files.</i></p> <p><i>OTHER:</i></p> <p><i>A. The prices include the first .year subscription to QPS annual support scheme. After this first year, the annual fees will apply. For further details and pricing, contact QPS.</i></p>	

### 4.3.3 Geocap Seafloor

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1	NA	Seafloor for processing of multibeam, single beam, Navigation and sensor data.1st license	16 237
1	NA	2-6 licenses	14 613
1	NA	7-up	12 989
1	NA	Datalink for ArcGIS	2 706
1	NA	Maintenance agreement (free out the calendar year), no discount for multiple licenses	3 247
1	NA	Maintenance Datalink for ArcGIS	541

## 5 PROJECT SERVICES

### 5.1.1 Project Management

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
		Project Management For description please see attached document Project Services – Hydrography Department.	On request

### 5.1.2 Installation, Commissioning and SAT for EM<sup>®</sup> 2040P

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
		Installation & Commissioning, 1 man for 3 days, Sea Acceptance Test (SAT), 1 man for 2 days. This is estimated time needed only, but may vary from case to case due to local circumstances.	9 240
		Travel, 1 – 3 visit(s) at cost. Travel and living expenses not included.	Not included

### 5.1.3 Training EM<sup>®</sup> 2040P

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
		Operator training for EM <sup>®</sup> and SIS, 5 (five) days	7 344
		Operator training for SIS-QA, 2 (two) days	2 938



## **6 SPECIAL TERMS AND CONDITIONS**

### **6.1 General**

Kongsberg Maritime AS Standard Conditions for Sale (enclosed) shall apply, unless otherwise specifically stated in this quotation Scope of Work or in the Special Terms and Conditions set out below.

Kongsberg Maritime takes full responsibility for the system as delivered, with the exceptions listed in under “Responsibilities” in Project Services – document enclosed. Unless otherwise specified, the equipment is to be delivered FCA, Strandpromenaden 50, Horten, Norway. [Incoterms® 2010](#).

### **6.2 Warranty for Hydrographic equipment**

The warranty period for hydrographic echo sounders and sonars, inclusive of software for these instruments, is 24 months from the date when the equipment is sent from the factory.

Kongsberg Maritime can offer Maintenance Contracts that will extend the warranty period for a period as defined in the contract.

For all other equipment and systems which are delivered, the respective manufacturer’s warranty terms will apply.

### **6.3 Validity of the Quotation**

Unless otherwise specified, the quotation is valid for three (3) months from the date of issue, and for delivery within the next calendar year.

### **6.4 Delivery Time**

Normally 4-6 weeks. To be agreed upon later.

### **6.5 Currency**

All prices quoted are in USD, US Dollars, and are for budgetary purposes only.

3<sup>rd</sup> Party Equipment quoted in local currency for budgetary purposes only.

Kongsberg Maritime reserves the right to adjust the Foreign Currency prices if the exchange rate have deviated more than 2% at the invoicing point. The adjustment will be in accordance with the exchange rate deviation.

## 6.6 Payment Terms

Payment against irrevocable letter of credit, confirmed by and payable at Nordea Bank Norge ASA - Oslo.

- 60 percent with order (contract)
- 30 percent after shipment of equipment
- 10 percent after Customer Acceptance Test

Documentary Credits in favour of Kongsberg Maritime AS to be issued directly to, available with and confirmed by Nordea Bank Norge ASA, Oslo. Swift code: NDEANOKK.

## 6.7 Export License

Kongsberg Maritime's obligation to deliver services or supplies of any kind is conditional upon full compliance with all relevant present or future national or international laws and regulations, including without limitation Norwegian, US and UN laws and regulations, relevant for the import, export or re-export of the services and supplies. If Kongsberg Maritime, in its sole discretion, should determine that the delivery of the services or supplies in any manner would not be in full compliance with any such present or future laws and regulations, then Kongsberg Maritime shall have the free right to declare that any such delivery obligation is null and void and without any consequence or liability whatsoever.

Kongsberg Maritime will provide a template End User Statement (EUS) and guidance on how to complete the application documentation during the procurement phase. It is imperative that the end user completes and returns the EUS and export licence documentation to Kongsberg Maritime as soon as possible in order for Kongsberg Maritime to apply for an export license from the Norwegian Ministry of Foreign Affairs.

The EUS and export licence application process places no contractual obligation on the End User whatsoever.

Kongsberg Maritime will review and submit the application to the Norwegian Ministry of Foreign Affairs. Once submitted, Kongsberg Maritime has no influence over the Ministry of Foreign Affairs or the application process.

Kongsberg Maritime cannot be held liable for any cost incurred by the End User related to delays in the export licence application process, or the refusal of an application for any system in Kongsberg Maritime's portfolio.

## 6.8 Customs, Taxes and Licenses

Please refer to point 11.6 in Kongsberg Maritime AS standard conditions for sale.

## ANEXO B

## COTIZACIÓN DE ECOSONDA EM-3002 D



KONGSBERG

***Budgetary Quotation****Quotation no: Pre****EM 3002  
Multibeam Echo Sounder***

***MINISTERIO DE DEFENSA  
MARINA DE GUERRA DEL PERU  
DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION  
Jirón Roca segunda cuadra s/n  
con avenida Gamarra  
Chucuito-CALLAO – 1  
PERÚ***

## **Table of contents**

- 1 ABOUT THIS QUOTATION**
  - 1.1 Product information
- 2 COMPANY INTRODUCTION**
  - 2.1 Kongsberg Maritime
  - 2.2 Financial Information
  - 2.3 Kongsberg Maritime premises in Horten
- 3 SCOPE OF SUPPLY AND PRICES**
  - 3.1 EM 3002 Systems
  - 3.2 EM 3002 Add ons
  - 3.3 External Sensors
  - 3.4 Project Services
- 4 PROJECT SERVICES**
  - 4.1 Pre contract phase
  - 4.2 Project Cost
  - 4.3 Project management
  - 4.4 Factory Acceptance Test (FAT)
  - 4.5 Responsibilities
  - 4.6 Installation
  - 4.7 Commissioning
  - 4.8 Training
  - 4.9 After sales support
- 5 SPECIAL TERMS AND CONDITIONS**
  - 5.1 Warranty for Hydrographic equipment
  - 5.2 Validity of the Quotation
  - 5.3 Delivery Time
  - 5.4 Terms of Delivery
  - 5.5 Prices
  - 5.6 Payment Terms
  - 5.7 Export License
  - 5.8 Customs, Taxes and Licenses

**KONGSBERG MARITIME AS STANDARD CONDITIONS FOR SALE**

# **1 ABOUT THIS QUOTATION**

## **1.1 Product information**

For more information about the product, please see attached the EM 3002 Product Specification (164771) and the EM 3002 Product Description (164929).

## 2 COMPANY INTRODUCTION

### 2.1 Kongsberg Maritime

The Leading Provider of Marine and Offshore Technology Kongsberg Maritime is the mainly civilian part of the Norwegian Kongsberg Gruppen ASA and is one of the world's largest and leading suppliers of advanced marine electronics.

With its strong application knowledge and trend-setting quality products, Kongsberg Maritime is able to offer unique and complete navigation- and automation solutions for offshore oil & gas installations, commercial shipping, specialized purpose-built vessels and sea bed surveying and mapping.

Kongsberg Maritime is concentrating on building leading technologies within:

- Dynamic Positioning and Navigation
- Marine Automation
- Process Automation
- Hydroacoustics
  - Seabed mapping and inspection
  - Hydroacoustic Instrumentation
  - Underwater Navigation
- Position Reference Systems
- Sensors
  - Simulation
  - Underwater Camera Systems

**Vision: WORLD CLASS - through people, technology and dedication**

KONGSBERG is a corporation with world-class ambitions. These ambitions will be achieved through technology, convincing knowledge and quality behaviour in a genuine international environment.

#### 2.1.1 Pioneering hydroacoustics

The development that ultimately resulted in the current range of state-of-the-art hydroacoustic instruments started with Simrad echo sounders and sonars in the 1950s. From the outset the applications were primarily in the fisheries and naval defence, but in the 1970s the company established a strong position within the market for ocean surveying.

Since then Kongsberg has delivered several thousand reliable and precise single beam echo sounders for various applications world-wide.

The present range of singlebeam echo sounders includes the following systems,

- EA 400 SP - Dual Channel Portable Splashproof Hydrographic Echo Sounder
- EA 400 – Precision hydrographic echo sounding
- EA 600 – New generation precision hydrographic echo sounder
- EA MCU – New precision hydrographic sweep system for shallow water
- EN 250 – Navigation Sounder

Kongsberg pioneered the development of high-precision multibeam echo sounders, and has delivered close to 800 multibeam systems over the last 20 years. The Kongsberg Echo Sounders are all characterised by extreme swath widths, accuracy that meets or exceeds current and future IHO standards and their ease of operation. The present range of multibeams includes the following systems,

- EM 122 - full ocean depth
- EM 302 down to 7000 meters of water depth
- EM 710 down to 2000 meters of water depth
- EM 2040 down to 400 meters of waters
- EM 3002 down to 200 m of water depth

## **2.2 Financial Information**

The Annual Report – 2009, should explain the financial situation of the Kongsberg Group and its subsidiaries. Link to web site:

<http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/11C451CB2FE1C966C125756E0041553F?OpenDocument>




## **2.3 Kongsberg Maritime premises in Horten**







## 3 SCOPE OF SUPPLY AND PRICES

### 3.1 EM 3002 Systems

#### 3.1.1 EM 3002 Dual

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1	343244 	Hydrographic Work Station Including: Processor, Keyboard (US), Mouse Windows XP version	
1	298-099130 	19" LCD Display, including brackets for wall, ceiling or 19" rack mounting	
1	SIS-218687 SW 	SIS License – Multibeam version including CUBE	



2	319387 	EM 3002 Dual Sonar Head, shallow 500m. depth rating. Titanium housing, Including 15 m Transducer Cable (2)	
1	EM3-218504 	EM 3002 D Processing Unit	
Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1	ESW-223089 	EM 3002 System Software	
		Set of system Manuals	
		<b>Sum EM 3002 Dual Complete with SIS</b>	<b>225 931,00</b>

## 3.2 EM 3002 Add ons

### 3.2.1 SIS Options

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1	OPT-223276	Data storage of water column data	<b>Included in EM 3002 price</b>

### 3.2.2 Helmsman Display

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1	298-099277	Helmsman display TFT DISPLAY 15" JH-15T03-STD-A1	<b>3 622,00</b>

## 3.3 External Sensors

The multibeam echo sounder needs some external sensors to function correctly:

- Position – typically from a GPS receiver
- Heading
- Vessel motions: pitch, roll and heave
- Sound velocity at the transducer depth
- Sound velocity profile through water column

There may be many different solutions to these sensors, and the sensor accuracy requirements will vary depending upon the accuracy requirements for the survey tasks to be solved. Some different sensors are listed as options in chapter 2.5.

A quite common solution is to use a combined motion sensor and GPS device such as Seapath 300 series or POS/MV 320 to produce position, heading, and ship motions from one integrated device.

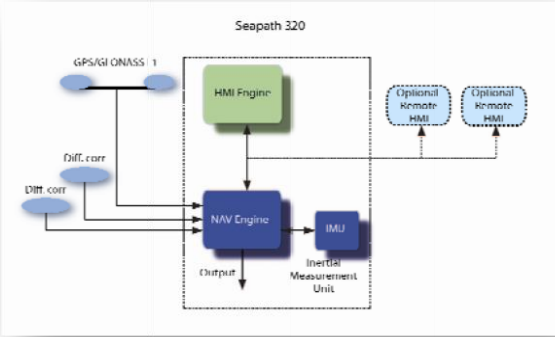
For portable configurations, it is recommended to fit a waterproof motion sensor directly to the transducer bracket.

A sensor for the sound velocity at the transducer is definitely required for EM 3002D with 2 tilted transducer heads, while it may be omitted for single head if it is mounted horizontally and not expected to be subject to much roll motion.

In some cases it may be possible to use the same sound velocity sensor both for profiling and to monitor the sound velocity at the transducer.

### 3.3.1 Combination sensor systems for position, heading and vessel motion

#### 3.3.1.1 Seatex Seapath 330 Motion, Positioning and Heading Sensor

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1	348047	Seapath-330 with MRU-5 GPS/GLONASS Dual Frequency Receiver 	<b>110 123,00</b>
1	M300-35	Seapath 330 Processing Unit Seapath HMI Unit with 17" LCD, keyboard and mouse GPS antenna bracket, 2.5m (aluminium) 2x antenna L1/L2, GPS/GLONASS Antenna cables with connectors MRU-5 with wall mount bracket, Jbx and transportation box Cables for power, network and interconnection Seapath product manuals	

### 3.3.1.2 RTK Reference Station Transmitter/Receiver

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1		UHF link for Reference Station for Seapath 330 (transmitter/receiver) complete Reference station is not included.	
		SUM UHF link complete	<b>13 381</b>


### 3.3.1.3 Spot Beam demodulator

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1		Spot Beam demodulator (Fugro Seastar Receiver)	
		SUM Spot Beam demodulator	<b>6 836</b>

## 3.3.2 Sound velocity profilers

### 3.3.2.1 Sound velocity sensors for monitoring conditions at transducer

#### 3.3.2.2 AML Surface Sound Velocity Smart Sensor

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1	304374 	Surface Sound Velocity Smart Sensor AML reg.no PDC-A0100	<b>7 430,00</b>
1	298-097184	Standard Cable length, 15 meter	<b>Included</b>
	302993	Power Supply , MASCOT Type 9522 / 12	<b>Included</b>

1		Required for Smart probe only.	<b>Included</b>
1		Voltage is adjustable between 12 and 14.5 V	<b>Included</b>

### 3.3.3 Transport and Storage Services

#### 3.3.3.1 Services

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
1		All equipment prices includes delivery DAP, DHN, Lima	included
1		Local transport and storage in Lima	<b>3 000</b>

### 3.4 Project Services

#### 3.4.1 Project Management

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
		Project Management For description please see chapter 4 Services – Project Management	<b>On request</b>

#### 3.4.2 Installation, commissioning and Customer Acceptance Tests for EM 3002

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
		Installation & Commissioning, 1 man 7 days, Sea trials and S.A.T., 1 man for 3 days, This is estimated time needed only, but may vary from case to case due to local circumstances.	<b>38 981,00</b>

		Travel, 1 visit at cost. Travel and living expenses are included.	<b>Included</b>
--	--	--	-----------------

### 3.4.3 Training EM 3002

Qty.	Reg.no	Description	Price (USD)
		Operator training for 5 (five) days	<b>19 181,00</b>
		Travel, 1 visit at cost. Travel and living expenses are included.	<b>Included</b>

*Note:*

*Travel and living expenses is included in above prices. Travel time, waiting hours, transit time, related to sea trials, is not included in the prices below. The prices are based on that the transducer foundation is welded and calibrated, all electronic is mounted and running of cables is done by Yard/Client. If the sea trials are base on 24-hours "days", two Kongsberg representatives are required. For EM 122 and EM 302 two Kongsberg representatives are required for the Sea trials in all cases.*

*Kongsberg Maritime's Standard Service Rates shall apply, unless otherwise specifically stated in this quotation.*

### 3.4.4 Optional Geometric measurement of the system/vessel

A full dimensional survey of both the multibeam transducer(s) and positioning and motion sensors are vital in order to meet system specification. This includes x, y and z position measurements as well as azimuth, roll and pitch angles. A detailed survey report shall be a part of the system documentation.

It is the responsibility of the Yard/Client to measure and document the locations and mounting angles of the multibeam echo sounder transducers before the ship is undocked. The same condition applies to positioning systems and motion sensors, irrespective of whether they are part of the Kongsberg Maritime supply. The measurement accuracy must follow the specifications defined in the installation manuals.

Kongsberg Maritime can recommend Parker Maritime, a Norwegian based survey company who is specialized in such tasks.

#### Survey of a small vessel

##### I.e launch with one transducer, MRU and antennas

Qty.	Description	Price (USD)
1	Europe and Middle East	<b>18 103,00</b>

	Outside Europe / Middle East	<b>19 827,00</b>
	<p>This includes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 man from Parker Maritime for 1 working day on site</li> <li>- 2 travel days to/from Norway to site</li> <li>- Custom handling of survey equipment</li> <li>- Instrument rental</li> <li>- Final report</li> </ul> <p>Parker Maritime surveyor shall have assistance from an experienced person during the survey, e.g. a KM technician or with same level of skill.</p>	

	Stand by day rate, price is per day	<b>1 206</b>
	For additional survey days on site, price per hour. Minimum charge is 7.5 hours	<b>164 / hour</b>

*Note:*

*Travel and living expenses is not included in above prices.*

*Upon arrival of Parker Maritime the vessel must be ready for survey and Parker Maritime must be enabled continuous access to the items that shall be surveyed. If not, "stand by day rate" will be charged.*

*Waiting hours and delays beyond Parker Maritimes control is not included in the prices and will be charged according to above "Stand by day rate".*

*Additional survey days on site which occur due to circumstances beyond Parker Maritime control will be charged.*

## **4 PROJECT SERVICES**

### **4.1 Pre contract phase**

As part of the discussions between the Client and Kongsberg Maritime, we will, free of charge and without any obligation, give advice regarding the suitability of multibeam echo sounder operation on any ship. We will also suggest practical solutions to how and where on the ship the transducers and other equipment can be mounted. Upon request, we will prepare proposals for the supply of complete instrument packages and/or systems.

### **4.2 Project Cost**

#### **4.2.1 Project Management**

The cost of the project management will be dependent upon the requirements for each project, and will be included in the scope of supply.

If nothing else is agreed, the number of project meetings held outside Kongsberg Maritime's premises is limited to one. Additional meetings will be charged at cost.

#### **4.2.2 Installation and Commissioning**

The cost of the installation and commissioning will be decided upon for each project, and will be included in the scope of supply. This can either be on a daily rate according to the standard service rates, or contractually defined as the number of man-days included in the scope of supply.

### **4.3 Project management**

When a contract is signed, and in some cases even at an earlier stage, Kongsberg Maritime will appoint a Project Manager. The Project Manager will be the single point of contact regarding all project related tasks. The Project Manager will resolve all technical and commercial problems that may arise during the project until the system has been installed and accepted by the Client. The costs of the project management and level of responsibility will be decided upon in each case.

### **4.4 Factory Acceptance Test (FAT)**

Before shipment of the equipment, as defined by the scope of supply, a comprehensive inhouse system test and FAT will be performed. This FAT is described in a separate document. The Client is invited, at their own cost, to witness this test.



## **4.5 Responsibilities**

### **4.5.1 Kongsberg Maritime responsibilities**

Kongsberg Maritime is responsible for delivered systems and functions specified and covered by the signed contract. Kongsberg Maritime is not responsible for 3<sup>rd</sup> party equipment interfaced to the delivered systems.

The “on site” representative from Kongsberg Maritime, in charge of carrying out commissioning and start-up, is only responsible for equipment and functions according to final specifications covered under the main contract and additional contracts signed during the project.

Any additions or changes outside the final specifications that are not covered in the contract, or any amendments to the contract, must be clarified with the Project Manager. The same applies for price adjustments, changes in delivery time and other conditions.

Kongsberg Maritime is responsible for supplying correct documentation required for system handling, installation and operation of the installed system.

### **4.5.2 Yard/Client responsibilities**

The Yard/Client must give Kongsberg Maritime 14 days advance notice for requesting technical assistance for commissioning at the Yard. Installation and commissioning start time will depend on available resources and must be agreed with the Project Manager.

The Yard/Client must assign a contact person authorized to approve time sheets and service reports on a daily basis.

The Yard/Client is responsible for correct mechanical installation and running of cables for the Kongsberg Maritime delivered equipment.

Functionality and performance of 3<sup>rd</sup> party equipment to be interfaced to the Kongsberg Maritime System is the responsibility of the Yard/Client.

It is the responsibility of the Yard/Client to measure and document the locations and mounting angles of the multibeam echo sounder transducers before the ship is undocked. The same condition applies to positioning systems and motion sensors, irrespective of whether they are

part of the Kongsberg Maritime supply. The measurement accuracy must follow the specifications defined in the installation manuals.

Kongsberg Maritime can recommend survey companies who specialize in such tasks.

## **4.6 Installation**

The standard procedure is for the installation of the equipment to be made by a shipyard according to Kongsberg Maritime's documentation.

The shipyard is responsible for carrying out the mechanical installation of the equipment. All cables are installed by the yard.

Kongsberg Maritime will supervise during the installation of the transducers and pulling of the transducer cables. Kongsberg Maritime will terminate all cables into Kongsberg Maritime delivered equipment.

See also “Responsibilities”.

Working conditions in this document are applicable for all Kongsberg Maritime personnel.

## **4.7 Commissioning**

Upon completion of the mechanical and electrical installation, the equipment will be checked by a Kongsberg Maritime representative. The commissioning consists of the following:

### **4.7.1 Setting to Work (STW)**

This is a systematic power up, testing and verification of all the equipment covered by the contract.

### **4.7.2 Harbour Acceptance Test (HAT)**

The HAT is performed with the ship afloat and is the final test before sea trials. The HAT follows a standardized test procedure.

### **4.7.3 Sea Acceptance Test (SAT)**

The SAT is the final system testing prior to Client Acceptance of the system. This SAT is always performed offshore in accordance with the standardized test procedure.

#### **Note:**

During the commissioning and HAT/SAT it is the responsibility of the Client to arrange relevant 3<sup>rd</sup> party equipment technical support.

Working Conditions according to paragraph “HSE / Working Conditions for Kongsberg Maritime personnel” in this document are applicable for all Kongsberg Maritime personnel.

#### **4.7.4 Waiting time and additional commissioning cost**

The conditions for waiting time and additional commissioning cost during installation, commissioning time and sea trials are defined as follows:

1. All additional waiting and commissioning time costs associated with delays, interrupts or faults caused by the Yard or other manufacturers will be deducted from the commissioning period cost specified in this quotation, or invoiced separately, depending on the quotation specifications.
2. If a system fault is caused by Kongsberg Maritime, time and cost spent by the Kongsberg Maritime representative to correct the fault will be covered by Kongsberg Maritime.
3. The Kongsberg Maritime representative will give the Yard/Client a daily report during the commissioning period. Time for normal testing, overtime, faults caused by Kongsberg Maritime and faults caused by others will be specified.
4. Waiting time, additional commissioning time and other expenses shall be covered by the Yard/Client in accordance with Kongsberg Maritime’s normal service rates.
5. This quotation is based on normal working hours, 8 hours per day Monday to Friday for commissioning, and 12 hours per day Monday to Sunday for sea trials. Overtime (working hours exceeding 8/12 hours per day) will be charged according to standard service rates.

### **4.8 Training**

Kongsberg Maritime provides both operator and service/maintenance training for all products. The duration of the service/maintenance courses depend on the students’ previous knowledge of the system, and a suitable operator course must be taken prior to attending service/maintenance courses. For more information, see attached Training Course Prices.

### **4.9 After sales support**

#### **4.9.1 Customer Support**

After the completion of the S.A.T. the support responsibility will be transferred to the Customer Support Department. This department has a 24 hours emergency telephone support (number underlined).

## Hydrography

	E-mail	Phone	Fax
Support			
Spare parts	<a href="mailto:km.hydrographic">km.hydrographic.</a>	+4733023800 +4799203801	
Warranty	<a href="mailto:support@kongsberg.com">support@kongsberg.com</a>	<b>+4781535355 24h</b>	+4733047619

### 4.9.2 Maintenance contract

Kongsberg Maritime can, as a supplement to the warranty, offer system maintenance agreements tailored to fit the needs of the Client. This agreement can be defined to cover repair work only, or as a complete support package for preventive maintenance and repair work, as well as system upgrading of both hardware and software as the system design is improved by Kongsberg Maritime. Such upgrading would also cover upgrading of spare parts, documentation, as well as repeated/additional training courses. The maintenance contracts can also contain a life time guarantee for the transducers.

## Support agreement

If you are looking for a support agreement contact us at: »  
[km.support@kongsberg.com](mailto:km.support@kongsberg.com)

## **5 SPECIAL TERMS AND CONDITIONS**

Kongsberg Maritime AS Standard Conditions for Sale (enclosed) shall apply, unless otherwise specifically stated in this quotation Scope of Work or in the Special Terms and Conditions set out below.

Kongsberg Maritime takes full responsibility for the system as delivered, with the exceptions listed in under “Responsibilities” Chapter 4.5. Unless otherwise specified, the equipment is to be delivered FCA, Strandpromenaden 50, Horten, Norway. Incoterms® 2010.

<http://www.iccwbo.org/incoterms/id3045/index.html?cookies=no>

### **5.1 Warranty for Hydrographic equipment**

The warranty period for hydrographic echo sounders and sonars, inclusive of software for these instruments, is 24 months from the date when the equipment is sent from the factory. For all other equipment and systems which are delivered, the respective manufacturer’s warranty terms will apply.

Kongsberg Maritime can offer MAINTENANCE CONTRACTS that will extend the warranty period for a period as defined in the contract.

**Please note that for this proposal, the warranty period has been increased to 28 months.**

### **5.2 Validity of the Quotation**

The quotation is valid up to 30<sup>th</sup> September 2011, and for delivery within this or the next calendar year.

### **5.3 Delivery Time**

45 days from received order.

### **5.4 Terms of Delivery**

Terms of delivery is DAP, Incoterms 2010.

### **5.5 Prices**

All prices quoted are in US Dollars (USD).

## **5.6 Payment Terms**

Payment against irrevocable letter of credit, confirmed by and payable at Nordea Bank Norge ASA - Oslo.

- 30 percent with order (contract)
- 60 percent with delivery of equipment
- 10 percent after Customer Acceptance Test

Documentary Credits in favour of Kongsberg Maritime AS to be issued directly to, available with and confirmed by Nordea Bank Norge ASA, Oslo. Swift code: NDEANOKK.

## **5.7 Export License**

KONGSBERG's obligation to deliver services or supplies of any kind is conditional upon full compliance with all relevant present or future national or international laws and regulations, including without limitation Norwegian, US and UN laws and regulations, relevant for the import, export or re-export of the services and supplies. If KONGSBERG, in its sole discretion, should determine that the delivery of the services or supplies in any manner would not be in full compliance with any such present or future laws and regulations, then KONGSBERG shall have the free right to declare that any such delivery obligation is null and void and without any consequence or liability whatsoever.

## **5.8 Customs, Taxes and Licenses**

Please refer to point 11.6 in Kongsberg Maritime AS standard conditions for sale.