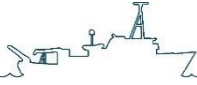


# Informe Técnico CICESE

## Serie Embarcaciones Oceanográficas



Reporte de pruebas de aceptación por cambio de posición de Perfilador Acústico de Corrientes (ADCP) del *Buque Oceanográfico Alpha Helix*, realizadas durante crucero Calib-ADCP AH2106-042, del 23 al 24 de junio de 2021.

Ing. Juan Carlos Leñero Vazquez ([lenero@cicese.mx](mailto:lenero@cicese.mx))



Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. División de Oceanología, Departamento de Embarcaciones Oceanográficas.



Derechos Reservados © CICESE 2021

---

Leñero-Vazquez, J. C. 2021. Reporte de pruebas de aceptación por cambio de posición de Perfilador Acústico de Corrientes (ADCP) del *Buque Oceanográfico Alpha Helix*, realizadas durante crucero Calib-ADCP AH2106-042, del 23 al 24 de junio de 2021. Informe Técnico CICESE No. 27165, Serie Embarcaciones Oceanográficas, 20 p.

## Tabla de figuras

---

Figura 1	Góndola para instrumentación acústica instalada al <i>Buque Oceanográfico Alpha Helix</i> durante estadía en dique seco, 2019.....	3
Figura 2	Transductor de perfilador acústico de corrientes (ADCP) instalado en la cara inferior de la góndola.....	4
Figura 3	Configuración inicial del ADCP.....	6
Figura 4	Resultado de prueba básica de circuitería.....	6
Figura 5	Resultado de prueba de magnitud de correlación.....	7
Figura 6	Resultado de prueba de ancho de banda de recepción y temperatura del agua.....	7
Figura 7	Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de interferencia sin otros ecosondas encendidos. Se observa que el eco se pierde alrededor de los 600 metros.....	9
Figura 8	Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de interferencia con ecosonda científica <i>SyQwest Bathy-2010PC</i> . Se aprecian los ecos artificiales añadidos por el funcionamiento del ecosonda monohaz.....	9
Figura 9	Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de interferencia con ecosonda de navegación de puente de mando. Igualmente se aprecian los ecos artificiales generados por dicho ecosonda.....	9
Figura 10	Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de rango a buque parado. El rango es de alrededor de 600 metros.....	10
Figura 11	Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de rango con buque a 2 nudos. El rango se mantiene en ~ 600 metros y se observan cuatro ensambles notablemente “malos”, en que el eco se redujo a menos de ~ 300 metros.....	11

Figura 12	Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de rango con buque a 4 nudos. Hay menos ensambles malos que a 2 nudos y se mantiene el rango.....	11
Figura 13	Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de rango con buque a 6 nudos. Se nota mayor intensidad del eco por debajo de los ~ 600 metros.....	11
Figura 14	Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de rango a velocidad máxima (~ 8 nudos). La intensidad del eco es muy elevada por debajo del rango que se obtuvo en el resto de las fases de esta prueba.....	12
Figura 15	Ventana de información de detección de fondo del ADCP en su menor rango alcanzado durante la prueba al inicio del crucero, en la bahía de Todos Santos.....	12
Figura 16	Ventana de información de detección de fondo del ADCP en su mayor rango alcanzado durante la prueba .....	13
Figura 17	Gráfica de magnitud y dirección del <i>ensemble</i> 29 de la prueba de resonancia. Se aprecia que la magnitud permanece en el rango de 0.3 metros por segundo o menor y la dirección se mantiene entre los 270° y ~30° en los primeros 500 metros de rango.....	14
Figura 18	Transecto recorrido en cinco ocasiones para la prueba de alineación de ADCP.....	15
Figura 19	Perfil del <i>Buque Oceanográfico Alpha Helix</i> mostrando el espacio donde se instaló la góndola de transductores.....	16

## Tabla de contenido

---

Resumen .....	2
Introducción .....	3
Preparativos para el crucero Calib-ADCP AH2106-042. ....	5
Actividades del crucero Calib-ADCP AH2106-042. ....	5
Discusión y recomendaciones.....	16
Literatura citada .....	19
Agradecimientos.....	20



## Resumen

---

Se presentan los resultados de las pruebas de aceptación realizadas al perfilador acústico de corrientes (ADCP) marca *Teledyne RD Instruments* modelo OS38 durante el crucero Calib-ADCP AH2106-042, efectuado a bordo del *Buque Oceanográfico Alpha Helix* del 23 al 24 de junio de 2021. Debido a que en 2019 se dotó al buque de una góndola para instrumentación acústica en el fondo del casco, en la cual fueron instalados todos los equipos hidroacústicos del buque, incluyendo el ADCP, fueron necesarias estas pruebas para determinar sus características de desempeño en esta nueva ubicación.



## Introducción

---

### Instalación de góndola para instrumentación acústica del *Buque Oceanográfico Alpha Helix*, 2019.

Durante la estancia en dique seco del *Buque Oceanográfico Alpha Helix*, del 22 de marzo al 10 de octubre de 2019, y motivado por la instalación de un ecosonda multihaz marca *Kongsberg* modelo EM 302, que como parte de su diseño requería un cambio en la organización de la posición del equipo hidroacústico instalado en el casco del buque, fue instalada una góndola (protrusión metálica) para albergar todos los equipos acústicos del buque, tanto de navegación como científicos.

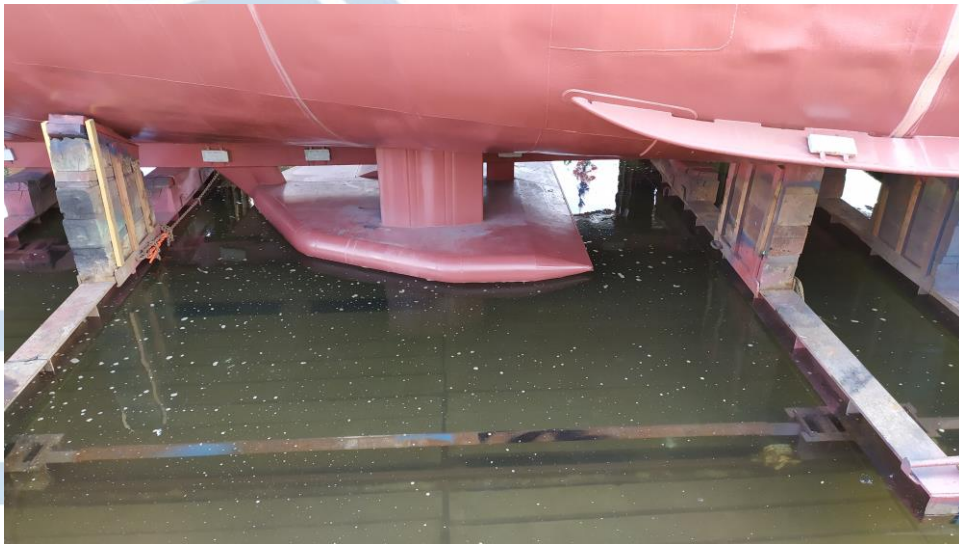


Figura 1.- Góndola para instrumentación acústica instalada al *Buque Oceanográfico Alpha Helix* durante estadía en dique seco, 2019.

Adicionalmente a los transductores nuevos del ecosonda *Kongsberg* EM 302 y los de los ecosondas de navegación, los transductores acústicos de equipo científico previamente instalado en el buque que fueron trasladados a la góndola fueron dos:

- El arreglo de 4 transductores *Massa* TR-109 para el ecosonda monohaz marca *SyQwest* modelo *Bathy-2010PC*.

- El transductor del perfilador acústico de corrientes (ADCP) marca *Teledyne RD Instruments* modelo *Ocean Surveyor II 38 kHz*, mismo que fue instalado en 2015 (Leñero-Vazquez, 2016).



Figura 2.- Transductor de perfilador acústico de corrientes (ADCP) instalado en la cara inferior de la góndola.

Es buena práctica que, al realizar cambios así de significativos en cuanto a los parámetros de instalación del perfilador acústico de corrientes, se realicen nuevamente las pruebas de aceptación del equipo, usando el mismo protocolo empleado en 2015 en su instalación inicial. Especialmente en este caso que, además del cambio de posición del transductor del ADCP, se modificó el diseño del nicho de tal forma que se obviara la ventana acústica que contemplaba el nicho original, con lo cual la cara del transductor quedó expuesta directamente al agua de mar, por lo que deberíamos notar algún cambio en las características de desempeño del perfilador, dado que la ventana acústica, a pesar de estar diseñada para que su intrusión sea mínima, es un factor de interferencia en el desempeño del perfilador.

Durante el mes de octubre de 2019, al bajar el buque de dique seco, se realizaron las pruebas de aceptación en muelle (*dockside tests*) del perfilador, siendo éstas exitosas. Durante 2020, se tenía programado realizar el crucero de calibración de

ADCP; sin embargo, derivado de la emergencia sanitaria declarada por la pandemia de COVID-19 (Consejo de Salubridad General, 2020), dicha actividad fue reprogramada y se llevó a cabo del 23 al 24 de junio de 2021.

### **Preparativos para el crucero Calib-ADCP AH2106-042.**

Por la pandemia de COVID-19, los preparativos para este crucero contemplaron un grupo reducido de personal científico compuesto de cuatro elementos, incluyendo al autor del presente quien fungió como jefe científico del crucero. Fueron requisitos especiales comprobar haber recibido vacuna contra el COVID-19 y una prueba PCR negativa antes de embarcarse, mismos que fueron satisfechos y se permitió llevar a cabo el crucero. Si bien hubiera sido posible hacer el crucero solo con un elemento de personal científico, se aprovechó para beneficio de CICESE el crucero para realizar capacitación de un técnico en la realización de hidrocalas, prueba de mar de un perfilador CTD *Sea-Bird 9Plus* de la Dra. Sharon Zinah Herzka Llona (Departamento de Oceanografía Biológica, DOB) y se obtuvieron muestras de agua de mar para el Dr. Juan Carlos Herguera (Departamento de Ecología Marina), y el Dr. Helmut Maske Rubach (DOB), para lo cual fue necesario el embarque del grupo de cuatro elementos de personal científico.

### **Actividades del crucero Calib-ADCP AH2106-042.**

Siendo las 06:55 horas (éste y todos los horarios referenciados en el presente informe se encuentran en UTC -7, horario local de verano en Ensenada, B. C.) del miércoles 23 de junio de 2021, me presenté a bordo para iniciar las actividades del crucero. A las 07:15 horas, luego de conversar con el Ing. José Ramón López Chico (técnico electrónico del buque), de preparar el equipo de cómputo y encender la *deck unit* del ADCP, se realizaron de nuevo las pruebas iniciales con el buque acoderado a muelle (*dockside tests*), obteniendo resultados dentro de los parámetros esperados en todas. El arranque del instrumento nos arrojó la siguiente configuración:



```
Ocean Surveyor Broadband/Narrowband ADCP
Teledyne RD Instruments (c) 1997-2008
All rights reserved.
Firmware Version: 23.17
```

```
>ps0
      Frequency: 38400 HZ
      Configuration: 4 BEAM, JANUS
      Transducer Type: ROUND 36x36
      Beamformer Rev: A02 or later
      Beam Angle: 30 DEGREES
      Beam Pattern: CONVEX
      Orientation: DOWN
      CPU Firmware: 23.17
      FPGA Version: AA
      Sensors: TEMP SYNCHRO
```

Figura 3.- Configuración inicial del ADCP.

Se enviaron los comandos `cr1` y `ck` para cargar al instrumento los parámetros operativos de fábrica y para guardarlos como parámetros de usuario. Posteriormente, se conjuró el comando `pa`, para llevar a cabo la prueba básica de circuitería del perfilador, pasándola sin mayor problema.

```
>pa
RAM test.....PASS
ROM test.....PASS
Receive test.....PASS
Bandwidth test.....PASS
```

Figura 4.- Resultado de prueba básica de circuitería.

A continuación, se procedió a lanzar la prueba de magnitud de correlación (comando `pt3`), cuyas condiciones de éxito son obtener valores menores a 0.50 en los 4 *beams* del transductor de los *lags* cinco al siete. Como se aprecia en la figura 5, los valores se encuentran dentro de lo esperado.

```

>pt3
Correlation Magnitude:
  Lag   Bm1   Bm2   Bm3   Bm4
  0     1.00  1.00  1.00  1.00
  1     0.72  0.71  0.73  0.72
  2     0.26  0.24  0.27  0.25
  3     0.11  0.04  0.09  0.07
  4     0.14  0.08  0.12  0.09
  5     0.07  0.03  0.07  0.03
  6     0.06  0.03  0.04  0.03
  7     0.06  0.04  0.03  0.04

RSSI: 46 36 39 47

```

PASSED

Figura 5.- Resultado de prueba de magnitud de correlación.

Finalmente hicimos la prueba de ancho de banda de recepción con el comando pt6 (cuyos valores de aprobación estuvieron dentro de +/- 20% del valor esperado, por *beam*) y confirmamos que el transductor arrojó dando valores razonables de temperatura del agua, pidiendo que reporte el valor en tiempo real con el comando pc2. Los resultados fueron los esperados, como se aprecia en la figura 6.

```

>pt6
Receive Bandwidth:
.....
  Expected   Bm1   Bm2   Bm3   Bm4
  -----   -
          3875   3953   4044   3960   3955

```

PASSED

```

>pc2
Heading      Pitch      Roll      Temperature
(int)        (int)      (int)      cts  degs
000.0       +00.0     +00.0     0823  20.1

```

Figura 6.- Resultado de prueba de ancho de banda de recepción y temperatura del agua.

El crucero zarpó a las 08:07 horas del puerto de Ensenada, con destino al fondeadero de bahía de Todos Santos (Baja California), donde se realizó limpieza de transductores y tomas de fondo del buque con el apoyo de buzos previamente contratados para dicho fin. Durante la navegación a fondeadero se fueron tomando datos para obtener el menor rango de *bottom track* del ADCP, puesto que dentro de la bahía de Todos Santos es donde encontraríamos la menor profundidad de toda la navegación trazada en el plan de crucero. El buque quedó fondeado a las 09:37 horas (para lo cual, minutos antes, se puso fuera de servicio el ADCP), los buzos hicieron su trabajo y se recuperó la cadena de fondeo del buque a las 11:07 horas, terminada la limpieza de manera exitosa, y reiniciamos las lecturas del ADCP en navegación al primer punto de referencia del plan de crucero ( $31^{\circ}35.7'N$ ,  $116^{\circ}56.8'W$ ).

Arribamos al primer punto de referencia a las 13:45 horas, apagando el ADCP en seguimiento al plan de crucero, pues se requería que todo el personal científico se encontrara a disposición para las hidrocalas. Terminamos las operaciones en cubierta a las 18:00 horas y se retomaron las pruebas del ADCP. Se encendió el equipo y se realizaron de nuevo las pruebas iniciales con los comandos pa, pt3, pt6 y pc2, de nuevo con resultados esperados, para iniciar las pruebas de interferencia. Se solicitó al personal de puente de mando apagar todo el equipo acústico de navegación y se realizaron tres sesiones de muestreo: Una con solamente el ADCP transmitiendo, otra con el ADCP y el ecosonda científico monohaz marca SyQwest modelo *Bathy-2010PC* y una tercera con el ADCP y el ecosonda de navegación del puente de mando (figuras 7 a 9). Como se esperaba, los dos equipos adicionales interfirieron con la operación del ADCP, al introducir al agua ecos artificiales que afectarán sus mediciones, por lo que se mantiene la recomendación de no emplear dichos equipos mientras se lleven a cabo muestreos con el ADCP. Cabe mencionar que, dado que el ecosonda multihaz *Kongsberg EM 302* aún no se encontraba en servicio, no se realizó prueba de interferencia entre éste y el ADCP.

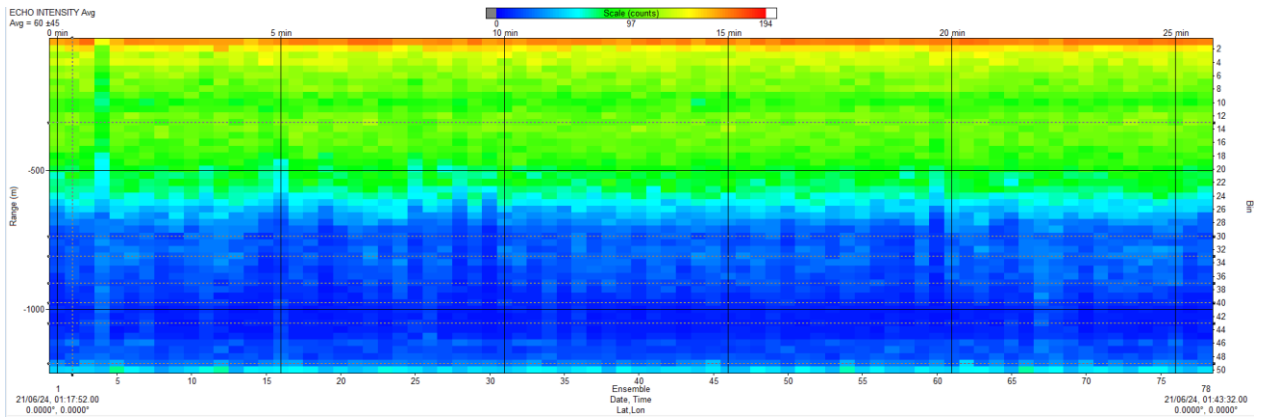


Figura 7.- Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de interferencia sin otros ecosondas encendidos. Se observa que el eco se pierde alrededor de los 600 metros.

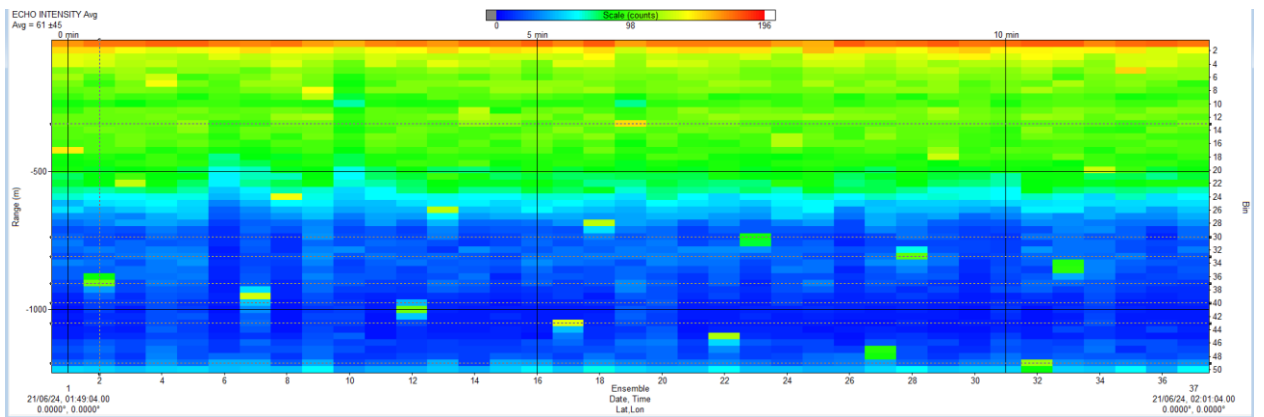


Figura 8.- Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de interferencia con ecosonda científica *SyQwest Bathy-2010PC*. Se aprecian los ecos artificiales añadidos por el funcionamiento del ecosonda monohaz.

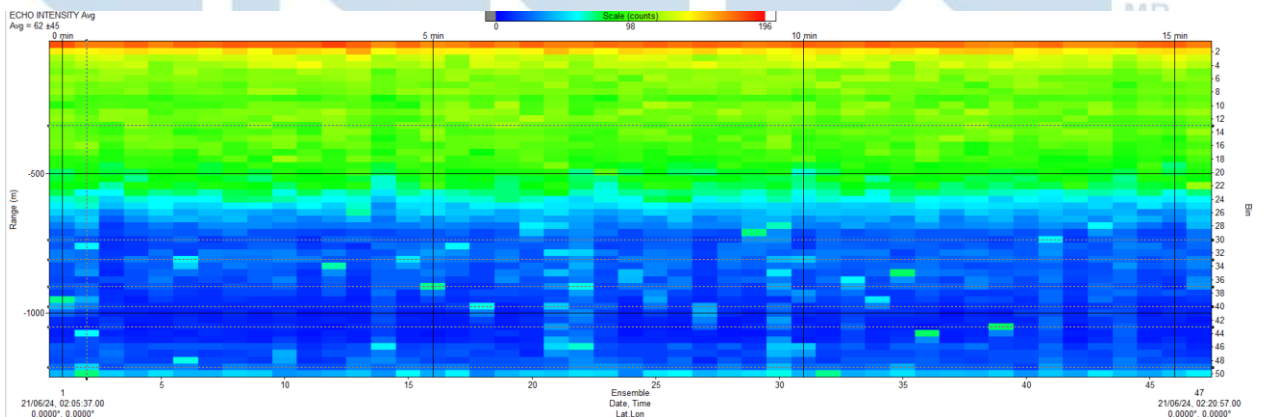


Figura 9.- Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de interferencia con ecosonda de navegación de puente de mando. Igualmente se aprecian los ecos artificiales generados por dicho ecosonda.

A las 19:23 horas dimos por terminadas las pruebas de interferencia e iniciamos las pruebas de rango de medición, en que se comprobaría el rango máximo de medición del ADCP a diferentes velocidades del buque. El rango del ADCP depende de muchos factores fuera del control del usuario (siendo el principal la cantidad de partículas en el agua que reflejen el sonido y permitan al ADCP llevar a cabo sus mediciones), pero uno de los que podemos controlar, es la velocidad del buque. Para esta prueba, realizamos muestreos de 10 minutos con el buque al paro y a velocidades de 2, 4, 6 nudos y la velocidad máxima de operación rutinaria, con la máquina principal del buque a 620 revoluciones por minuto (RPM) y paso máximo adelante de la propela. Se hace esta mención pues, si bien la máquina principal alcanza las 800 RPM, donde entregaría mayor velocidad, el consumo de diésel se eleva de manera significativa y por ello no se emplea a esas revoluciones, a excepción de casos de emergencia. Como conclusión, se obtuvo un rango de ~ 600 metros en casi todas las velocidades, con la notable excepción de la velocidad máxima de operación rutinaria del buque.

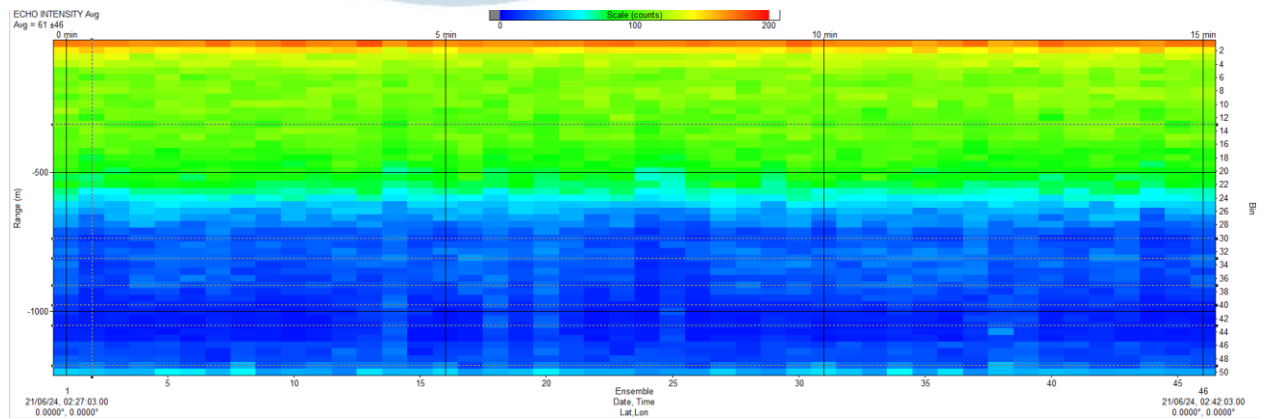


Figura 10.- Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de rango a buque parado. El rango es de alrededor de 600 metros.

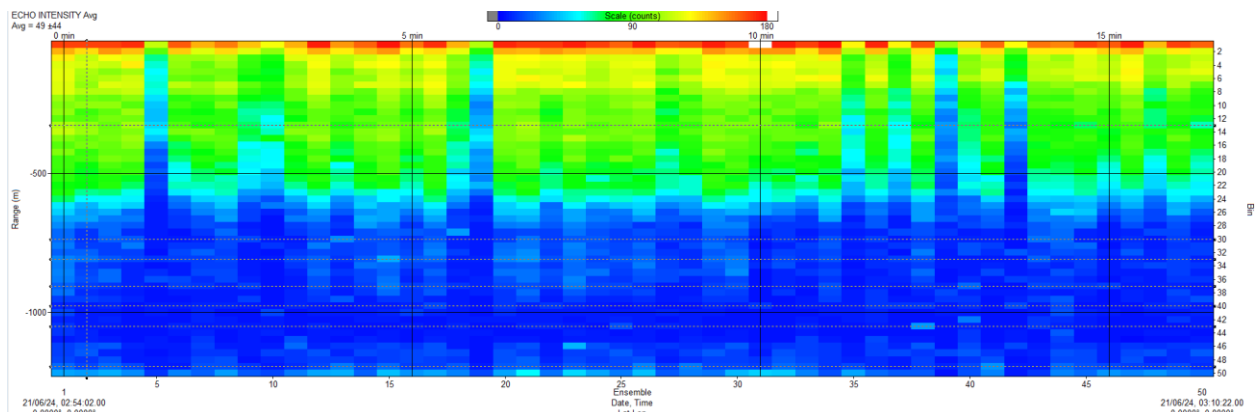


Figura 11.- Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de rango con buque a 2 nudos. El rango se mantiene en ~ 600 metros y se observan cuatro ensambles notablemente “malos”, en que el eco se redujo a menos de ~ 300 metros.

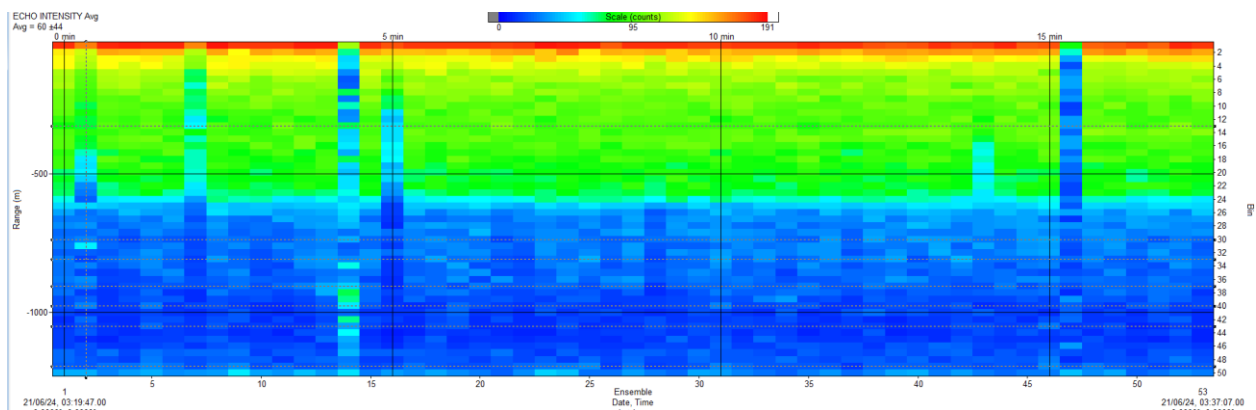


Figura 12.- Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de rango con buque a 4 nudos. Hay menos ensambles malos que a 2 nudos y se mantiene el rango.

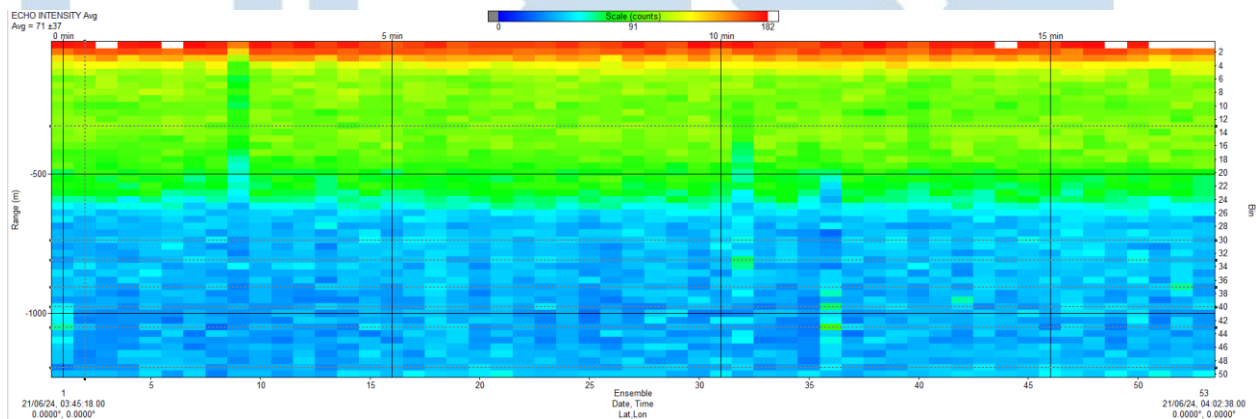


Figura 13.- Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de rango con buque a 6 nudos. Se nota mayor intensidad del eco por debajo de los ~ 600 metros.

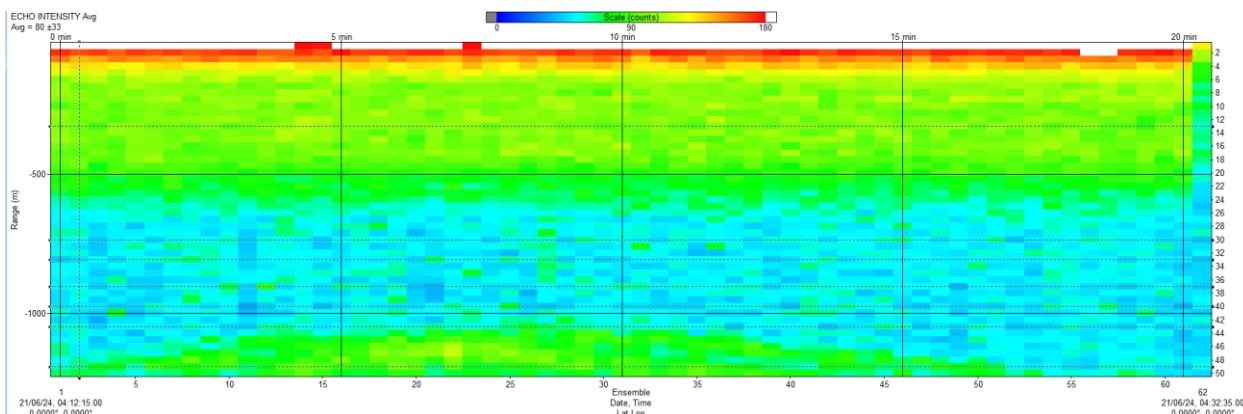


Figura 14.- Intensidad promedio de eco registrado por el ADCP durante prueba de rango a velocidad máxima (~ 8 nudos). La intensidad del eco es muy elevada por debajo del rango que se obtuvo en el resto de las fases de esta prueba.

A las 21:38 horas terminamos la prueba de rango e iniciamos inmediatamente la prueba de detección de fondo profundo (la de detección de fondo somero se realizó al inicio del crucero, dentro de la bahía de Todos Santos). Dado que ya navegábamos a velocidad (~ 8 nudos) a mayores profundidades, se decidió iniciar la prueba a la velocidad máxima de operación rutinaria del buque, misma que posteriormente redujimos a 4-6 nudos para el resto de la prueba. El instrumento funcionó dentro de los parámetros aceptables de detección de fondo, con una detección máxima de 1,781.7 metros y una mínima de 21.5 metros (Figuras 15 y 16).

Leader		Heading		Temp		Xdcr Depth	
Ens Num	8	Date	23 Jun 2021	Pitch	0.00 ± 0.00 deg	Temp	20.19 C
BIT Err	OK	Time	18:24:18.00	Roll	0.00 ± 0.00 deg	Salinity	35 ppt
						Sound Vel	1522 m/s

Bottom Track		Velocity	% Good	Correlation	RSSI Amp	Eval Amp	Range
Speed	----	Beam 1	1.293	100	255	182	86
Direction	----	Beam 2	-1.475	100	255	180	85
Bot range	21.56 m	Beam 3	1.354	100	255	178	91
		Beam 4	-0.430	100	255	166	91
			m/s	%	counts	counts	counts
							m

Figura 15.- Ventana de información de detección de fondo del ADCP en su menor rango alcanzado durante la prueba al inicio del crucero, en la bahía de Todos Santos.

Leader		Heading		214.67 ± 102.0 deg	
Ens Num	202	Date	24 Jun 2021	Pitch	0.00 ± 0.00 deg
Temp	17.70 C	Xdcr Depth	----	Roll	0.00 ± 0.00 deg
BIT Err	OK	Time	05:49:22.00	Salinity	35 ppt
Sound Vel	1515 m/s				

Bottom Track		Velocity	% Good	Correlation	RSSI Amp	Eval Amp	Range	
Speed	----	Beam 1	1.126	100	255	99	45	1848.49
Direction	----	Beam 2	-1.058	100	249	79	39	1698.90
Bot range	1781.71 m	Beam 3	1.111	100	250	69	40	1763.01
		Beam 4	-1.076	100	248	71	34	1816.43
			m/s	%	counts	counts	counts	m

Figura 16.- Ventana de información de detección de fondo del ADCP en su mayor rango alcanzado durante la prueba.

La prueba de detección profunda de fondo finalizó a las 23:47 horas, en que se indicó al personal de puente de mando del buque que empezáramos a navegar de regreso con rumbo hacia la bahía de Todos Santos, a menores profundidades y a velocidad constante y alta para la prueba de resonancia. En esta prueba, determinaríamos si fuese necesario un mayor rango de blanqueo (profundidad en que los datos de ADCP no son válidos por la resonancia propia del funcionamiento del perfilador y su interacción con el metal del buque, específicamente de su nicho dentro de la góndola) al que por defecto se asigna, que es de 16 metros. Para esto, analizamos un total de 41 ensambles de 10 minutos (*Long term averages*), buscando variaciones muy bruscas de magnitud y dirección de un *bin* al siguiente, especialmente en profundidades someras, encontrando algunas variaciones dentro de los rangos aceptables, por lo que no fue necesario incrementar el rango de blanqueo estándar. Esta prueba se llevó a cabo durante toda la navegación nocturna del buque, finalizando a las 06:39 horas del 24 de junio de 2021, llegando al área para los transectos de la última prueba (alineación del transductor).



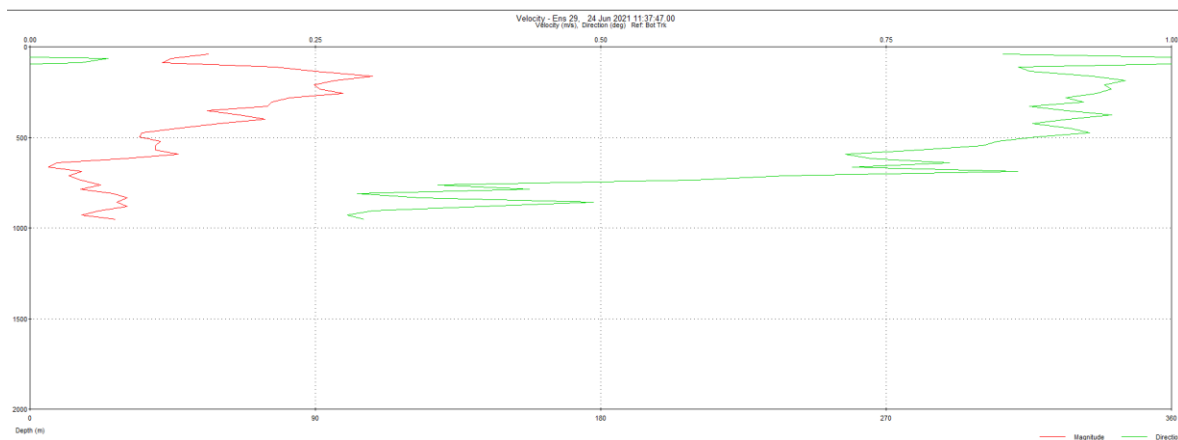


Figura 17.- Gráfica de magnitud y dirección del *ensemble* 29 de la prueba de resonancia. Se aprecia que la magnitud permanece en el rango de 0.3 metros por segundo o menor y la dirección se mantiene entre los 270° y ~30° en los primeros 500 metros de rango.

Para la prueba final, llevamos a cabo cinco transectos de navegación en sentidos opuestos a las afueras de la bahía de Todos Santos. En estos transectos, fuimos verificando la diferencia entre el rumbo de navegación marcado por la giroscópica del buque y el rumbo detectado por el sistema de *bottom track* del ADCP en cada ensamble de 5 minutos, usando aún la corrección determinada en la instalación previa del ADCP (*beam* 3 del ADCP apuntando a 43.2° a estribor, tomando en cuenta el ángulo 0° como la proa del buque), puesto que la nueva instalación fue, en teoría, en las mismas condiciones que la anterior. Luego de los cinco transectos recorridos, que se iniciaron a las 07:18 horas a velocidad comandada de 7 nudos y se terminaron a las 12:30 horas, el ángulo promedio de desviación quedó en 44.7°, reportando una diferencia de 1.57° positivos contra el ángulo anterior de 43.2°

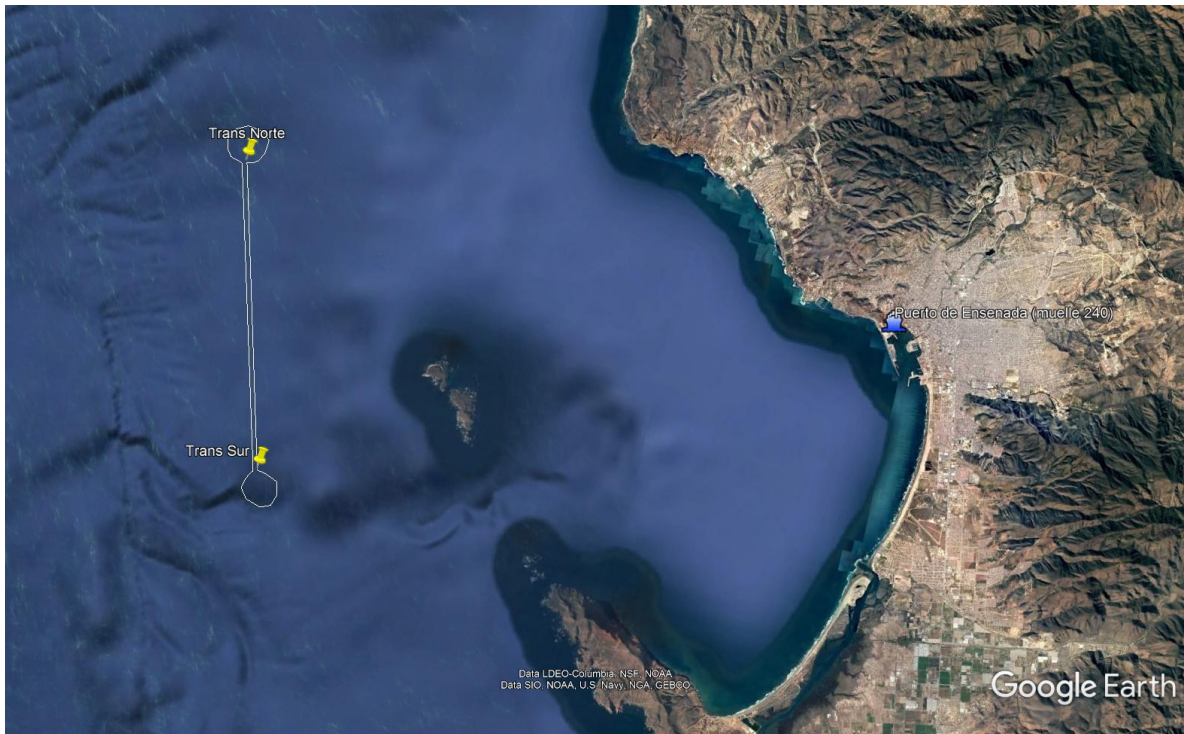


Figura 18.- Transecto recorrido en cinco ocasiones para la prueba de alineación de ADCP.

Con lo anterior, terminaron las actividades a bordo del buque relacionadas con las pruebas de calibración del ADCP. Posteriormente, se realizó una hidrocala adicional con el CTD de la Dra. Herzka, con lo que se terminaron las actividades en campo programadas para este crucero, y el buque retornó al puerto de Ensenada, atracando a las 14:52 horas sin mayor contratiempo y con resultados favorables, en un crucero con navegación total de 139 millas náuticas.

## Discusión y recomendaciones

El *Buque Oceanográfico Alpha Helix*, como todo proyecto en proceso, es sujeto de cambios y adecuaciones constantes para mejorar y ampliar sus capacidades, así como adaptarse a los tiempos y las circunstancias. Una de las mayores mejoras de equipamiento que el buque ha tenido desde que fue adquirido por CICESE, es la adquisición del ecosonda multihaz *Kongsberg EM 302*, para lo cual fue necesaria la instalación de la góndola en la parte inferior del buque, cercana a la quilla.

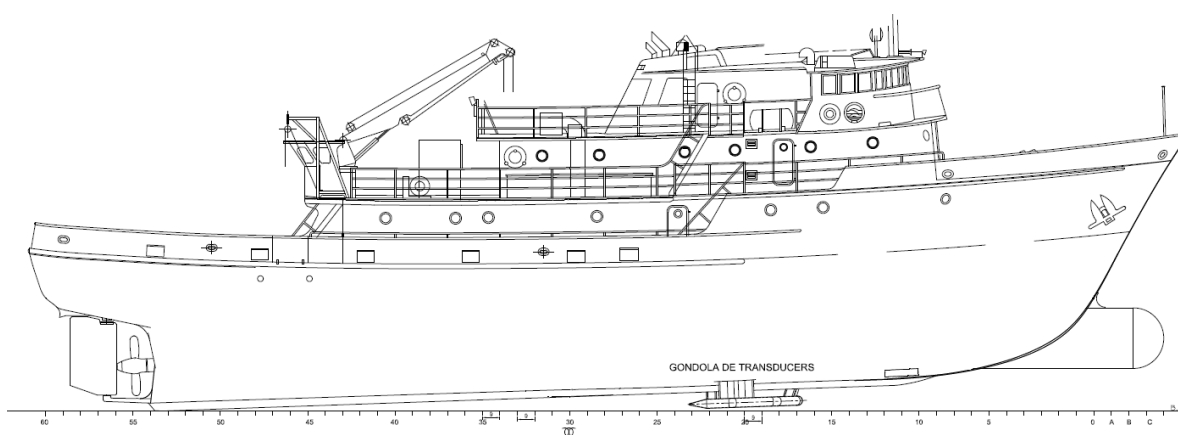


Figura 19.- Perfil del *Buque Oceanográfico Alpha Helix* mostrando el espacio donde se instaló la góndola de transductores.

Derivado de este cambio, y puesto que ese lugar en el casco estaba previamente ocupado por los transductores de las ecosondas de navegación, del ecosonda monohaz *SyQwest Bathy-2010PC* y del ADCP, se decidió reubicar dichos transductores e instalarlos en la góndola, junto con los transductores del ecosonda multihaz EM 302. En el diseño de la góndola, y dado que los transductores del EM 302 requieren limpieza constante, y para reducir las pérdidas que supone un cambio de fase por el material intermedio, se decidió eliminar la ventana acústica en el nicho para el transductor del ADCP en la góndola y que el transductor contactara directamente al agua de mar.

Para tener un transductor de ADCP lo más limpio posible, la primera actividad en el plan de crucero fue fondear en la bahía de Todos Santos para que un equipo de buzos llevara a cabo limpieza submarina de pala y propela del buque para un mejor control del mismo y del propio transductor. Lo anterior fue necesario puesto que por la pandemia de COVID-19 el buque no se movió de puerto y acumuló una cantidad significativa de crecimiento biológico en el casco, mismo que normalmente se evita en cierta medida con la navegación constante del buque.

Las pruebas del ADCP llevadas a cabo en el crucero se desarrollaron de manera correcta y sin mayores contratiempos. Sin embargo, era obvio que notaríamos diferencias en el desempeño del ADCP, por factores como la edad del transductor y su exposición al medio marino, y por la reubicación en una posición diferente dentro del casco y la remoción de la ventana acústica. De los puntos a destacar, tenemos los siguientes:

- Por su edad y su tipo de maquinaria, el buque es un ambiente con mucho ruido de fondo en su operación normal. Con el transductor en contacto directo con el agua de mar, comparado con los niveles de ruido detectados cuando se instaló el equipo, se captó un nivel mayor de ruido de fondo, lo que puede tener como resultado un decremento en el rango operacional del perfilador.
- Se percibe una cantidad menor de ensambles “malos” comparando con las pruebas cuando se instaló el perfilador. Seguramente esto originado por la nueva ubicación del transductor.
- Ya le fue instalado un nuevo receptor GPS al laboratorio de instrumentación del buque, el cual permitió alimentar la posición al ADCP de manera correcta y los datos ahora se encuentran debidamente georreferenciados.

- Por la intensidad del eco y los ensambles “malos” reducidos, el ADCP ahora parece tener un mejor desempeño a velocidades medias (4-6 nudos), cuando previamente la tendencia era un mejor desempeño en velocidades bajas. A criterio del autor, esto se debe a que tenemos un diseño más hidrodinámico con la góndola, comparada con el nicho anterior en que se encontraba instalado el transductor.
- El nuevo ángulo de compensación es de **44.7°**, más cercano a los 45° recomendados por el fabricante que los que tenía en el nicho anterior (que era de 43.2°). Este valor deberá ingresarse en el programa VMDAS para que sea usado por el ADCP durante los muestreos en cruceros oceanográficos a bordo, así como para llevar a cabo el post-procesamiento de los datos.

En general, podemos apreciar una mejoría en el desempeño del equipo, comparado con su instalación inicial. Serán los integrantes del personal científico de los siguientes cruceros oceanográficos quienes verificarán esto, con la colecta de datos durante los mismos y su post-procesamiento.

Como recomendaciones finales, se indican las siguientes:

- Una vez que entre en servicio el ecosonda multihaz EM 302, corroborar si interfiere con el ADCP (lo cual es casi un hecho).
- De ser posible, pensar en mediano plazo, y en caso de ser de interés del grupo científico de usuarios del buque, en la adquisición de un sistema de control (vg. *Kongsberg K-Sync*) para poder emplear una cantidad múltiple de equipos acústicos a la vez (coordinando los disparos de cada equipo para que no interfieran entre sí).

- Mantener el esquema de limpieza del transductor del ADCP para su conservación en buen estado y prevenir/detectar cualquier daño.
- Colocar, si se determina factible, un esquema antivegetativo a los transductores del buque para prevenir el crecimiento biológico en ellos.
- Conectar el ADCP con el equipo inercial ya instalado en el buque como parte del ecosonda EM 302 (*Kongsberg MRU*) para que pueda hacerse la compensación del movimiento del buque en los cálculos que hace el programa VMDAS y obtener datos de mejor calidad.
- Solicitar a los usuarios su retroalimentación, una vez que obtengan y procesen datos con esta nueva configuración del ADCP, para conocer la calidad de los datos y detectar puntos de mejora.

### Literatura citada

---

Leñero-Vazquez, J.C. 2016. *Instalación de un perfilador acústico de corrientes (ADCP) a bordo del Buque Oceanográfico Alpha Helix*. Informe técnico CICESE No. 20764, Serie Embarcaciones Oceanográficas, 25 págs. <https://deo.cicese.mx/Docs/DEO/InfTec/2016/it-jclv-2016.pdf>

Consejo de Salubridad General. 2020. ACUERDO por el que se declara como emergencia sanitaria por causa de fuerza mayor, a la epidemia de enfermedad generada por el virus SARS-CoV2 (COVID-19). [Comunicado de prensa el 30 de marzo]. México: Diario Oficial de la Federación. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5590745&fecha=30/03/2020](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5590745&fecha=30/03/2020)

## **Agradecimientos**

---

Al personal del *Buque Oceanográfico Alpha Helix* por su apoyo en las actividades del crucero de calibración del ADCP, especialmente al Capitán Pedro Nuñez por su apoyo para diseñar el plan de crucero y al Ing. José Ramón López Chico por su apoyo en mantener en servicio el ADCP. A los integrantes del grupo científico del crucero Calib-ADCP AH2106-042, gracias por su enérgica participación y por la camaradería mostrada a bordo. Al personal en tierra del Departamento de Embarcaciones Oceanográficas (DEO), por el apoyo para que este crucero se pudiera llevar a cabo, especialmente al Met. Santiago Higareda por proporcionar el pronóstico meteorológico para el crucero y a la Sra. Laura Engracia Ramírez por el apoyo administrativo. Al personal responsable del área de pruebas de COVID-19 en CICESE, por su apoyo al realizarnos las pruebas PCR a todos los participantes para poder llevar a cabo el crucero de manera segura. A Tony Phakonekham, técnico de *Teledyne RD Instruments*, por las memorias que permitieron llevar a cabo este crucero. A la M. D. M. Ana Franco Ramón, por su apoyo en la revisión preliminar del presente informe técnico. Al Ocean. Daniel Loya Salinas, jefe del DEO, por su apoyo para realizar este informe técnico y la revisión final del mismo.

**CICESE** MR