

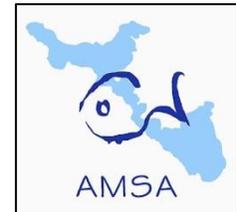
Comisión Interinstitucional de Investigación Hidro-Oceanográfica



INFORME Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL “LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO DEL LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA”.

ENTIDADES ESTATALES PARTICIPANTES

DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS MARÍTIMOS (DIGEMAR) DEL MDN.
AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA DE LAGO DE AMATITLÁN (AMSA).
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN).



CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA, 27 DE JULIO DE 2018

RESUMEN TÉCNICO

“LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA”

Coordinador de la Campaña Hidrográfica:

Alfárez de Fragata

Hugo Estuardo Recinos Carpio.

Personal de Trabajo:

Ingeniero Agrónomo

Gustavo Méndez García.

Técnico en Geodesia

Faustino López García.

Técnico en Geodesia

Luis Sandoval Betancourt

Patrón de Embarcación

Juan Roque

Patrón de Embarcación

Mario Sigüenza

Software Utilizados:

Software de Adquisición

Software Hypack Max

Software de Procesamiento

Software Geoespacial Caris

Software Geodésico

Leica LGO

Fecha de Levantamiento:

Fecha de Inicio

Lunes 07 de mayo de 2018.

1 Fecha de Finalización

Martes 10 de julio de 2018.

Embarcación Utilizada:

Lancha tipo Tiburonera

De 25 pies de eslora, propiedad de AMSA.

Motor

Suzuki de 40 hp de dos tiempos

Área de Trabajo:

Lago de Amatitlán

Parte Este y parte Oeste.

Obtención de Datos:

Cobertura de la batimetría

Cubrimiento del Lago de Amatitlán en ambos lados (Este y Oeste), con el objeto de realizar una comparación con batimetrías anteriores y así determinar la cantidad de sedimento almacenado en el fondo marino.

Espaciamiento entre líneas
Operaciones sobre la borda

Líneas con espaciamiento de 40 metros entre sí. Únicamente adquisición de Data batimétrica y posicionamiento en modo diferencial (RTK).

Datum horizontal

WGS-84, proyección UTM zona 15 norte.

Datum vertical

Altura elipsoidal calculada.

Huso horario

UTC -06

Área levantada

14 millones 365 mil 139.456 metros cuadrados aproximadamente.

Volumen de área levantada

262 millones 196 mil 731.528 de metros cúbicos de cuerpo de agua, aproximadamente.

Profundidades

Velocidad de Adquisición

Duración de Levantamiento

De 0.55 metro a 28.55 metros aproximados

Un promedio de 5 nudos aproximadamente.

22 días en total.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO DEL LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA.

1. GENERALIDADES.

Los levantamientos hidrográficos son de vital importancia para garantizar la seguridad a la navegación y la vida humana en el mar; la seguridad del personal y tener presente que las operaciones deben ser enfatizada sobre la calidad de los datos geoespaciales adquiridos.

2. OBJETIVO GENERAL ALCANZADO:

La Comisión Interinstitucional de Investigación Hidro-Oceanográfica (CIIHO), a través de la Dirección General de Asuntos Marítimos (DIGEMAR) del Ministerio de la Defensa Nacional de Guatemala, El Instituto Geográfico Nacional y La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán (AMSA), realizaron el levantamiento batimétrico y topográfico del Lago de Amatitlán, Guatemala; con el objeto de obtener la información geoespacial del fondo marino, superficie terrestre (puntos de control), sondeos de profundidad, información de control vertical, cálculo de volumen del cuerpo de agua de referido lago, necesaria para poder determinar la sedimentación que acumula referido lago debido al aporte que recibe del Río Villa Lobos, al momento de comparar batimetrías realizadas con anterioridad; así como también toda la información necesaria para obtener una carta batimétrica actualizada y así poder generar la información adecuada para garantizar la seguridad a la navegación del área en mención.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ALCANZADOS:

- a. Obtención de batimetría del Lago de Amatitlán, Guatemala (Ver anexo "A").
- b. Posicionamiento y actualización de puntos de control geodésico, en el área de trabajo para geo-referenciación de información.
- c. La elaboración de una carta batimétrica del Lago de Amatitlán dividida por partes y una carta batimétrica general (Ver anexo "B").
- d. Cálculo de volumen del cuerpo de agua del Lago de Amatitlán, así como la comparación de volumen de cuerpo de agua de batimetrías realizadas anteriormente (Ver anexo "F").

4. FUNDAMENTOS LEGALES

El Estado de Guatemala ratificó el "**Convenio Internacional de la Organización Hidrográfica Internacional (OHI)**", por medio del Decreto 85-70 de fecha 20NOV1970, del Congreso de la República de Guatemala, el cual fue comunicado oficialmente el 26ENE1971 por medio del Ministerio de Relaciones Exteriores; estableciendo que los **Estados miembro de la Organización, se comprometen a:**

- La localización y sondaje del mejor canal para ingresar a puerto,
- Ejercer un control periódico y a observar los cambios en el fondo marino y levantamientos hidrográficos y
- Facilitar la publicación de la información,
- Establecimiento de un sistema de ayuda a la navegación y
- Establecer y mejorar el desarrollo de normas internacionales, relacionadas a la hidrografía y cartografía náutica.

El Estado de Guatemala aprobó el "**Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar 1974 y su Protocolo de 1988 (SOLAS)**", por medio del Decreto Ley No. 74-82 de fecha 30AGO1982, publicado el 06MAY1983, texto contenido en el Acuerdo Gubernativo No. 234-82 de fecha 30AGO1983. El "Protocolo de 1988" fue aprobado por medio del Decreto Legislativo No. 78-97 del Congreso de la República de fecha 09SEP1997, instrumento de adhesión el 24MAY2000, publicado el 15ENE2001, el texto del protocolo siendo publicado el 09NOV2000.

Decreto Ley No 119-82, "**Convenio Constitutivo de la Organización Marítima Internacional (OMI)**", de fecha 02MAR1984, del Congreso de la República de Guatemala.

El Estado de Guatemala aprobó la "**Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR)**", por medio del Decreto Legislativo No. 56-96 de fecha 22JUL1996, del Congreso de la República de Guatemala. Establece en su Artículo 24. - "**Deberes del Estado Ribereño. El Estado Ribereño dará a conocer de manera apropiada todos los peligros que, según su conocimiento, amenacen a la navegación en su mar territorial**".

Resolución 53/32 de fecha 24NOV1998, de la **Asamblea General de las Naciones Unidas**, en su numeral 21 "*Invita a los Estados a cooperar en la realización de estudios hidrográficos, y la prestación de servicios náuticos; para **garantizar la seguridad de la navegación**, así como la mayor uniformidad posible en las cartas y publicaciones náuticas y coordinar sus actividades para que la información hidrográfica y náutica esté disponible a escala mundial*".

Circular No. 24 de fecha 14FEB2003, de la Organización Marítima Internacional (OMI), dirigida a: Todos los Estados Miembros de la Organización, Todos los Estados no Miembros de la Organización que son Partes Contratantes del Convenio SOLAS 1974, enmendado, y sus Protocolos de 1978 y 1988, Todos los Estados no Miembros de la Organización que son Partes Contratantes del Protocolo de 1978 relativo al Convenio MARPOL 1973, enmendado; hace referencia a "**Comunicación de**

Información sobre las Autoridades Guatemaltecas Responsables del Cumplimiento de los Instrumentos de la OMI". Donde el Estado de Guatemala, informa a los Estados Miembros de la OMI, que *"la Marina de la Defensa Nacional de Guatemala, a través de las Comandancias y Capitanías de Puerto, unidades de superficie y técnicos debidamente acreditados son los encargados de efectuar las inspecciones y reconocimientos a los buques en función de **Estado Ribereño, Estado de Bandera y Estado Rector de Puerto**".*

Circular No. MSC/Circ. 1118 de fecha 27MAY2004, de la Organización Marítima Internacional (OMI), dirigida a: Todos los Estados Miembros de la Organización, la cual hace referencia a la **"Aplicación de la Regla V/9 del Convenio SOLAS - Prestación de Servicios Hidrográficos"**. Establece *"las responsabilidades de los Gobiernos Contratantes del Convenio SOLAS, con respecto a la prestación de servicios hidrográficos en virtud de las nuevas reglas del Capítulo V que entraron en vigor el 01JUL2002"*.

Acuerdo Gubernativo No. 383-2010 de fecha 28DIC2010, donde se acuerdan las "Reformas al Acuerdo Gubernativo No. 522-2006 de fecha 30OCT2006, Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de la Defensa Nacional"; establece en su Artículo 2.- **Se adiciona el Artículo 17 A con el texto siguiente: "Artículo 17 A.- Objeto y Naturaleza. La Dirección General de Asuntos Marítimos se considera una Dependencia de carácter especializado, que tendrá a su cargo la administración del ejercicio de las funciones de **Estado de Abanderamiento, Estado Rector de Puerto y Estado Ribereño** con el objeto de incrementar la seguridad y protección marítima, **eficiencia de la navegación** y prevenir la contaminación desde los buques en los espacios acuáticos soberanos y jurisdiccionales guatemaltecos"**.

5. ÁREAS DEL LEVANTAMIENTO:

Para poder trabajar con la mayor precisión posible, se utilizó imágenes satelitales orto-rectificadas proporcionadas por AMSA, con las cuales, a través del procesamiento respectivo con el Software Geoespacial Caris, se pudo digitalizar la Línea de Base del Lago de Amatitlán, así como también dividir referido lago en Parte Este y parte Oeste. **(Ver Anexo "A")**.

6. OBTENCIÓN DE DATOS.

La obtención de datos incluye la adquisición de la siguiente información:

- a. Batimetría completa del lago.
- b. Información de control vertical.
- c. Línea de base del lago (general y dividida en partes).
- d. Áreas y volumen de cuerpo de agua calculado.
- e. Fotografías
- f. Carta batimétrica.

7. GRUPO DE TRABAJO:

El grupo de trabajo conformado por las diferentes instituciones Estatales las cuales son parte de la Comisión Interinstitucional de Investigación Hidro-Oceanográfica (CIIHO), trabajaron jornadas completas irregulares las cuales dependieron de las condiciones atmosféricas del área; dicho grupo de trabajo es el siguiente:

- a. Dirección General de Asuntos Marítimos del Ministerio de la Defensa Nacional, con 01 oficial subalterno Hidrógrafo Clase "B" y Cartógrafo.
- b. Instituto Geográfico Nacional, con 2 técnicos en geodesia
- c. Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán, con 01 Ingeniero Agrónomo, desempeñando funciones de topografía; dos motoristas de embarcación.

8. CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL.

a. Datum horizontal:

Se empleó como referencia o Datum horizontal durante el levantamiento batimétrico, un Sistema de Posicionamiento Global Diferencial (DGPS por sus siglas en inglés) marca Hemisphere modelo VS-330; el cual se utilizó como referencia el elipsoide WGS-84 con coordenadas UTM zona 16 Norte.



b. Datum Vertical:

Como referencia vertical, actualmente AMSA posee reglas de mareas y un mareógrafo con el principio de funcionamiento de radar (actualmente se encuentra fuera de servicio) en diferentes posiciones alrededor del lago; debido a la naturaleza del mismo, se realizó observaciones en la altura del nivel del agua del lago y durante el tiempo que tardó el levantamiento batimétrico (21 días aproximadamente), no presento algún cambio significativo dicha altura de nivel de agua; por lo tanto es necesario realizar constantemente observaciones de la altura del nivel de agua en el Lago de Amatitlán, para poder tener información precisa de la forma en la que las estaciones del año (invierno y verano) afectan este factor importante. Es importante también mencionar que antes de que el aporte de caudal del Río Villa Lobos ingrese al Lago de Amatitlán, este es manipulado de diferentes maneras (plantas de tratamiento y otros, por ejemplo), por lo tanto, es necesario saber con precisión si referido caudal es constante o cambia de acuerdo con la estación del año en uso.

El Instituto Geográfico Nacional, para realizar la densificación vertical de los diferentes puntos de control, en los cuales se logró actualizar cada uno correctamente para poder realizar las diferentes aplicaciones; para esto dicho equipo técnico en geodesia, utilizó un equipo de Estación Total marca Leica serie TCR1205.



c. Imágenes Satelitales y Línea de Base

Como fondo de trabajo, se utilizó imágenes satelitales debidamente ortorectificadas, las cuales fueron proporcionadas por AMSA; la Línea de delimitación (Línea de Base), se determinó a través de las diferentes herramientas otorgadas por el Software Geoespacial Caris.

9. ESPACIAMIENTO DE LÍNEAS:

Las líneas planificadas de levantamiento con ecosonda mono-haz, se realizaron con una separación o espaciamiento de 40 metros entre sí; para poder tener una mayor información (densificación) del fondo marino del Lago de Amatitlán; se tomó la decisión de trazar un espaciamiento reducido, lográndose obtener 1 millón 262 mil 838 puntos o sondajes en total. En relación con batimetrías nacionales realizadas con anterioridad por diferentes especialistas y equipo, se había podido obtener únicamente 91 mil 833 puntos en total (batimetría realizada en el año de 2012); por tanto, esta última batimetría realizada (julio 2018) tiene casi 14 veces más cubrimiento de fondo marino, lo cual es vital importancia para interpretar de forma más exacta la forma del fondo marino, así como para realizar cálculos de volumen de agua entre otros.

(Ver anexo “C”).

10. PROCESAMIENTO DE BATIMETRÍA:

Todos los datos obtenidos fueron procesados y validados, agregando los respectivos archivos de corrección (calado, entre otros). Los sondeos no poseen reducción de altura de marea; se aplicó la corrección de calado de la embarcación. Todas las mediciones son expresadas en metros, dando como resultado el sondaje menor a 0.55 metros y el mayor sondaje visualizado es de 29.01 metros.

11. SONDEOS:

Los sondeos registrados son expresados en metros. El proceso de reducción o sorteo de sondajes se realizó de la Data total, a una reducción de 175 metros; la carta batimétrica se procesó de la siguiente manera: datos reducidos a 175 metros visualizando la parte Este del Lago de Amatitlán, datos reducidos a 175 metros visualizando la parte Oeste del Lago de Amatitlán y datos reducidos a 175 metros en la totalidad del Lago de Amatitlán.

CALIBRACIONES:

Antes de iniciar el levantamiento batimétrico, se realizó una prueba y calibración de equipo para estar totalmente seguro, que la información adquirida es verdadera y precisa.

12. LOGISTICA:

a. Alojamiento Alimentación y Transporte:

El alojamiento y la alimentación tanto a bordo de la embarcación como en el área de trabajo y el transporte total de la brigada de levantamiento batimétrico, fue proporcionado por La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenta del Lago de Amatitlán (AMSA).

b. Embarcación y combustible:

Durante el levantamiento batimétrico, se utilizaron un aproximado de 252 galones de combustible gasolina (12 galones diarios) para un motor marino fuera de borda, de 2 tiempos y 40 Hp de potencia de propulsión; la embarcación utilizada fue una lancha tipo Tiburoner de 25 pies de eslora; la embarcación, así como la tripulación de la embarcación, fue proporcionada por AMSA.

c. Equipos de Control Horizontal:

Para la actualización de vértices geodésicos, se gestionó la presencia del Instituto Geográfico Nacional (IGN), quién es el ente autorizado para dicha labor; para desarrolla referido trabajo, se utilizó equipo competente para dicha índole.

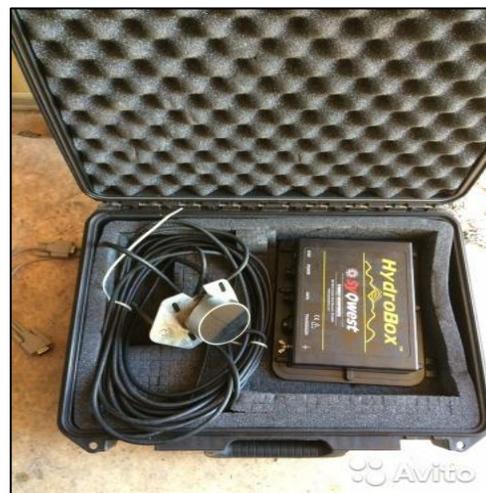
d. Equipos Hidrográficos:

El equipo de levantamiento batimétrico en su totalidad utilizado durante la batimetría fue proporcionado por la Dirección General de Asuntos Marítimos (DIGEMAR) del MDN y por la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán. El equipo hidrográfico utilizado se detalla a continuación:

No.	Descripción de Equipo	Proporcionado por
1	Llave Hypack	DIGEMAR
2	Llave Caris	DIGEMAR
3	Ecosonda monohaz Hydrobox	DIGEMAR
4	GPS Diferencial Marino Hemisphere	DIGEMAR
5	Computadora de Adquisición a bordo de embarcación	AMSA/DIGEMAR



Hemisphere VS-330



Ecosonda Monohaz Syqwest Hd

13. SEGURIDAD.

a. Norma Oficial Guatemalteca.

La embarcación utilizada durante el levantamiento batimétrico en el área del Lago de Amatitlán, Guatemala, fue una embarcación menor tipo Tiburonería de 25 pies de eslora; durante las operaciones batimétricas, se utilizó equipo individual de chaleco salvavidas, comunicación vía teléfono celular, botiquín de primeros auxilios, entre otros.

b. Medidas de seguridad.

Durante las operaciones batimétricas, se mantuvo control total de las siguientes medidas de seguridad:

- i. Verificación de pronóstico atmosférico.
- ii. Verificación de equipo de seguridad a bordo de la embarcación menor utilizada.
- iii. Verificación de que los cables de los equipos utilizados estuvieran adujados y firmes a la embarcación.

c. Resguardo de Equipos:

Todo el equipo batimétrico utilizado durante el levantamiento fue puesto en resguardo en el interior de Estación Acuática de AMSA.

14. Observaciones

Durante el desarrollo del levantamiento batimétrico en el área del Lago de Amatitlán, Guatemala, se determinó:

- a. Los principales vértices geodésicos ubicados en la orilla del Lago de Amatitlán se encontraban desactualizados.
- b. Dentro de la información proporcionada para realizar el levantamiento batimétrico, se encontraba en coordenadas GTM.
- c. El control vertical proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional fue obtenido de manera calculada.
- d. AMSA posee reglas de mareas y un mareógrafo de radar en puntos clave del Lago de Amatitlán, únicamente que no se recolecta información constante de dichos dispositivos.
- e. El equipo hidrográfico que pertenece a AMSA (ecosonda mono-haz de doble frecuencia, perfilador de velocidad del sonido, entre otros), se encuentran en mal estado.

15. Recomendaciones

Para fortalecer las capacidades hidrográficas y la seguridad a la navegación, durante el desarrollo de futuros levantamientos batimétricos en el Lago de Amatitlán, Guatemala, se recomienda lo siguiente:

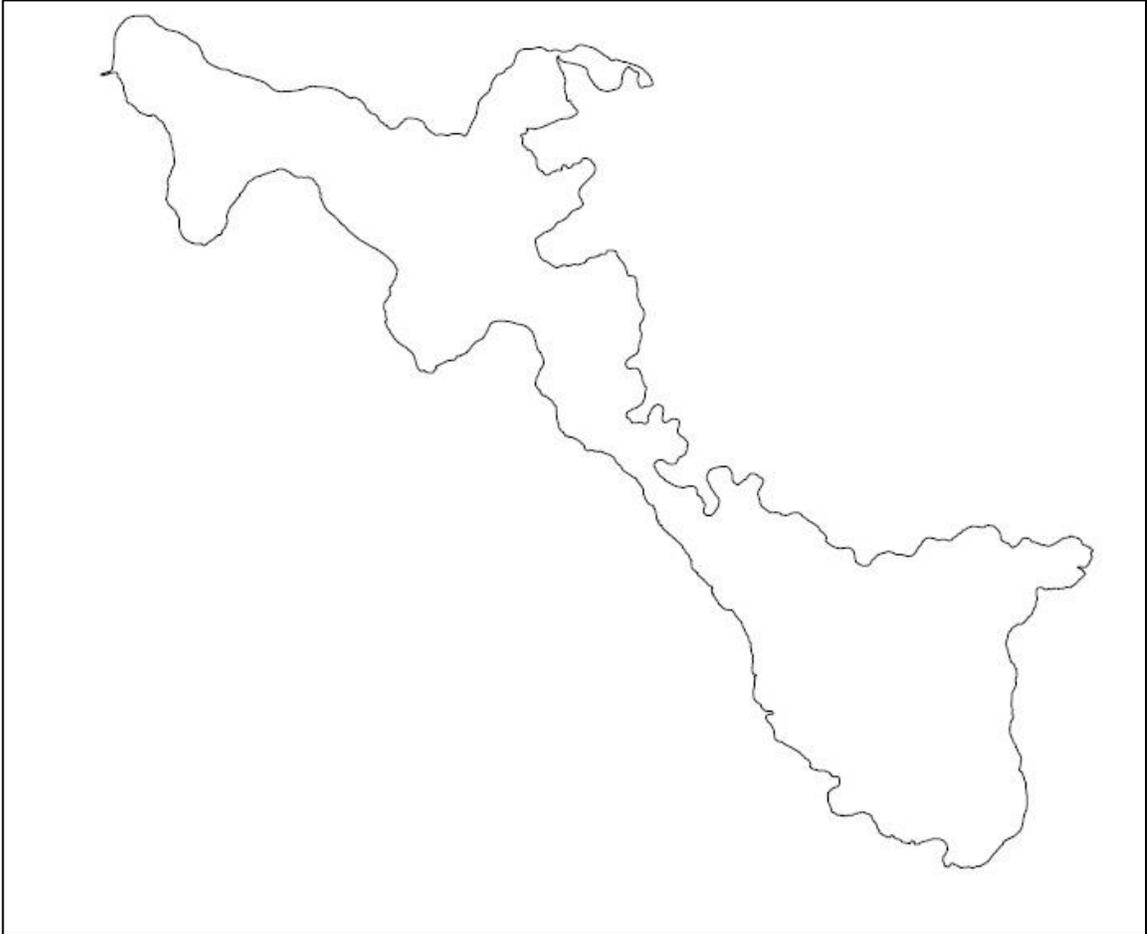
- a) Realizar un plan de trabajo entre AMSA e IGN para mantener actualizados los vértices geodésicos y bancos de marca que se encuentran a los alrededores del Lago de Amatitlán.
- b) Cuando se realizan trabajos de batimetría, por cuestiones de estándares internacionales se debe de emplear el elipsoide WGS-84 en coordenadas geográficas (Longitud Latitud, UTM, etc.).
- c) Se recomienda que AMSA ponga en funcionamiento el mareógrafo de radar que poseen en Estación Acuática y que realice observaciones constantes y diarias de las reglas de mareas ya instaladas, logrando así tener una base de datos de control vertical del Lago de Amatitlán.
- d) AMSA debe de realizar las gestiones que considere pertinentes para reportar el mal estado en el que se encuentra el equipo hidrográfico a su consignación, así como también gestionar la modernización (adquisición) de equipo hidrográfico, ya que el que posee actualmente está desactualizado y es difícil la manipulación y operación de este.

El Alférez de Fragata
Jefe del Departamento de Hidrografía y Oceanografía
Dirección General de Asuntos Marítimos del MDN



Hugo Estuardo Recinos Carpio.

ANEXO "A"
Polígono Delimitado del Área de Levantamiento



ANEXO "B"

Carta Batimétrica

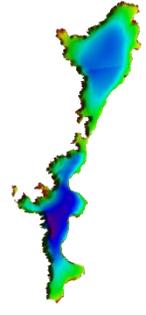


CARTA BATIMÉTRICA "LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA"

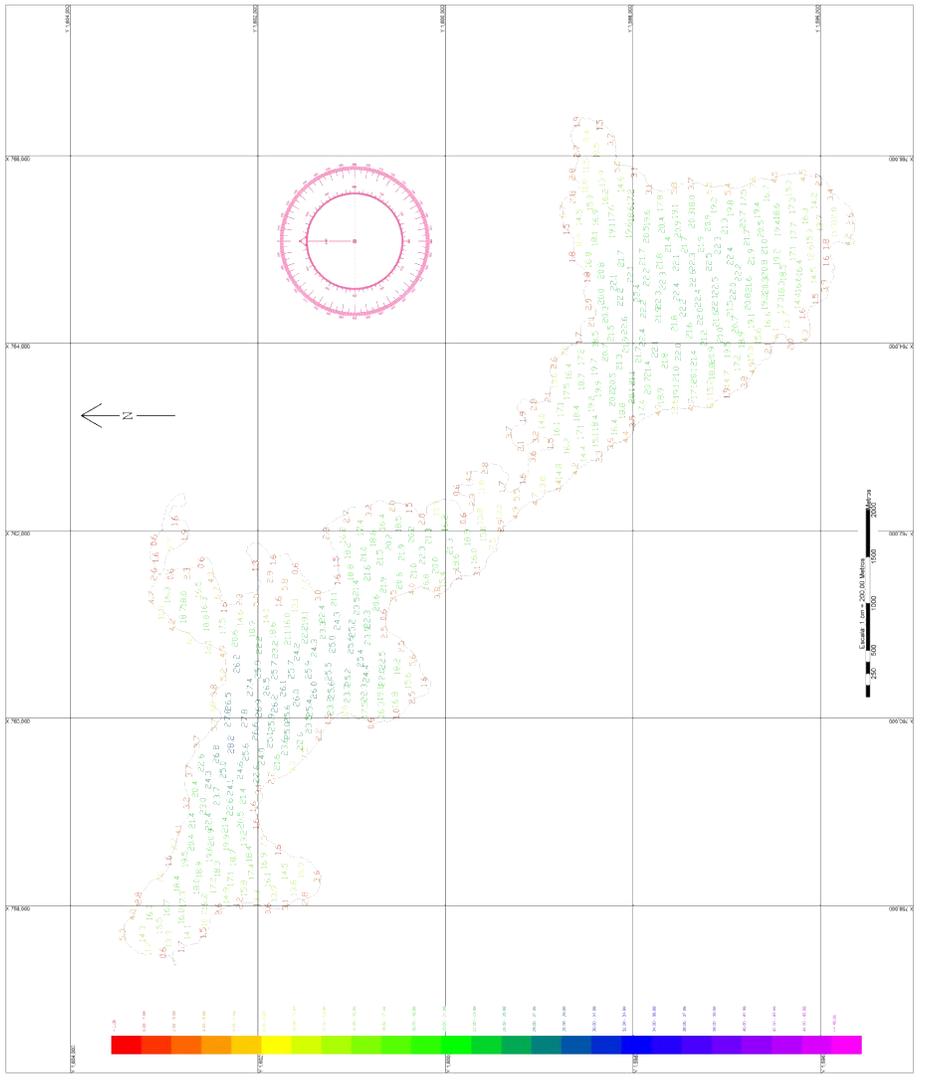
EIPSOIDE: WGS-84
ESCALA 1:4.500

PROYECCION: UTM ZONA 15 NORTE
DATUM VERTICAL: NIVEL MEDIO DEL MAR
ALTURA: EN METROS SOBRE EL NIVEL MEDIO DEL MAR

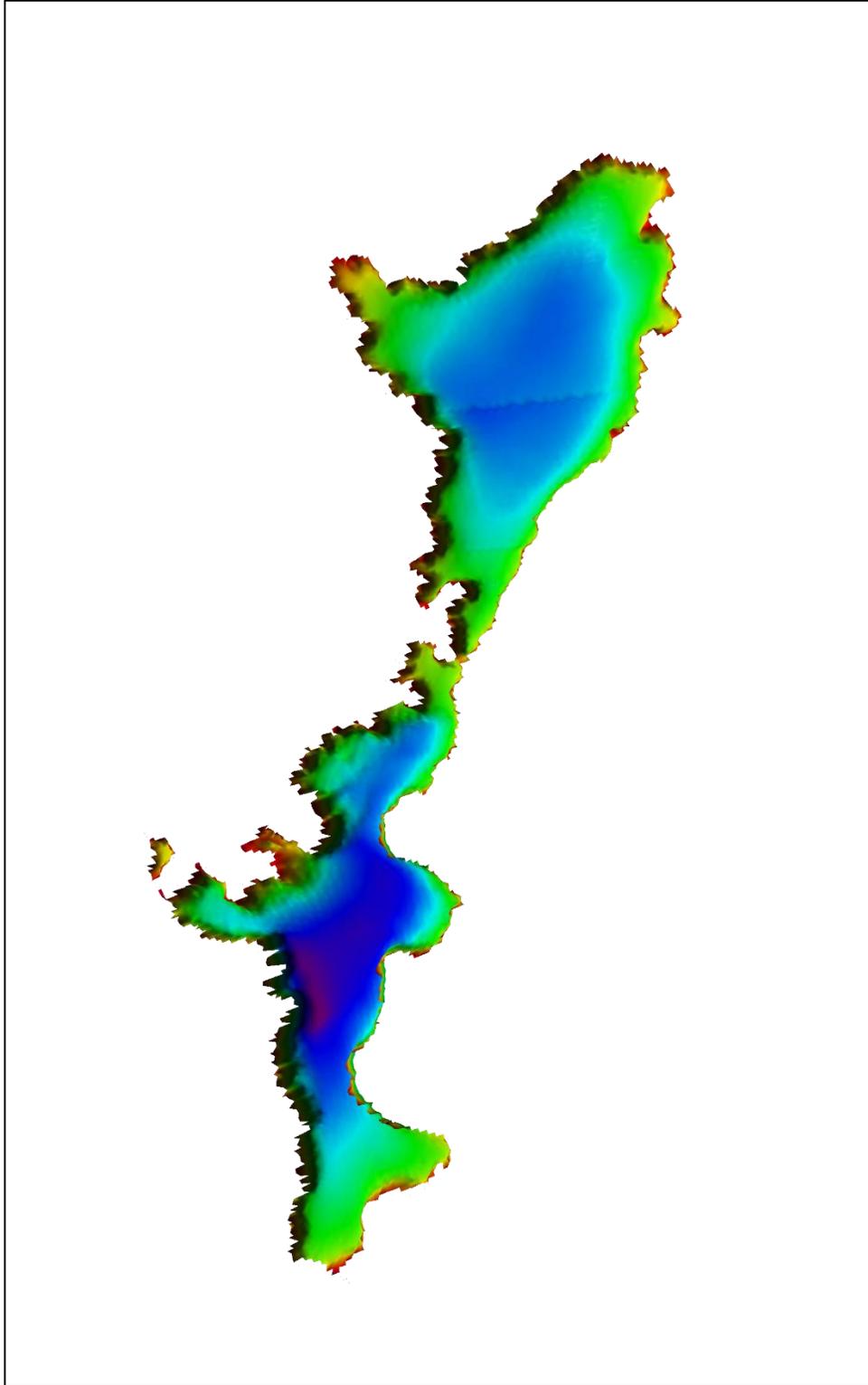
- NOTAS:**
- 1.- SONDEOS REDUCIDOS EN METROS.
 - 2.- SONDEOS CORREGIDOS POR DATOS DE MAREA OBSERVADA.
 - 3.- POSICIONES EFECTUADAS CON GPS EN MODO DIFERENCIAL.



DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y OCEANOGRAFÍA	
DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS MARÍTIMOS	
COORDINADOR DE MAREAS HIDROGRÁFICAS	
ALFREDO FERRAZ	
INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN	
REVISOR	
GUSTAVO MENDOZA	
INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN	
FECHA DE ELABORACIÓN	
FEBRERO DE 2018	
FECHA DE ACTUALIZACIÓN	
FEBRERO DE 2018	



ANEXO "C"
Superficie del Lago de Amatitlán



ANEXO "D"

Isobatas del Lago de Amatitlán



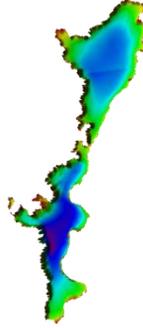
CARTA BATIMÉTRICA
"LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA"

ELIPSOIDE: WGS-84
 ESCALA 1:4,500

PROYECCIÓN: UTM, ZONA 15 NORTE
 DATUM VERTICAL: NIVEL MEDIO DEL MAR
 ALTURA: EN METROS SOBRE EL NIVEL MEDIO DEL MAR

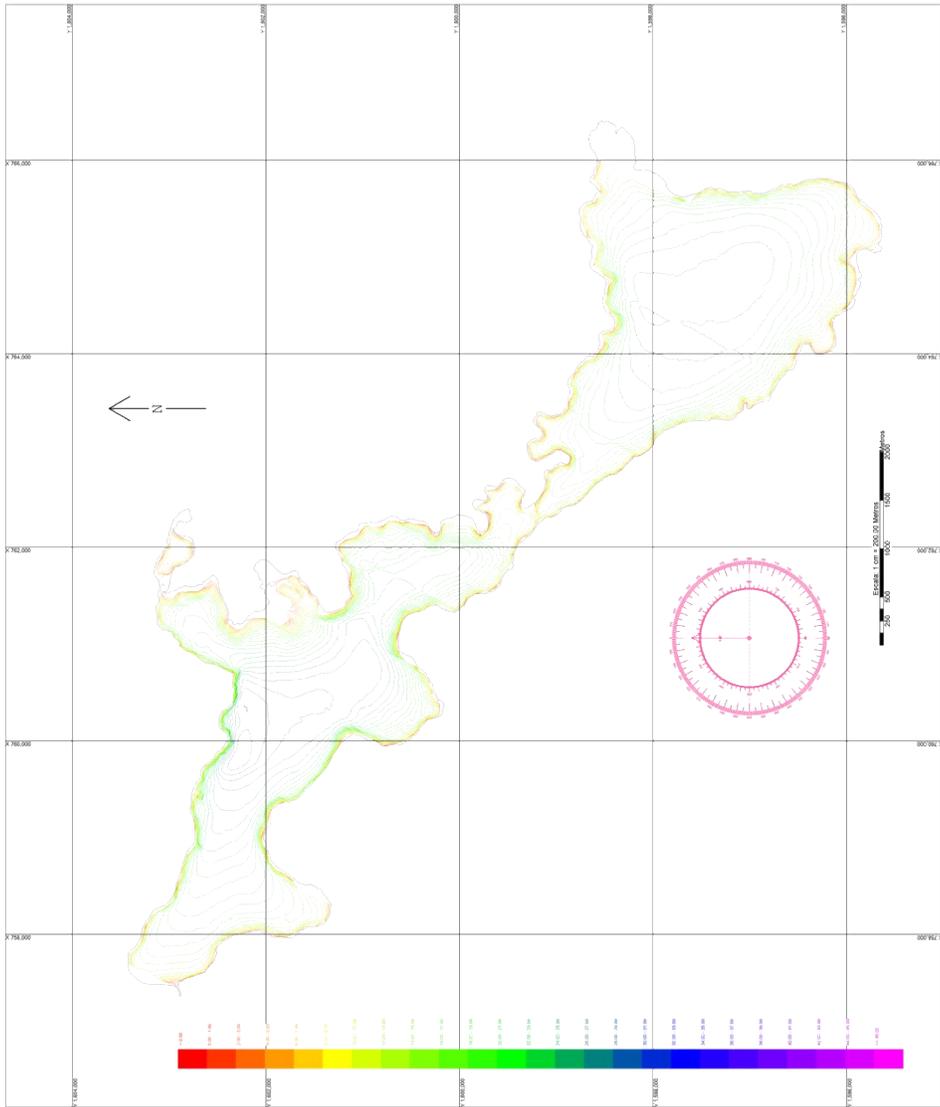
NOTAS:

- 1.- SONDEOS REDUCIDOS EN METROS.
- 2.- SONDEOS CORREGIDOS POR DATOS DE MAREA OBSERVADA.
- 3.- POSICIONES EFECTUADAS CON GPS EN MODO DIFERENCIAL.

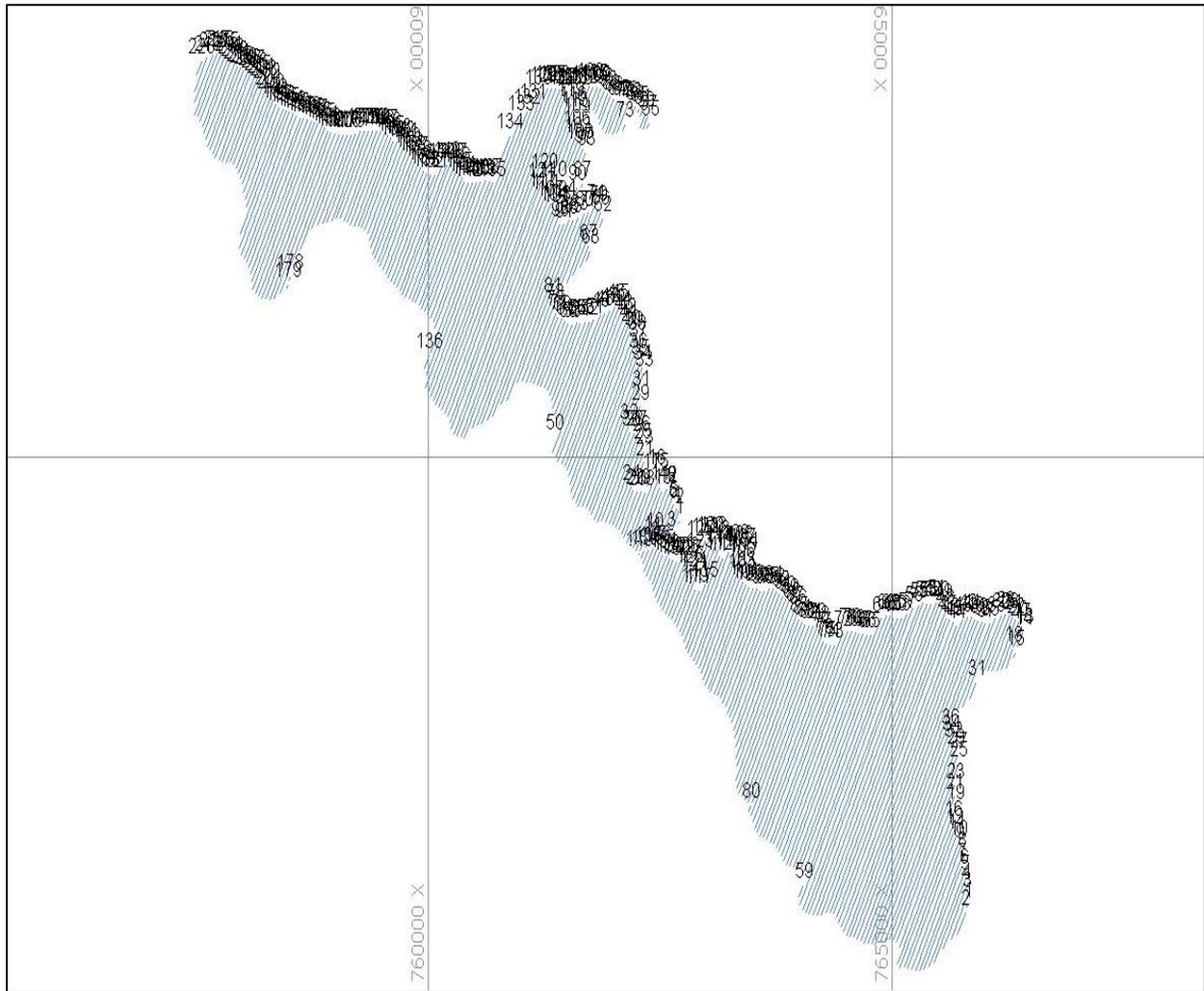


DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y OCEANOGRAFÍA

DIRECCIÓN GENERAL DE ADIUTOS NÁUTICOS	
LAGO DE AMATITLÁN, GUATEMALA.	
CARTA NÁUTICA	
PROYECCIÓN UTM, ZONA 15 NORTE	
DATUM VERTICAL: NIVEL MEDIO DEL MAR	
DATUM HORIZONTAL: NIVEL MEDIO DEL MAR	
ESCALA: 1:4,500	
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM	
FECHA DE ELABORACIÓN: 07 DE MARZO DEL 2010	
TÍTULO DEL ESTABLECIMIENTO: NAVEGACIÓN	



ANEXO "E"
Líneas Planeadas de Levantamiento



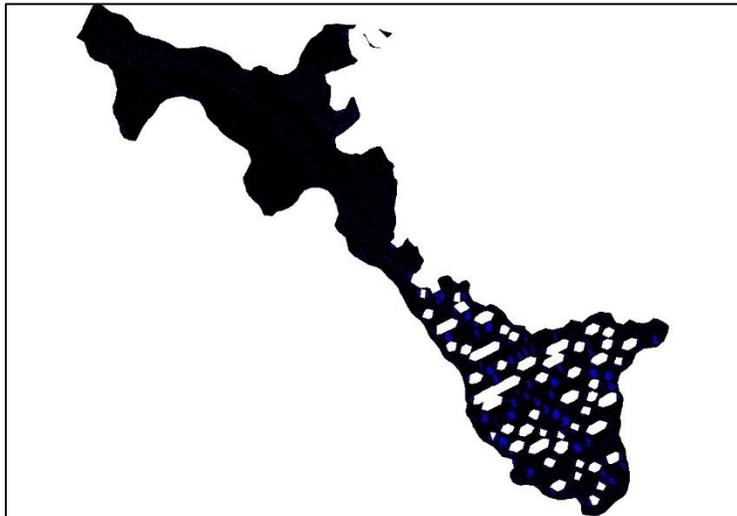
ANEXO "F"

Comparación de Volumen de Agua con Batimetría realizada en 2015

En mayo de 2015, dentro del seno de la Comisión Interinstitucional de Investigación Hidro-Oceanográfica (CIIHO), se desarrolló la batimetría del Lago de Amatitlán, al mando de la campaña hidrográfica estaba el Teniente de Navío e Hidrógrafo "A" Juan Francisco Santos Solórzano; dentro del informe desarrollado se expone el cálculo de volumen de cuerpo de agua de referido lago, por tal razón se concluye de la siguiente manera al hacer la comparación de la última batimetría realizada en Julio de 2018:

Comparación de Batimetría 2015 y 2018			
	Volumen mts ³	Volumen km ³	Diferencia
Batimetría 2015	286,000,000.00 mts ³	0.286 km ³	24 millones de mts ³
Batimetría 2018	262,000,000.00 mts ³	0.262 km ³	

Con la información antes expuesta, se puede determinar que, en un lapso de 3 años, existe una diferencia de volumen de cuerpo de agua de 24 millones de mts³ en referido lago, lo que se puede expresar en una disminución de volumen de cuerpo de agua de 8 millones de mts³ por año. Toda esta información se puede concluir de la siguiente manera: el sedimento que se acumula por los diferentes aportadores en el fondo del Lago de Amatitlán, aumenta a una taza anual del 8.40% aproximadamente.



ANEXO "G"
Fotos Varias





