



RELEVAMIENTO BATIMÉTRICO DEL SISTEMA LAGUNAR DEL YPOA

Material elaborado en el marco del proyecto

Redefiniendo los límites del Lago Ypoa – 14INV053



Comité Nacional
de Humedales
del Paraguay



RELEVAMIENTO BATIMÉTRICO DEL SISTEMA LAGUNAR DEL YPOA¹

El presente proyecto tiene como objetivo el contribuir al conocimiento de las características físicas del Lago Ypoá, complejo poco conocido, conformado por tres lagunas: Cabral, Verá y el Lago Ypoá que se suponen una sola, separadas por grandes masas de embalsados.

Así mismo el ampliar y sistematizar los conocimientos sobre los humedales en el Paraguay con énfasis en aquellos de aguas lénticas, buscando fortalecer una línea de investigación sobre humedales. De igual forma el determinar indicadores macrobiológicos del estado de conservación del complejo Ypoá y su entorno costero, apoyando el fortalecimiento del Comité Nacional de Humedales del Paraguay. Incorporando metodologías de comunicación novedosas con habitantes de la zona, para socializar con las comunidades del área como con los tomadores de decisiones y científicos en general

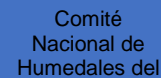
El presente resultado es el resumen del relevamiento batimétrico del sistema lagunar que conforma el humedal; es el resultado de una consultoría especializada realizada por la ONGagua, como parte de las actividades previstas, y que ha generado información clave para entender el funcionamiento del complejo lagunar.

Un elemento relevante para tener en cuenta es que al momento de escribir la propuesta el área estaba bajo la categoría de Parque Nacional Natural, la cual ha sido cambiada a área de recursos manejados, lo que determina en buena medida el futuro que pueden tener muchos de estos lugares ampliamente desconocidos y con limitada información sobre los mismos.

El proyecto ha sido desarrollado con el apoyo del Programa Prociencia del CONACYT, e implementado por La Fundación Moisés Bertoni, El CEDIC, y el Comité Nacional de Humedales del Paraguay.

Danilo Salas
dsalas@mbertoni.org.py
Fundación Moisés Bertoni

¹ Consultoría realizada en el marco del proyecto Redefiniendo los límites del lago Ypoa” - 14-INV-053 por la ONGagua. Alfonso Oscar, Brítez Pablo, Centurión Lorenzo, Larroza Fernando y Fariña, Sandra.
oalfonsocorrea@gmail.com; pablobritez@hotmail.es; l.centurion@gmail.com; fernando.larroza@gmail.com; Sandra.dolsa@gmsil.com



RELEVAMIENTO, BATIMÉTRICO DEL SISTEMA LAGUNAR DEL YPOA²

Resumen

Para el relevamiento batimétrico del sistema lagunar del Lago Ypoa, (lago Ypoa, y las lagunas Cabral y Verá o Ypoa Guazú, ubicadas en el Parque Nacional Ypoa), se emplearon equipos de precisión para navegación y acercamiento y Eco-sonda para la determinación de profundidad en cada punto de la malla, dichas mediciones ha demostrado que los espejos de agua son muy similares en su profundidad, no habiéndose encontrado puntos que sobrepasen los 3 m de profundidad.

- *El lago Ypoa* tiene un área de 29,9 Km², y una profundidad mayor de 2,70 m, siendo su principal fuente de alimentación el riacho Ombú, y otros pequeños arroyos al este que caen al humedal. - *La laguna Cabral*, tiene un área de cuerpo de agua de 11,784 Km², con una profundidad mayor de 2,10 m., presentan algunas islas con afloramiento rocoso por lo general, que sobresalen del humedal, son puntos elevados con cubierta arbórea de buen porte, algunas de ellas son habitadas, no se pudo apreciar ningún curso hídrico tributario o fuente de alimentación de agua superficial, por lo que se puede inferir que existe conectividad sub-superficial con la laguna Ypoa por debajo de los embalsados, además de fuente de alimentación pluvial. - Finalmente *La Laguna Verá* también denominada Ypoa Guazú, tiene un área de cuerpo de agua de 49.982 Km², la profundidad mayor es de 2,40 m., no se observaron ningún tributario importante, sin embargo, muchos arroyos alimentan el humedal que rodea la laguna del lado este, posible alimentación de aguas subsuperficiales de este sistema lagunar. El desagüe de esta laguna se da por el sur, a través del riacho Negro, atravesando el humedal hasta desembocar en el río Tebicuary. Este cuerpo de agua es el de mayor extensión entre las demás, y por su extremada dificultad de acceso ya que está completamente rodeada de humedales, es la que mejores condiciones ambientales mantiene en este sistema lagunar.

En las Lagunas Ypoa y Cabral, se observan elevaciones, con afloramientos rocosos y cobertura arbórea prácticamente inalterada. En la laguna Verá sin embargo no se observaron elevaciones ni afloramientos rocosos, sí isletas y algunas de gran superficie, pero de cobertura arbórea más baja. Se ha observado el avance del pirí sobre el cuerpo de agua en algunos puntos el sector sur y oeste de la laguna Ypoa. Además, en todas las islas y elevaciones observadas se encontraron suelos no muy profundos, se observaron restos de moluscos. Las cotas media de los espejos de agua están entre los 57 m.s.n.m. y 60 m.s.n.m.

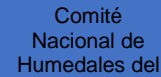
1. INTRODUCCIÓN

El sistema lagunar del Lago Ypoa, integran; lago Ypoa, y las lagunas Cabral, Paraná-mí y Verá o Ypoa Guazú, la ubicadas en el Parque Nacional Ypoa. Queda fuera del este relevamiento la laguna Paraná.mí, quedando fuera de estos relevamientos.

La primera actividad realizada fue el viaje de reconocimiento de la laguna Ypoa, realizada en el mes de junio, el objetivo fue identificar el acceso de mejor condición para la expedición

² Consultoría realizada en el marco del proyecto "Redefiniendo los límites del lago Ypoa" - 14-INV-053 por la ONGagua. Alfonso, Oscar, Brítez Pablo, Centurión, Lorenzo, Larroza, Fernando y Fariña, Sandra.

oalfonsocorrea@gmail.com; pablobritez@hotmail.es; l.centurion@gmail.com; fernando.larroza@gmail.com; Sandra.dolsa@gmsil.com



de relevamiento, los contratiempos que se podría tener, y el lugar adecuado para montar el campamento-base para la operación de relevamiento.

1.1. Antecedentes

Existen escasas informaciones referentes a este sistema hídrico, y no se ha encontrado antecedentes que indique la realización de algún relevamiento de profundidad en las mismas. Se han accedido a algunas informaciones históricas vinculadas al sistema lagunar del Ypoa, que hacen referencia de la forma y profundidad de las lagunas, se indican a continuación:

Don Félix de Azara, en su obra póstuma “**DESCRIPCIÓN E HISTORIA DEL PARAGUAY Y DEL RÍO DE LA PLATA**”, publicada en el año 1.847, en la pag.21 hace referencia que son lagunas de poca profundidad, pero de agua permanente y que otras del sistema se secan en verano.

Recopilaciones cartográficas del siglo XIX como: el mapa de Justus Perthes del año 1.875 y el de Soldán de Paz del año 1.888 y otros autores observados representan a la laguna como un único espejo de agua, lo cual demuestra la percepción de dichos cartógrafos en aquellos tiempos.

Obra más reciente es de la Sra. Margarita Miró Ibars “**FORMACIÓN NATURAL Y SOCIAL DEL ENTORNO DE LOS HUMEDALES DEL LAGO YPOÁ Y CARAPEGUÁ**”, publicada en el año 2.002, en la pag. 20, hace referencia de comentarios sobre la profundidad del canal existente entre las Islas Marcelo y Valdez.

Testimonio verbal que hace el Ing. Crispín Isasi, lugareño, hace referencia que, en la década del 40, hubo una extraordinaria sequía que permitió el cruce de la laguna Ypoa en carreta. Esto debe cotejarse con datos hidrométricos de aquellos años para comprobar posible relación y veracidad.

1.2. Localización de las Lagunas y accesos ([Figura 1](#))

Laguna Ypoa: se accede a partir de la ruta N° 1 a la altura del kilómetro 118, allí existe el desvío a la laguna, a partir de ahí se toma el camino enripiado a la derecha, siguiendo el mismo se llega a la comunidad de Achotei, siguiendo el camino público se arriba a la playa municipal de Quiindy sobre el lago Ypoa, quedando la misma a una distancia total de 35 km desde la Ruta 1.

Laguna Cabral: se accede a partir de la ruta N° 1 a la altura del kilómetro 118 se encuentra el desvío a la laguna, a partir de ahí se toma el camino enripiado a la derecha, siguiendo el mismo se llega al Establecimiento Lago Ypoa, siguiendo por camino privado se arriba a la cabecera del humedal donde existe un canal de aproximadamente 1,5 m de ancho, siguiendo el mismo en una distancia de 4 km se llega al espejo de agua de la laguna, quedando la misma a una distancia total de 32 km desde la Ruta 1.

Laguna Verá: se accede a partir de la ruta N° 1 a la altura del kilómetro 122, existe el desvío a Ypucú, a partir de ahí se toma el camino de tierra a la derecha, siguiendo el mismo se llega a la comunidad de Mboi Katia, siguiendo por camino privado se arriba a la cabecera del humedal recorriendo 15 km, a partir de ahí se realiza la penosa travesía a pie por el humedal a una distancia de 5 km se llega a la cabecera del espejo de agua. De esta manera la distancia total desde la Ruta 1 es en total 20 km.

2. ASPECTOS FISICOS

2.1. Hidrografía

El **Lago Ypoa** es el principal colector de las aguas superficiales que drenan el área. En el Valle de Acahay el arroyo Caañabe circula en dirección oeste, colectando las aguas de una cantidad de arroyos secundarios, entre los principales se puede citar los arroyos Tacuary, Naranjay, Guazu-Cua y desemboca en el estero del lago Ypoa. Los arroyos que circundan de norte sur el área noroeste del cuadrante desembocan en el Arroyo Caañabe y este en el Lago Ypoa. Los esteros de Ypoa se caracteriza por un microclima húmedo, con escasa vegetación (González & Bartel, 1998).

El río Tebicuary y la **Laguna Vera**, constituyen los elementos hidrográficos más grandes e importantes de la región. Extensas áreas de planicies sujetas a inundación bordean a ambos cuerpos de agua, siendo la más extensa las planicies de inundación del estero Ypoa, que abraza un área de 700 Km² al W y NW (Cubas, et al., 1998).

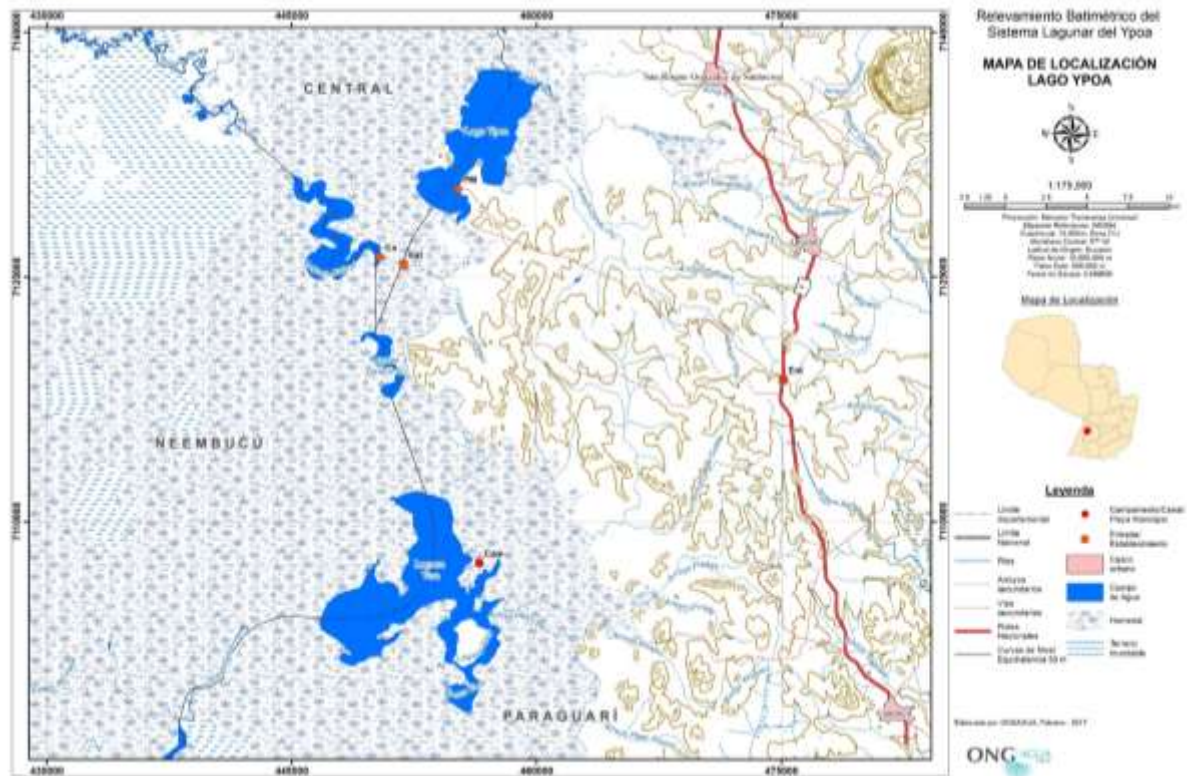
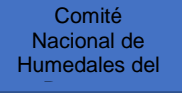


Figura 1. Mapa de Ubicación del Sistema Lagunar del Ypoa

2.2. Suelo

Los suelos de la región en gran parte son alfisoles, entisoles y ultisoles, areno-arcilloso de color grisáceo-amarillento (López et al. 1995), productos de la alteración de las rocas graníticas. Ocurren en toda el área precámbrica y en las zonas de relieves más aplanadas están asociadas a concreciones lateríticas de color rojo.

En las zonas más disecadas las rocas gnéisicas o graníticas dan origen a un suelo arcillo-arenosos de color gris claro. Suelos lateríticos que se formaron durante el Cuaternario por meteorización profunda, cubren extensas áreas sobre el gneis del Precámbrico, granito de grano grueso y sobre arcosas del Ordovícico. Las formaciones más jóvenes son los



sedimentos arcillosos de las planicies de inundación del Río Tebicuary, Esteros de Ypoa y sus tributarios (Cubas, et al, 1998).

2.3. Geología

La Suite Intrusiva Extrusiva Caapucú está constituida por variedades de granitos, pórfidos y riolitas. Para esta unidad Anónimo (1966) introduce el nombre Serie Caapucú, Wiens (1984 y 1986) y proyecto PAR 83/005 (1986) usan el mismo nombre, pero con categoría de Grupo. Tomando como base el Código de Nomenclatura Estratigráfica, antepone la denominación Suite a las características de emplazamiento y al nombre de la localidad de referencia principal o localidad tipo, Gonzales & Bartel (1998), la denominan Suite Intrusiva Caapucú, pero en Cubas et al. 1998, en base a correcciones de estas rocas, optan por denominarla Suite Intrusiva/Extrusiva Caapucú, por tratarse de rocas magmáticas de los diferentes niveles de emplazamiento.

La mayoría de los afloramientos se encuentra principalmente al sur en los alrededores del Lago Ypoa. (Gonzalez & Bartel, 1998).

Las rocas de la Suite Intrusiva Extrusiva Caapucú no han sido afectadas por metamorfismo regional y/o plegamientos, pero procesos autometamórficos e hidrotermales alteran partes de las mismas rocas, Dataciones de estas rocas, por método Rb-Sr arrojan isócrona común de 51 Ma (Höhndorf, comunicación oral, 1997). Pudiendo concluirse que el emplazamiento de las rocas magmáticas de la suite corresponde al periodo postectónico y que siguen un clímax orogénico del ciclo Brasiliano, ocurrido entre los 590 a 600 Ma (Söllner et al, 1997 in Cubas et al, 1998).

En el área de la hoja Paraguairí los afloramientos de estas rocas se encuentran concentrados al sur de estas, principalmente en la margen este del Lago Ypoa.

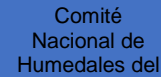
Los granitos porfiríticos que aparecen en el camino al lago Ypoa, se presentan con un relieve poco expresivo por encontrarse expuestos a la erosión. Petrográficamente estas rocas son holocristalinas, de color rosado-gris, de textura porfiríticas, con fenocristales medio a grueso de cuarzo y feldespato. Las rocas tipo Charará se presentan cubiertas por sedimentos clásticos subyacentes y suelo cuaternario, próximas a la ciudad de Quiindy hasta el lago Ypoa. (González & Bartel, 1998), en [\(Anexo 1\)](#) se observan una serie de fotografías del sitio y los afloramientos.

La Suite magmática Caapucú el camino al Lago Ypoá están cubiertos discordantemente por sedimentos clásticos ordovícicos del Grupo Caacupé y más al W, en las inmediaciones del Lago Ypoá los afloramientos desaparecen bajo la cobertura de sedimentos cuaternarios de planicies de inundación. Además, es frecuente el desarrollo del suelo concrecional en ciertas áreas encima de las rocas intrusivas (Cubas, et al. 1998).

2.4. Morfología

La unidad morfológica de nuestro interés es la planicie de inundación resultante de la erosión selectiva. En la parte más baja, la altura de esta planicie es de 55m (Laguna Vera y el Valle del río Tebicuary) de ahí aumenta la altura hasta 65 m en los alrededores del Colina Montiel. Al E y Ne de la Hoja, la planicie de inundación aumenta su altura hacia la cabecera de los Arroyos Yaguary (80-100 m), Curucau (100m) y Mbusyí (100-110 m), uniéndose con las planicies de denudación. Cerros con pendientes escarpadas se encuentran en la Compañía Ypucú, al S de la Estancia Bruíns y en los cerros Lima y González, cerca de la estancia Ypoa ([Figura 1](#)).

La mayoría de los afloramientos se encuentran en el área de Villa Florida, siendo solamente un conjunto de ellas aflorantes al sur principalmente en los alrededores de esta hoja.



3. METODOLOGÍA GENERAL

3.1. Actividades realizadas en gabinete y campo previa a las mediciones batimétricas

Para la realización de este relevamiento batimétrico, fue necesario recurrir a datos oficiales y disponibles en algunas instituciones públicas. En primer lugar, se recurrió a las cartas topográficas de la Dirección del Servicio Geográfico Militar (DISERGEMIL), imagen satelital referencial Google Earth, y Base Cartográfica de la Dirección General de Estadísticas Encuestas y Censo (DGEEC), que cuenta con información vial, hidrográfica, y de localidades.

En base a imágenes satelitales, se procedió a la delimitación de los espejos de aguas del sistema lagunar del Ypoa, compuesta por el lago Ypoa, las lagunas Cabral y Verá o Ypoa Guazú, ubicadas en el Parque Nacional Ypoa. ([Figura 2](#), [Figura 5](#) y [Figura 7](#)).

A partir de esta delimitación de los espejos de aguas realizada como cobertura vectorial georreferenciada (shape), se diseñó una grilla de puntos o malla con distancias de 200 metros de espacio entre líneas de navegación, de manera a cubrir cada espejo de agua adecuadamente.

Con la grilla de puntos georreferenciados, se procedió a la carga de dichos puntos con coordenadas (x, y, z) en un receptor GPS, de modo a realizar el replanteo de dichos puntos en la laguna a fin de determinar su profundidad con una eco-sonda montada en una embarcación adecuada para el relevamiento. Además, se determinaron sitios para el relevamiento de muestras de sedimentos de fondo en puntos seleccionados.

Previo a la campaña de levantamiento batimétrico, se realizaron 3 (tres) viajes exploratorios, de manera a identificar los accesos, determinar la ubicación del campamento base para cada laguna y ver las complejidades que se pudieran presentar durante el desarrollo de los trabajos.

Para la realización del relevamiento fue necesario el uso de equipos de precisión, como los receptores GPS diferencial doble frecuencia y navegación para acercamiento, Eco-sonda para la determinación de profundidad en cada punto de la malla.

Los relevamientos fueron realizados en base al Elipsoide WGS 84, cuyo Dátum es el WGS 84 modo en que opera el Sistema GPS. Los puntos fueron relevados en el Sistema de Proyección UTM, faja 21-Sur.

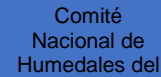
Los trabajos de campo se realizaron desde los meses de julio a octubre de 2016, iniciando los relevamientos en el lago Ypoa, seguidamente la laguna Cabral y finalmente el más complejo de todas las denominadas lagunas Verá o Ypoa Guazú. Dichos relevamientos fueron realizados con el apoyo de 2 (dos) embarcaciones en todos los casos, la primera portaba el receptor GPS y el ecosonda y la segunda era encargada de la toma de muestras de sedimentos del lecho lacustre. También se tomó la cota del pelo de agua al inicio de cada día de relevamiento, mediante el equipo GPS diferencial con post proceso, las cotas obtenidas en cada caso fueron cotas elipsoidales, es decir en el sistema WGS 84.

Con los resultados de las mediciones de profundidad obtenida en el relevamiento, se elaboraron las planillas con coordenadas “x, y, z” y profundidad, con lo que se generaron los mapas de profundidad de cada laguna. Igualmente, se obtuvo otra planilla de toma de muestras con las coordenadas y tipo de sedimento encontrado en cada caso.

Se basaron en protocolos de batimetrías, IDEAM, 2007.

3.1.1. Equipos, medios utilizados y actividades previas a las mediciones

- Receptor GPS Gr-3 Topcon (diferencial, doble frecuencia)



- 1 (un) Receptor GPS Etrex Garmin (navegador)
- 1 (un) Eco-sonda Garmin 200
- 3 (tres) Camionetas 4 x 4
- Equipos de comunicación VHF con radio base + 2 walkie talkie
- 1 (tres) Embarcación inflable
- 1 (tres) Embarcación rígida (casco de aluminio y fibra de vidrio)
- Cámara fotográfica
- Cartas topográficas e Imágenes satelitales

4. RESULTADOS

4.1. Relevamiento Batimétrico del Lago Ypoa

4.1.1. Descripción metodológica del relevamiento

- a) Se citan las actividades realizadas en el relevamiento batimétrico y toma de muestras del citado cuerpo de agua:
- Viaje exploratorio a la laguna por el camino público que lleva a la playa municipal.
 - Elaboración de una malla de puntos para el levantamiento batimétrico
 - Relevamiento batimétrico de 380 puntos del cuerpo de agua por el método de replanteo con un receptor GPS, modo RTK (tiempo real)
 - Toma de 31 muestras de sedimentos del lecho lacustre en los puntos indicados por la Contratante.
 - Determinación de la cota elipsoidal del pelo de agua con GPS, modo pos-proceso.
 - Elaboración de la planilla de puntos con sus respectivas coordenadas elipsoidales y profundidad (WGS 84).
 - Elaboración del Mapa de Profundidad de la laguna
- b) Descripción metodológica de la batimetría

El método utilizado para el relevamiento batimétrico fue el replanteo, en modo RTK (tiempo real). La precisión obtenida por la Eco-sonda utilizada fue la decimétrica (10 cm).

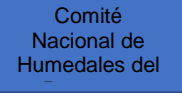
Para el inicio del relevamiento batimétrico fue necesario hacer base sobre un punto cercano al espejo de agua, materializado con un mojón de madera de 2" x 2" en cuyo centro se estacionó el equipo fijo (base) con un periodo de duración de 1 hora, de modo a obtener una cantidad de lectura y promedio óptimo, de esta manera se obtuvo sus coordenadas (x, y, z) elipsoidal.

Con el receptor móvil montado en la parte superior de un bastón de GPS y la eco-sonda en la parte inferior del mismo, de modo que ambos se encontraran sobre la misma vertical, a fin de obtener la profundidad en el mismo punto replanteado, se montó dicho bastón en la popa de la embarcación y se procedió al replanteo de los 380 puntos de la malla previamente cargada y se registró la profundidad de los mismos.

Otro equipo de relevamiento, constituido de 3 (tres personas); un piloto, un saca-muestras y un anotador se encargó de la toma de las 30 muestras en los puntos previamente establecido, para ese fin, fue utilizado un bote rígido de aluminio, los puntos fueron ubicados con un receptor GPS navegador en los cuales fue sumergido el saca-muestras de modo a obtener la muestras del material en el lecho lacustre que posteriormente fue ubicado en bolsas plásticas con sus respectivos códigos identificatorios (Tabla 1 y Figura 2 y Figura 4).

Se realizó el relevamiento de la cota (z) del pelo de agua en la playa municipal del Ypoa, para ello se hizo base sobre un mojón de 2" x 2", implantado próximo a la playa y con el

Material elaborado en el marco del proyecto
“Redefiniendo los límites del lago Ypoa” - 14-INV-053”



receptor móvil se procedió a realizar la determinación del nivel de agua, utilizando para ello un cilindro de plástico transparente, que permitía observar el nivel del agua por vaso comunicante dentro del mismo en contacto con la punta del jalón cuya altura previamente fue determinada con un fluxómetro. De esta manera esta operación fue hecha diariamente antes del inicio de la operación de relevamiento.

Los resultados obtenidos tanto en el relevamiento batimétrico como de los materiales obtenidos fueron generados en planillas digitales Excel como producto del trabajo realizado.

Con estos datos fue posible generar la cartografía de profundidad de la laguna, mediante la tonalidad de colores de claro a oscuro se puede inferir las zonas de menor profundidad a mayor profundidad ([Figura 3](#)).

4.1.2. Cartografías de profundidad lago Ypoa

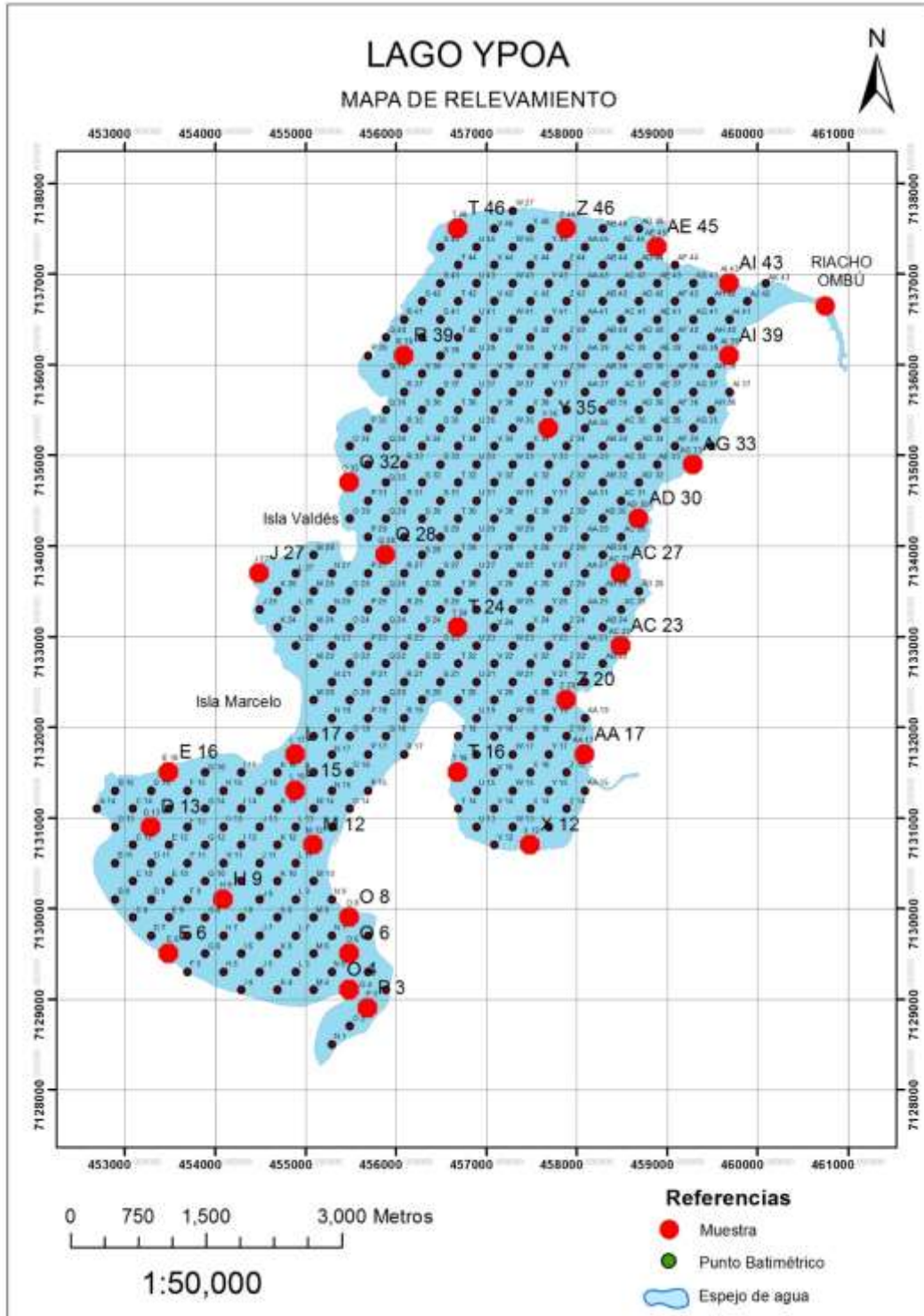


Figura 2. Mapa de relevamiento batimétrico y muestra del material de fondo (Tabla 1).

Material elaborado en el marco del proyecto
"Redefiniendo los límites del lago Ypoa" - 14-INV-053"



Comité
Nacional de
Humedales del

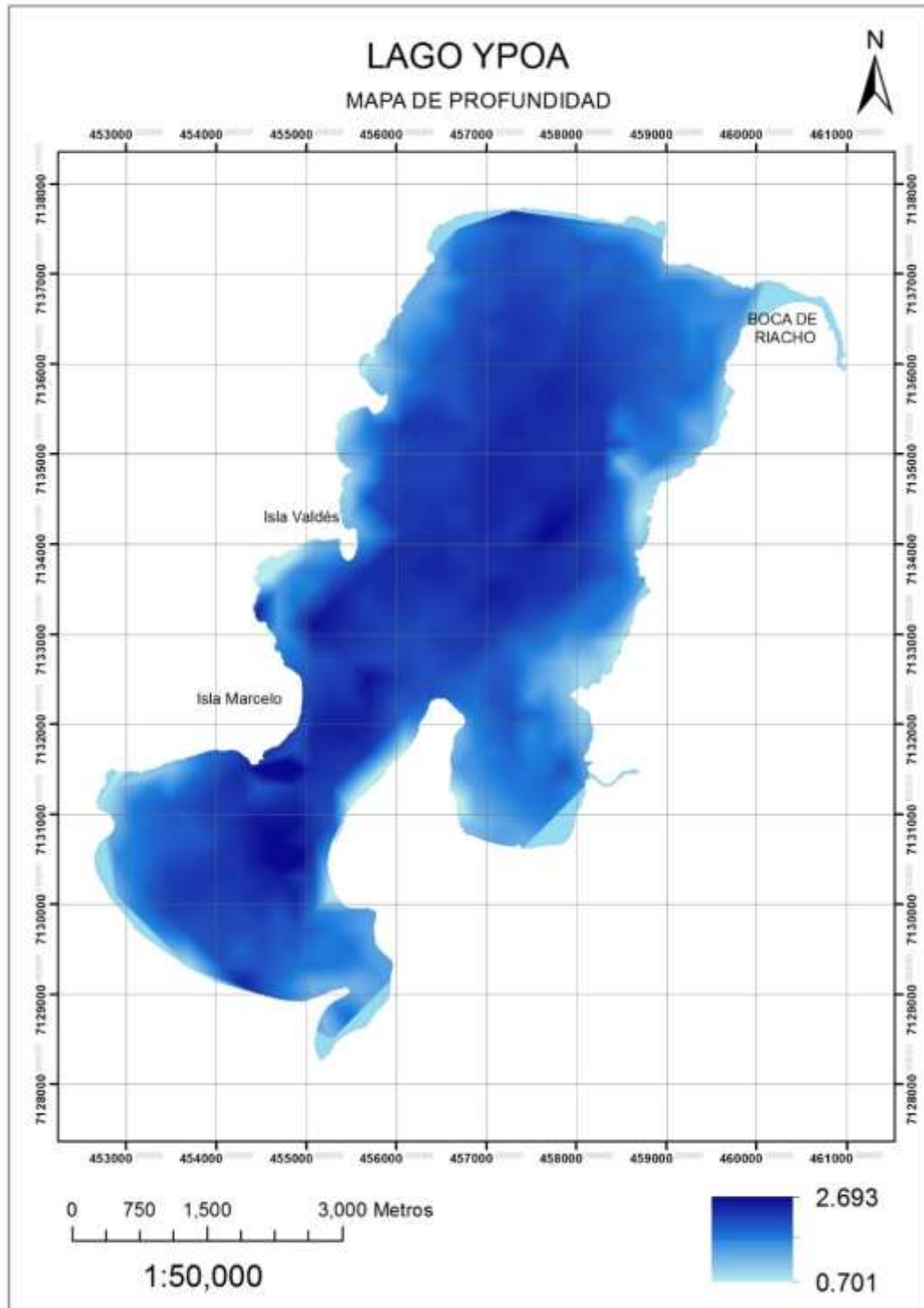


Figura 3. Mapa de profundidades del lago Ypoa - La cota media de este espejo de agua es de 59 m.s.n.m.

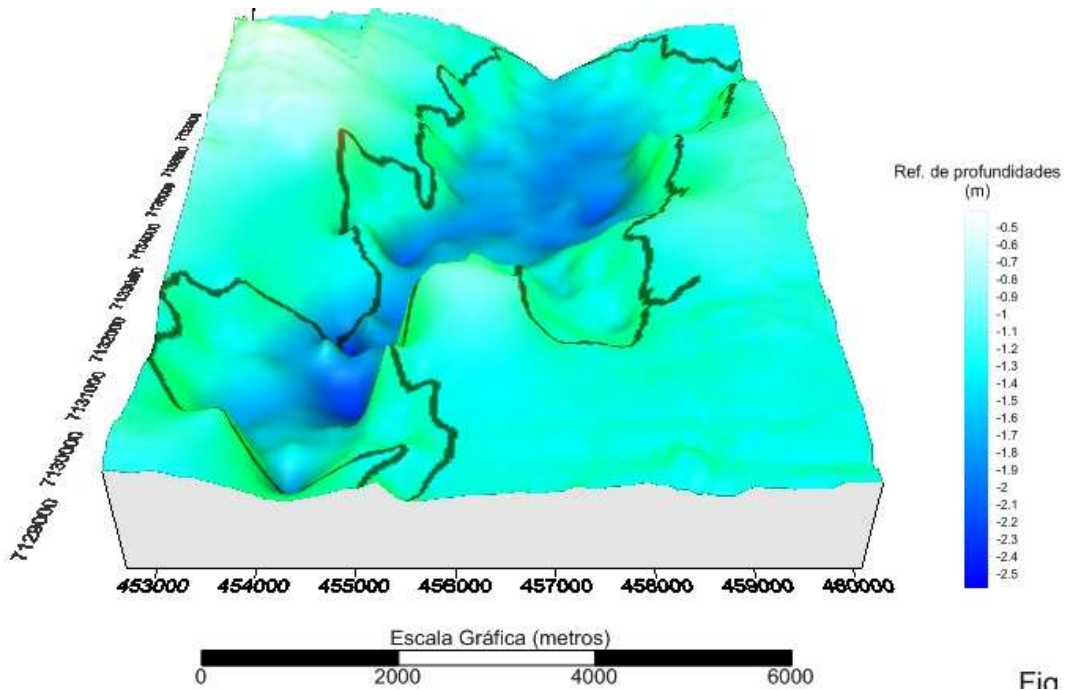


Figura 4. Representación en 3D del lago Ypoa

4.2. Relevamiento batimétrico y toma de muestras de la laguna Cabral

4.2.1. Descripción metodológica del relevamiento

- a) Se citan las actividades realizadas en el relevamiento batimétrico y toma de muestras del citado cuerpo de agua:
- Elaboración de una malla de puntos de 200 m entre líneas de navegación para el levantamiento batimétrico.
 - Relevamiento batimétrico de 145 puntos del cuerpo de agua por el método de replanteo con un receptor GPS, modo RTK (tiempo real)
 - Toma de 12 muestras de material sólido del lecho lacustre en los puntos indicados previamente.
 - Determinación de la cota elipsoidal del pelo de agua con GPS, modo pos-proceso.
 - Elaboración de la planilla de puntos con sus respectivas coordenadas elipsoidales y profundidad (WGS 84).
 - Elaboración del Mapa de Profundidad de la laguna.

b) Descripción metodológica de la batimetría

El modo utilizado para el replanteo fue en modo RTK (tiempo real). Para ello fue necesario hacer base sobre un punto cercano al espejo de agua, materializado por un mojón de madera de 2" x 2" en cuyo centro se estacionó el equipo fijo (base) con un periodo de duración de 1 hora, de modo a obtener una cantidad de lectura y un promedio óptimo, de esta manera se obtuvo sus coordenadas (x, y, z) elipsoidal.

Con el receptor móvil montado en la parte superior de un bastón de GPS y la eco-sonda en la parte inferior del mismo, de modo que ambos se encontraran sobre la misma vertical, a fin de obtener la profundidad en el mismo punto replanteado, se montó dicho bastón en la popa de la embarcación y se procedió al replanteo de los 145 puntos de la malla previamente cargada y se registró la profundidad de los mismos.

Otro equipo de relevamiento, constituido de tres personas; un piloto, un saca-muestras y un anotador se encargó de la toma de las 12 muestras en los puntos previamente establecido, para ese fin, fue utilizado un bote rígido de madera, los puntos fueron ubicados con un receptor GPS navegador en los cuales fue sumergido el saca-muestras de modo a obtener las muestras del material en el lecho lacustre que posteriormente fue ubicado en bolsas plásticas con sus respectivos códigos identificatorios([Figura 5](#)).

Se realizó el relevamiento de la cota (z) del pelo de agua en un punto cercano al pequeño muelle ubicado cerca del campamento en una isla de la laguna, para ello se hizo base sobre el mojón implantado cercano al campamento y con el receptor móvil se procedió a realizar la determinación del nivel de agua, utilizando para ello un cilindro de plástico transparente, que permitía observar el nivel del agua que se introducía a la misma por vaso comunicante dentro del mismo en contacto con la punta del jalón cuya altura previamente fue determinado con un fluxómetro. De esta manera esta operación fue hecha diariamente antes del inicio de la operación de relevamiento.

Con estos datos fue posible generar la cartografía de profundidad de la laguna, mediante la tonalidad de colores de claro a oscuro se puede inferir las zonas de menor profundidad a mayor profundidad. ([Figura 5](#) y [Figura 6](#)).

4.2.2. Cartografía de la profundidad de la laguna Cabral

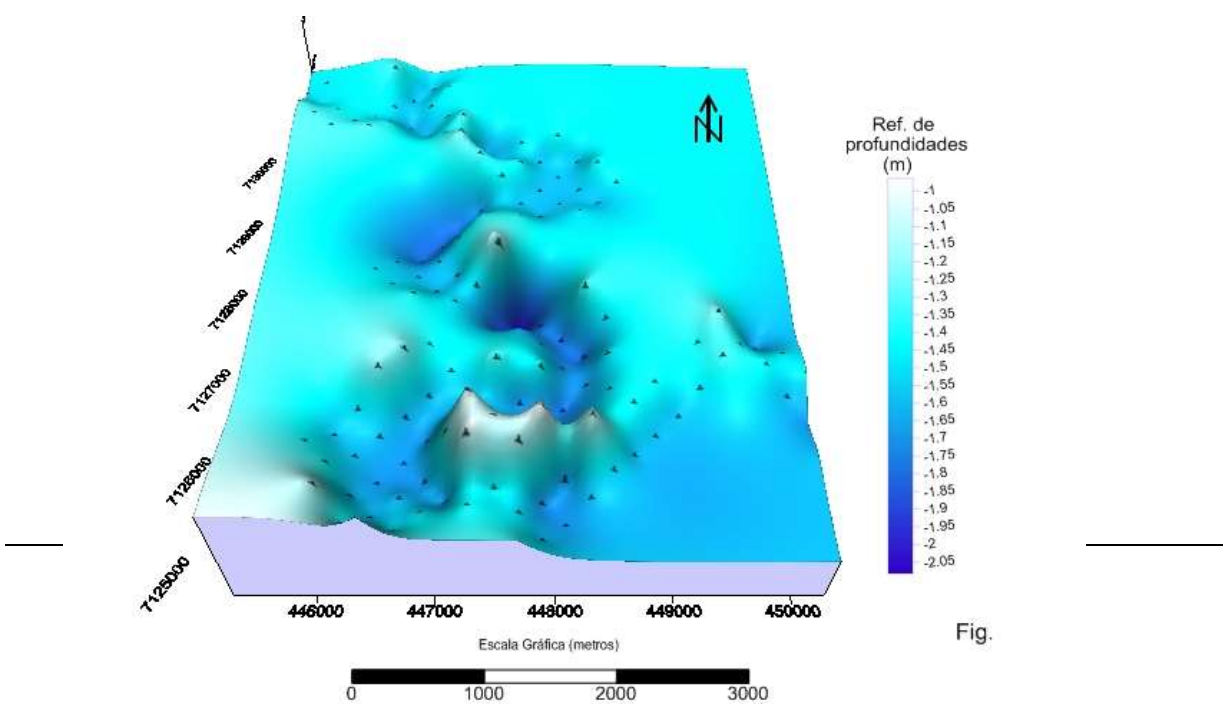


Fig.



Figura 5. Representación en 3D de la profundidad de la laguna Cabral

4.2.3. Resumen de los resultados obtenidos para de la laguna Cabral:

Se realizaron el relevamiento total de 145 puntos que cubría todo el espejo de agua de la laguna. En la (Anexos 1 [Ficha 2](#)) se describe en acceso al sitio y fotografías del área.

El área del cuerpo de agua de la laguna Cabral es de 11.784 Km² y la cota media de este espejo de agua es de 60 m.s.n.m.

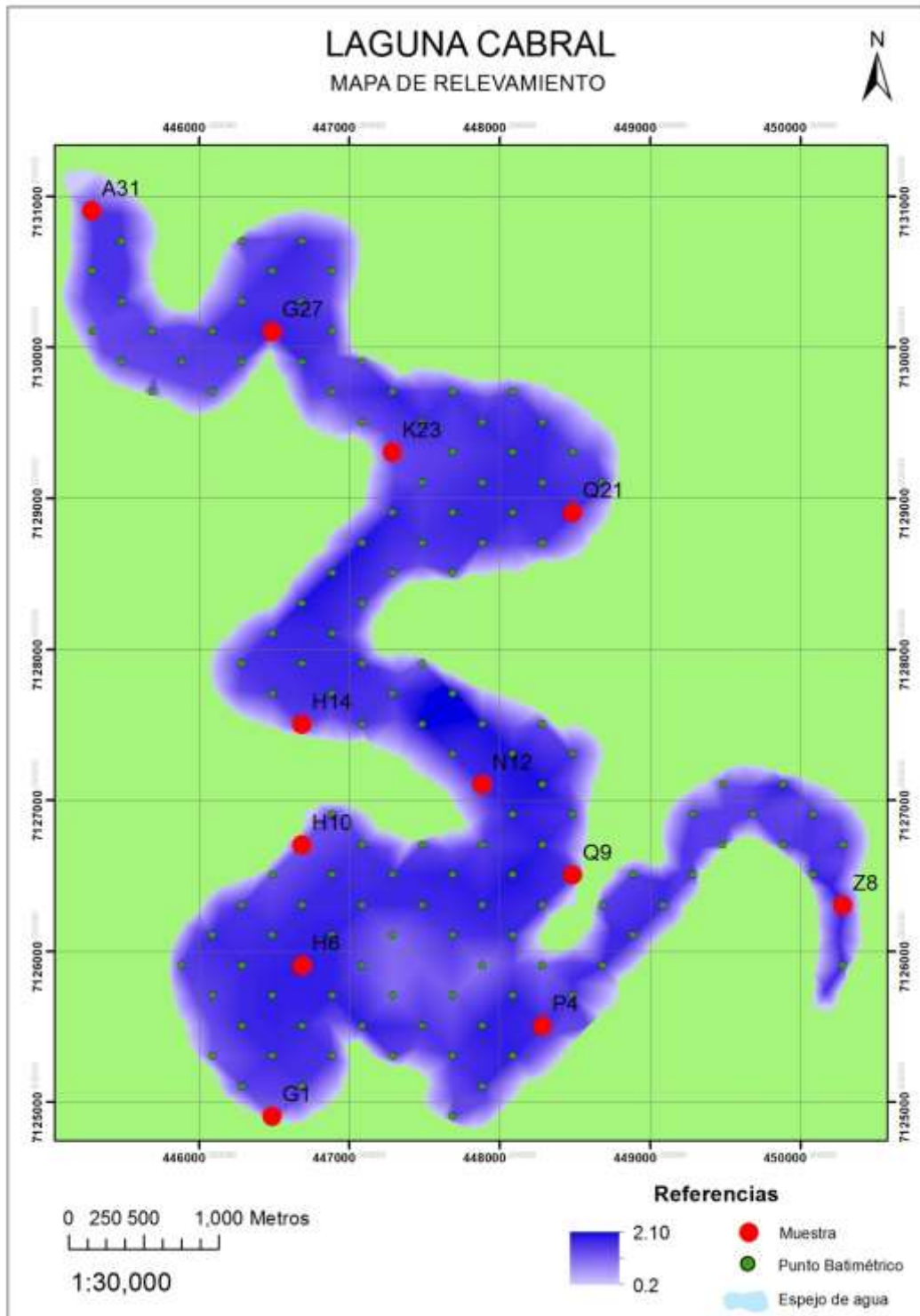
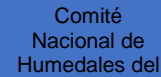


Figura 6. Mapa de relevamiento batimétrico, de profundidad de la laguna Cabral y puntos de muestreo de material de fondo - La cota media de este espejo de agua es de 60 m.s.n.m.



El punto más profundo del relevamiento batimétrico realizado, fue encontrado en el centro este de la laguna con una profundidad de 2,10 m ([Figura 5](#) y [Figura 6](#)). Además, existen otros lugares de profundidad considerable identificados en el mapa en tonalidad más oscura ([Figura 5](#)). La profundidad media es de 1,50 m obtenida a partir de los puntos del relevamiento batimétrico en la masa de agua de la laguna.

Se realizaron 12 extracciones de muestras de material del lecho lacustre y se ha observado que casi en la totalidad de los puntos se ha encontrado arcilla coloidal en superficie con una profundidad de 30 a 50 cm, luego se encuentra una arcilla más consolidada, en algunos puntos mezclada con arena y en otros puntos con restos de moluscos ([Figura 5](#)).

El espejo de agua de la laguna tiene una particular forma sinuosa como serpenteando dentro del humedal, la cual sirve de límites entre los departamentos: Central, Ñeembucú y Paraguarí ([Figura 1](#)).

En la laguna Cabral, se pueden observar algunas islas con afloramiento rocoso por lo general, que sobresalen del humedal, son puntos elevados con cubierta arbórea de buen porte, algunas de ellas son habitadas (Fotografías en [Anexo 1](#)).

No se pudo apreciar ningún curso hídrico tributario o fuente de alimentación de agua superficial, por lo que se puede inferir que existe conectividad sub-superficial con la laguna Ypoa por debajo de los embalsados, además de fuente de alimentación pluvial.

El desagüe de esta laguna se da por el noroeste, por el canal del arroyo Paray, que desemboca en el río Paraguay y quizás también a través de los humedales con el Paranami y Verá.

4.3. Relevamiento batimétrico y toma de muestras de la laguna Verá

4.3.1. Descripción metodológica del relevamiento

- a) Se citan las actividades realizadas en el relevamiento batimétrico y toma de muestras del citado cuerpo de agua:
 - Elaboración de una malla de puntos de 200 m entre líneas de navegación para el levantamiento batimétrico.
 - Relevamiento batimétrico de 617 puntos del cuerpo de agua por el método de replanteo con un receptor GPS, modo RTK (tiempo real)
 - Toma de 25 muestras de material sólido del lecho lacustre en los puntos indicados previamente.
 - Determinación de la cota elipsoidal del pelo de agua con GPS, modo pos-proceso.
 - Elaboración de la planilla de puntos con sus respectivas coordenadas elipsoidales y profundidad (WGS 84).
 - Elaboración del Mapa de Profundidad de la laguna.
- b) Descripción metodológica de la batimetría

Para este último relevamiento, se tuvo que realizar dos viajes exploratorios buscando el acceso más favorable para la incursión del personal y equipo técnico. La primera exploración se realizó llegando a la localidad de Charará, distrito de Caapucú, en el cual

permitía la llegada al borde del humedal recorriendo un tramo de 2 Km a pie, debiendo para ello atravesar una serranía que impediría el acceso de los equipos hasta la costa misma, por lo que se descartó este acceso. La segunda exploración se realizó por la localidad de Mboi Kuatia, igualmente distrito de Caapucú, siendo este el más accesible por la posibilidad de aproximación al humedal con menor esfuerzo, en el que se disponía de dos embarcaciones menores que permitiría la incursión con cierta cantidad de agua mínima para su desplazamiento, por lo que se optó por este acceso para el relevamiento.

Con el receptor móvil montado en la parte superior de un bastón de GPS y la eco-sonda en la parte inferior del mismo, de modo que ambos se encontraran sobre la misma vertical, a fin de obtener la profundidad en el mismo punto replanteado, se montó dicho bastón en la popa de la embarcación y se procedió al replanteo de los 617 puntos de la malla previamente cargada y se registró la profundidad de los mismos.

Los trabajos de relevamiento batimétrico y de toma muestras fue realizado en una embarcación rígida de fibra de vidrio. El equipo de relevamiento fue constituido de tres personas; un piloto, un saca-muestras y un lector/anotador de eco-sonda. Se realizó la toma de las 25 muestras en los puntos previamente establecidos, en los cuales fue sumergido el saca-muestras de modo a obtener las muestras del material en el lecho lacustre que posteriormente fue ubicado en bolsas plásticas con sus respectivos códigos identificatorios.

Se realizó el relevamiento de la cota (z) del pelo de agua en un punto cercano al humedal, cuyo nivel de agua correspondía al cuerpo principal de agua, para ello se hizo base sobre el mojón implantado cercano y con el receptor móvil se procedió a realizar la determinación del nivel de agua.

Con estos datos fue posible generar la cartografía de profundidad de la laguna, mediante la tonalidad de colores de claro a oscuro se puede inferir las zonas de menor profundidad a mayor profundidad ([Figura 7](#) y [Figura 8](#)).

4.3.2. Cartografía de la profundidad de la laguna Verá

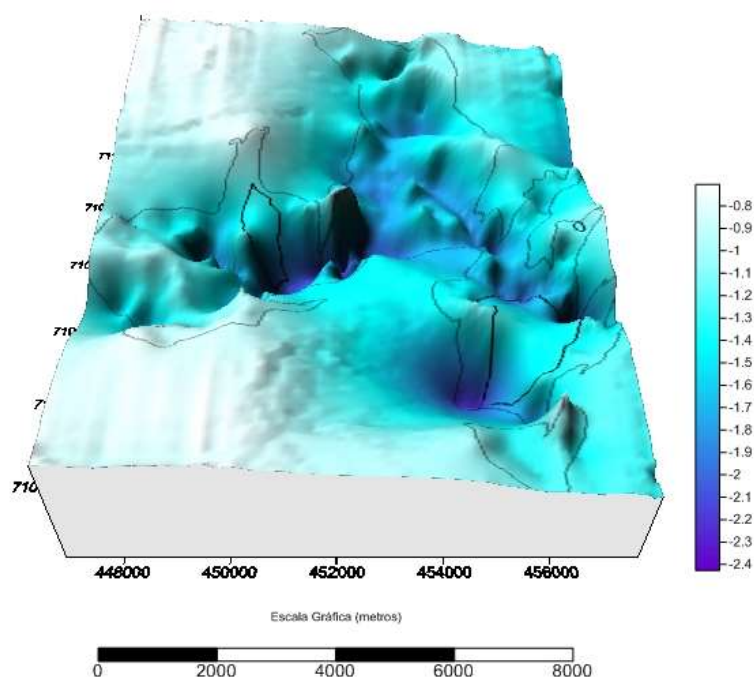
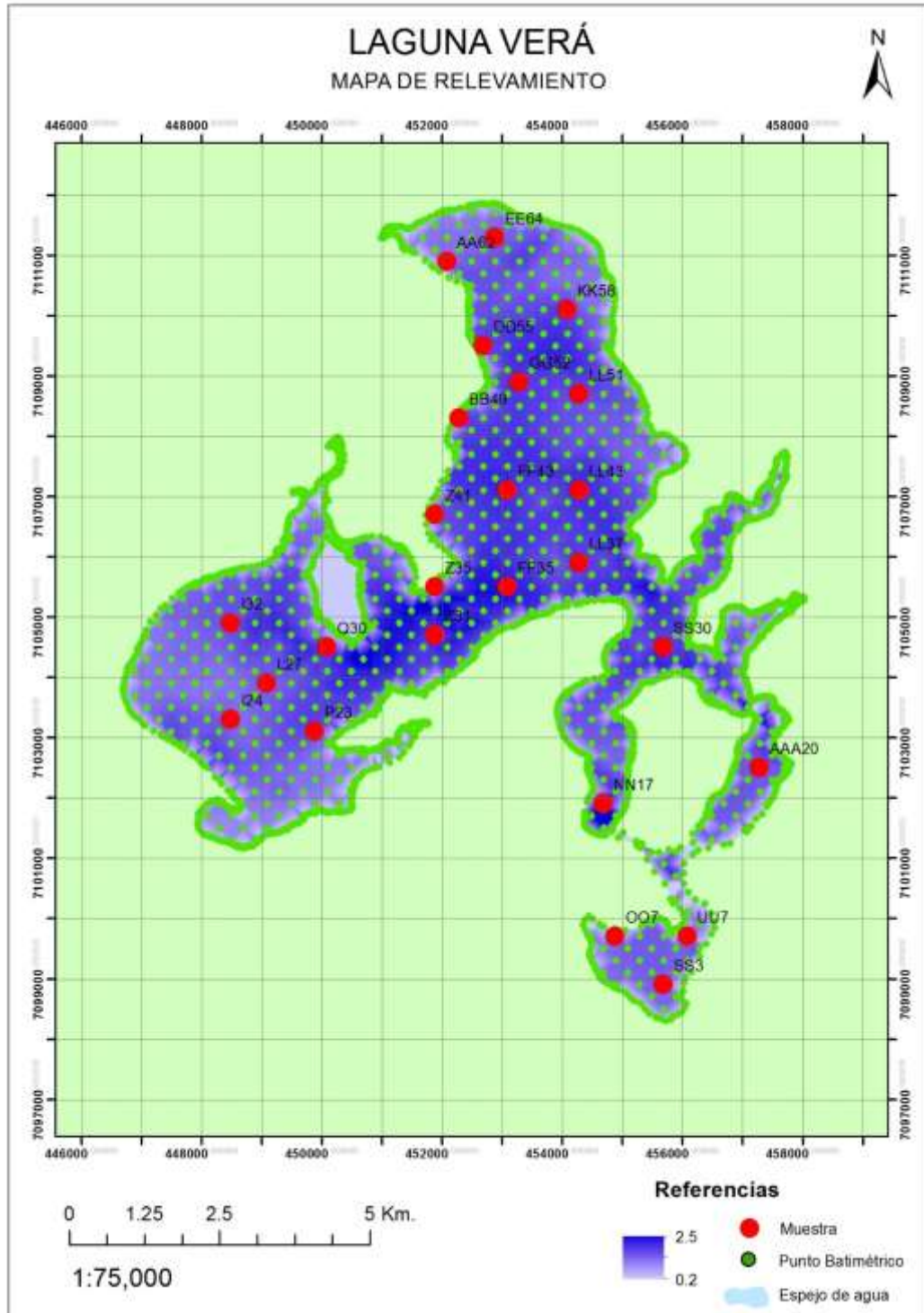


Figura 7. Representación en 3D la profundidad de la laguna Verá



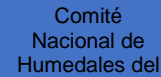
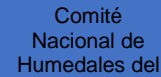


Figura 8. Mapa de relevamiento batimétrico, de profundidad y punto de muestreo del material de fondo de la laguna Verá

4.4. Resumen de los resultados obtenidos en la laguna Verá

- Se realizaron el relevamiento total de 617 puntos que cubría todo el espejo de agua de la laguna Verá o Ypoa Guazú, en (Anexo 1 [Ficha 3](#)) se describe el acceso
- El área del cuerpo de agua de la laguna Verá o Ypoa Guazú es de **49.982 Km²**. La cota media de este espejo de agua es de 57 m.s.n.m.
- **El punto más profundo** del relevamiento batimétrico realizado fue encontrado en dos sitios de la laguna con una profundidad **de 2,40 m** ([Figura 8](#)). Además, existen otros lugares de profundidad considerable identificados en el mapa en tonalidad más oscura ([Figura 7](#) y [Figura 8](#)). La profundidad media es de 1,46 m, obtenida a partir de los puntos del relevamiento batimétrico en la masa de agua de la laguna.
- El espejo de agua de la laguna tiene una forma muy irregular, se observa básicamente dos cuerpos de agua de gran volumen, al norte y al sur unido por un cuerpo de menor extensión. Además, existe otros canales que se observan al sureste de esta laguna.
- En la laguna Verá, no se observan elevaciones, como en las otras lagunas, sin embargo, se observan islotes que sirven de campamento temporal a los visitantes, no siendo habitada ninguna de ellas.
- No se pudo observar ningún tributario importante, sin embargo, muchos arroyos alimentan el humedal que rodea la laguna del lado este, la otra fuente de alimentación de agua es la precipitación pluvial y posible alimentación de aguas sub-superficiales de este sistema lagunar.
- El desagüe de esta laguna se da por el sur, a través del riacho Negro, que posee infinidad de meandros atravesando el humedal hasta desembocar en el río Tebicuary.
- Este cuerpo de agua es el de mayor extensión entre las demás, y por su extremada dificultad de acceso ya que está completamente rodeada de humedales, es la que mejores condiciones ambientales mantiene en este sistema lagunar.
- Como las demás lagunas presenta arcilla coloidal en la primera capa del sustrato, seguido de una capa de arcilla más consolidada a partir de los 50 cm.

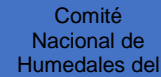


5. CONCLUSIONES

- El relevamiento batimétrico ha demostrado que los espejos de agua son muy similares en su profundidad, no habiéndose encontrado puntos que sobrepasen los 3 m de profundidad al menos en los puntos relevados, por lo que si lo categorizáramos por su profundidad se definirían como lagunas.
- Los materiales obtenidos de los lechos lacustres son por lo general muy similares en los tres casos, está conformada por dos capas bien definidas de arcilla, en el sustrato superior se observa una arcilla plástica en casi todos los casos, y arcilla más consolidada en el sustrato inferior, en algunos casos se encontró arcilla blanquecina. Por lo general el espesor del primer sustrato varía entre 30 y 50 cm.
- El estado ambiental observado, por lo general presenta poca alteración, pero cabe resaltar la deforestación observada frente a la Isla Marcelo, pastura para actividad ganadera, que es la que se observa a gran escala al este del lago Ypoa en las zonas altas. Igualmente se observó grandes áreas quemadas, provocadas probablemente por cazadores furtivos.
- Las lagunas son de aguas permanente, lo cual se puede respaldar por el comentario observado por Don Félix de Azara en su obra citada más arriba, sin embargo, comentario de un lugareño da cuenta que, en un periodo de sequía extrema, el paso de la laguna se pudo dar con carreta.
- Las muestras de agua presentaron un aspecto algo turbio, se observaron buena cantidad de materia orgánica en suspensión que le da una coloración tenuemente amarillenta.
- En las Lagunas Ypoa y Cabral, se observan elevaciones, con afloramientos rocosos y cobertura arbórea prácticamente inalterada. En la laguna Verá sin embargo no se observaron elevaciones ni afloramientos rocosos, sí isletas y algunas de gran superficie, pero de cobertura arbórea más baja.
- Se ha observado el avance del pirí sobre el cuerpo de agua en algunos puntos el sector sur y oeste de la laguna Ypoa, lo que podría dar sustento al pensamiento popular de lugareños que supone el avance de los humedales sobre los espejos de agua. Existen testimonios en la obra de la Sra. Margarita Miró que indican que antiguamente la Isla Mocito tenía costa sobre el lago.

6. RECOMENDACIONES FINALES

- Las cotas promedio, indicadas en el resumen de cada relevamiento, son referenciales, por lo tanto, es necesario realizar un amarre de nivelación a un mojón de la Red Nacional de Nivelación con cota MARPLA (Sobre el Nivel Medio del Mar) de manera a tener con precisión la cota del pelo de agua de cada cuerpo de agua, indicando el desnivel (Dh) entre las mismas.
 - Igualmente es de fundamental importancia realizar una delimitación precisa del Parque Nacional Ypoa, con la implantación de mojones georreferenciados en los vértices del polígono del Parque.
-



- Es importante realizar un monitoreo periódico de los cambios de uso de suelo, o más concretamente de deforestación de manera a controlar los eventos ocasionales dentro del Parque y elevarlos a la autoridad correspondiente.
- Igualmente, es recomendable realizar un control periódico de la calidad de agua de los cuerpos de agua, lo cual permitirá detectar posible contaminación, cantidad de materia orgánica en el agua entre otras cosas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cubas, N.V.; Garcete, A.; Meinhold, K.D.; Benitez, J.C.; Figueredo, L.; Gonzalez, M.E.; Burgaht, K.P. Y Höhndorf, A. 1998. MAPA GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY.- Escala 1:100.000, Hoja Villa Florida. Texto Explicativo, 71p. Archivo MOPC, Asunción.

Félix de Azara, 1847. DESCRIPCIÓN E HISTORIA DEL PARAGUAY Y DEL RÍO DE LA PLATA, pag.21 .

González, M.E., Bartel, W., Lahner, L., Wiens, F., 1998, MAPA GEOLOGICO DE LA REPUBLICA DEL PARAGUAY. Esc. 1:100.000-HOJA PARAGUARÍ 5469, Texto Explicativo. MOPC.BGR.

IDEAM, 2007. PROTOCOLO PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DEL AGUA. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Minsiterioa de Ambiente y Desarrollo Territorial : Imprenta Nacional de Colombia - ISBN 978-958-8067-23-0

Justus Perthes. 1875. MAPA CARTOGRÁFICA DEL SIGLO XIX

López G., O, González E., E, de Llamas G., P.A., Molinas M., A., Franco S., E., García S., S., Ríos A., E. 1995. PROYECTO DE RACIONALIZACION DEL USO DE LA TIERRA: Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región Oriental del Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Mereles, F., 2000. Estudio de la Flora y la Vegetación del Lago Ypoá y su cuenca

Miró, Margarita. 2002. FORMACIÓN NATURAL Y SOCIAL DEL ENTORNO DE LOS HUMEDALES DEL LAGO YPOÁ Y CARAPEGUÁ - pag. 20.

Proyecto PAR 83/005 1986. MAPA GEOLÓGICO DEL PARAGUAY (1 mapa 1: y texto explicativo). Asunción Paraguay. Gov. Rep. del Paraguay-NN.UU

Soldán de Paz . 1.888 . Mapa cartográfica del Siglo XIX

4 ANEXO 1: Fichas descriptivas de acceso y fotos representativas; Fotografías exploratorias y de relevamiento de los viajes y trabajos de campo

Ficha 1. Ficha descriptiva de acceso al lago Ypoa

RELEVAMIENTO BATIMÉTRICO Y TOMA DE MUESTRAS DE SUELO

Detalle relevado: Cuerpo de Agua del lago Ypoa

Base de operaciones: Playa municipal Ypoa (Municipalidad de Quiindy)

Ubicación: Departamento de Paraguari, Distritos de Quiindy, San Roque González, Carapeguá

Descripción de Acceso: A la laguna Ypoa se accede a partir de la ruta N° 1 a la altura del kilómetro 118 existe el desvío a la laguna, a partir de ahí se toma el camino enripiado a la derecha, siguiendo el mismo se llega a la comunidad de Achotei, siguiendo el camino público se arriba a la playa municipal de Quiindy sobre el lago Ypoa, quedando la misma a una distancia total de 35 km desde la Ruta 1

Imágenes



Ficha 2. Ficha descriptiva de acceso a la laguna Cabral

RELEVAMIENTO BATIMÉTRICO Y TOMA DE MUESTRAS

Detalle relevado: Cuerpo de Agua de la laguna Cabral

Base de operaciones: Isla

Ubicación: abarca los Departamentos de Paraguari, Central y Ñeembucú.

Descripción de Acceso: A la laguna Cabral se accede a partir de la ruta N° 1 a la altura del kilómetro 118 existe el desvío a la laguna, a partir de ahí se toma el camino enripiado a la derecha, siguiendo el mismo se llega al Establecimiento Lago Ypoa, siguiendo por camino privado se arriba a la cabecera del humedal donde existe un canal de aproximadamente 1,5 m de ancho, siguiendo el mismo en una distancia de 4 km se llega al espejo de agua de la laguna, quedando la misma a una distancia total de 32 km desde la Ruta 1

Imágenes





Ficha 3. Ficha descriptiva de acceso a la laguna Cabral

RELEVAMIENTO BATIMÉTRICO Y TOMA DE MUESTRAS

Detalle relevado: Cuerpo de Agua de la laguna Verá

Base de operaciones: Islote local

Ubicación: abarca los Departamentos de Paraguarí y Ñeembucú.

Descripción de Acceso: A la laguna Verá se accede a partir de la ruta N° 1 a la altura del kilómetro 122 existe el desvío a Ypucú, a partir de ahí se toma el camino de tierra a la derecha, siguiendo el mismo se llega a la comunidad de Mboi Katia, siguiendo por camino privado se arriba a la cabecera del humedal recorriendo 15 km, a partir de ahí se realiza la penosa travesía a pie por el humedal a una distancia de 5 km se llega a la cabecera del espejo de agua. De esta manera la distancia total desde la Ruta 1 es en total 20 km.

Material elaborado en el marco del proyecto
“Redefiniendo los límites del lago Ypoa” - 14-INV-053”



Imágenes



Viajes exploratorios y de relevamientos

1. Lago Ypoa: por Achotei - Quiindy



Viaje de reconocimiento, acceso y Base para campamento

2. Laguna Verá: por Charará - Caapucú



Viaje de reconocimiento, acceso y lugar de incursión seco

3. Laguna Verá: por Mboi Kuatiá – Caapucú



Viaje de reconocimiento de acceso en mejores condiciones

4. Batimetría - Lago Ypoa:



5. Toma de muestras de material del lecho - Lago Ypoa:



6. Exploración de Islas, entorno - Lago Ypoa:



Isla Marcelo Cue



Isla Valdez



7. Batimetría - Laguna Cabral:



Salida para el relevamiento



Equipo de relevamiento batimétrico



Determinación del pelo de agua de la laguna

8. Extracción de muestras - Laguna Cabral:



Parte del proceso de extracción del material



Extracción de muestras

9. Rocas en las Islas - Laguna Cabral:



Rocas sueltas



Rocas meteorizadas



Roca porfirítica en algunas islas



10.

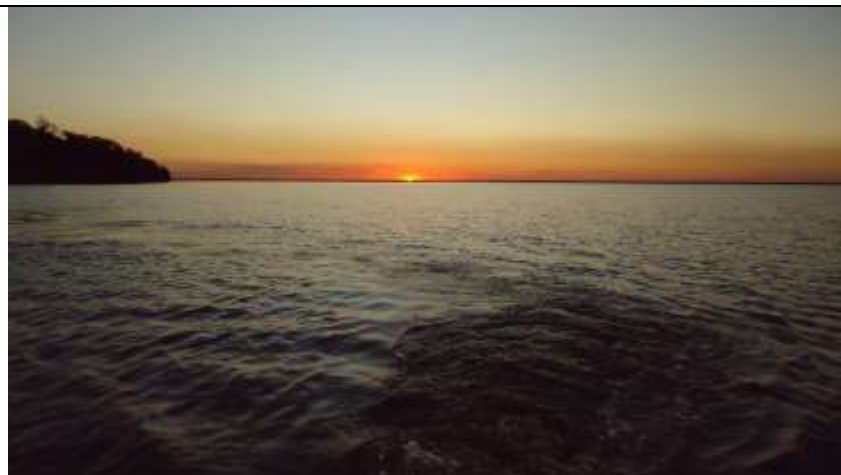
Campamento y vistas - Laguna Cabral:



Campamento y Base de comunicaciones radio VHF



Canal de acceso a la laguna Cabral-longitud 4 km



11. Batimetría y Toma de muestras - Laguna Verá:



Relevamiento batimétrico



Vista de la laguna Verá o Ypoa Guazú



Orilla de la laguna Verá

12. Acceso y vistas - Laguna Verá:



Carga de botes para inicio de incursión a la laguna Verá



Embarcación utilizada en relevamiento



Vista del humedal desde el Islote

Material elaborado en el marco del proyecto
"Redefiniendo los límites del lago Ypoa" - 14-INV-053"



Comité
Nacional de
Humedales del