

Relevamiento batimétrico de tosquera en Ezpeleta, Quilmes

Informe Final



Programa de Hidráulica Computacional
Subgerencia Laboratorio de Hidráulica - Instituto Nacional del Agua

Proyecto INA 335
Informe LHA 03-335-22
Ezeiza, junio de 2022



AUTORIDADES DEL INA

PRESIDENTE

Dr. Ing. Juan Carlos BERTONI

GERENTE DE PROGRAMAS Y PROYECTOS

Lic. Máximo LANZETTA

DIRECTOR DE LA SUBGERENCIA LABORATORIO DE HIDRÁULICA

Ing. Pablo D. SPALLETTI

Equipo de trabajo (por orden alfabético)

Programa Hidráulica Computacional – Subgerencia Laboratorio de Hidráulica – Instituto Nacional del Agua

Ing. Lucas Bindelli | Ing. Leandro D. Kazimierski | Mayra Morale | Lic. Nicolás Ortiz

Informe realizado por:

Ing. Leandro D. Kazimierski

Lic. Nicolás Ortiz

Ing. Mag. Mariano Re

Citar como:

Instituto Nacional del Agua (INA), 2022. Relevamiento batimétrico de tosquera en Ezpeleta, Quilmes. Informe LHA 03-335-22; INA – Quilmes. Junio, Ezeiza, Argentina.

Relevamiento batimétrico de tosquera en Ezpeleta, Quilmes

Informe final

RESUMEN

Las tosqueras o cavas son grandes pozos o depresiones del terreno que se conformaron debido a la extracción de tierra y de tosca y que suelen llenarse de agua, transformándose en grandes piletones naturales que pueden ser muy riesgosos para la población. De la mayoría de las tosqueras se desconoce información fundamental como la batimetría, el volumen de agua, profundidades máximas y la existencia de corrientes que puedan resultar peligrosas. Estos datos resultan de suma importancia para los organismos de seguridad en eventos de rescate. En el marco del Convenio de Cooperación entre el Municipio de Quilmes y el Instituto Nacional del Agua se realizó un relevamiento batimétrico y de medición de velocidades en una tosquera ubicada en la localidad de Ezpeleta (Quilmes). Las profundidades obtenidas se encuentran entre 6 y 10 metros en promedio con un máximo de 12 metros en el extremo suroeste de la tosquera, y un volumen de agua de aproximadamente de 1 millón de metros cúbicos. Se observaron corrientes de agua, aunque se debe corroborar con otros relevamientos.

Descriptorios temáticos: tosquera; riesgo; batimetría.

Descriptorios geográficos: Localidad de Ezpeleta; Partido de Quilmes; Provincia de Buenos Aires.

Tabla de contenido

1	Introducción.....	5
2	Localización.....	6
3	Equipo de trabajo	6
4	Equipamiento.....	7
4.1	Drone.....	7
4.2	Ecosonda	8
4.3	ADCP	8
4.4	Equipo topográfico	9
5	Trabajos de campo.....	9
5.1	Vuelo con drone	10
5.2	Relevamiento batimétrico y velocidades.....	10
6	Resultados de relevamiento	13
6.1	Análisis de profundidades.....	13
6.2	Análisis de velocidades	16

1 Introducción

Las tosqueras son excavaciones que se realizan para la extracción de suelos para su uso en distintas obras de infraestructura. Estas cavas, una vez concluido su aprovechamiento se llenan de agua producto de la descarga de las napas y la precipitación quedando como grandes piletones con profundidades de más de 10 metros y superficies que alcanzan varias hectáreas.

Estos espacios, a pesar de las advertencias de los gobiernos locales (Figura 1.1), son utilizados por la población para la realización de actividades recreativas especialmente en verano. Por su gran profundidad, suelos barrosos, restos de vegetación, materiales peligrosos y falta de señalización, las tosqueras suelen ser lugares donde se producen fallecimientos por ahogamiento todos los años, principalmente en menores de edad.

En el marco del Convenio Marco de cooperación y colaboración entre el Instituto Nacional del Agua (INA) y la Municipalidad de Quilmes se realizó un relevamiento en la tosquera ubicada en la localidad de Ezpeleta, Quilmes, provincia de Buenos Aires en el km 23 de la Au. La Plata - BsAs (Au 1). El objetivo general de este trabajo es generar un relevamiento batimétrico para evaluar profundidades máximas y analizar la existencia de corrientes de agua en esta tosquera. Esto permitirá tener un mejor conocimiento de sus características por parte de los cuerpos de emergencias.



Figura 1.1. Cartel de prohibición de ingreso a tosqueras realizado por el gobierno de Quilmes (Fuente: Publicación en Facebook de Municipalidad de Quilmes).

2 Localización

El relevamiento de campo se realizó el miércoles 6 de abril entre las 10 y las 15 horas. La zona relevada (Figura 1) corresponde a un área aproximada de 16 hectáreas en la Tosquera de Ezpeleta en Quilmes frente a la Autopista Buenos Aires - La Plata.



Figura 2.1. Imagen de la ubicación de la tosquera relevada.

Al momento de las mediciones las condiciones meteorológicas eran óptimas (permitiendo acotar incertidumbres en las mediciones), con escasa presencia de viento y movimiento de la superficie de agua, cielo completamente despejado y temperatura promedio durante la campaña de 24°C.

3 Equipo de trabajo

El equipo del INA estuvo formado por profesionales del Programa de Hidráulica Computacional de la Subgerencia Laboratorio de Hidráulica del Instituto Nacional del Agua:

- Ing. Leandro D. Kazimierski (responsable)
- Lic. Nicolás Ortiz
- Mayra Morale
- Ing. Lucas Bindelli

La campaña contó con la colaboración de la Defensa Civil de Quilmes y el cuerpo de bomberos quienes brindaron el bote semirígido utilizado para la navegación y personal para la asistencia y el manejo de la embarcación.

Asistieron también el Subsecretario de Emergencias, Protección Civil y Tránsito de Quilmes, Lic. Silvio Sartij; el Director de Defensa Civil de Quilmes, Luis Villarroel; y el Director Provincial de Riesgos y Emergencias, Bach. Daniel Anaya.



Figura 3.1. Equipos de Bomberos y Defensa Civil de Quilmes asistiendo en la campaña.

4 Equipamiento

A continuación, se presenta el equipamiento utilizado en la campaña, perteneciente a la Subgerencia Laboratorio de Hidráulica del INA, y se describen sus características básicas.

4.1 Drone

El drone utilizado fue un PHANTOM DJI 4 PRO de 4 hélices que posee una autonomía aproximada de 30 minutos de vuelo y posee incorporada una cámara capaz de hacer filmaciones en calidad 4K.



Figura 4.1. Drone Phantom DJI 4 Pro.

4.2 Ecosonda

La ecosonda utilizada es de doble frecuencia 200/33 kHz modelo CEE LINE 200. Se emplea para relevamientos batimétricos de precisión trabajando en conjunto con sistemas GNSS-RTK. Posee un alcance de medición de 100 m. El equipo es capaz de emitir pulsos a frecuencias conocidas hasta alcanzar un obstáculo o el fondo del lecho, entregando como dato la latitud, longitud y elevación de ese punto.



Figura 4.2. Ecosonda CEE LINE 200.

4.3 ADCP

Se utilizó un perfilador de corriente acústico Doppler (ADCP) RiverSurveyor M9 de la marca SonTek. El ADCP provee información batimétrica (profundidad) de la sección y de las velocidades del flujo en tres direcciones ortogonales. Este instrumento mide la velocidad del agua utilizando el principio físico llamado cambio de frecuencia Doppler. Un transductor genera un pulso de sonido a una frecuencia conocida que se propaga a través del agua.



Figura 4.3. ADCP M9 con Hydroboard.

Este se refleja en todas las direcciones por las partículas que se encuentran en suspensión (sedimento, materia orgánica, etc.). Una porción de la energía reflejada vuelve hacia el transductor donde es recibida por éste y el ADCP mide el cambio de frecuencia de la señal de retorno. Este cambio de frecuencia, medido por cada transductor, se traduce en la velocidad del agua en la dirección radial del mismo. También tiene un transductor que mide la profundidad sobre el punto de medición.

4.4 Equipo topográfico

El equipo utilizado fue un sistema de posicionamiento GNSS de la marca Topcon. Este equipo cuenta con dos receptores satelitales “HIPER V” con antena incorporada y una controladora con el *software* “Magnet Field” que permite el manejo de los receptores. El sistema NTRIP permite trabajar con RTK (Real Time Kinematic) en tiempo real usando una estación de referencia conocida para la realización de las correcciones.

La estación de referencia debe estar a una distancia inferior a los 50 kilómetros para receptores doble frecuencia, obteniendo resultados de precisión centimétrica. El sistema NTRIP permite utilizar una estación fija corrigiendo los puntos en tiempo real sin necesidad de contar con una segunda estación fija en la zona de trabajo.



Figura 4.4. GPS Diferencial Topcon Hiper V.

5 Trabajos de campo

El relevamiento consistió en un vuelo con drone, y un relevamiento con Ecosonda para las mediciones de profundidad y de ADCP para la medición de velocidades de corrientes de agua.

5.1 Vuelo con dron

Se realizó un breve vuelo con dron sobre la zona para tener imágenes aéreas de reconocimiento y analizar las zonas de acceso, la vegetación ribereña, el estado del oleaje y el canal de comunicación con el arroyo Jiménez.



Figura 5.1. Captura de video de la cámara del dron.

5.2 Relevamiento batimétrico y velocidades

El relevamiento fue planificado realizando un mallado rectangular con transectas longitudinales y transversales cada 100 metros aproximadamente (Figura 5.2). Al desconocerse la profundidad de las islas y el estado de la vegetación superficial, las transectas tenían la finalidad de ser trayectorias estimativas para el relevamiento buscando cubrir la mayor superficie posible.

En el relevamiento batimétrico se utilizó la Ecosonda CEE-LINE 200 calibrada y el ADCP RiverSurveyor M9, el primero con posicionamiento satelital diferencial con corrección a tiempo real (RTK) utilizando la función NTRIP con la base instalada en la sede central del IGN (Instituto Geográfico Nacional) como referencia (ubicada a unos 30 kms) y el sistema DGPS (*Differential Global Positioning System*) en el segundo caso.

Se llevó a cabo la calibración de la Ecosonda CEE-LINE de forma local. El procedimiento consiste en verificar la profundidad leída por la ecosonda con respecto a una referencia conocida para calibrar parámetros de interés. Dada la profundidad presente, se asumió que la velocidad del sonido se mantiene constante en todo el perfil, por lo cual se hizo descender una malla metálica a la máxima profundidad y se midió con una cinta métrica para poder ajustar la velocidad del sonido como parámetro fundamental de la calibración.

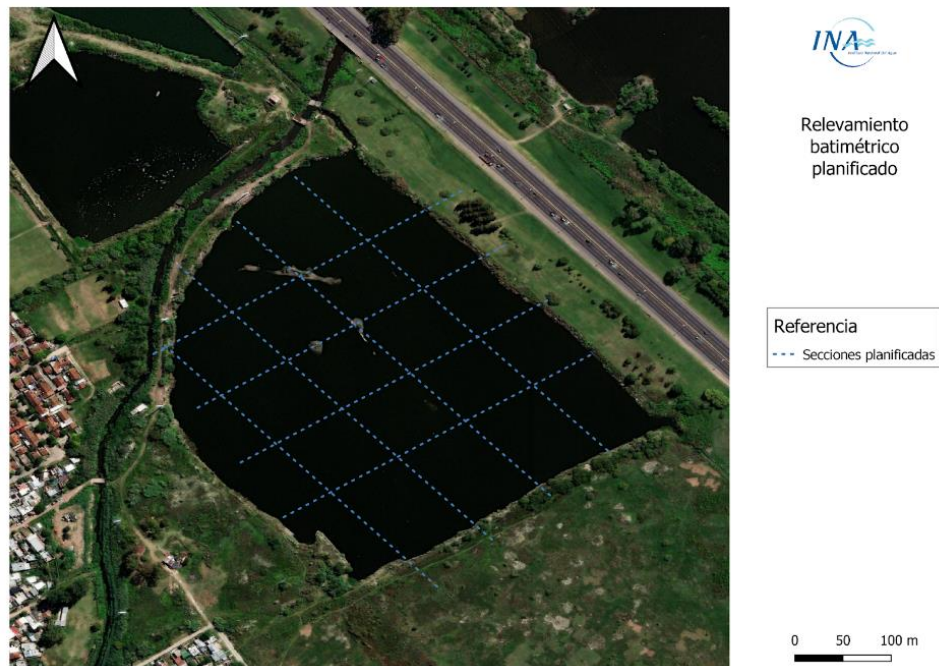


Figura 5.2. Esquema de relevamiento planificado.

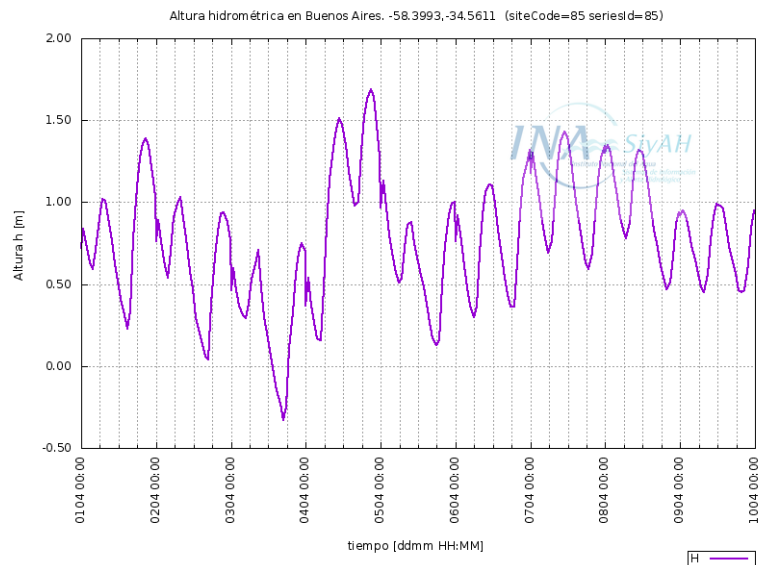
La tosquera se encuentra conectada por un canal al arroyo Jiménez en su extremo norte (Figura 5.3). El arroyo desde este punto tiene unos 1300 metros por una zona con pendiente aproximadamente nula hasta su desembocadura en el río de la Plata. Debido a esta interconexión con el Río de la Plata la tosquera aparenta replicar los niveles de este último en condiciones medias. Esto debe estudiarse en mayor detalle debido a que el canal de conexión es chico y se debe determinar si permite el ingreso y el egreso del caudal necesario para que todo el espejo de agua se acople a los niveles del río de la Plata.



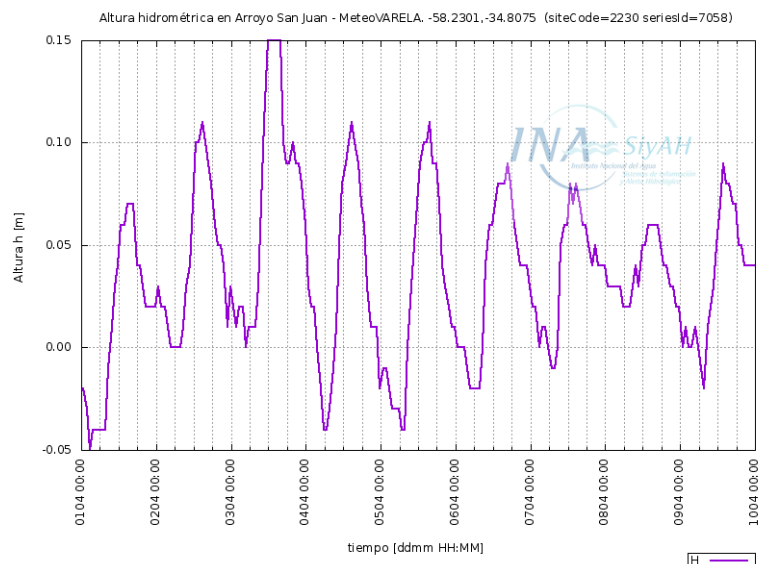
Figura 5.3. Canal de conexión entre la tosquera y el arroyo Jiménez.

Los comentarios del personal de bomberos y defensa civil indican que existen corrientes que han sido observadas en eventos de rescates de personas. Particularmente se mencionó por parte del cuerpo de bomberos que en un evento de rescate se decidió conectar la tosquera con el arroyo y se colocó una reja en la abertura donde fue encontrado el cuerpo sin vida de la persona accidentada.

A continuación, se presenta la serie de niveles observados en el río de la Plata en la estación Buenos Aires y en el arroyo San Juan, tributario del arroyo Jiménez (Figura 5.4) durante el período de campaña. Los datos se descargaron del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Plata - SSIyAH del INA. Se observaron condiciones medias de marea astronómica durante el día de la campaña y niveles base en el arroyo con oscilaciones mínimas producto de descargas antrópicas.



a)



b)

Figura 5.4. Niveles observados a) en el río de la Plata en la estación Buenos Aires y b) en el arroyo San Juan en la estación de la Municipalidad de Florencio Varela (MeteoVarela).

6 Resultados de relevamiento

6.1 Análisis de profundidades

A continuación, se presentan los principales resultados del relevamiento. Se destaca que se encontraron profundidades medias de entre 6 y 10 metros con un máximo de 12 metros en la esquina sudoeste. Resulta importante destacar que el área más profunda de la tosquera es la más próxima a la zona de viviendas de su entorno. Existen varias zonas de bajas profundidades orientadas de forma paralela a la autopista (Figura 6.1). En la zona norte se observan profundidades menores, del orden de 2 a 6 metros, así como pequeños islotes con vegetación arraigada.

En la Figura 6.2 se presentan las transectas realizadas con ADCP donde también se aprecian las profundidades observadas mostrando un buen acuerdo comparado con la ecosonda. Se aclara que el ADCP mide profundidades relativas y la ecosonda mide cotas respecto al nivel medio del mar o Cero IGN.

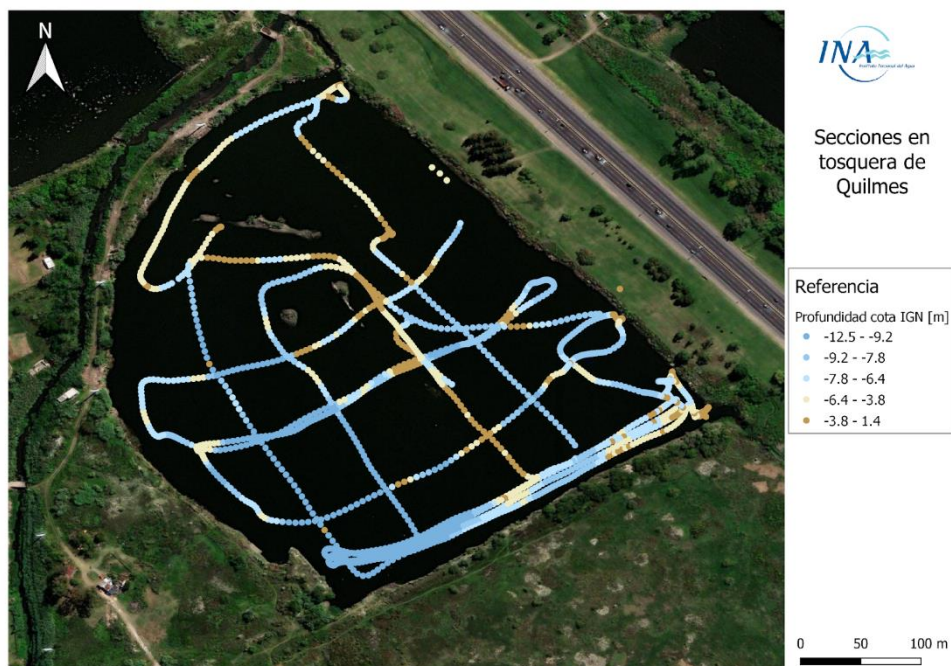


Figura 6.1. Profundidades relevadas con la Ecosonda.

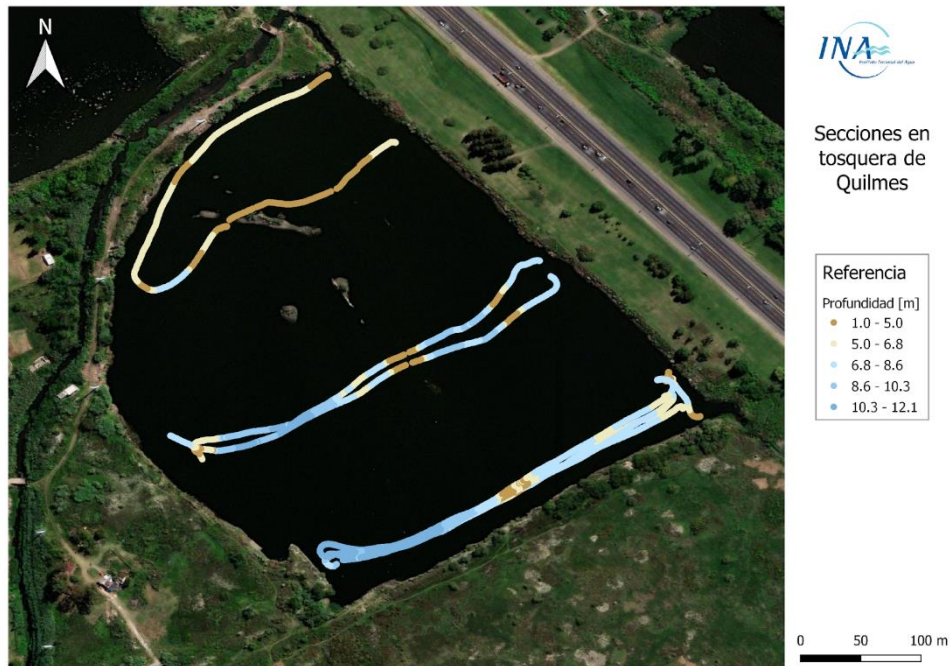


Figura 6.2. Transectas relevadas con ADCP y profundidades máximas observadas.

Para analizar la diferencia entre profundidades y cotas en la Figura 6.3 se comparan las profundidades obtenidas con ADCP y las elevaciones con Ecosonda mostrándose un buen acuerdo. Se aprecia que las profundidades y las cotas están sobre una recta a 45° y con ordenada al origen en cero, esto indica que el nivel del agua está aproximadamente en cota cero IGN.

Para este análisis se comparan puntos medidos con ambos equipos que se encuentren a la distancia aproximada de instalación en la embarcación que es de unos 5 metros. Adicionalmente, en la Figura 6.3 se muestran los puntos con diferencias menores a 1 metro en color negro y mas de 1 metro en color naranja. Se aprecia que a excepción de unos puntos que se escapan completamente de la recta, en el resto existe un buen ajuste y indicando un error inferior al metro.

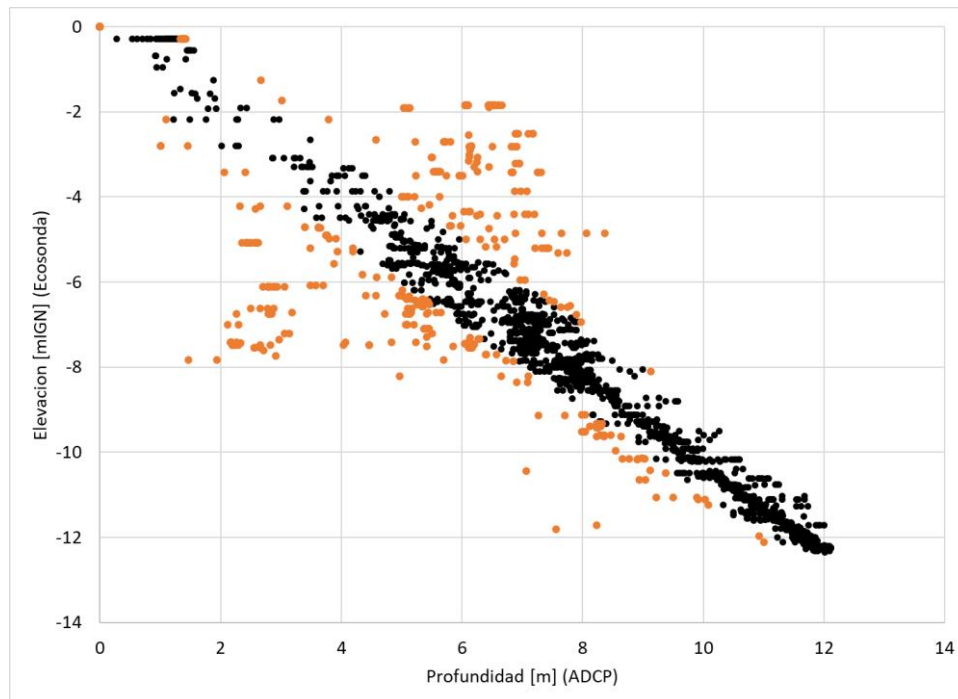


Figura 6.3. Comparación de profundidades relevadas con ADCP y elevaciones con Ecosonda (puntos negros con diferencia menor a 1 metro y naranja mayor a 1 metro).

Un resultado interesante es estimar el volumen de agua en la tosquera. En la Figura 6.4 se muestra la batimetría del fondo de la tosquera utilizando los datos obtenidos con la Ecosonda interpolados. Integrando el volumen por debajo de la cota de 0 mIGN sobre un área de 15.90 Ha se obtuvo un volumen de 974.000 m³. Esto da una profundidad media de 6.10 metros. Para estimar un valor más preciso se requiere de una batimetría de mayor detalle realizando mas cantidad de transectas longitudinales y transversales.

La batimetría fue realizada por el método TopoToRaster implementado en el software ArcGIS con una resolución de 2 metros. A los puntos obtenidos con la Ecosonda se le agregó una polilínea con cota 0 mIGN en la costa de la tosquera y en las márgenes de las islas que se aprecian en las imágenes satelitales para limitar la extensión de la interpolación.

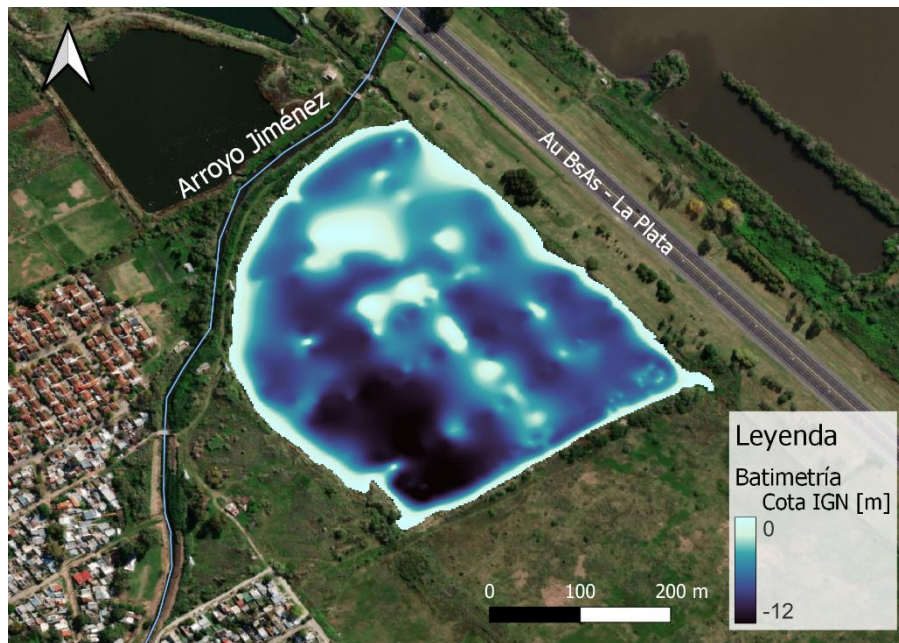


Figura 6.4. Batimetría del lecho de la tosquera utilizando la información obtenida con la ecosonda.

6.2 Análisis de velocidades

En el relevamiento con ADCP para medir velocidades se realizaron 8 pasadas (Figura 6.5). Las primeras 4 en el extremo sur, luego 2 en el centro y finalmente otras 2 en el extremo norte que contabiliza como una sola ya que incluye un ida y vuelta desde la margen de la autopista. Esta última pasada inicia cerca del canal que une la tosquera con el arroyo. No se hicieron relevamientos longitudinales (paralelos a la autopista).

Las velocidades observadas son en general bajas, debajo de 0.2 m/s de velocidad media. Se aprecian zonas de aparente mayor velocidad, entre 0.6 y 0.8 m/s a media profundidad y en la parte más profunda de la tosquera (Figura 6.5) que se encuentra en la zona suroeste de la tosquera. Las zonas con velocidades máximas se pueden apreciar en los perfiles transversales que se presentan en la Figura 6.6, en especial en las secciones 2, 4 y 5.

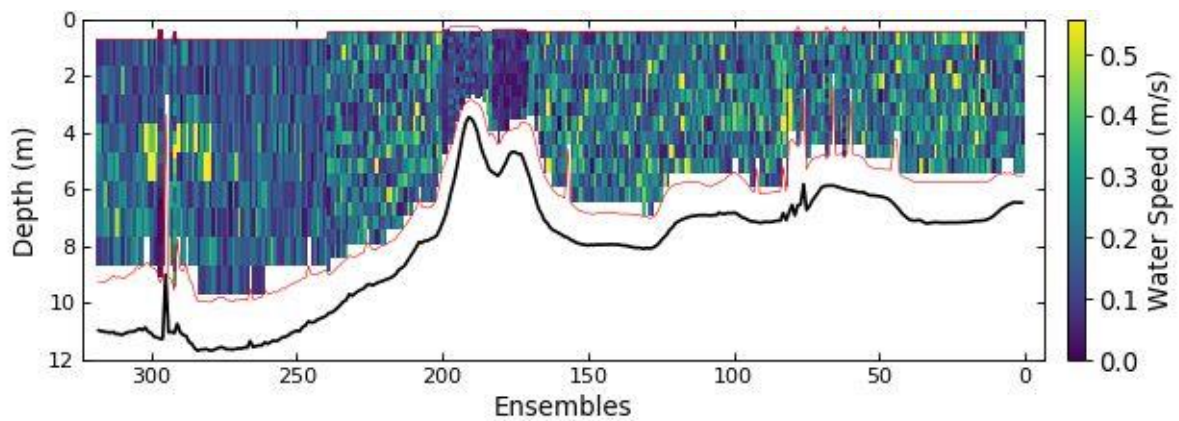
La inconsistencia entre las zonas de velocidades altas en las secciones 5 y 6 que corresponden a la misma transecta y lo mismo en las secciones 1, 2, 3 y 4 abre la incertidumbre de si fueron errores de medición por la velocidad de la embarcación. Igualmente, no se pueden descartar velocidades algo mayores en esa zona.

Se requieren mayores mediciones sobre plazos de tiempo prolongados para obtener indicios de corrientes o circulaciones de agua mas estables. Estos relevamientos pueden realizarse dejando el ADCP fijo en un punto por un lapso de varios minutos en la zona donde se observaron las velocidades más altas.

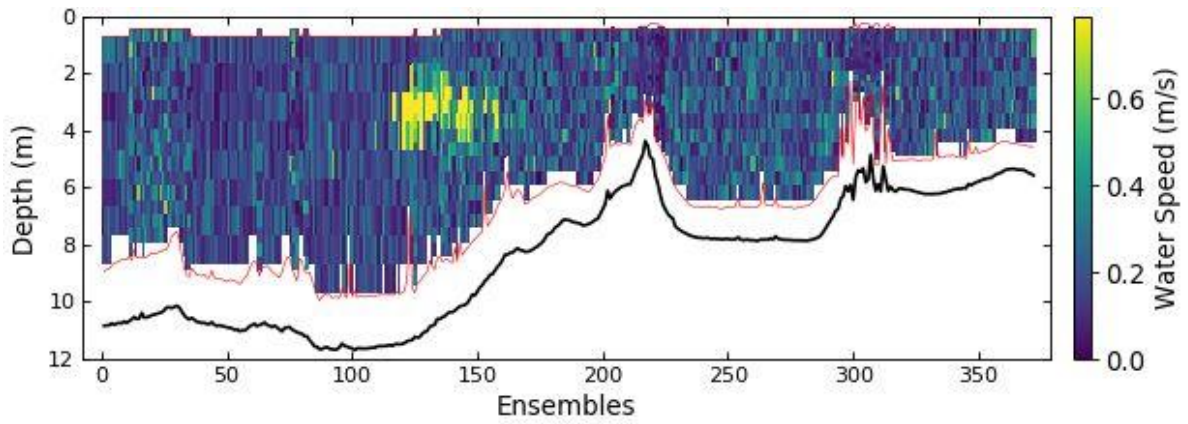
También se puede realizar un relevamiento sobre el canal de comunicación entre la toquera y el arroyo Jiménez para detectar caudales. Este relevamiento debe hacerse desde las costas y con ADCP ya que es complejo ingresar con la embarcación.



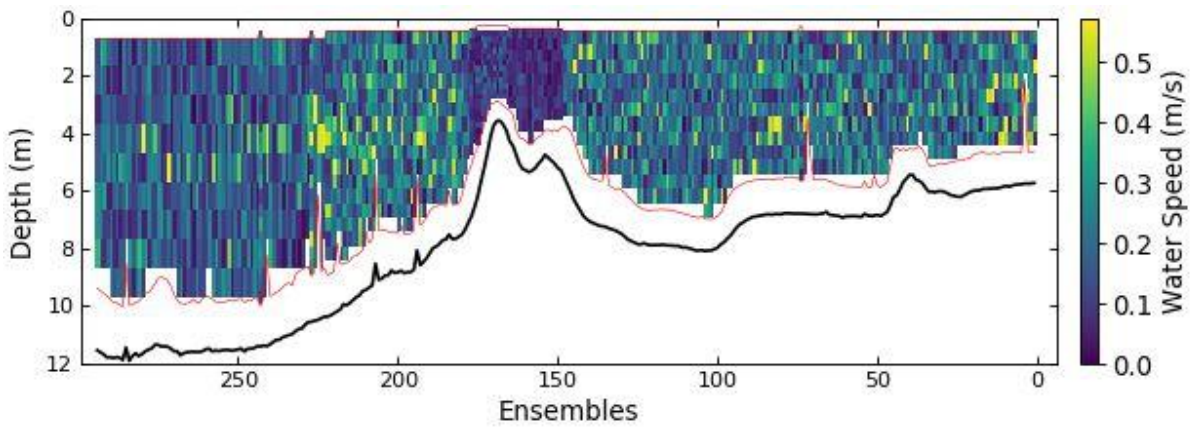
Figura 6.5. Velocidades medias en la vertical relevadas con ADCP.



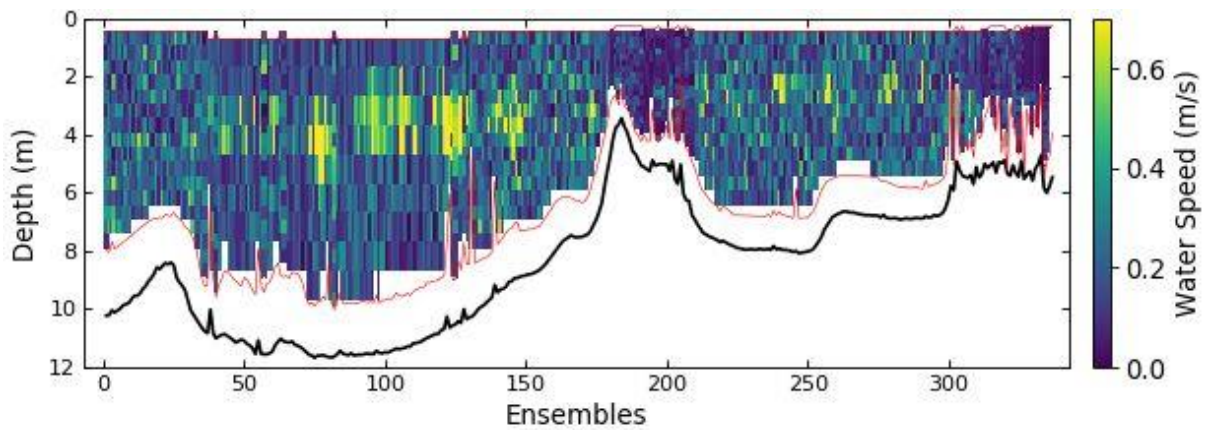
Sección 1



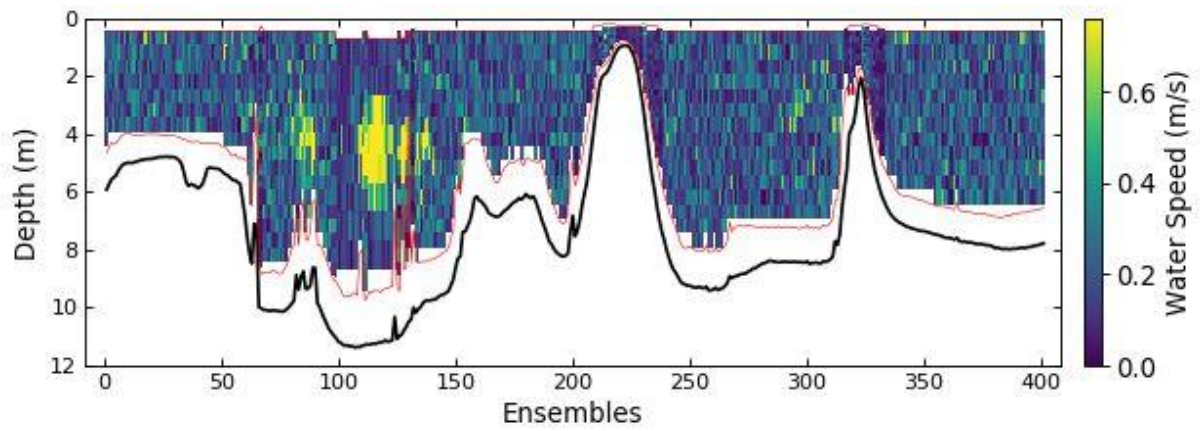
Sección 2



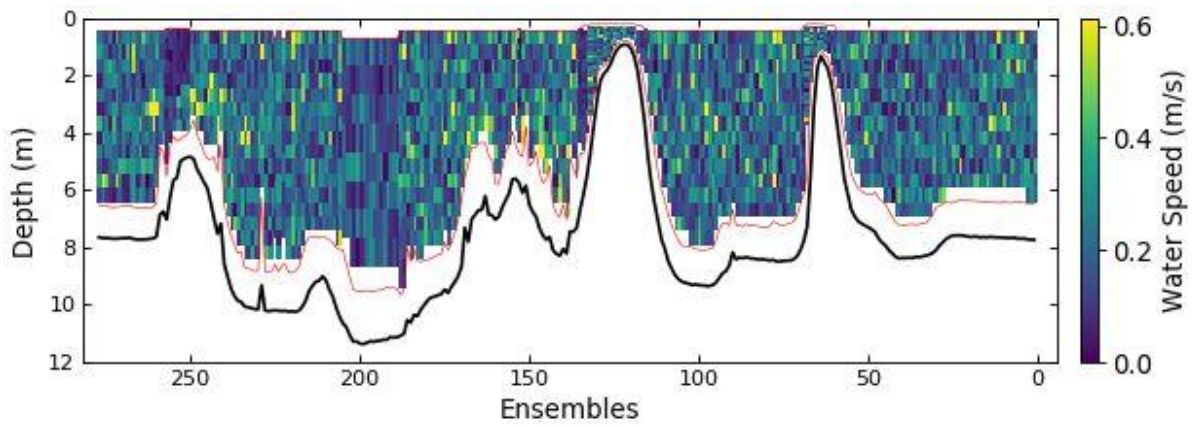
Sección 3



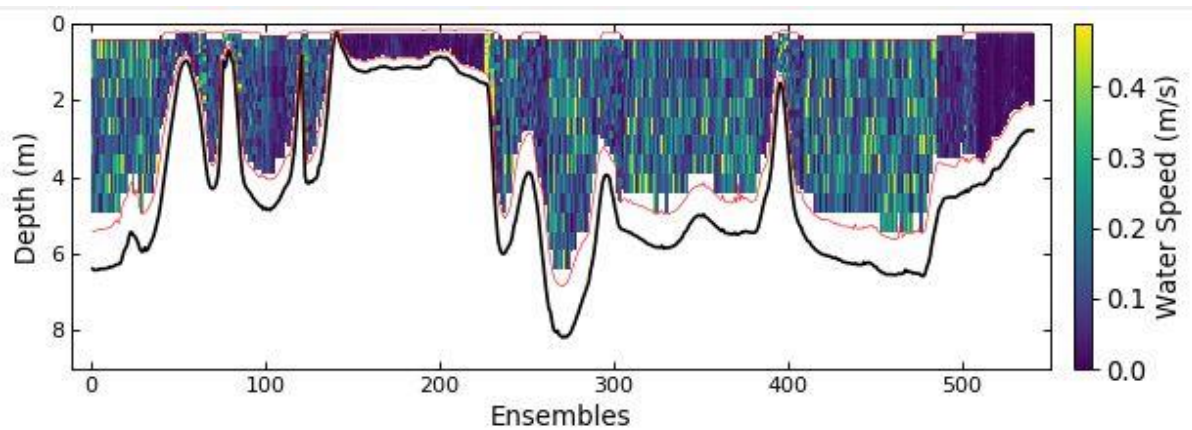
Sección 4



Sección 5



Sección 6



Sección 7

Figura 6.6. Transectas relevadas con ADCP.