

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS



INFORME SOBRE CALIDAD DE AGUA DEL LAGO TINKUILCO

Presentado por:

Universidad Austral de Chile
Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas
Dr. Stefan Woelfl y colaboradores

A petición del Comité de Protección y Desarrollo Sustentable de Tinquilco
(Financiamiento parcial)

1. Introducción

Este segundo informe reporta los resultados de varias salidas realizadas durante 2016 al lago Tinquilco para obtener datos sobre los nutrientes P y N, la batimetría de lago y la distribución de *Diplodon chilensis* (Bivalva) en el sector camping CONAF (Tesis Hans Bartsch). En particular se realizaron las siguientes mediciones:

- Mediciones de profundidad del lago para obtener mas datos batimétricos del lago y mejorar el mapa batimétrico elaborado durante 2015.
- Medición de la transparencia (profundidad de Secchi) en la columna de agua. Este parámetro es importante para la clasificación trófica del lago
- Medición de parámetros físicos como temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno.
- Medición de nutrientes P, N disuelto y particular y clorofila a. Son parámetros claves para la clasificación de la trófica y el grado de la contaminación con nutrientes/materia orgánica
- Determinación de la abundancia y distribución del molusco *Diplodon chilensis* mediante buceo científico. Esta información es útil para describir la biota bentónica del lago.

2. Metodología

2.1 Batimetría

La metodología es la misma ya descrita anteriormente en el primer Informe 2015. Se realizaron mas recorridos con bote en las zonas mas profundas del lago y en las orillas usando una ecosonda HUMINBIRD 727 registrando paralelamente las coordenadas con un GPS GPSmap 62 (GARMIN).

2.2 Toma de muestras y análisis de parametros físicos y químicos de agua

Durante dos ocasiones se realizaron muestreo de agua: 12. Abril 2016 (centro) y 31 Mayo 2016 (orilla, lugar camping CONAF).

Parámetros físicos: Se registraron temperatura, pH y conductividad eléctrica con sonda WTW desde la superficie hasta la profundidad máxima (profundidades: 0-5-10-15-20-24m). Luego se midió la transparencia usando el disco Secchi ($\varnothing$ 30 cm).

Parámetros químicos: Las muestras de agua para el análisis de parámetros químicos se tomaron en las mismas profundidades con una botella Friedinger (volumen 2 L). El agua se guardó en botellas de polietileno de 0,5 L volumen a una temperatura de 4-8°C para su transporte al laboratorio LIMNOLAB de la Universidad Austral de Chile y su análisis químico siguiendo la metodología descrita abajo:

Análisis de agua

La metodología utilizada para medir los factores físicos y químicos es la siguiente:

Temperatura: Medición con sonda WTW 342: Precisión: 0,01 °C

pH: Medición con sonda WTW 342: Precisión 0,1 unidad de pH

Conductividad: Medición con sonda WTW 342: Precisión: 0,3 µS/cm.

Transparencia: Medición con un disco Secchi (30 cm de diámetro). Precisión: 0,5 m.

Oxígeno disuelto: Medición con sonda WTW con sensor óptico directamente en la botella Friedinger. Precisión: 0,2 mg/L

Nitrato: Método de Reducción con columna de cadmio y medición como nitrito según 4500-NO₃ – E Standard Methods APHA (2005). Límite de detección (MDL): 0,002 mg N-NO₃/L. Segmented Flow Analysis Modul SKALAR (Holanda)

Nitrito: Método colorimétrico diazonio según 4500-NO₂ - B. Standard Methods APHA (2005). Límite de detección (MDL): 0,002 mg N-NO₂/L. Segmented Flow Analysis Modul SKALAR (Holanda)

Amonio: Método Indofenol, 4500-NH₃ F Standard Methods Edición 2005. Límite de detección (MDL): 0,003 mg N-NH₄/L.

Fósforo soluble: Método azul del ácido ascórbico según 4500-P – E. Standard Methods APHA (2005). Límite de detección (MDL): 0,002 mg P-PO₄/L.

Fósforo Total (PT): Método de digestión ácida y Persulfato de Potasio según Koroleff (1983) y 4500-P B/5 Standard Methods APHA (2005). Límite de detección (MDL): 0,003 mg P-PO₄/L.

Nitrógeno Total: Método de digestión básica con Hidróxido de Sodio y Persulfato de Potasio según Koroleff (1983) y 4500-N/C y 4500-NO₃ – E. Standard Methods APHA (2005). Límite de detección (MDL): 0,015 mg N/L. Segmented Flow Analysis Modul SKALAR (Holanda)

Nitrógeno orgánico: Norg. = NT – (N-NO₃ + N-NO₂ + N-NH₄).

Clorofila a: Medición con sonda multiparamétrica (Sea & Sun 90M). Precisión: 0,1 °C

2.3 Muestreo y análisis de *Diplodon chilensis*

Se realizaron en total tres salidas a terreno para abordar la distribución de *D.chilensis* (véase también ANEXO 1). El 10 de marzo se realizó una salida de prospección para verificar si existe realmente este molusco en el lago Tinquilco. Se realizaron buceo con shorkel (Hans Bartsch, Sebastian Osorio) en el sector Camping CONAF tomado registros visuales y fotográficos del area subacuático (ANEXO 2).

Posteriormente se realizaron con tres colegas alemanes durante 19. – 22. de marzo 2016 varios campagnas de buceo científico utilizando camaras subacuáticos (Nikon, Canon, GoPro) para tomar fotos y videos subacuáticos georeferenciado con GPS (véase fotos ANEXO 3). Para esto se montaron las camaras en marcos de aluminio para obtener siempre fotos del mismo área (aprox. 30 x 40 cm) y a la misma distancia con el fondo (ANEXO 3). Cada tres metros (3-6-9-12-15 m) en profundidad se tomaron entre 30 y 50 fotos lo cuales se procesaron luego en el computador, indentificando la cantidad de *Diplodon* por área. Finalmente se calculó la abundancia por metro cuadrado.



Fig. 1 Tres tracks de las campañas de buceo científico, lugar camping CONAL, durante marzo 2016.

También se tomaron muestras de sedimento para determinar el porcentaje de materia orgánica y la granulometría del sedimento con el fin de relacionar estos parámetros con la distribución y abundancia de *Diplodon* registrado. Sin embargo, estos datos todavía no son disponibles a la fecha.

3. Resultados y evaluación

3.1 Parámetros morfológicos

La figura 2 muestra el mapa batimétrico actualizado. En relación al primer mapa informado el año pasado no hay cambios relevantes respecto a la profundidad máxima (27,3 m) y los isobates. Ha mejorado la resolución de la batimetría de algunas áreas en las orillas.

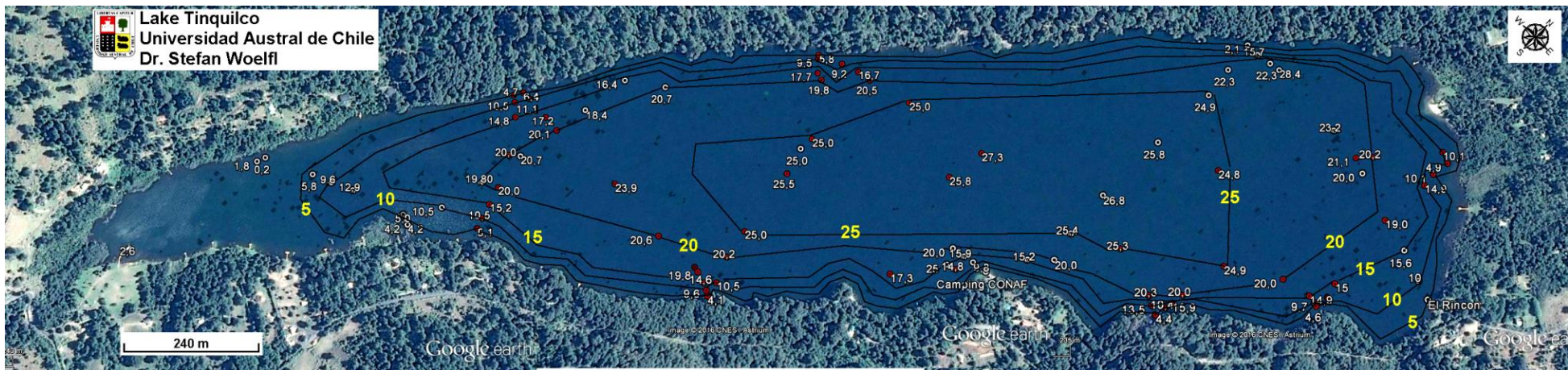


Figura 2. Mapa batimétrico actualizado del Lago Tinquilco.

3.2 Parámetros físicos, químicos -biológicos

Las tablas 1 y 2 muestran los resultados de los análisis químicos y físicos, mientras la figura 3 muestra el perfil de temperatura, del clorofila a y de la saturación de oxígeno.

En relación con el muestreo 2015 se nota lo siguiente:

- El lago fue estratificado termicamente muy marcadamente con un epilimnion de 0-10 m con temperatura de $\sim 17^{\circ}\text{C}$, y un hipolimnion de con una temperatura de $\sim 8^{\circ}\text{C}$, siendo muy similar a lo registrado en 2015.
- Las concentraciones de clorofila a fueron en 2016 mucho mas alto ($12\text{ }\mu\text{g/L}$ versus $< 2\text{ }\mu\text{g/L}$) que en 2015, quizas producto del buen tiempo. La transparencia fue con 12 m un poco mas baja que en 2015 (15 m), probablemente producto de las mayores concentraciones de clorofila a.
- La oxigenación de la columna de agua fue buena con valoreres $> 8\text{ mg/L}$ en el epilimnion siendo cercanos a la saturación de oxígeno. En el hipolimnion (bajo 15 m de profundidad) el oxígeno bajó considerablemente hacía el fondo alcanzando valores de solo $\sim 25\text{-}30\%$ de saturación. Estos valores son considerablemente diferente al año anterior y significan que hubo una mayor degradación de materia orgánica en 2016. Estos valores son muy bajas y preocupantes.

Tabla 1. Parámetros físicos y químicos, medidos en el centro del lago Tinquilco (12.4.2016)

Prof. (m)	T (C)	pH	Cond. ($\mu\text{S/cm}$)	O ₂ (mg/L)	O ₂ (%)	N-NH4 $\mu\text{g/L}$	N-NO3 $\mu\text{g/L}$	N-NO2 $\mu\text{g/L}$	NT $\mu\text{g/L}$	P_PO4 $\mu\text{g/L}$	PT $\mu\text{g/L}$	Cla $\mu\text{g/L}$
0	16,2	6,26	29,5	8,77	97,6	< 3	< 2	< 2	73,2	< 2	3,8	4,7
5	16,1	6,10	29,5	8,71	96,7	< 3	< 2	< 2	77,1	< 2	5,4	12,7
10	16,1	6,09	29,5	8,73	96,9	< 3	< 2	< 2	74,2	< 2	4,2	0,6
15	11,3	5,98	26,0	7,67	76,5	4,1	< 2	< 2	78,1	< 2	4,2	1,2
20	9,3	5,82	27,5	3,70	35,2	28,6	< 2	< 2	86,5	< 2	4,6	0,6
24	9,4	5,96	28,8	2,60	24,8	53,8	< 2	< 2	118,5	< 2	5,4	0,5

- Respecto a los nutrientes se puede constatar que el amonio fue alto en el hipolimnion durante abril – produco de la degradación de materia orgánica – mientras NT y el resto de los nutrientes inorgánicos fueron similar a 2015. Por otro lado PT fue en 2016 mas bajo

que en 2015, lo que es notable y deja suponer que el intercambio de agua es bastante rápido en este lago. Luego en mayo cuando el lago ya mezcló térmicamente, el amonio disminuye mientras los restantes parámetros se mantuvieron similares a los de abril.

Tabla 2. Parámetros físicos y químicos, medidos en la orilla (CONAF) del lago Tinquilco (31.5.2016): Punto 1, 7 y 15

Lugar	Prof.		Cond.	O2	O2	N-NH4	N-NO3	N-NO2	NT	P_PO4	PT	Cla
	(m)	pH	(μS/cm)	(mg/L)	(%)	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
Pto.1	5	-	-	-	-	3,3	2,2	< 2	79,6	< 2	4,2	-
	15	-	-	-	-	3,8	< 2	< 2	79,9	< 2	4,4	-
Pto.7	5	-	-	-	-	< 3	< 2	< 2	72,1	< 2	3,2	-
	15	-	-	-	-	3,3	3,2	< 2	76,1	< 2	4,0	-
Pto.15	5	-	-	-	-	< 3	< 2	< 2	69,8	< 2	4,0	-
	15	-	-	-	-	< 3	< 2	< 2	66,4	< 2	3,2	-

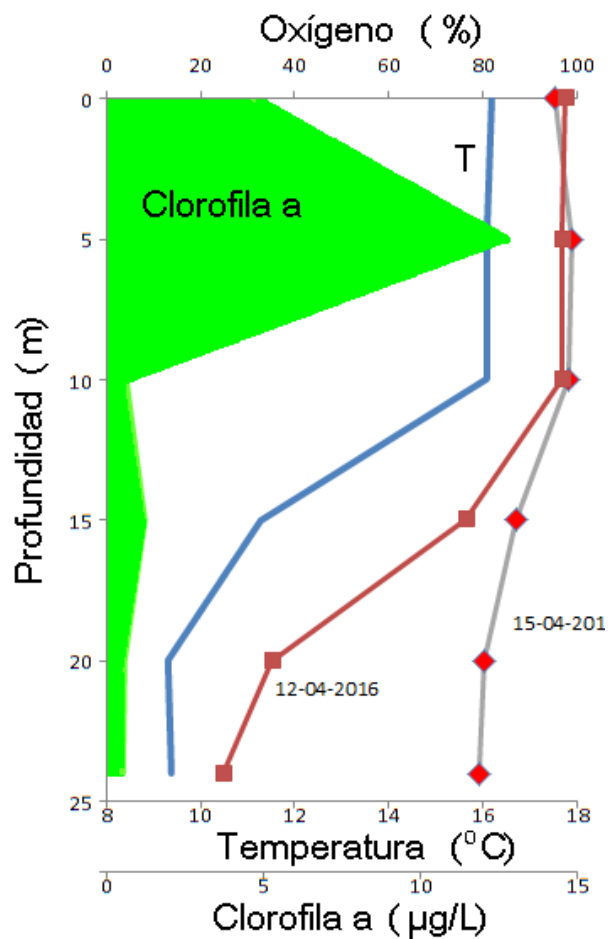


Figura 3. Perfil vertical de la temperatura, saturación de oxígeno y clorofila a durante 12 de abril 2016. Se muestra además saturación de oxígeno durante abril 2015 en el lago Tinquilco.

3.3 Distribución y abundancia de *Diplodon chilensis*

Se estudió solamente en el área del camping CONAF la distribución y abundancia de *D.chilensis* mediante buceo científico, tomando en total varios cientos de fotos. El contéo de los organismos en general funcionó bien porque los moluscos en la mayoría de las fotos fueron bien visibles (Fig. 4).

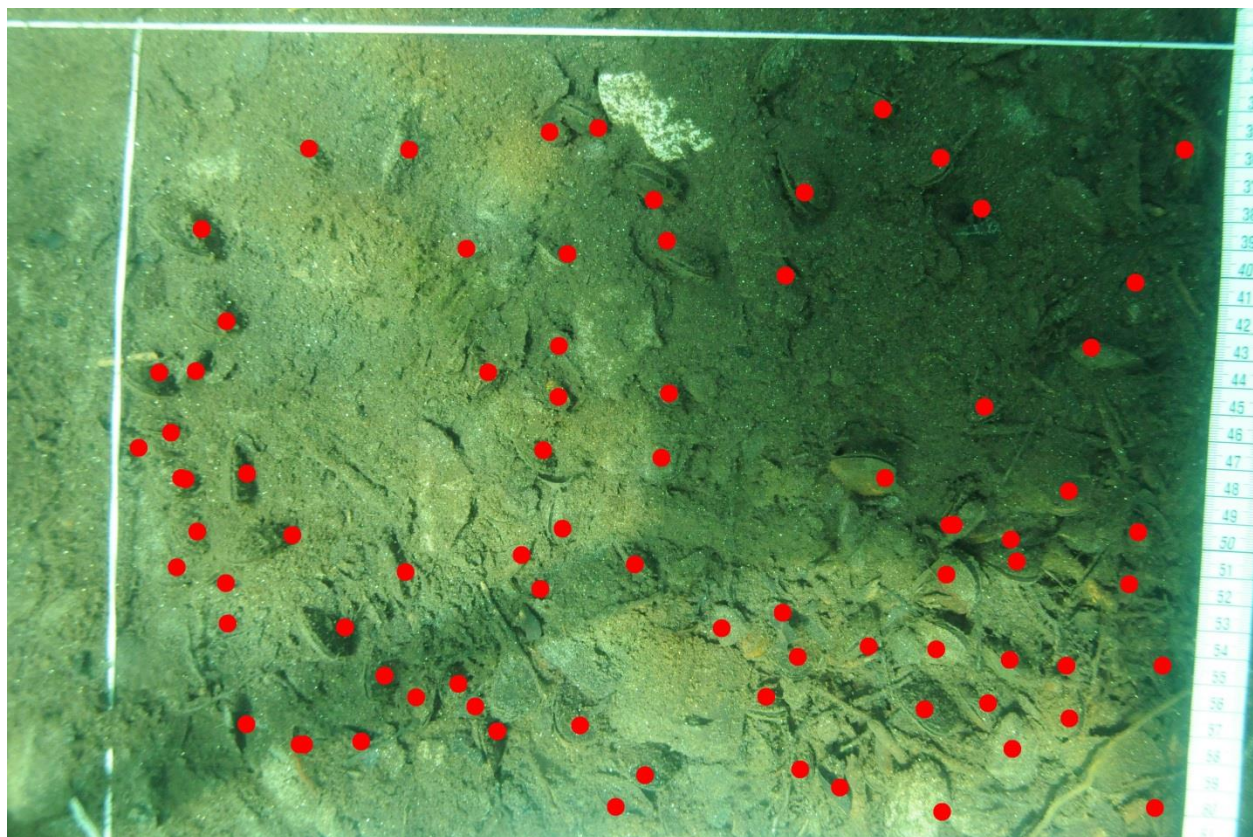


Fig. 4 Contéo de *Diplodon* en foto subacuático

La distribución del molusco mostró claramente agregación de mayores abundancias en zonas mas someras hasta 3 m. Bajo de 3 metros y hasta 15 metros de profundidad la abundancia fue generalmente menor a 100 ind/m². La mayores abundancias llegaron en 3 m hasta 500 ind/m². Estos máximos valores son altos (com.pers. Dr. Gladys Lara, UCT), pero todavía no podemos decir si estan relacionados con el contenido de materia orgánica del sedimento o con otros factores.

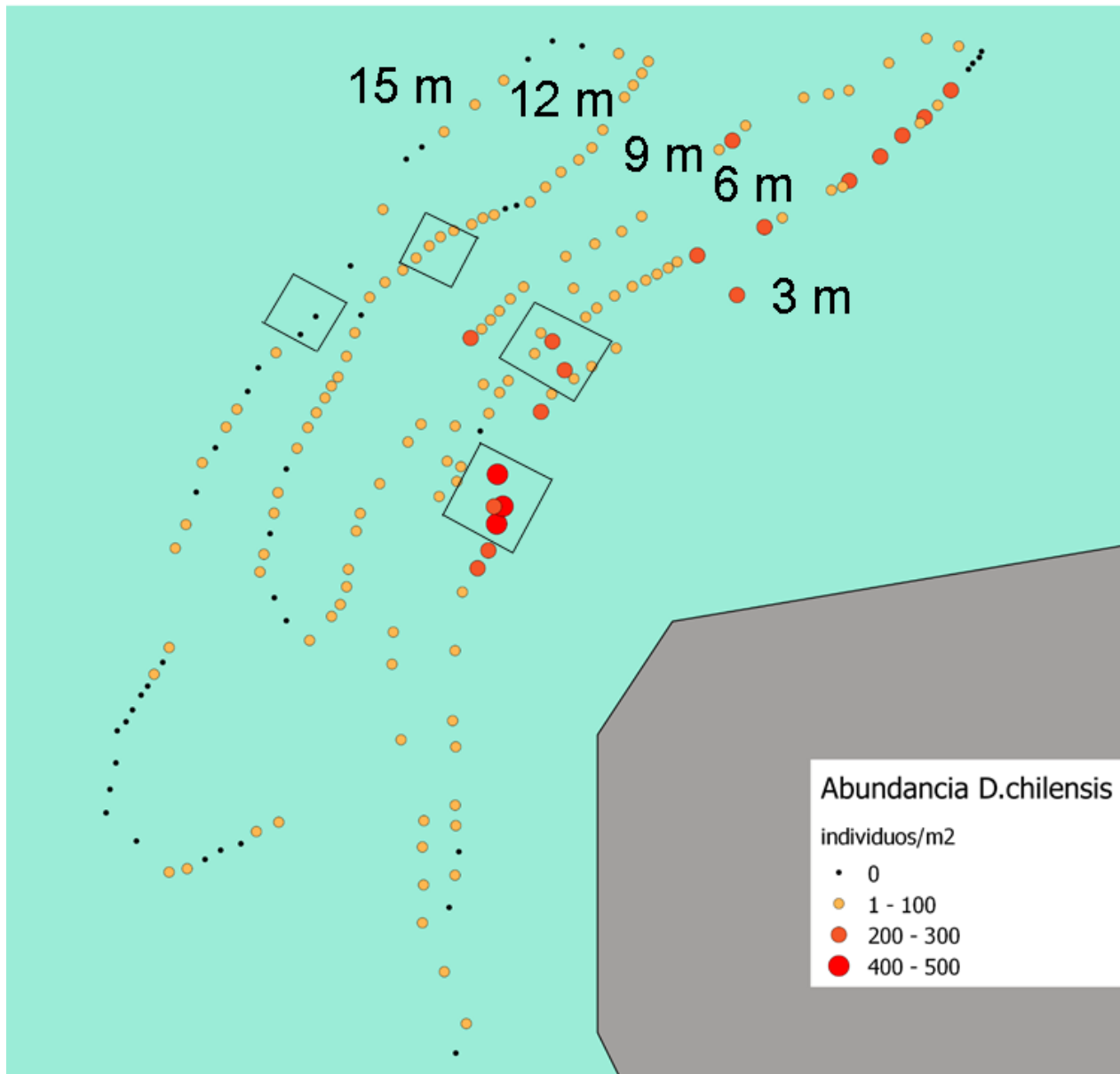


Figura 5. Distribución y abundancia de *Diploden chilensis* en lago Tinquilco, lugar camping CONAF

4. Conclusión

En base a los muestreos realizados 2016 se puede concluir lo siguiente:

- Se dispone ahora de un mapa batimétrico actualizado del lago Tinquilco que solamente en la parte litoral presenta mayor resolución espacial respecto al mapa anterior.

- Las concentraciones de P y N caracterizan el lago como un lago oligotrófico. Sin embargo, las elevadas concentraciones de amonio en conjunto con las bajas concentraciones de oxígeno en el hipolimnion son indicativas para degradación de materia orgánica mayor a la observada en 2015.
- Los valores de PT alcanzaron solamente 60% de los valores medidos en una ocasión en 2015, que deja suponer que los cambios de agua en el lago Tinquilco son bastante rápido lo que es favorable para el bienestar del lago mismo.
- En el futuro es deseable obtener mas mediciones de los parametros trófico – también en mas estaciones del lago – para abordar mejor la dinámica y variacion espacial (si es que hay) del lago. Sin embargo, ahora en adelante se debería contar con financiamiento mas robusto por los altos costos de los trabajos realizados.

COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

Universidad Austral de Chile

Dr. Stefan Woelfl

Dr. Jorge Nimptsch

Biol. Mar. Ana Lorca

Bio. Mar (c) Hans Bartsch

Biol. Mar. Sebastian Osorio

Universidad de Rostock (Alemania)

Dr. Gerd Niedzwiedz

Biol. Gesche Kohlberg

Dr. (c) Anne Herbst

ANEXO 1 Características de *Diplodon chilensis*

Fuente: http://www.macrofauna.cl/fi/Diplodon_chilensis.html

Diplodon chilensis

Phylum: Mollusca

Clase: Bivalvia

Orden: Poleoheterodonta

Familia: Hyriidae

Género: *Diplodon*
Spix, 1827

Nombre científico: *Diplodon chilensis*
(Gray, 1828)

DESCRIPCIÓN

Es el bivalvo de agua dulce de mayor tamaño, de color amarillo pardo a muy negruzco. Presenta una concha oblonga alargada con forma rectangular, el umbo desplazado y muy rugoso. Parte interna nacarada, sin dientes laterales (Stuardo, 1961).

DISTRIBUCIÓN

Los rangos de distribución geográfica norte-sur actualmente no están bien delimitados, aunque se ha señalado desde el norte de Chile hasta la Patagonia y Tierra del Fuego (Haas 1969, Peredo y Parada 1984). En Argentina desde la provincia de Mendoza hasta la patagonia chileno-argentina (Bonetto 1973a).

HÁBITAT

Estos bivalvos se encuentran tanto en aguas lólicas como lénticas, siendo más abundantes en estas últimas, en fondos lodosos o arenosos.



ANEXO 2 Fotos de terreno, 10. Marzo 2016, buceo de prospección. Se nota gran densidad de *D.chilensis*, algunas se marcó con punto rojo



ANEXO 3 Fotos de terreno, 19.-22. Marzo 2016, buceo científico. Izquierda: Se reconoce bucos con GPS y camara subacuática. **Derecha:** Camara subacuática montada en marco de aluminio para tomar foto de un area estandarizada.

