MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPTO. CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS
PROCESO N° 10781617

MINUTA DCPRH N° ___11___/

MAT.: Informe de calidad de Aguas lago Lleu Lleu

SANTIAGO, 30 de marzo 2017.

1 Objetivo 2
2 Justificación. 2
3 Antecedentes Generales. 2
3.1 Cuenca Hidrográfica. 2
3.2 Características geométricas. 3
4 Metodología del monitoreo del lago Lleu lleu 4
4.1 Resultados obtenidos 2016. 6
4.2 Análisis de la Información 7
5 Conclusiones 8
6 Referencias 9
7 Anexos 10
7.1 Anexo 1 Perfiles con CTD: 10
7.2 Anexo 2: Técnicas analíticas, límites de detección. 11
7.3 Anexo 3 fotos 12
7.4 Anexo 4 procedimientos 13

1 Objetivo

La presente minuta técnica tiene por objetivo entregar un análisis de la calidad de las aguas del Lago LLeu LLeu considerando los resultados obtenidos en la campaña realizada el año 2016 y realizar una comparación con los datos levantados el año 2011.

2 Justificación.

El lago Lleu lleu posee estudios aislados de la dinámica ecosistémicas y de calidad de sus aguas, es por esta razón que la DGA ha querido incorporar en su red de control de lagos a este lago. Hasta la fecha la Dirección General de Aguas ha realizado 2 monitoreos en el lago uno en el año 2011 y el otro en diciembre del año 2016. Estos monitoreos abarcan diferentes parámetros de calidad de aguas los cuales contribuirán al conocimiento del lago y servirán para contribuir a la toma de decisiones con respecto al uso de la cuenca.

El lago Lleu lleu pertenece al grupo denominado lagos nahuelbutanos meridionales (Laguna Grande de San Pedro, Laguna Chica de San Pedro, Laguna Quiñenco, Lago Lanalhue y Lago Lleulleu). Estos lagos corresponden a áreas de desarrollo indígena, lo cual constituye un componente cultural, actualmente relevante en Chile para la toma de decisiones respecto al uso de estos recursos acuáticos (Parra, 2003). Desde esta perspectiva, los procesos que afectan la calidad y usos de estos recursos, como la eutrofización, requieren una especial atención de la comunidad público-científico.

Por otro lado, un deterioro de las aguas del Lago Lleu lleu podría disminuir su atractivo y su potencial turístico, además de reducir el espectro de posibles usos para sus aguas.

3 Antecedentes Generales.

3.1 Cuenca Hidrográfica.

El lago Lleu lleu pertenece a la región del Bio Bio, Provincia de Tirúa a los 73°21.6' longitud oeste y 38° 9.6' Latitud Sur (Centro de Estudios Agrarios y Ambientales, 2010). Posee un conjunto de subsistemas de micro cuencas, siendo las de los ríos Huillinco que desemboca en el sector NE del lago y el río Mahuilque que desemboca en el sector SE del lago, las más importantes. También están las cuencas de los esteros: Pichiquitaco, afluente del río Lleu Lleu al NW del lago homólogo, el estero Chatarlua que desemboca en el sector NW del lago Lleu Lleu, los esteros Pudaco y Caihueco que desembocan en el sector norte del lago Lleu Lleu, los esteros Junquilla y Pichihuillinco que desembocan en el sector NE del lago Lleu Lleu, los esteros Duran, Puimahue, Butacatro y Huetache que desembocan en el sector Este del lago Lleu Lleu. También existe una trama de quebradas y drenes menores que disectan el sistema serranias haciéndose irregular la topografía.

El tipo de sedimento característico a encontrar en este lago es de tamaño "medio-grueso, identificado principalmente en el sector Centro-Norte. Por otra parte, la zona central del lago se caracteriza principalmente por la acumulación de partículas finas. (Barra, 2001).

Este lago al igual que todos los lagos “Nahuelbutanos” se emplaza en valles de la Cordillera de Nahuelbuta cuyo drenaje local ha sido bloqueado, este lago junto al Lanalhue emplazan sus cabeceras en el eje mismo de la Cordillera de Nahuelbuta. La cordillera está modelada por

cordones y restos de superficies de erosión de origen continental, estructurados en rocas metamórficas (filitas y esquistos) de edad Paleozoica, los que se elevan progresivamente hacia el E de 500 a 800 m.s.n.m., a través de bloques quebrados por un sistema de fallas ONO-ESE y ENE-OSO.

El lago Lleulleu tiene una forma lobulada, angulosa, cuyo trazado repite las direcciones estructurales observadas en la cordillera: NNESSO y O-E. Se ha formado por la obstrucción de dos valles principales de dirección E-O: los valles de Huillinco y Mahuilque y un eje de dirección NNE-SSO, casi paralelo a la línea costera, situado en la falla que separa la Cordillera de Nahuelbuta de las terrazas litorales. El lago tiene una altitud de 20 m.s.n.m., 0.5 a 3 km de ancho y el eje mayor, de dirección NNE-SSO se extiende por aproximadamente 17 km de longitud. En cuanto a su batimetría, la parte frontal del lago que se inserta en las terrazas litorales es la de menor profundidad (10 m), mientras que en los lóbulos internos se ha estimado en más de 40m. La compartimentalización batimétrica del sistema, al igual que en el Lanalhue se relaciona con líneas de falla que accidentan el borde cordillerano.

Figura 1: Ubicación Lago Lleu lleu

3.2 Características geométricas.

Las características geométricas de un lago es uno de los factores importantes para determinar la dinámica de estos cuerpos de agua, Los parámetros que nos definen la geometría de un lago son el área, el volumen de agua, la profundidad media y el perímetro. Muchas características de los lagos se explican por estos, por ejemplo la relación entre la superficie y el área de cuenca que se alimenta nos da el volumen de sedimentación. Las características geométricas del lago Lleu lleu , se presentan en la Tabla N°1.

Tabla N°1: Parámetros Morfométricos del Lago Lleu lleu (Ex. Parra, 2001)

Latitud	38° 9.6´.
Longitud	73°21.6´
Altura (m.s.n.m)	20
Largo Máximo (lm)	13,2 km
Ancho Máximo (bm)	3,7 km
Perímetro (P)	93,3km^2
Área Superficial (A_o)	39.8
Área de la cuenca	670 km^2
Desarrollo línea de costa (D_L)	4.2
Profundidad Máxima (Z_m)	46.9
Profundidad Media (Z)	15.9
Volumen (V)	934 x10^6 m^3

4 Metodología del monitoreo del lago Lleu lleu

Este lago es parte de la red de monitoreo de control de lagos de la DGA desde el año 2011, El monitoreo está compuesto de 2 estaciones, las cuales se ubican en la zona pelágica del lago, en las cuales se miden a 3 profundidades diferentes. Las características del monitoreo de este lago se describe en la tabla a continuación:

Tabla N°2: Muestreo DGA del Lago Lleu lleu (ex Minuta DCPRH N°51, Octubre 2015)

LAGO	Estaciones	Código BNA	Coordenadas UTM Datum PSDA 56, Huso 18
Lleu lleu	Sector centro	Sin crear	5766401 N - 120276 E
	Sector Sur	Sin crear	5762003 N – 114836 E
Periodos y Profundidades de Muestreo	Invierno Otoño Primavera Verano	Superficie / 15 m / 30m	
Parámetros			
1.Físico-químicos	Temperatura, cond. Espec., pH, Oxigeno disuelto, Sat. de Oxigeno, Turbidez, Transparencia.		
2. Nutrientes	$N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NO_2$, $N\text{-}NH_4$, Nitrógeno Total, $P\text{-}PO_4$, Fósforo total, SiO_2, DQO		
3. Parámetros Biológicos	Clorofila a (ug/m^3) Fitoplancton células /litro		
4.Perfil CTD	Perfil de temperatura, clorofila, oxígeno disuelto a través de sonda CTD		

El punto de partida del monitoreo fue el camping Santa Rosa. Desde el cual se procedió a embarcar los equipos e instrumentos para la toma de muestras. En la embarcación se tomaron muestras en las estaciones señaladas en la tabla 2. Las variables a medir se describen a continuación:

<u>Medición de variables de terreno</u>
Una vez en el punto de monitoreo se procedió a medir:
(1) Parámetros meteorológicos,
(2) Medición de penetración de luz mediante disco secchi,
(3) Medición de variables físico-químicas mediante sonda multiparámetro,
Todas estas variables se registraron en la tablilla de terreno.
(4) Perfiles de la columna de agua mediante el uso de equipo CTD y
(5) Toma de muestra de fitoplancton mediante malla.

Figura. 2: Resumen de las variables registradas en terreno.

Medición de la penetración de luz mediante disco secchi:

El disco Secchi se utiliza para estimar cuantitativamente el nivel de transparencia de un cuerpo de agua, lo cual es una contraposición a la concentración de sólidos en suspensión en el mismo cuerpo de agua. Constituye una medición aproximada y se expresa en metros (m). La medición se realizó de acuerdo al instructivo de uso del disco Secchi LADGA-IML-07.

Medición de variables físico-químicas:

En cada estación de monitoreo y a las profundidades definidas, se midió "in situ" con la sonda multiparámetro HYDROLAB DS5-X, lo siguiente:

- Temperatura (°C).
- Conductividad (µS/cm).
- pH.
- Oxígeno Disuelto (mg/l).
- Saturación de Oxígeno (%).
- Turbidez (NTU).
- Profundidad (m).

Perfiles de la columna de agua mediante uso de CTD:

La Dirección General de Aguas posee un perfilador CTD, marca YSI Modelo EXO 2 el cual mide Temperatura (°C), Profundidad (m), Conductividad (µS/cm), pH, Clorofila a (µg/L) Oxígeno disuelto (mg/L) y Saturación de Oxígeno (%).

El perfilador CTD se utilizó para trazar el perfil de estratificación del lago en el año 2016 El uso de este equipo realiza de acuerdo al instructivo para uso y descarga de datos sonda CTD LADGA-IML-03.

Toma de muestras de aguas:

La toma de muestras se realiza a las profundidades señaladas en la tabla 2, antes de realizar la toma de muestras se chequeó la coordenada.

La toma de muestras de aguas fue realizada a través de un muestreador llamado botella Van Dorn que tiene una capacidad máxima de 8,2 litros la cual se activa mediante un mensajero. Ésta botella permite obtener una muestra de agua a la profundidad deseada, coincidentes con la profundidad de los datos físico-químicos tomados por la sonda multiparámetro, el uso de la botella de Van Dorn esta descrita en el Instructivo de uso botella de Van Dorn LADGA-IML-09. El volumen de agua al interior de la botella de Van Dorn debe dividirse de la siguiente manera:

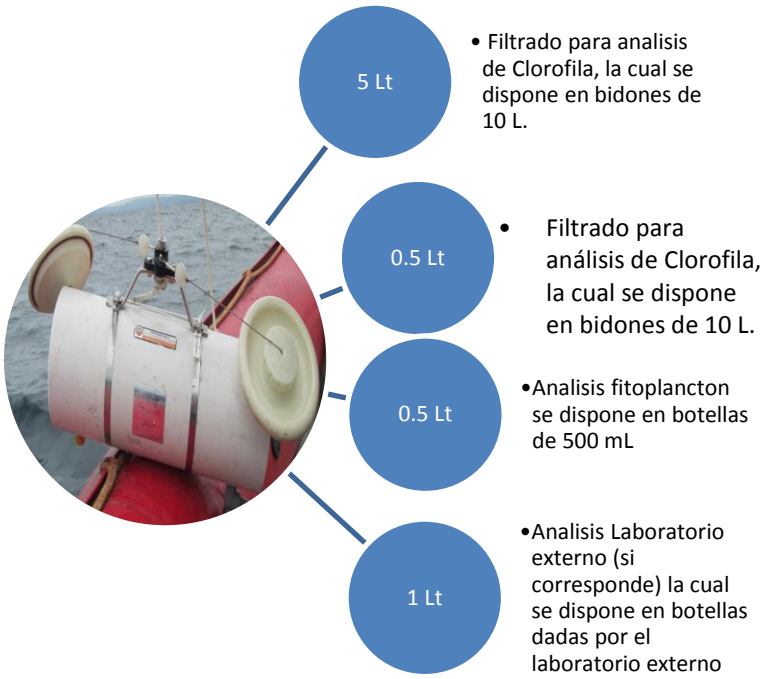


Figura 3: Esquema de la división del volumen de la muestra tomada mediante la botella de Van Dorn, los valores se refieren al volumen mínimo que se necesita.

4.1 Resultados obtenidos 2016.

El año 2016 la municipalidad de Tirúa, hizo un requerimiento a la Dirección Regional de Aguas del Bio Bio, en el cual se solicitaba realizar un monitoreo de calidad de las aguas en el lago Lleu Lleu En diciembre de 2016 fue posible realizar este monitoreo por parte de la DGA nivel central. Los resultados de los parámetros in situ de la calidad de aguas y la toma de nuestras se presentan a continuación

Tabla N°3: Medición de parámetros *in situ* en el lago Lleu lleu en primavera 2016.

Estación de Muestreo	Sector Centro			Sector Sur		
Periodo estacional	Primavera			Primavera		
Año	2016			2016		
Profundidad de muestreo (m)	superficial	15m	30m	superficial	15m	30m
Temperatura (ºC)	20,72	15,42	12,12	20,84	10,6	12,09
Conductividad específica (mhos/cm)	36,1	35,5	35,6	36,1	35	35,8
pH (unidad)	7,94	7,07	6,91	7,77	7,08	6,84
Oxígeno disuelto (mg/l)	9,5	10,04	9,43	9,35	10,43	7,95
Saturación de oxígeno (%)	105,8	99,8	88,8	103,4	107	73,6
Turbiedad (NTU)	-	-	-	-	-	
Transparencia Disco Secchi (m)	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5

Tabla N° 4: Análisis de parámetros en laboratorio del lago Lleu lleu para primavera 2016.

Estación de Muestreo	Sector Centro			Sector Sur		
Periodo estacional	Verano			Verano		
Año	2016			2016		
Profundidad de muestreo (m)	superficial	15m	30m	superficial	15m	30m
Fósforo de Ortofosfato ($P\text{-}PO_4$) (mg/l)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003
Fósforo Total (mg/l)	0,004	0,004	0,004	0,004	0,006	0,005
Fósforo Total (ug/l)	4	4	4	4	6	5
Clorofila a (ug/l)	0,8	3,4	1	0,7	1,3	1
Sílice (mg/l SiO_2)	2,38	2,53	2,58	2,38	2,48	2,53
DQO (mg/l)	1,9	2	<1,0	2,2	<1,0	<1,0

4.2 Análisis de la Información

Se realizó una comparación entre los datos de calidad de aguas obtenidos en los años 2016 y 2011. Con el fin de establecer si existe algún cambio en el comportamiento del lago los resultados son los siguientes.

Tabla 5: Parámetros in situ tomados en terreno en los años 2011 y 2016

Estación de Muestreo	Sector Centro			Sector Sur			Sector Centro			Sector Sur		
Periodo estacional	Invierno			Invierno			Primavera			Primavera		
Año	2011			2011			2016			2016		
Profundidad de muestreo (m)	Sup.	15m	30m	Sup.	15m	30m	Sup.	15m	30m	Sup.	15m	30m
Temperatura (ºC)	10,7	10,7	10,7	11,2	10,8	10,7	20,72	15,42	12,12	20,84	10,6	12,09
Conductividad específica (mhos/cm)	31,9	31,3	31,4	31	31,1	30,6	36,1	35,5	35,6	36,1	35	35,8
pH (unidad)	7,1	7,1	7,1	7	7	7	7,94	7,07	6,91	7,77	7,08	6,84
Oxígeno disuelto (mg/l)	10,3	10,3	10,2	10,5	10,3	10,3	9,5	10,04	9,43	9,35	10,43	7,95
Saturación de oxígeno (%)	92,1	91,9	91,3	94,9	92,2	92	105,8	99,8	88,8	103,4	107	73,6
Turbiedad (NTU)	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	
Transparencia Disco Secchi (m)	9,2	9,2	9,2	10	10	10	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5

Tabla 6: Nutrientes medidos en lago Lleu lleu en los años 2011 y 2016

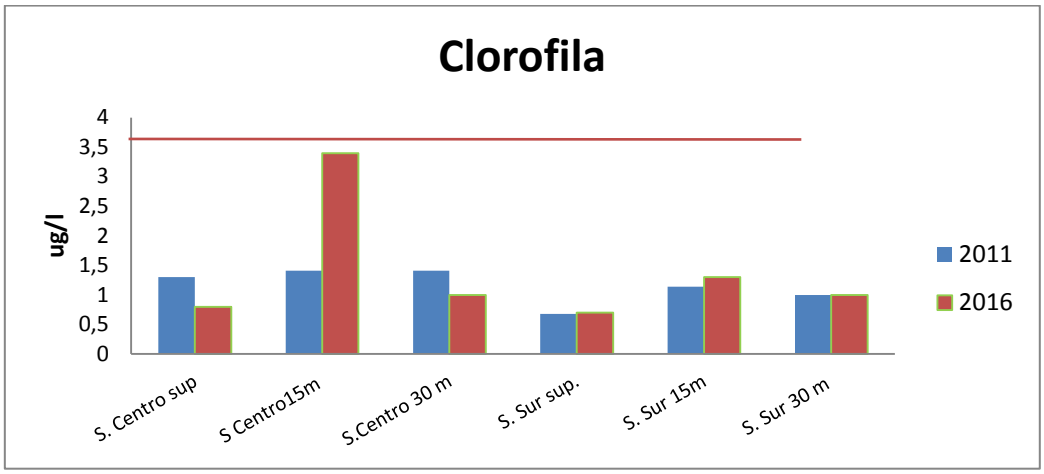
Estación de Muestreo	Sector Centro			Sector Sur.			Sector Centro			Sector Sur		
Periodo estacional	Invierno			Invierno			Verano			Verano		
Año	2011			2011			2016			2016		
Profundidad de muestreo (m)	Sup.	15m	30m	Sup.	C	30m	Sup.	15m	30m	Sup.l	15m	30m
Nitrógeno de Nitrato ($N\text{-}NO_3$) (mg/l)	0,04	0,045	0,03	0,035	0,03	0,025	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno de Nitrito ($N\text{-}NO_2$) (mg/l)	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno de Amonio ($N\text{-}NH_4$) (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total M&W (mg/l)	0,066	0,071	0,056	0,061	0,056	0,051	-	-	-	-	-	-
Fósforo de Ortofosfato ($P\text{-}PO_4$) (mg/l)	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003
Fósforo Total (mg/l)	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,006	0,005
Fósforo Total (ug/l)	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	6	5
Clorofila a (ug/l)	1,3	1,41	1,41	0,68	1,14	1	0,8	3,4	1	0,7	1,3	1
Sílice (mg/l SiO_2)	1,82	1,71	2,85	2,05	1,71	2,05	2,38	2,53	2,58	2,38	2,48	2,53
DQO (mg/l)	3,5	2	2,1	3,6	3	3,7	1,9	2	<1,0	2,2	<1,0	<1,0

El año 2014 se realizó un estudio denominado “Evaluación de la condición trófica de la red de control de lagos de la DGA.” realizado por M&W ambientales el cual evaluó la condición trófica a través de los criterios de clasificación de Smith 1999 (tabla 7) de los lagos pertenecientes a la red.

Tabla N°7: Criterios y valores de clasificación de la condición trófica para lagos y embalses (Smith *et al*. 1999).

Condición trófica	Fósforo total (ug/l)	Nitrógeno total (ug/l)	Clorofila “a” (ug/l)	Color
Oligotrofía	< 10	< 350	< 3,5	
Mesotrofía	10 - 30	350 - 650	3,5 – 9	
Eutrofía	30 - 100	650 – 1.200	9 – 25	
Hipereutrofía	>100	> 1.200	> 25	

En el caso del lago Lleu lleu este estudio solo consideró los resultados del monitoreo del año 2011, por lo tanto la clasificación trófica de este lago para los parámetros clorofila y fósforo total consideraron estos datos (figura 2). En este estudio se concluyó que para ambos parámetros la clasificación del lago era de oligotrofia. En el año 2016 se analizó los resultados de los clorofila y fosforo usando la misma metodología de cálculo que la utilizada el año 2011 con lo cual se obtuvo la misma clasificación trófica del año 2011. Además se compararon los resultados de ambos parámetros para los 2 años de modo de ver diferencias entre años (figura 4)



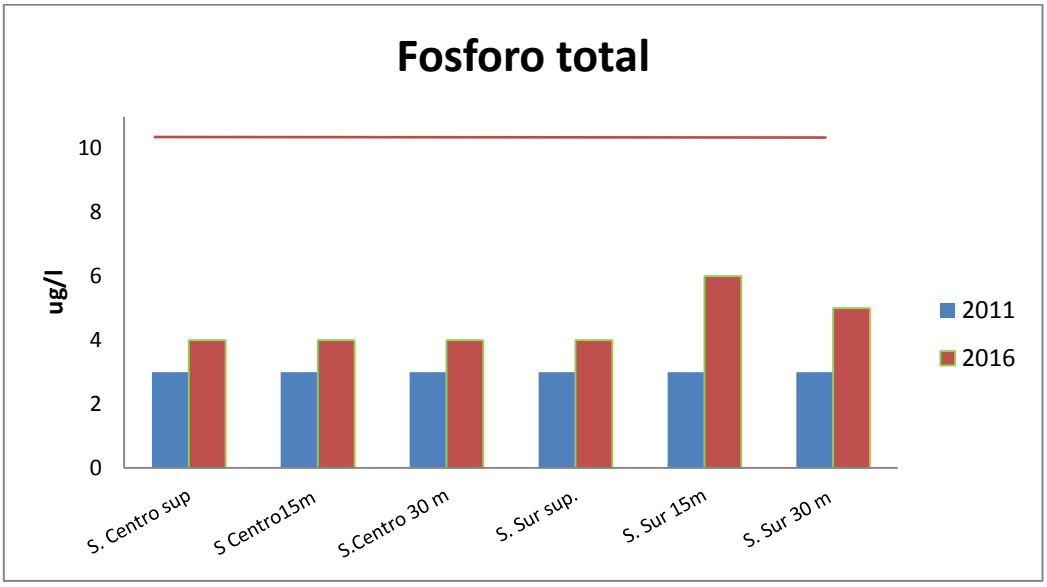


Figura. 4. Concentraciones de clorofila y fosforo total detectados en invierno 2011 y verano 2016, línea roja determina el valor límite de oligotrofia trofía según Smith, 1999.

5 Conclusiones.

Para el muestreo de invierno del año 2011, el estudio de M&W ambientales concluyó que el lago LLeu lleu mostró una condición de Oligotrofia, a su vez según datos de irradianza obtenidos se mencionó que este nivel bajo de trofía no es consistente con diversos aspectos hidrodinámicos y calidad de agua del lago LLeu lleu como por ejemplo, la existencia de una porción no despreciable de la columna de agua que se encuentra suficientemente irradiada (21%), lo cual debiera favorecer los procesos de síntesis de materia orgánica. Por otra parte consideró que la profundidad máxima de 46,5 m del lago LLeu lleu y debido a que posee una columna de agua que se encuentra mezclada al menos en invierno, esto permitiría la resuspensión de nutrientes fosforados desde el fondo de la cubeta y su eventual incorporación

al componente particulado orgánico del sistema (biomasa) con el consecuente aumento de nivel trófico. Sin embargo, los valores de concentración del nutriente limitante que es Fósforo fueron de 3,0 µg/l, lo cual permite indicar que se mantendrían niveles de Oligotrofia.

A su vez al hacer el análisis de los datos obtenidos por la DGA en diciembre de 2016, se puede observar una marcada estratificación térmica Anexo 6.1 en ambas estaciones. Además con respecto a la condición trófica medida a través de clorofila se observa que la mayoría de los datos es encuentran bajo la concentración que clasifica al sistema como oligotrófico (3,5 µg/l) figura 4, sin embargo existe un dato de clorofila a los 15 m en la estación sector centro, que se encuentra en el límite del valor máximo de clorofila, este dato se debe monitorear en el tiempo para ver si fue excepcional o más bien marca una tendencia y si está ligado a la irradianza descrita por MW ambientales el año 2014, o la posibilidad de la resuspensión de nutrientes fosforados. Por su parte el fosforo total al igual que la clorofila presentó valores, que clasifica al lago lleu lleu, como oligotrófico (<10 µg/l) por lo tanto para diciembre 2016, observando estos 2 parámetros podemos decir que el sistema en verano se mantiene oligotrófico (figura 4)

Según estudios realizados con anterioridad se determina que los contenidos de P-total en el agua del Lago Lleu lleu son bajos (Urrutia et al., 1997) por lo cual se corresponde a lo registrado por la DGA en 2011 y 2016.

6 Referencias

1. Barra, R., Pozo, K., Urrutia, R., Cisternas, M., Pacheco, P., & Focardi, S. (2001). Persistent organochlorine pesticides in sediments of three coastal lakes and one Andean lake in central Chile. Boletín de la Sociedad Chilena de Quimica, 46(2), 149-159.

2. Centro de Estudios Agrarios y Ambientales. 2010. Identificación De Áreas Potenciales para Establecer Reservas Destinadas A Proteger La Fauna Nativa De Especies Hidrobiológicas De Agua Dulce.

3. M & W Ambientales/DGA. 2014. Evaluación de la condición trófica de la red de control de lagos de la DGA.

4. Parra, O., Valdovinos, C., Urrutia, R., Cisternas, M., Habit, E. y M. Mardones. 2003. "Caracterización y Tendencias Tróficas de Cinco Lagos Costeros de Chile Central", Limnetica 22(1-2), 51-83.

5. Urrutia, R., M. Cisternas, A. Araneda, O. Retamal, O. Parra & M. Mardones. 2000. Caracterización morfométrica y sedimentológica de cinco lagos costeros de la VIII Región, Chile. Rev. Geogr. de Chile Terra Australis. 45: 7-24.

6. Smith, V. 2003. “Eutrophication of Freshwater and Coastal Marine Ecosystems. A global problem”. Environ Sci & Pollt Res, 10, pp 1-14.

7 Anexos

7.1 Anexo 1 Perfiles con CTD:

La DGA posee una sonda YSi –EXO 2, capaz de realizar perfiles de la columna de agua en lagos. En el muestreo realizado en el lago lleu lleu en el años 2016 se realizaron perfiles en cada una de las estaciones (esto no fue posible realizarlo el año 2011) las variables medidas fueron: conductividad, oxígeno, pH, temperatura y clorofila los cuales se grafican a continuación.

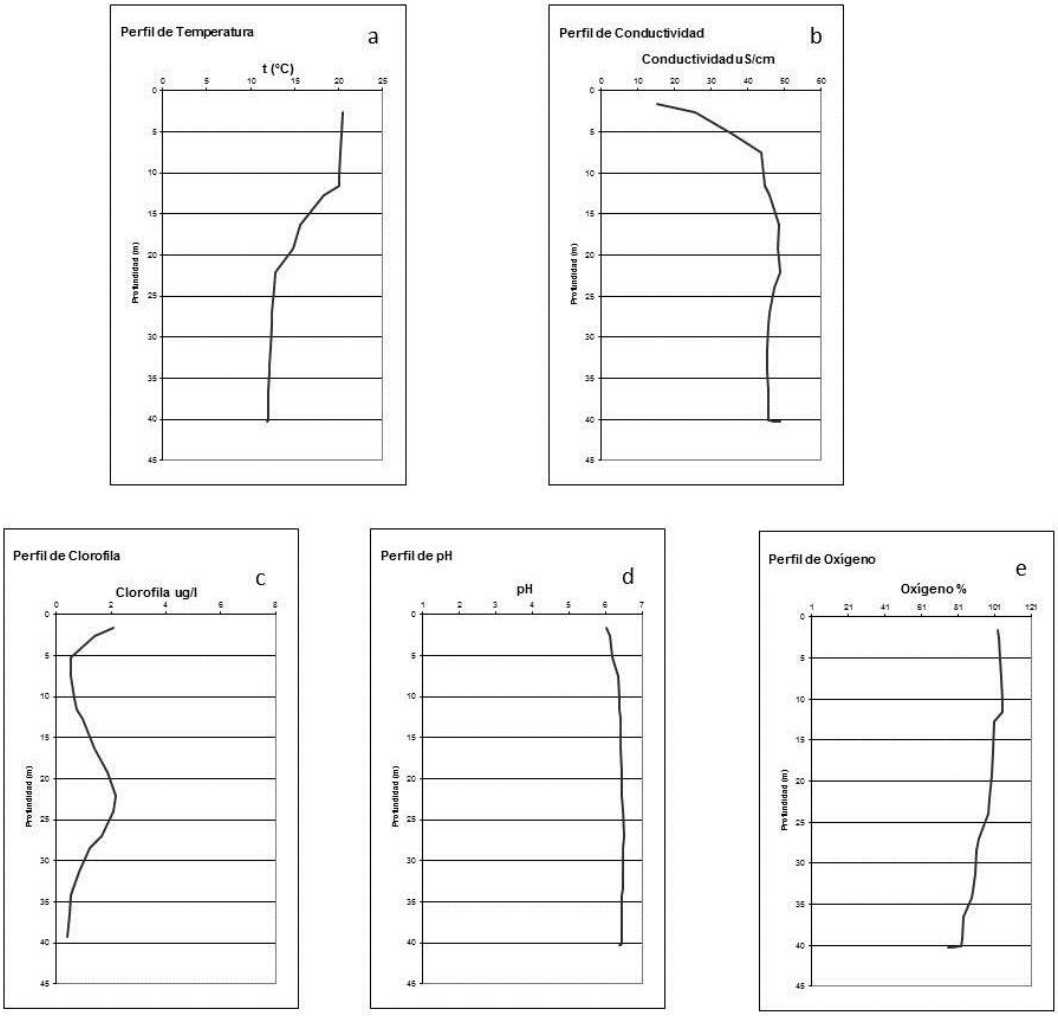


Figura 5: Perfiles medidos con sonda YSI –EXO 2 en la estación sector centro en diciembre 2016. a) Perfil de temperatura °C, b) Conductividad µS/cm, c) Clorofila µg/l, d) pH y e) saturación de oxígeno %,

En la figura 5 a se observa que en la estación centro para primavera 2016, la columna de agua se empieza a estatificar, observándose un epilimnion de 0 a 12 m de profundidad, un metalimnion entre 12 y 23 m de profundidad y un hipolimnion bajo los 23 metros de profundidad. Por otra parte el perfil de conductividad (Figura 5b) muestra que la columna de agua presenta una conductividad constante alrededor de 45 µS/cm, existe una disminución en la parte superficial que podría estar dado por la incidencia de la luz en los primeros 5 metros del lago. Con respecto a la clorofila se observa un aumento entre los 15 y 35 metros de profundidad que se debe a que en esta zona se ubica la mayor parte de la producción primaria del lago (figura 5c), Además el pH se mantiene constante en la columna de agua alrededor del pH neutro (figura 5d). Por último el oxígeno presenta una pequeña disminución hacia el fondo encontrando un mínimo de 81% de saturación de oxígeno en el fondo (figura 5e)

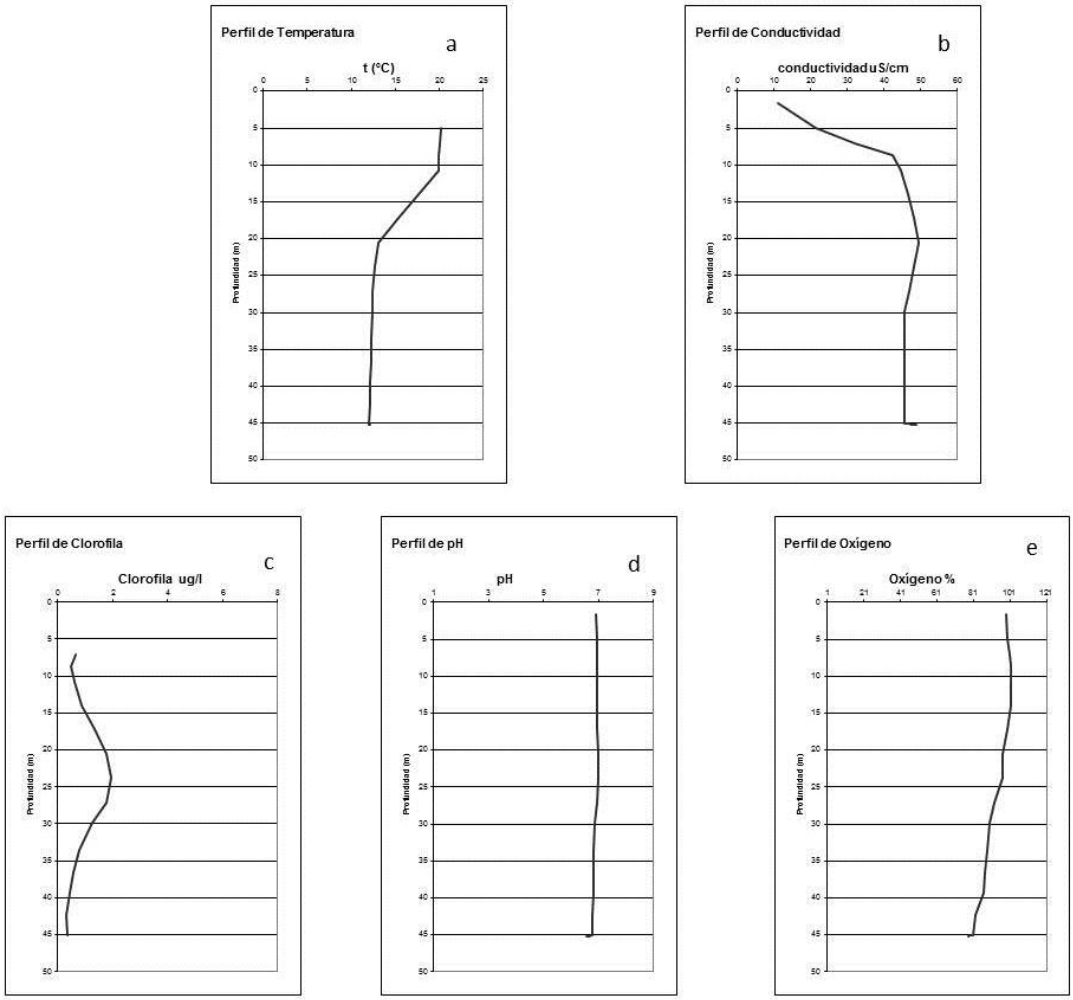


Figura 6: Perfiles medidos con sonda YSI –EXO 2 en la estación sector sur en diciembre 2016. a) Perfil de temperatura °C, b) Conductividad µS/cm, c) Clorofila µg/l, d) pH y e) saturación de oxígeno %.

En la figura 6 a se observa que en la estación sur para primavera 2016, la columna de agua se empieza a estatificar, observándose un epilimnion de 0 a 11 m de profundidad, un metalimnion entre 11 y 20 m de profundidad y un hipolimnion bajo los 20 metros de profundidad. Por otra parte el perfil de conductividad (Figura 6 b) muestra que la columna de agua presenta una conductividad constante alrededor de 48 µS/cm, existe una disminución en la parte superficial que podría estar dado por la incidencia de la luz en los primeros 7 metros del lago. Con respecto a la clorofila se observa un aumento entre los 15 y 30 metros de profundidad que se debe a que en esta zona se ubica la mayor parte de la producción primaria del lago (figura 6c), Además el pH se mantiene constante en la columna de agua alrededor del pH neutro (figura 6d). Por último el oxígeno presenta una pequeña disminución hacia el fondo encontrando un mínimo de 81% de saturación de oxígeno en el fondo (figura 5e)

7.2 Anexo 2: Técnicas analíticas, límites de detección.

La Dirección general de Aguas cuenta con un laboratorio ambiental el cual trabaja en el análisis de muestras de aguas superficiales y subterráneas, midiendo calidad, a través de parámetros físico químicos este laboratorio consta de un muy buen equipamiento, y un grupo de personal calificado para realizar los análisis requeridos.

Tabla N°8: Métodos de las variables fisicoquímicas Laboratorio Ambiental de la DGA. Que serán ejecutados en el monitoreo de calidad de aguas del Lago Riñihue

Parámetro	7.2.1.1 Límite De Detección	7.2.1.2 Metodología	7.2.1.3 Referencia
Temperatura	0.01	Termométrica	Standard Methods N° 2550 B
Conductividad	0.1	Celda de conductividad	Standard Methods N° 2510 B
pH	0.01	Electrodo específico	Standard Methods N° 4500-H
Oxígeno Disuelto	0.01	Electrodo específico	Standard Methods N° 4500-O G
P- Total	3 ug/L de P	Espectrofotometría de absorción molecular	Standard Methods; N° 4500-P E
$P\text{-}PO_4$	0,003 mg/L de P-PO4	Método del ácido ascórbico/ E.A.M	SMEWW 19th Edition, Method 4500-P-E. Hach Method 8048, USEPA Approved
Clorofila "a"	0.1 ug/L de Clorofila "a"	Espectrofotometría de absorción molecular	Standard Methods; N° 10200 H DGALGOCL1/2009: Método de análisis interno. Anexo 8.4.

7.3 Anexo 3 fotos

Se adjuntan fotos de la visita a terreno diciembre 2016

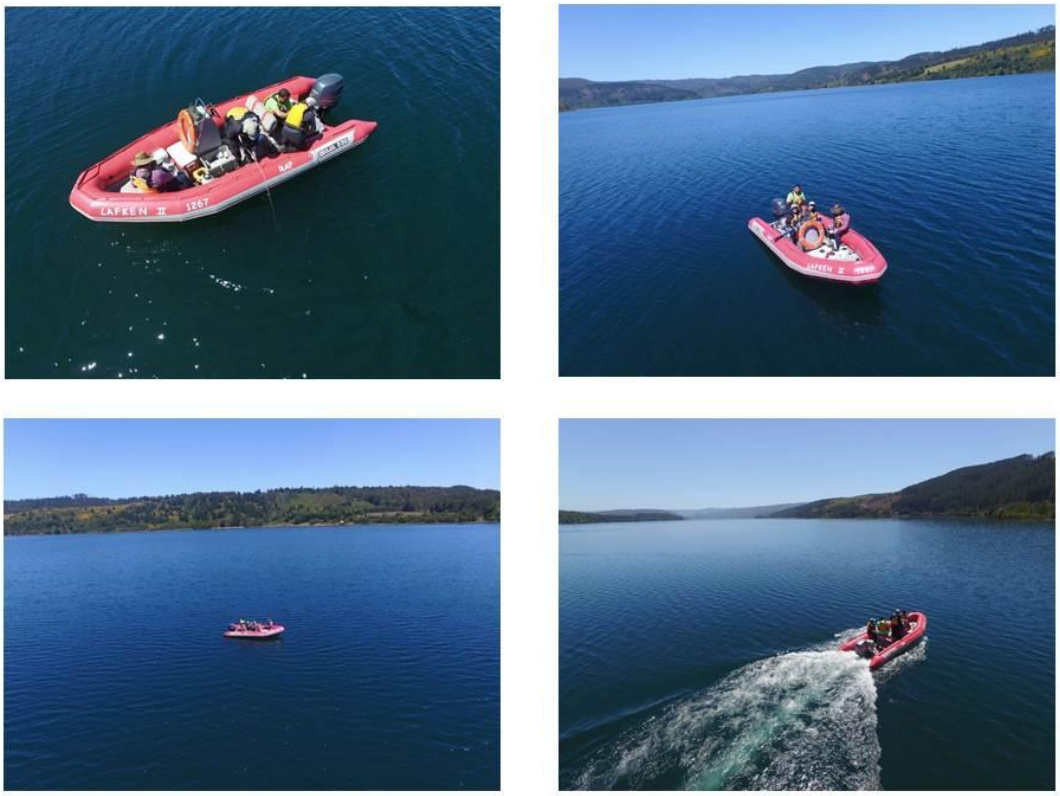


Figura 7: Fotos lago LLeu lleu diciembre 2016, tomadas con Dron perteneciente a la DGA.

7.4 Anexo 4 procedimientos

Las labores de muestreo de lagos están plasmada en instructivos los cuales se resumen a continuación:

Tabla N°9 Instructivos asociado a monitoreo de Lagos

Código	Nombre
LADGA -IML-01	Procedimiento de muestreo para aguas de lagos naturales
LADGA -IML-02	Instructivo para uso y calibración sonda DS5 y DS5x
LADGA -IML-03	Instructivo para el uso de CTD
LADGA -IML-04	Instructivo uso GPS
LADGA -IML-05	Instructivo utilización ecosonda
LADGA -IML-06	Instructivo Uso ADC PRO
LADGA -IML-07	Instructivo de uso del disco Secchi
LADGA -IML-08	Instructivo de uso red fitoplancton
LADGA -IML-09	Instructivo de uso botella de Van Dorn
LADGA -IML-10	Instructivo llenado tablilla de terreno
LADGA -IML-11	Instructivo filtrado de muestras para determinación de clorofila

MARYSOL AZOCAR GUTIERREZ
DEPTO. DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

DIEGO SAN MIGUEL CORNEJO
JEFE (S) DEPTO. DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS