

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ (PRESIDENTE DR. NÉSTOR C. KIRCHNER Y GOBERNADOR JORGE CEPERNIC), PROVINCIA DE SANTA CRUZ

CAPÍTULO 5 – ESTUDIOS ESPECIALES

PUNTO 3 – POSIBLE COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LOS EMBALSES DEL RÍO SANTA CRUZ

INDICE

3	POSIBLE COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LOS EMBALSES DEL RÍO SANTA CRUZ	2
3.1	METODOLOGÍA	2
3.2	PROBLEMAS QUE PUEDEN SURGIR DE LA ESTRATIFICACIÓN TÉRMICA DE LOS EMBALSES	3
3.3	CONCLUSIÓN	5
3.4	BIBLIOGRAFÍA	5

3 POSIBLE COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LOS EMBALSES DEL RÍO SANTA CRUZ

3.1 METODOLOGÍA

Como fuera expuesto en el Capítulo 4, Quirós y Drago (1985) establecieron algunas relaciones entre la morfometría de 33 lagos y embalses y la profundidad de la termoclina en el verano, para comparar estas relaciones en dos conjuntos de lagos de la región andinopatagónica e interpretar las diferencias en función de su contexto climático local. Baigun y Marinone (1995) encontraron que la termoclina del lago Argentino se encontraba a ochenta y ocho metros de profundidad.

En este punto del estudio se utilizarán algunas relaciones postuladas por estos autores y realizarán inferencias sobre el probable comportamiento térmico de los futuros embalses NK y JC.

Las características térmicas del lago Argentino fueron incluidas en el Punto 6.4 del Capítulo 4.

Las características morfométricas de los embalses que fueron tomadas en cuenta se detallan en la siguiente tabla, según la información detallada que se presenta como parte del Capítulo 2 (Descripción del Proyecto).

Tabla 3-1. Características morfométricas de los embalses.

Néstor Kirchner		
Cota de desvinculación topográfica entre lago Argentino y embalse NK	177	
Volumen	5.578	hm ³
Área	24.894	ha
hm	22,40	m
NAON	176,5	según UTE
Volumen	5.454	hm ³
Área	24.728	ha
hm	22,1	m
Nmin	176,1	según UTE
Vol muerto	5.355	hm ³
Area	24.594	ha
Profundidad del lago (a cota NAON)	64,1 (Se toma el TN a 112)	m
Jorge Cepernic		
NAON	114	por pliego
Volumen	3.188	hm ³
Área	20.693	ha
hm	15,4	m
Profundidad del lago (a cota NAON)	36,5 Se toma el TN a 77	m

3.2 PROBLEMAS QUE PUEDEN SURGIR DE LA ESTRATIFICACIÓN TÉRMICA DE LOS EMBALSES

Como fuera dicho, uno de los problemas ecológicos de los embalses de aguas profundas surge de la estratificación permanente o semipermanente de sus aguas, debido a las implicancias sobre la concentración de gases disueltos (oxígeno, dióxido de carbono y/o metano), los cambios en pH del agua, reducción de los compuestos sulfurados, cambios en la solubilidad de algunos electrolitos (en condiciones reductoras algunos cationes como el hierro y el manganeso, que están combinados en formas estables, se solubilizan en el agua y pueden alcanzar valores de toxicidad para los organismos del limnobia (Min. Medio Ambiente, 2000). En muchos embalses donde se ha producido estratificación permanente, se produjo una distorsión de la productividad biológica debido a que la capa fotosintéticamente activa (zona eufótica) no recibe los subsidios de nutrientes que ingresarían por la circulación vertical del agua al compensarse las temperaturas del epilimnio y del hipolimnio.

La previsión del comportamiento térmico en un proyecto de embalses como éste, se puede abordar por diferentes caminos metodológicos, como la utilización de índices morfométricos (Quirós y Drago, 1985; Baigun y Marinone (1995), Canter, 1997) y por la comparación con el comportamiento térmico de lagos de características morfométricas semejantes a las que se esperan para los embalses NK y JC.

Según Quirós y Drago (1985), el tirante de viento es el mejor predictor de la posible existencia de termoclina (no así la profundidad de los embalses), existiendo una relación lineal altamente significativa ($p < 0,001$) entre ambas variables. Según estos autores, la ecuación de mayor ajuste para lagos patagónicos, es la que asocia la posición vertical de la termoclina (Z_{term} , expresada en metros) con el tirante de vientos (F_t , expresada en kilómetros):

$$Z_{term} = 22,63 + 080 F_t$$

En cada embalse se estimó F_t , utilizando la traza de las imágenes Google Earth, como muestran la Figura 3-1 y en la Figura 3-2.

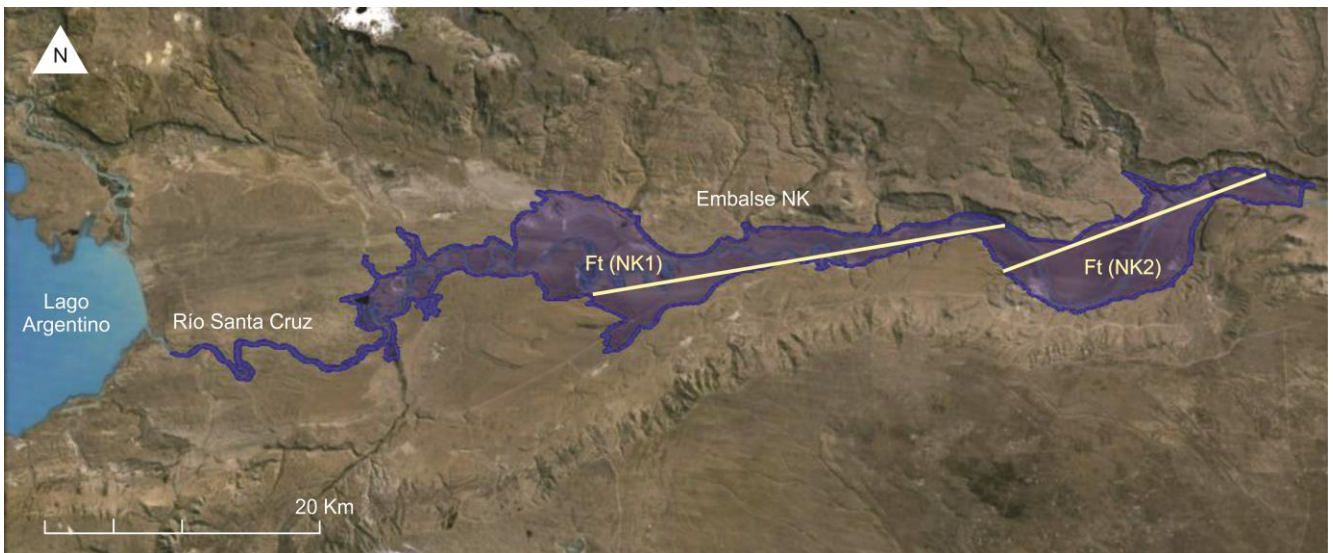


Figura 3-1. Traza aproximada del embalse NK. $F_t(NK1) = 29,9$ Km; $F_t(NK2) = 21$ Km

Entonces:

$$Z_{term} \text{ NK (1)} = 22,63 + 0,80 \cdot 29,9 = 46,55 \text{ m}$$

$$Z_{term} \text{ NK (2)} = 22,63 + 0,80 \cdot 21,0 = 39,43 \text{ m}$$

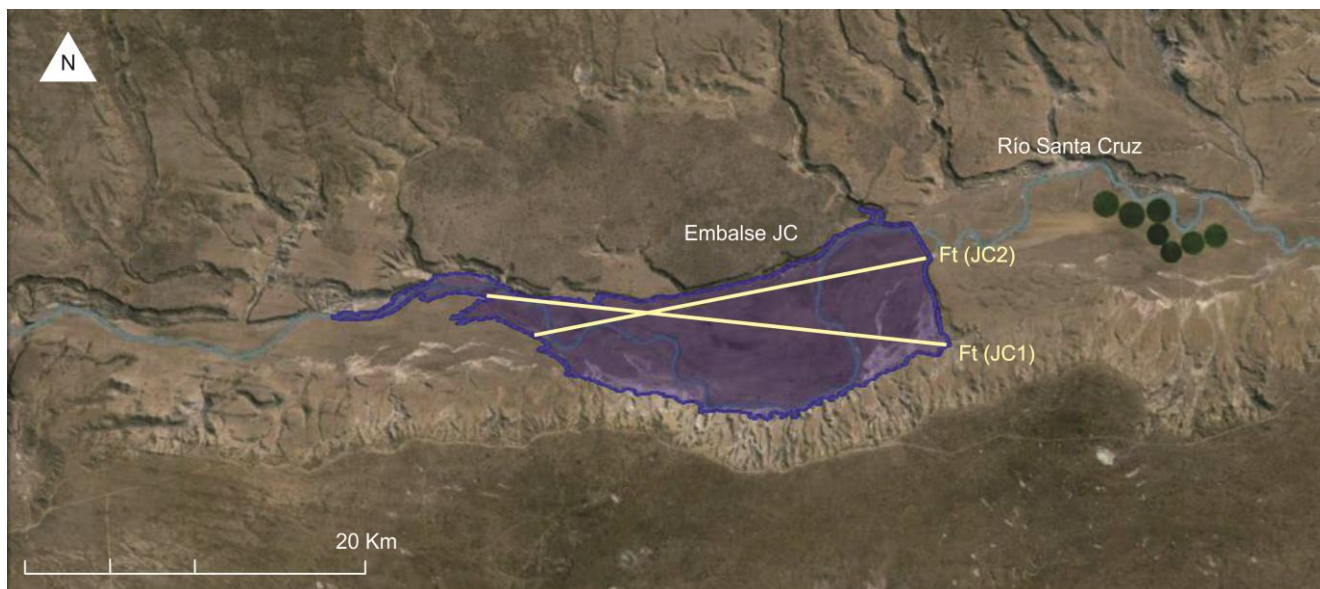


Figura 3-2. Traza aproximada del embalse JC. Ft (JC1) = 27,14 Km; Ft (JC2)= 23,4 Km.

Entonces:

$$Z_{\text{term}} \text{ JC (1): } 22,63 + 0,80 \cdot 27,14 = 44,34 \text{ m}$$

$$Z_{\text{term}} \text{ JC (2): } 22,63 + 0,80 \cdot 23,40 = 41,35 \text{ m}$$

Los resultados obtenidos son coherentes con la relación encontrada por Quirós y Drago para los lagos andinopatagónicos argentinos que, de acuerdo al modelo de regresión presentado por estos autores, indica para la termoclina de los embalses valores que están entre los 39 y 42 m, según el valor de Ft que se considere.

Según los cálculos que anteceden, se puede tomar un valor conservativo: $Z_{\text{term}} = 40 \text{ m}$ para ambos embalses.

Teniendo en cuenta que la pendiente del río Santa Cruz es relativamente constante, y que se ha estimado la profundidad del hidrolago NK en 64,1 m a la cota NAON y en 36,5 m para el hidrolago JC, es posible calcular la zona en la que se alcanzaría la profundidad igual o superior a 40 m en los lagos, necesaria para que se forme una termoclina:

- Longitud del hidrolago NK = 70 Km
- Profundidad en zona de la presa a cota NAON = 64,1 m
- Profundidad actual del río Santa Cruz en cola del hidrolago = 8 m
- Diferencia de profundidad desde cola a presa (64,1m – 8m) = 56,1 m
- Incremento de profundidad por Km (I_k) (56,1m/70km) = 0,801 m.km⁻¹
- Sector en que se alcanzaría la profundidad igual o superior a la de la termoclina en el embalse NK = (Z_{term}/I_k ; 40m/0,801 m.km⁻¹): 49,94 km

Para el hidrolago JC, la profundidad en el eje de la presa a la cota NAON se estimó 36,5 m, por lo cual se encuentra por debajo del valor estimado para la formación de termoclina, aún en la zona más profunda del hidrolago.

3.3 CONCLUSIÓN

Cabe la salvedad que el cálculo efectuado de por sí es incorrecto, debido a que no se dispone de la tasa total de renovación de los embalses (Neiff, 2011) que es un dato fundamental para ajustar el cálculo.

Si se toma como indicativo el valor de velocidad del escurrimiento en el período de aguas bajas, como menor a 0,5 m/s (Tagliaferro et al. 2013), y de 3,1 m/s para el período de máxima creciente (este estudio), el tiempo y la tasa de renovación puede diferir entre 4 y 6 veces según el período del año en que se considere el cálculo.

Durante el período de creciente es muy poco probable la formación de termoclina estable en alguno de los dos lagos, especialmente cuando se conoce que en esta latitud la termoclina podría producirse por debajo de los ochenta metros (Baigun y Marinone, 1995).

Dado que el período de aguas bajas ocurre desde el otoño hasta comienzo de primavera, en el que se registra temperatura del agua igual o inferior a siete grados (Tagliaferro et al. op.cit.), la formación de termoclina es mucho menos probable aún.

Una característica favorable en el diseño de ambos embalses es que se han previsto descargadores de fondo que erogarán la mayor parte del agua que ingresa a cada embalse.

Finalmente, si se considerara "el modelo lago" (Neiff, 2010), con tasas de renovación muy bajas respecto del volumen contenido en los embalses, debería considerarse el análisis que se presenta en este estudio, mediante el cual no se registró una termoclina marcada hasta los ochenta metros y sí, la existencia de gradientes térmicos de un par de grados en el Brazo Sur y menor que un grado en el extremo Este del lago Argentino.

En razón de los elementos presentados, se descarta la hipótesis de formación de una termoclina estable en los embalses NK y JC.

3.4 BIBLIOGRAFÍA

BAIGUN, C.M.R. Y M.C. MARINONE. 1995. Cold-temperate lakes of South América: do they fit Northern hemisphere models? Archiv. Hydrobiol. 135 (1): 23-51.

CANTER, L. 1997. Manual de evaluación de impacto ambiental. McGraw Hill, 1-841.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE DE ESPAÑA. 2000. Grandes Presas. Ser. Monografías (2): 1-199. ISBN: 84-8320-105-4.

NEIFF, J.J. 2011. ¿Por qué conocer mejor los ríos sudamericanos?. Rev. Ciencia & Ambiente (41): 91-112 En: A. Schwarzbald (Ed.) "Ríos da América" (numero especial). Brasil. ISSN 1676-4188.

QUIRÓS, R. Y E. DRAGO. 1985. Relaciones entre variables físicas, morfométricas y climáticas en lagos patagónicos. Rev.Asoc.Cien.Naturales del Litoral 16 (2) 181-199.

SOLDANO, F. 1947. Aprovechamiento de la red fluvial argentina. T.II, Ed. Cimera, Bs. As.

TAGLIAFERRO, M.; MISERENDINO, M.L.; LIBEROFF, A.; QUIROGA, A. Y M. PASCUAL. 2013. Dams in the last-large free flowing rivers of Patagonia, the Santa Cruz River, environmental features, and macroinvertebrate community. Limnetica, 43: 500-509.