



Una empresa Pacific Hydro y Statkraft

Informe Técnico

Efecto de la operación de las bocatomas en la calidad del agua.

Central Hidroeléctrica La Confluencia.



Enero, 2020

Índice

1. Introducción.....	1
2. Objetivo	2
3. Metodología	2
3.1 Diseño experimental	2
3.2 Análisis estadístico	4
3.2.1 Análisis de componentes principales (PCA)	4
3.2.2 Análisis de cluster	4
4. Resultados.....	5
4.1 Análisis integrado	5
4.2 Caracterización univariada de la calidad del agua	6
5. Conclusiones	12
6. Referencias	13

Preparado por:

Nombre : Rodrigo Hernán Pardo
Institución : AquaExpert
Grado académico : Licenciado en Ciencias del Mar.
: Magíster en Ciencias Biológicas c/m Ecología y Biología Evolutiva.
: Doctor en Ciencias Biológicas c/m Ecología y Biología Evolutiva.
Especialidad : Ecología Acuática.

Fecha: Enero de 2020

1. Introducción

Como parte de la construcción de la Central La Confluencia se instalaron bocatomas, enrocados, defensas y otras obras que podrían alterar la calidad del agua del río. Como indica Koralay y colaboradores (2018), algunas Centrales de pasada han generado alteraciones en la calidad del agua durante la fase de construcción. Debido a que cambian el suelo y la vegetación aumentando las dinámicas de erosión, además, pueden modificar directamente la calidad del agua por la incorporación de materiales derivados de la construcción, como son: el concreto, los derivados del petróleo, entre otros (Bunea et al. 2010; Pimenta et al. 2012; Valero et al. 2014; Fantin-Cruze et al. 2016).

En este contexto se ha solicitado evaluar si la construcción y operación de las obras de la central Hidroeléctrica La Higuera, han producido alguna alteración de la calidad de las aguas o han producido contaminación de acuerdo con lo requerido en el código de aguas Artículo 295º- “La Dirección General de Aguas otorgará la autorización una vez aprobado el proyecto definitivo y siempre que haya comprobado que la obra no afectará la seguridad de terceros ni producirá la contaminación de las aguas”.

El área de estudio involucra a las subcuencas del río Azufre y río Tinguiririca, las cuales forman parte de la cuenca hidrográfica del río Rapel en la VI Región del Libertador Bernardo O’Higgins. Esta cuenca se caracteriza por su escurrimiento torrencial de régimen mixto, con crecidas pluviales en invierno y nivales en primavera y comienzos de verano, y estiaje pronunciado en otoño. Posee una extensión de 14.177 km². El río Cachapoal drena la porción norte de la cuenca, y el río Tinguiririca drena su porción sur.

El río Tinguiririca se forma en la cordillera de los Andes, de la unión de los ríos Las Damas y El Azufre, el cual viene del norte y es formado por los ríos Portillo y San José. Considerando el río del Azufre, la longitud del río Tinguiririca asciende a 167 km y el área drenada a 4.730 km² (Niemeyer y Cereceda 1984). La zona de estudio se caracteriza por poseer un clima templado cálido con estación

seca de 4 a 5 meses. En el sector cordillerano de la Región de O’Higgins, por sobre los 800 m, el ascenso del relieve provoca grandes variaciones en el clima, ya que las temperaturas medias en el invierno se aproximan a 0°C y las precipitaciones invernales se hacen sólidas, al mismo tiempo que aumentan a cerca de 1.000 mm anuales, acortándose así la duración de la estación seca y cálida a sólo 4 a 5 meses con precipitación inferior a 40 mm.

2. Objetivo

El objetivo de este estudio es evaluar los posibles cambios en calidad del agua derivados de las obras construidas asociadas a la Central Hidroeléctrica La Confluencia.

3. Metodología

La metodología utilizada se basa en una aproximación a dos escalas de análisis, una general multivariada evaluando la totalidad de las variables de calidad del agua levantadas y posteriormente una univariada en la que se estudió cada variable en particular.

3.1 Diseño experimental

La calidad del agua superficial en una región es determinada tanto por factores naturales (condiciones climáticas, erosión del suelo, litología de la captación, aportes atmosféricos, etc.) como antropogénicos (Bricker y Jones, 1995). En este sentido, para cumplir con el objetivo de este estudio se debe evaluar si los posibles cambios en calidad del agua son derivados de la acción del proyecto o responden a las variaciones naturales del sistema.

Las estaciones definidas para la caracterización de la calidad del agua corresponden a tres ubicadas aguas arriba de las obras del proyecto (Bocatomas Tinguiririca; El Ciruelo; La Gloria; Portillo; Azufre; Los Humos; y Riquelme), que representan las características generales de las aguas previas a entrar en contacto con las obras de la central, por lo que son consideradas como segmentos Control (Downes et al., 2002). Además, se definió una estación receptora de los cambios, ubicada en el segmento de restitución de la Central (**Figura 1**).

En términos generales, la calidad del agua en las bocatomas corresponde a la condición natural, mientras que la de la restitución estaría sometida a las posibles alteraciones derivadas de las obras del proyecto. Por lo tanto, para evaluar el posible impacto de las obras se compara la calidad del agua en entre las zonas control y la restitución, si no se encuentran diferencias entre estos sectores se puede inferir que no existen impactos.

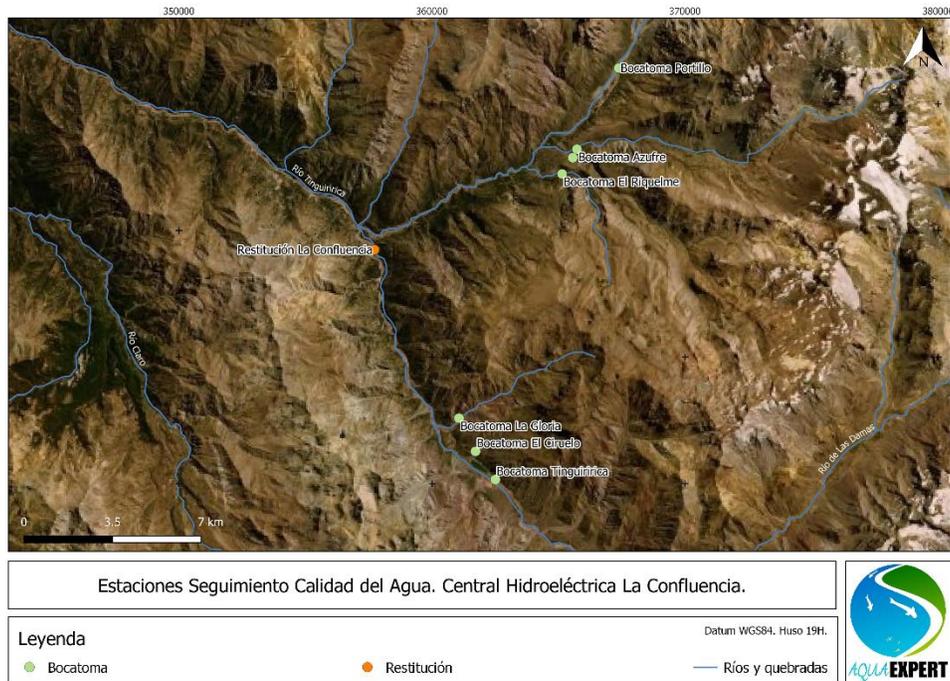


Figura 1. Ubicación de estaciones de seguimiento de calidad del agua.

Desde octubre de 2012 a octubre de 2017 se han realizado monitoreos regulares en diferentes estaciones del río Tinguiririca y algunos afluentes, en los que se han medido 40 parámetros de calidad del agua, los que se detallan en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Variables de calidad del agua analizadas.

1.Aluminio (Al)	15.Hierro (Fe)	29.Sólidos disueltos totales
2.Arsénico (As)	16.Litio (Li)	30.Sólidos sedimentables
3.Bario (Ba)	17.Magnesio (Mg)	31.Sulfato (So4=)
4.Berilio (Be)	18.Manganeso (Mn)	32.Temperatura en agua corriente
5.Boro (B)	19.Mercurio (Hg)	33.Turbiedad
6.Cadmio (Cd)	20.Molibdeno (Mo)	34.Vanadio (V)
7.Cianuro (CN)	21.Nitratos	35.Zinc (Zn)
8.Cloruros	22.Níquel (Ni)	36.Calcio (Ca)
9.Cobalto (Co)	23.Oxígeno disuelto	37.Fósforo (P) total
10.Cobre (Cu)	24.pH	38.Potasio (K)
11.Coliformes fecales	25.Plata (Ag)	3950.Silicio (Si)
12.Conductividad específica a 25°C	26.Plomo (Pb)	40.Sólidos Suspendedos Totales
13.Cromo (Cr)	27.Selenio (Se)	
14.Fluoruro (F)	28.Sodio porcentual (Na)	

3.2 Análisis estadístico

La clasificación de la calidad del agua de los sistemas límnicos se basa, generalmente, en la comparación de datos de concentración de distintas variables medidos en campo o en laboratorio contra valores límite establecidos en instrumentos legales (Ej. NCh 1.333, NSCA). Los estándares de calidad para ríos y otros cuerpos de agua se definen con base en criterios sobre los posibles usos del agua, asignando estándares para cada uno de ellos. Sin embargo, existen otros métodos alternativos para hacer evaluaciones de calidad de aguas superficiales que identifican los patrones de agrupamientos naturales sobre la base de las similitudes encontradas entre las muestras, sin asignar clases, evitando deformar el patrón natural de semejanzas que se pueda presentar (Kowalkowski et al., 2006).

Los análisis de cluster y componentes principales son dos de los métodos estadísticos utilizados para realizar el reconocimiento de estos patrones en mediciones ambientales (Vega et al., 1998; Helena et al., 2000; Voncina et al., 2002). Estas técnicas también permiten la identificación de factores o fuentes responsables de las variaciones en la calidad del agua.

3.2.1 Análisis de componentes principales (PCA)

Este método se utiliza para encontrar e interpretar relaciones casuales y complejas entre variables de un mismo set de datos (Einax et al., 1998). El aporte más importante del análisis de componentes principales es la cuantificación de la significancia de las variables que explican los patrones en las propiedades inherentes de objetos individuales. Sobre la base de un set de datos, se calculan nuevas variables ortogonales como resultado de la combinación lineal de los parámetros originales. De esta forma, toda la información sobre los parámetros que se encuentra en el conjunto de datos originales se transforma a un espacio reducido y se puede explicar a partir de un set de factores calculados llamados componentes principales. Los componentes principales identificados contabilizan la varianza máxima explicable de los datos originales en orden descendiente (Marengo et al., 1995).

3.2.2 Análisis de cluster

Esta herramienta se utiliza para agrupar objetos (estaciones de monitoreo) en clases (clusters), sobre la base de las similitudes entre los miembros de una misma clase y las disimilitudes entre los diferentes grupos. Los resultados de este tipo de análisis ayudan en la interpretación de los datos e indican patrones de comportamiento. En el agrupamiento jerárquica, los clusters se forman secuencialmente iniciando con los pares de objetos más similares para luego formar clusters más grandes paso a paso (Einax et al., 1998). El análisis se construyó sobre el set de datos normalizados, usando las distancias euclidianas cuadradas como medida de la similitud. Con el fin de determinar si existen diferencias en la calidad del agua entre los segmentos Control y la restitución, se hizo un análisis ANOSIM (análisis de similitud) de dos vías cruzado, empleando como factores la condición (Control v/s Restitución) y las campañas (fechas), con un $\alpha = 0,05$ (Clarke y Warwick, 2001).

4. Resultados

4.1 Análisis integrado

El análisis de componentes principales (PCA) explicó con los dos primeros ejes el 43,5% (**Figura 2**), es importante mencionar que este análisis facilita la interpretación de los resultados de los ocho sitios de monitoreo para los 53 parámetros medidos, mediante una reducción del espacio en dos componentes principales. La ordenación general de las estaciones muestra un patrón determinado principalmente por la campaña de muestreo, observándose una agrupación de las estaciones muestreadas en el periodo 2012-2013, aun cuando tienden a diferenciarse estos dos años. Las campañas desarrolladas el 2014, son heterogéneas en la ubicación en el plano cartesiano, asociándose algunas estaciones al grupo 2010-2011 y otras a las estaciones del conglomerado 2015-2016-2017.

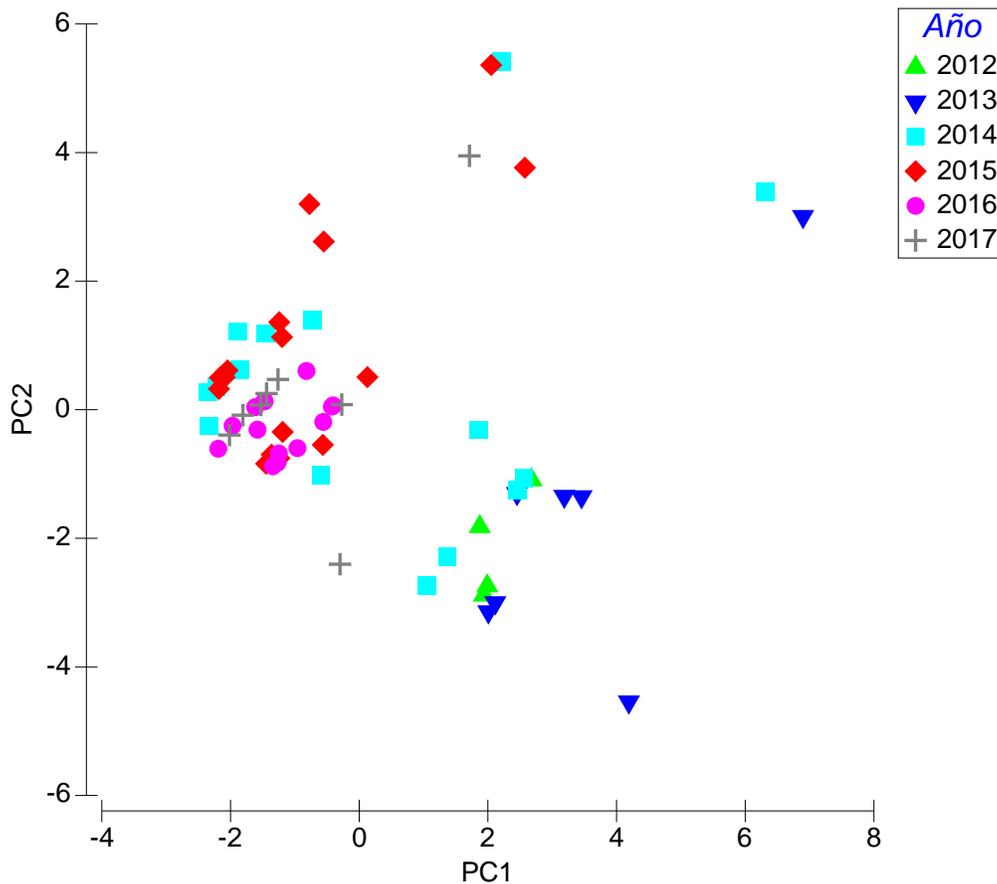


Figura 2. Análisis de componentes principales (PCA) realizado con los datos de calidad del agua. Eje 1 explica el 24,4% de la varianza y el eje 2 el 19,1%.

Para caracterizar las variables utilizadas, se realizaron gráficos representativos de la dinámica temporal de las distintas variables, presentando la variación del segmento de restitución en relación con los valores máximos y mínimos de los segmentos control.

En las **Figuras 4 – 11** se muestra la variación de los parámetros físico-químicos analizados, este subconjunto de parámetros es un buen indicador de la calidad del agua en términos globales debido a que variables como el pH, la conductividad eléctrica y los sólidos son considerados como las variables forzantes en los ecosistemas acuáticos e integran otras variables en su análisis. En general no se observan eventos de excedencia de los valores en la Restitución respecto a los segmentos Control, con algunos casos en los que se registraron valores más bajos que el mínimo de los tramos Control (Temperatura y sólidos sedimentables). La dinámica de la temperatura en los segmentos estudiados presentó en la mayoría de los casos valores dentro de los observados en los segmentos Control, solo en abril de 2015 y octubre de 2017 se observaron temperaturas más bajas, respecto al Control. En el caso de los elementos analizados (**Anexo 1**), solo el nitrato presentó dos campañas con excedencia, mientras que los otros elementos se encontraron dentro de los límites desarrollados en base a los valores en los tramos Control.

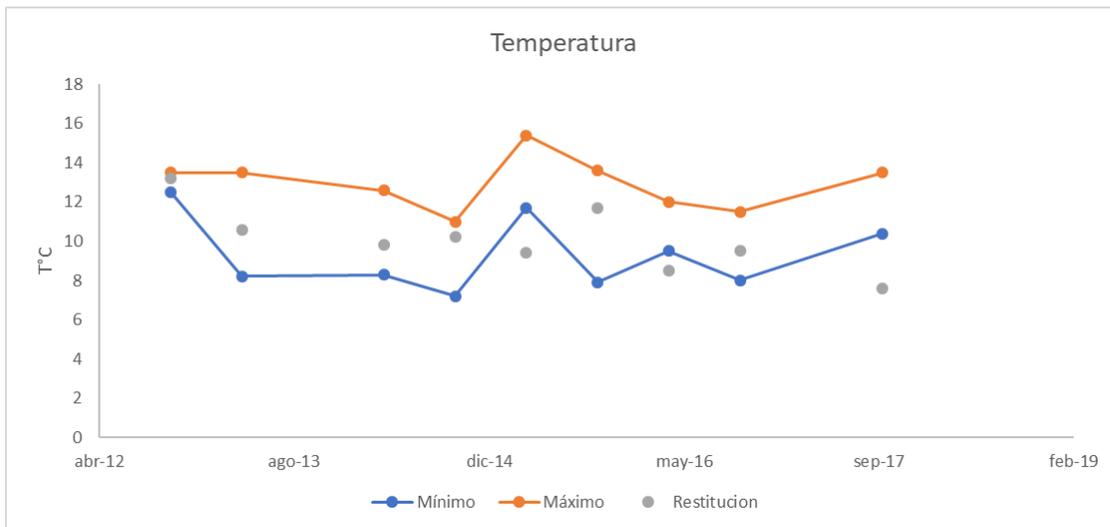


Figura 4. Variación temporal de la Temperatura en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

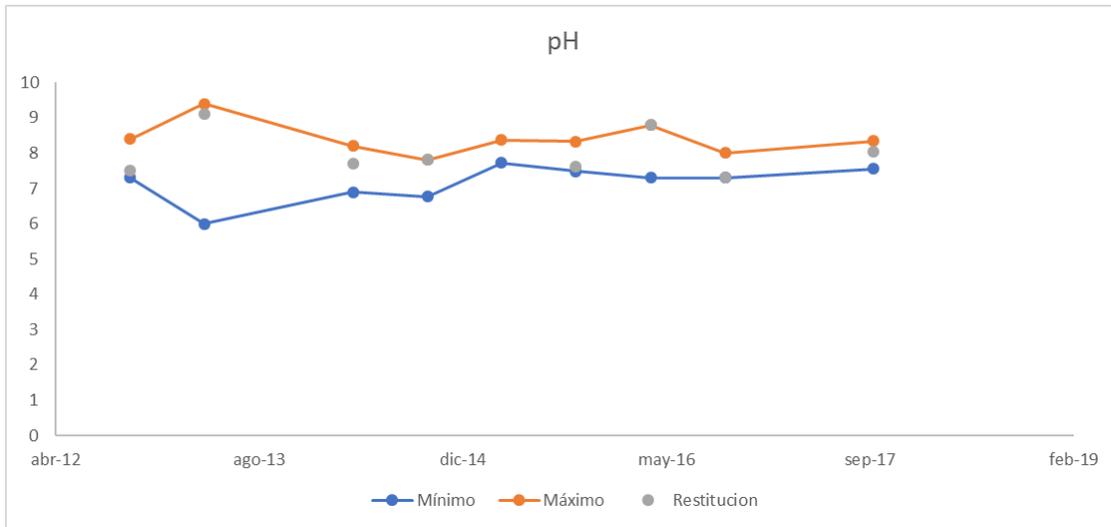


Figura 5. Variación temporal del pH en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

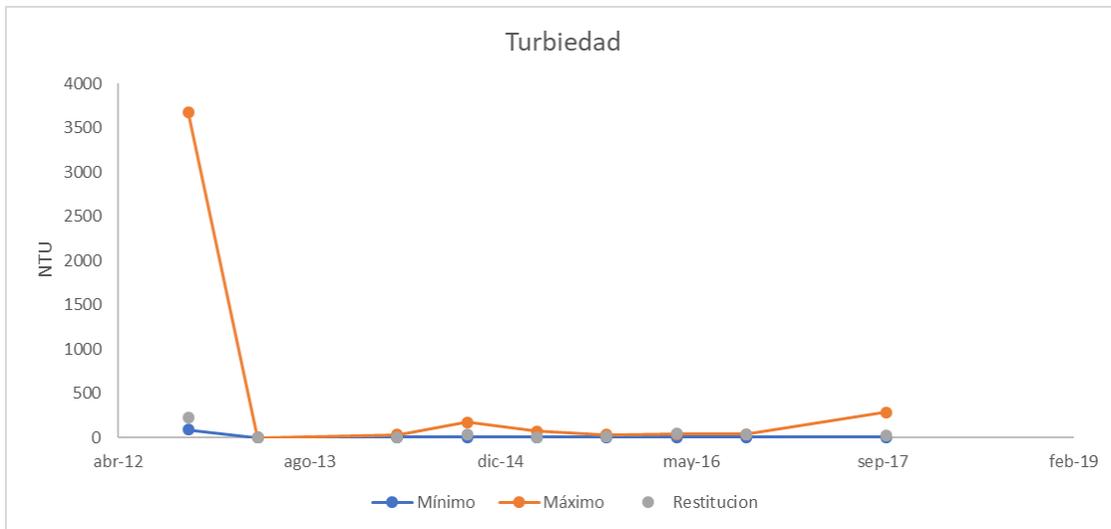


Figura 6. Variación temporal de la Turbiedad en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

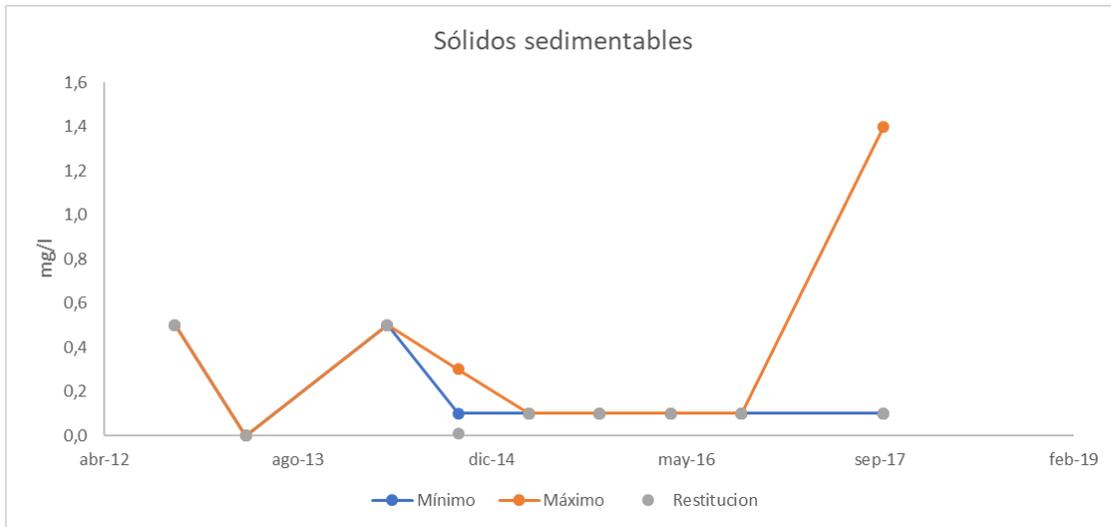


Figura 7. Variación temporal de Sólidos sedimentables en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

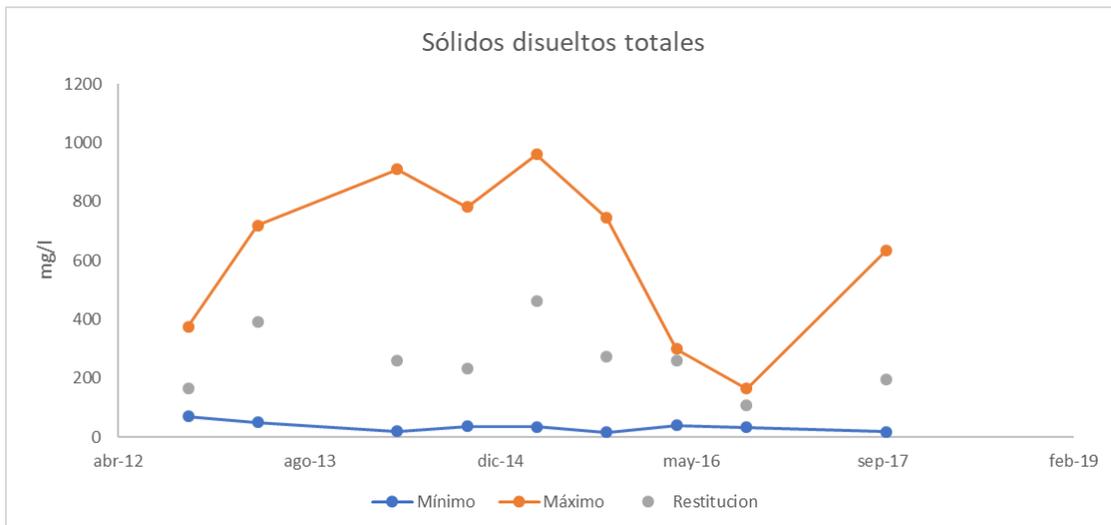


Figura 8. Variación temporal de la Sólidos Disueltos Totales en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

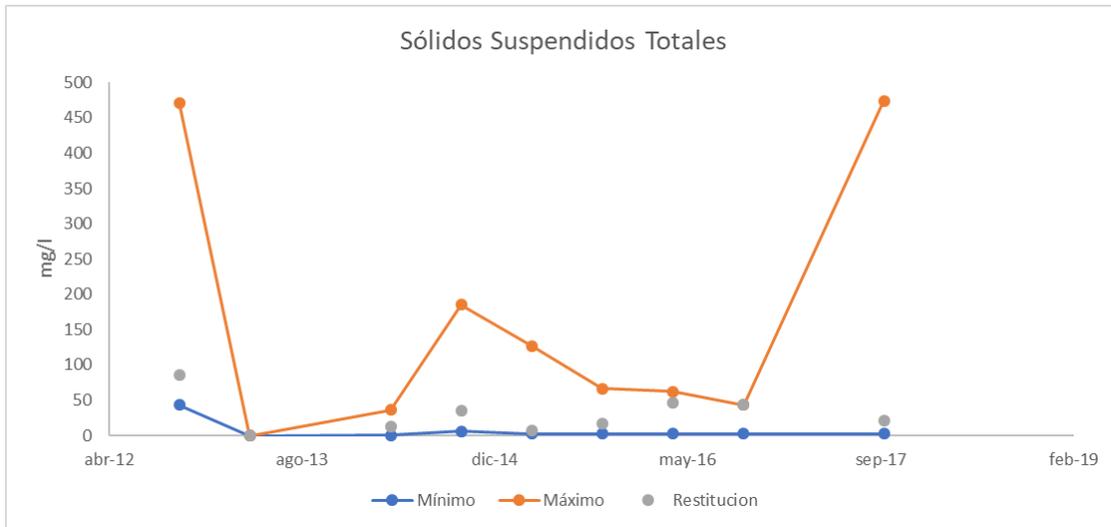


Figura 9. Variación temporal de Sólidos Suspendedos Totales en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

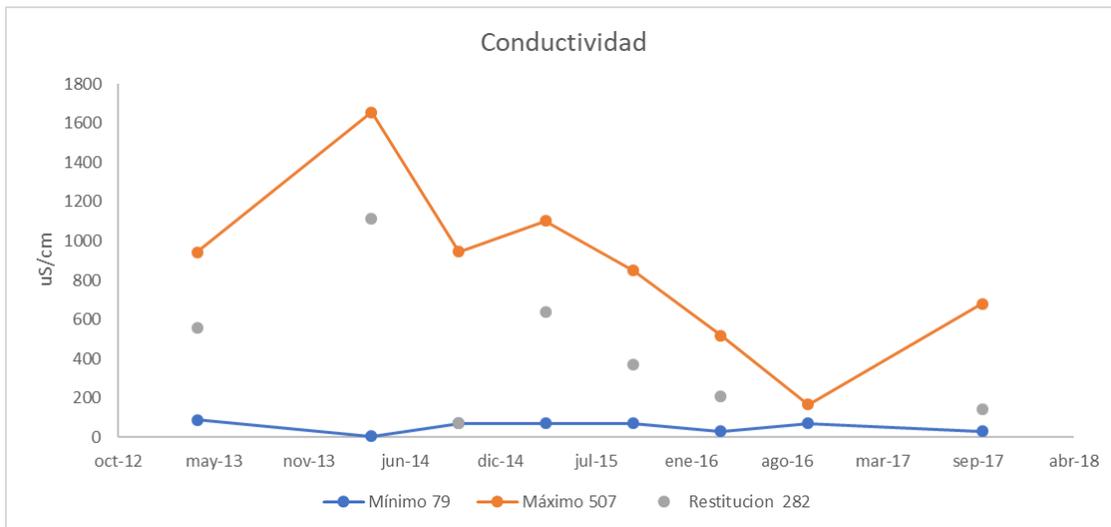


Figura 10. Variación temporal de la Conductividad eléctrica en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

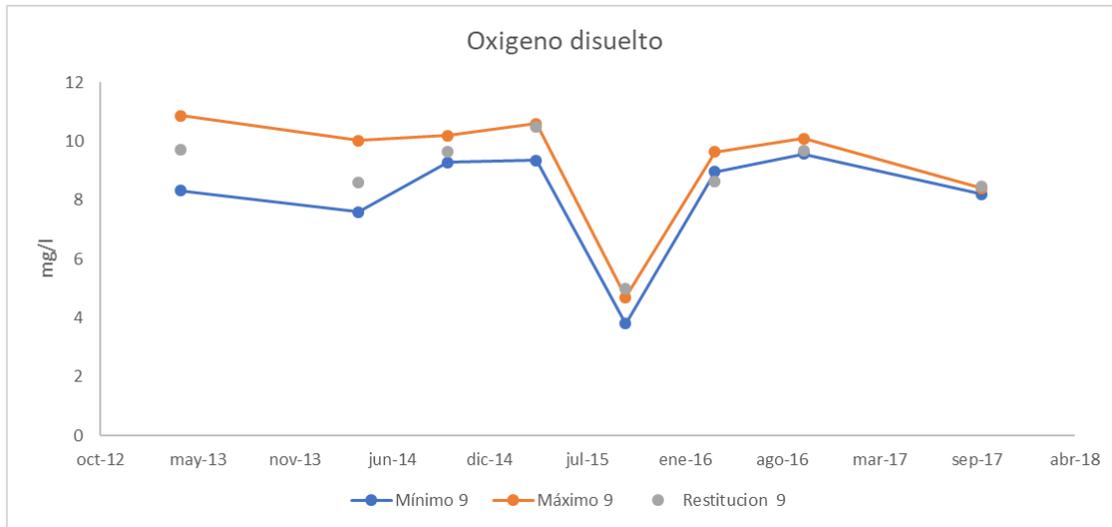


Figura 11. Variación temporal del oxígeno disuelto en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

5. Conclusiones

Este informe técnico da a conocer los resultados de los análisis de variación de la calidad del agua en los segmentos previos a las obras de la Central Hidroeléctrica La Confluencia (Bocatomas Tinguiririca; El Ciruelo; La Gloria; Portillo; Azufre; Los Humos; y Riquelme) y se comparan con la condición de calidad del agua luego de haber entrado en contacto con las distintas obras de la Central (en el segmento de restitución).

Los análisis multivariados detectaron diferencias en el tiempo, manteniéndose, en general, un alto grado de homogeneidad en la calidad del agua de cada campaña de levantamiento de información. Consecuentemente, no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los Controles y el segmento de restitución.

Al analizar puntualmente cada parámetro analizado se observaron excedencias en el segmento de restitución solo en la concentración de Nitratos (en dos ocasiones), las que se encuentran en los rangos históricos de los segmentos control. Cabe destacar que los ríos son dinámicos a distintas escalas, registrándose habitualmente variaciones en la calidad del agua incluso a nivel diario (Elwan et al., 2018), por lo que pequeñas variaciones en algunos parámetros pueden ser parte de la variabilidad diaria que presenta la cuenca.

En síntesis, no se observaron evidencias de alteración de la calidad del agua por el proceso de conducción del agua y el contacto con las obras de la central.

6. Referencias

Bricker, O.P. & Jones, B.F. 1995. Main factors affecting the composition of natural waters. In: Salbu, B., Sateinnes, E. (Eds), Trace Elements in Natural Waters. CRC Press, Boca Raton, FL, pp 1-5.

Bunea, F., Ciocan, G.D., Oprina, G., Baran, G. & Babutanu, C.A. 2010. Hydropower Impact On Water Quality. Environ. Eng.Manage. J.,9, 1459–1464.

Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 2001. Change in marine communities: An approach to statistical análisis and interpretation. Segunda edición. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, Reino Unido.172 p

Downes BJ, Barmuta LA, Fairweather PG, Faith DP, Keough MJ, LakePS, Mapstone BD & Quinn GP. 2002. Monitoring ecological impacts. Concepts and practice in flowing waters. Cambridge University Press

Einax, J.W., Truckenbrodt, D., & Kampe, O. 1998. River Pollution data interpreted by means of chemometric methods. Microchem. J. 58, 315-324.

Elwan, A., Singh, R., Patterson, M., Roygard, J., Horne, D., Clothier, B. 2018. Influence of sampling frequency and load calculation methods on quantification of annual river nutrient and suspended solids loads. Environ. Monit. Assess. 190:78. doi: 10.1007/s10661-017-6444-y

Fantin-Cruz, I., Pedrollo, O., Girard, P., Zeilhofer, P. & Hamilton,S.K. (2016) Changes in River Water Quality Caused by aDiversion Hydropower Dam Bordering the PantanalFloodplain. Hydrobiologia,768, 223–238

Helena, B., Pardo, R., Vega, M., Barrado, E., Fernandez, J.M., & Fernandez, L. 2000. Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial (Pisuerga river, Spain) by principal component analysis. Water Research 34, 807–816.

Kowalkowski, T., Zbytnieswski, R., Szpejna, J., & Buszewski, B. 2006. Application of chemometrics in river water classification. Water Research 40, 744-752.

Marengo, E., Gennaro, M.C., Giacosa, D.; Abrigo, C. & Saini, G. 1995. How chemometrics can helpfully assist in evaluating environmental dato Laggon water. Anal. Chim. Acta 317, 53-63.

Niemeyer, H & P. Cereceda. 1984. Hidrografía. Geografía de Chile. Tomo VIII. Instituto Geográfico Militar. Chile.

Pimenta, A.M., Albertoni, E.F. & Silva, C.P. 2012. Characterization of Water Quality in a Small Hydropower PlantReservoir in Southern Brazil. Lakes Resev. Res. Manage.,17,243–251.

Valero, E., Alvarez, X. and Picos, J. 2014. Influence of a SmallHydroelectric Power Station on the River Ecosystem. *EJSD*,3,175–180.

Vega, M., Pardo, R., Barrado, E., & Deban, L. 1998. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. *Water Research* 32, 3581–3592.

Voncina, D.B., Dobcnik, D., Novic, M., & Zupan, J. 2002. Chemometric characterization of the quality of river water. *Analytica Chimica Acta* 462, 87–100.



ANEXO 1



Figura A1. Concentración de parámetros medidos en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.



Figura A2. Concentración de parámetros medidos en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.



Figura A3. Concentración de parámetros medidos en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

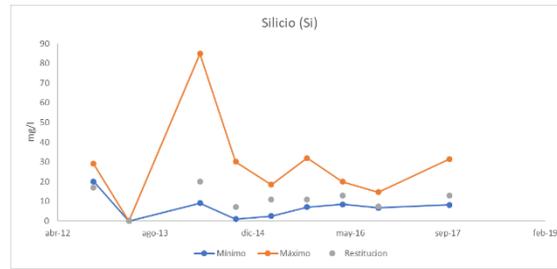


Figura A4. Concentración de parámetros medidos en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

Informe Técnico

Efecto de la operación de las bocatomas en la calidad del agua.

Central Hidroeléctrica La Higuera.



Índice

1. Introducción.....	1
2. Objetivo	2
3. Metodología	2
3.1 Diseño experimental	2
3.2 Análisis estadístico	4
3.2.1 Análisis de componentes principales (PCA)	4
3.2.2 Análisis de cluster	4
4. Resultados.....	5
4.1 Análisis integrado	5
4.2 Caracterización univariada de la calidad del agua	7
5. Conclusiones	14
6. Referencias	15

Preparado por:

Nombre : Rodrigo Hernán Pardo
Institución : AquaExpert
Grado académico : Licenciado en Ciencias del Mar.
: Magíster en Ciencias Biológicas c/m Ecología y Biología Evolutiva.
: Doctor en Ciencias Biológicas c/m Ecología y Biología Evolutiva.
Especialidad : Ecología Acuática.

Fecha: enero de 2020

1. Introducción

Tinguiririca Energía posee dos centrales hidroeléctricas en la cuenca del río Tinguiririca, VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Las que corresponden a las centrales La Higuera (en adelante HLH) y La Confluencia (en adelante HLC). Estos proyectos fueron sometidos a evaluación ambiental por parte de la Comisión Regional del Medio Ambiente VI Región (COREMA VI Región), a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), el cual fue resuelto favorablemente por la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 116/2004.

Como parte de la construcción de La Central La Higuera, enrocados, defensas y otras obras que podrían alterar la calidad del agua del río. Como indica Koralay y colaboradores (2018), algunas Centrales de pasada han generado alteraciones en la calidad del agua durante la fase de construcción. Debido a que cambian el suelo y la vegetación aumentando las dinámicas de erosión, además, pueden modificar directamente la calidad del agua por la incorporación de materiales derivados de la construcción, como son: el concreto, los derivados del petróleo, entre otros (Bunea et al. 2010; Pimenta et al. 2012; Valero et al. 2014; Fantin-Cruze et al. 2016).

En este contexto se ha solicitado evaluar si la construcción y operación de las obras de la central Hidroeléctrica La Higuera, han producido alguna alteración de la calidad de las aguas o han producido contaminación de acuerdo con lo requerido en el código de aguas Artículo 295º- "La Dirección General de Aguas otorgará la autorización una vez aprobado el proyecto definitivo y siempre que haya comprobado que la obra no afectará la seguridad de terceros ni producirá la contaminación de las aguas".

El área de estudio involucra a las subcuenas del río Azufre y río Tinguiririca, las cuales forman parte de la cuenca hidrográfica del río Rapel en la VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Esta cuenca se caracteriza por su escurrimiento torrencial de régimen mixto, con crecidas pluviales en invierno y nivales en primavera y comienzos de verano, y estiaje pronunciado en otoño. Posee una extensión

de 14.177 km². El río Cachapoal drena la porción norte de la cuenca, y el río Tinguiririca drena su porción sur.

El río Tinguiririca se forma en la cordillera de los Andes, de la unión de los ríos Las Damas y El Azufre, el cual viene del norte y es formado por los ríos Portillo y San José. Considerando el río del Azufre, la longitud del río Tinguiririca asciende a 167 km y el área drenada a 4.730 km² (Niemeyer y Cereceda 1984). La zona de estudio se caracteriza por poseer un clima templado cálido con estación seca de 4 a 5 meses. En el sector cordillerano de la Región de O’Higgins, por sobre los 800 m, el ascenso del relieve provoca grandes variaciones en el clima, ya que las temperaturas medias en el invierno se aproximan a 0°C y las precipitaciones invernales se hacen sólidas, al mismo tiempo que aumentan a cerca de 1.000 mm anuales, acortándose así la duración de la estación seca y cálida a sólo 4 a 5 meses con precipitación inferior a 40 mm.

2. Objetivo

El objetivo de este estudio es evaluar los posibles cambios en calidad del agua derivados de las obras construidas.

3. Metodología

La metodología utilizada se basa en una aproximación a dos escalas de análisis, una general multivariada evaluando la totalidad de las variables de calidad del agua levantadas y posteriormente una univariada en la que se estudió cada variable en particular.

3.1 Diseño experimental

La calidad del agua superficial en una región es determinada tanto por factores naturales (condiciones climáticas, erosión del suelo, litología de la captación, aportes atmosféricos, etc.) como antropogénicos (Bricker y Jones, 1995). En este sentido, para cumplir con el objetivo de este estudio se debe evaluar si los posibles cambios en calidad del agua son derivados de la acción del proyecto o responden a las variaciones naturales del sistema.

Las estaciones definidas para la caracterización de la calidad del agua corresponden a tres ubicadas aguas arriba de las obras del proyecto (Bocatomas La Puya, Tricahue y Los Helados), que representan las características generales de las aguas previas a entrar en contacto con las obras de la central, por lo que son consideradas como segmentos Control (Downes et al., 2002). Además, se definió una estación receptora de los cambios ubicada en el segmento de restitución de la Central (**Figura 1**).

En términos generales, la calidad del agua en las bocatomas corresponde a la condición natural, mientras que la de la restitución estaría sometida a las posibles alteraciones derivadas de las obras del proyecto. Por lo tanto, para evaluar el posible impacto de las obras se compara la calidad del

agua en entre las zonas control y la restitución, si no se encuentran diferencias entre estos sectores se puede inferir que no existen impactos.

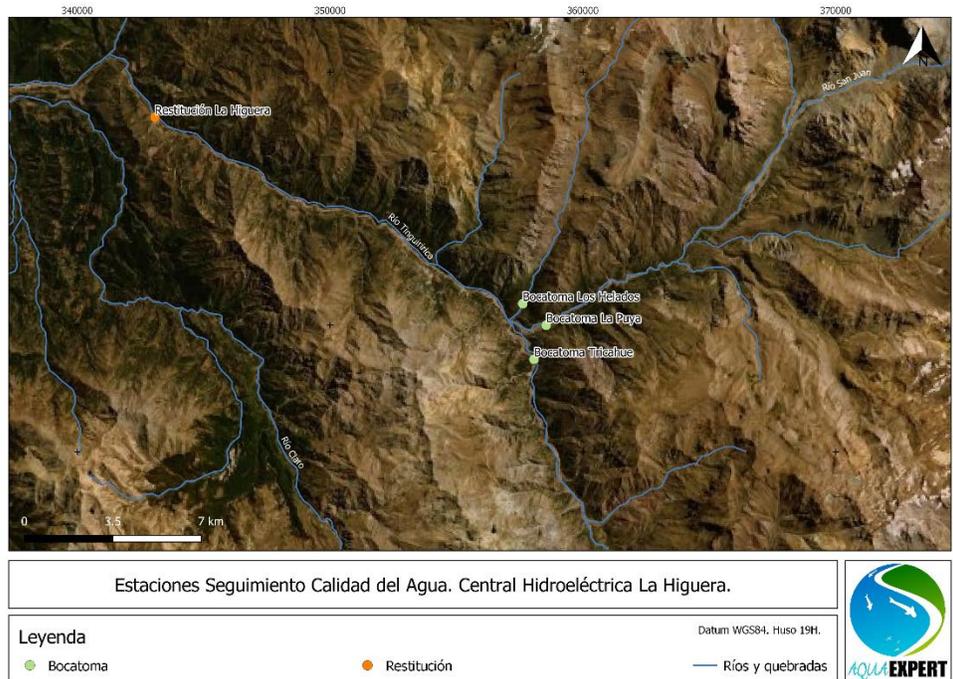


Figura 1. Ubicación de estaciones de seguimiento de calidad del agua.

Desde octubre de 2010 (inicio de operación de la Central) a octubre de 2017 se han realizado monitoreos regulares en diferentes estaciones del río Tinguiririca y algunos afluentes, en los que se han medido 53 parámetros de calidad del agua, los que se detallan en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Variables de calidad del agua analizadas.

1. Aceites y grasas flotantes	19. Fluoruro (F)	37. Sólidos Flotantes
2. Aceites y grasas emulsificadas	20. Hierro (Fe)	38. Sólidos sedimentables
3. Alcalinidad Total (CaCO ₃)	21. Litio (Li)	39. Sulfato (So ₄ =)
4. Aluminio (Al)	22. Litio(cítricos) (Li)	40. Temperatura en agua corriente
5. Arsénico (ABs))	23. Magnesio (Mg)	41. Turbiedad
6. Bario	24. Manganeseo (Mn)	42. Vanadio (V)
7. Berilio (Be)	25. Mercurio (Hg)	43. Zinc (Zn)
8. Boro (B)	26. Molibdeno (Mo)	44. Calcio (Ca)
9. Cadmio (Cd)	27. Nitratos	45. Fósforo (P) total
10. Cianuro (CN)	28. Níquel (Ni)	46. Potasio (K)
11. Claridad	29. Oxígeno disuelto	47. Silicio (Si)
12. Cloruros	30. Petróleo e Hidrocarburos	48. Sólidos Suspendidos Totales
13. Cobalto (Co)	31. pH	49. Sodio
14. Cobre (Cu)	32. Plata (Ag)	50. RAS

15. Coliformes fecales	33. Plomo (Pb)	51. Hidrocarburos Volátiles
16. Color verdadero	34. Selenio (Se)	52. Hidrocarburos Fijos
17. Conductividad específica a 25°C	35. Sodio porcentual (Na)	53. Hidrocarburos Totales
18. Cromo (Cr)	36. Sólidos disueltos totales	

3.2 Análisis estadístico

La clasificación de la calidad del agua de los sistemas límnicos se basa, generalmente, en la comparación de datos de concentración de distintas variables medidos en campo o en laboratorio contra valores límite establecidos en instrumentos legales (Ej. NCh 1.333, NSCA). Los estándares de calidad para ríos y otros cuerpos de agua se definen con base en criterios sobre los posibles usos del agua, asignando estándares para cada uno de ellos. Sin embargo, existen otros métodos alternativos para hacer evaluaciones de calidad de aguas superficiales que identifican los patrones de agrupamientos naturales sobre la base de las similitudes encontradas entre las muestras, sin asignar clases, evitando deformar el patrón natural de semejanzas que se pueda presentar (Kowalkowski et al., 2006).

Los análisis de cluster y componentes principales son dos de los métodos estadísticos utilizados para realizar el reconocimiento de estos patrones en mediciones ambientales (Vega et al., 1998; Helena et al., 2000; Voncina et al., 2002). Estas técnicas también permiten la identificación de factores o fuentes responsables de las variaciones en la calidad del agua.

3.2.1 Análisis de componentes principales (PCA)

Este método se utiliza para encontrar e interpretar relaciones casuales y complejas entre variables de un mismo set de datos (Einax et al., 1998). El aporte más importante del análisis de componentes principales es la cuantificación de la significancia de las variables que explican los patrones en las propiedades inherentes de objetos individuales. Sobre la base de un set de datos, se calculan nuevas variables ortogonales como resultado de la combinación lineal de los parámetros originales. De esta forma, toda la información sobre los parámetros que se encuentra en el conjunto de datos originales se transforma a un espacio reducido y se puede explicar a partir de un set de factores calculados llamados componentes principales. Los componentes principales identificados contabilizan la varianza máxima explicable de los datos originales en orden descendiente (Marengo et al., 1995).

3.2.2 Análisis de cluster

Esta herramienta se utiliza para agrupar objetos (estaciones de monitoreo) en clases (clusters), sobre la base de las similitudes entre los miembros de una misma clase y las disimilitudes entre los diferentes grupos. Los resultados de este tipo de análisis ayudan en la interpretación de los datos e indican patrones de comportamiento. En el agrupamiento jerárquica, los clusters se forman secuencialmente iniciando con los pares de objetos más similares para luego formar clusters más grandes paso a paso (Einax et al., 1998). El análisis se construyó sobre el set de datos normalizados, usando las distancias euclidianas cuadradas como medida de la similitud. Con el fin de determinar

si existen diferencias en la calidad del agua entre los segmentos Control y la restitución, se hizo un análisis ANOSIM (análisis de similitud) de dos vías cruzado, empleando como factores la condición (Control v/s Restitución) y las campañas (fechas), con un $\alpha= 0,05$ (Clarke y Warwick, 2001).

4. Resultados

4.1 Análisis integrado

El análisis de componentes principales (PCA) explico con los dos primeros ejes el 45,6% (**Figura 2**), es importante mencionar que este análisis facilita la interpretación de los resultados de los cuatro sitios de monitoreo para los 53 parámetros medidos, mediante una reducción del espacio en dos componentes principales. La ordenación general de las estaciones muestra un patrón determinado principalmente por la campaña de muestreo, observándose una agrupación de las estaciones muestreadas en el periodo 2010-2011, las campañas de 2014, son heterogéneas en su ubicación en el plano cartesiano, asociándose algunas estaciones al grupo 2010-2011 y otras a las estaciones del 2016. Finalmente, las campañas realizadas el 2017 presentan la mayor variación, asociada a la estación Tricahue en mayo, que presentó altos valores solidos suspendidos, sedimentables y disueltos, derivados de procesos erosivos en la parte alta de la cuenca.

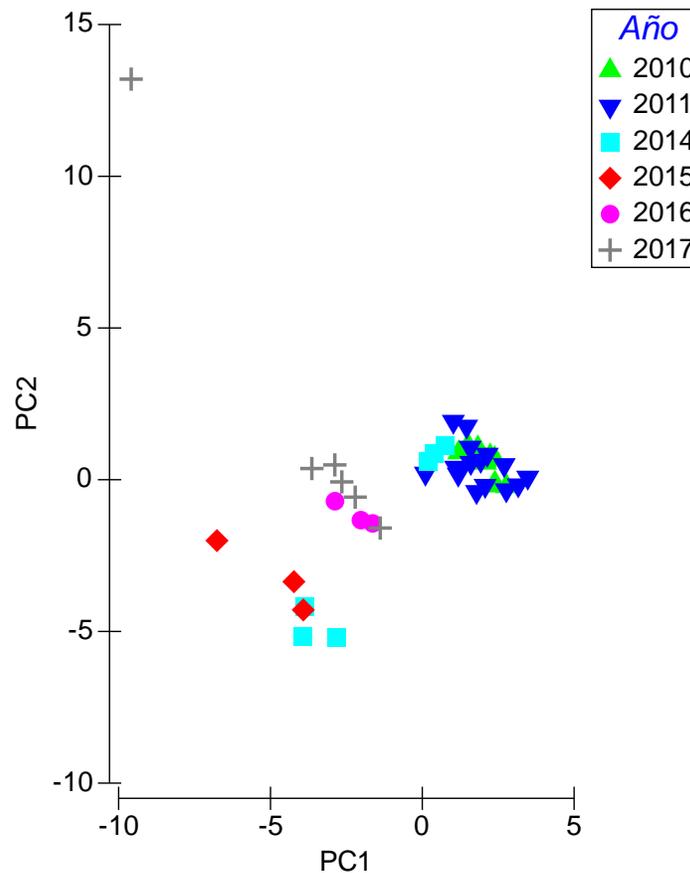


Figura 2. Análisis de componentes principales (PCA) realizado con los datos de calidad del agua. Eje 1 explica el 25,3% de la varianza y el eje 2 el 20,6%.

La **Figura 3** muestra el dendrograma resultante al aplicar el análisis de cluster con el fin de detectar patrones de similitud entre los sitios de monitoreo. Al analizar el dendrograma, se puede observar que la estación Tricahue en mayo de 2017 presenta la mayor disimilitud con las estaciones restantes, lo que como se mencionó anteriormente se deriva de los procesos erosivos naturales. Se distinguen tres grupos de asociaciones al 50% de similitud, uno corresponde a la restitución “Higuera” y la estación Tricahue, ambas de abril de 2014. Lo que indicaría una alta influencia del ramal del río Tinguiririca en esa fecha. El otro incluye a las estaciones muestreadas en octubre de 2014 y abril-mayo de 2015. El resto de estaciones se agrupa en un único gran conglomerado.

Al analizar las posibles influencias de las zonas control (Bocatomas) en la restitución “Higuera”, se observa que la mayor parte de las campañas exhiben una alta similitud entre la Bocatoma La Puya y la restitución (Noviembre 2010; Enero y Febrero de 2011; Abril 2014; y Mayo 2017), seguido por la asociación entre la bocatoma Los Helados y la restitución (Enero y Febrero 2011), solo se observa una campaña en la que el ramal Tinguiririca (Bocatoma Tricahue) tiene efecto sobre la restitución. Sin embargo, se pudo determinar que en 5 campañas las características de calidad del agua en la

zona de restitución estarían asociadas un efecto conjunto del ramal Tinguiririca (Bocatoma Tricahue) y Azufre (Bocatoma La Puya).

Consecuentemente, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las zonas Control y la Restitución (ANOSIM R=-0,028. p=0,786).

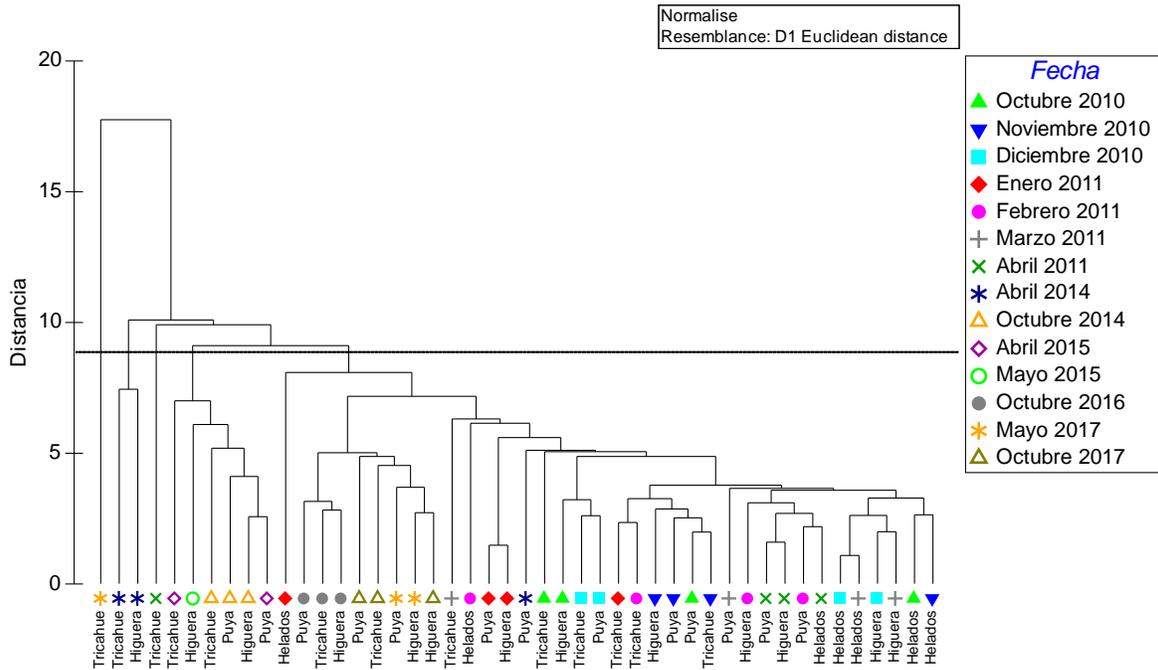


Figura 3. Dendrograma de las estaciones de muestreo analizadas en cada fecha. La línea indica un 50% de similitud entre estaciones.

4.2 Caracterización univariada de la calidad del agua

Para caracterizar las variables utilizadas, se realizaron gráficos representativos de la dinámica temporal de las distintas variables, presentando la variación del segmento de restitución en relación a los valores máximos y mínimos de los segmentos control.

En las **Figuras 4 – 13** se muestra la variación de los parámetros físico-químicos analizados, este subconjunto de parámetros es un buen indicador de la calidad del agua en términos globales debido a que variables como el pH, la conductividad eléctrica y los sólidos son considerados como las variables forzantes en los ecosistemas acuáticos e integran otras variables en su análisis. En general se observan escasos eventos de excedencia de los valores en la Restitución respecto a los segmentos Control. A modo de ejemplo, la alcalinidad no presentó campañas con valores más altos en la restitución, mientras que la dinámica de la temperatura en los segmentos estudiados presentó en la mayoría de los casos valores dentro de los observados en los segmentos Control, solo en octubre de 2016 se registró un valor levemente mayor en la restitución (10,1°C) respecto al Control (8,9°C).

El Color registró una campaña en la que se supera el valor de los Controles en la restitución (noviembre 2010) y el pH registró 4 campañas con valores más altos en la restitución. En el caso de los elementos analizados (**Anexo 1**), nueve no presentaron excedencias (Vanadio, Selenio, Plomo, Plata, Níquel, Molibdeno, Cianuro, Cadmio y Berilio), mientras que los otros elementos presentaron entre 1 y 4 campañas con valores más altos en la restitución.

Aun cuando se observaron excedencias en el segmento de restitución, estas se encontraron en los rangos históricos de los segmentos control.

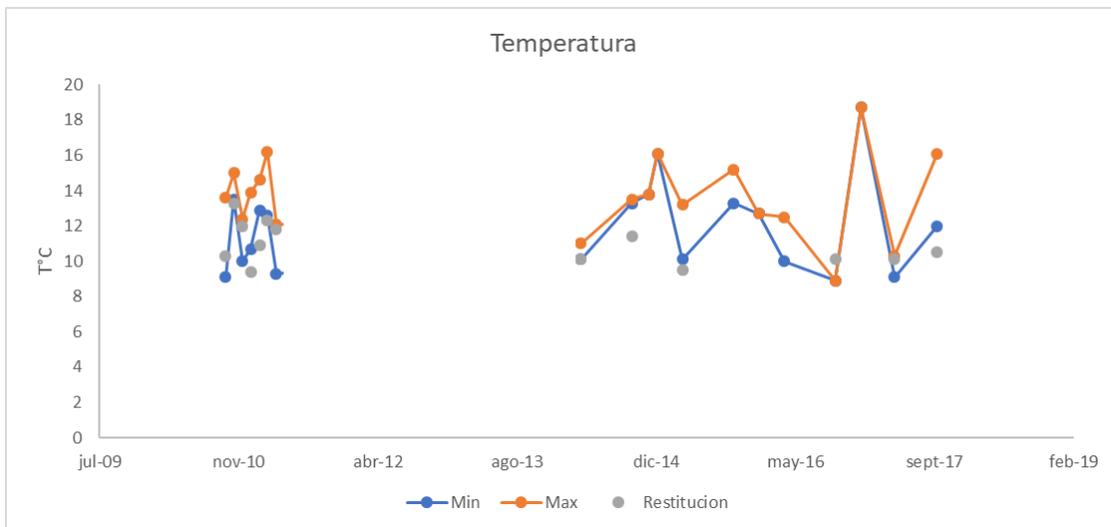


Figura 4. Variación temporal de la Temperatura en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

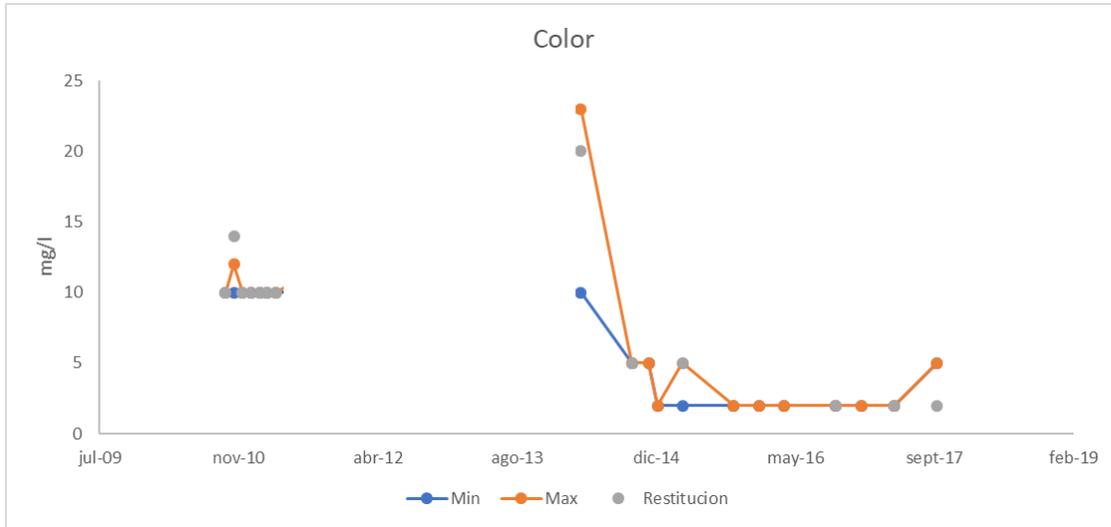


Figura 5. Variación temporal del Color en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

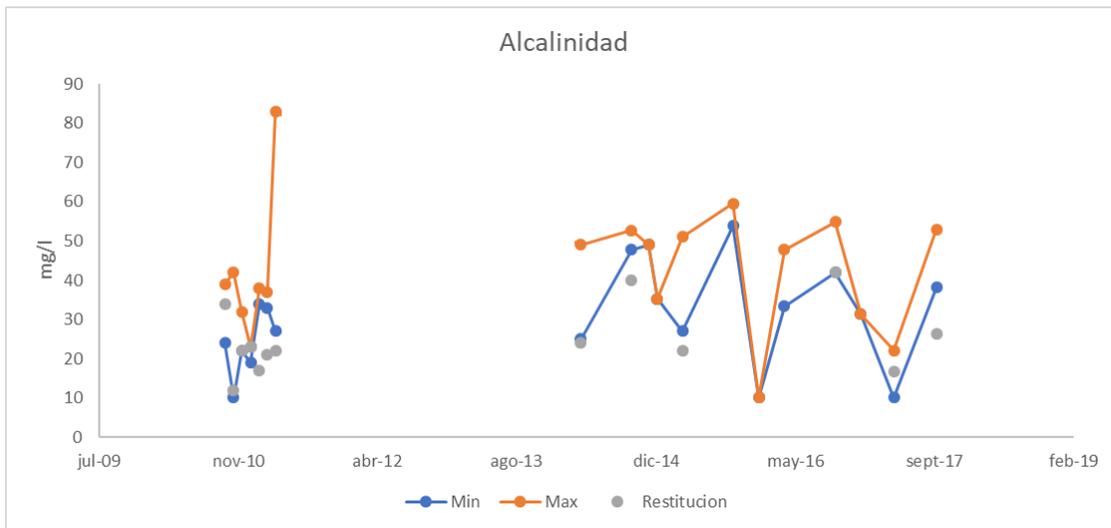


Figura 6. Variación temporal de la Alcalinidad en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

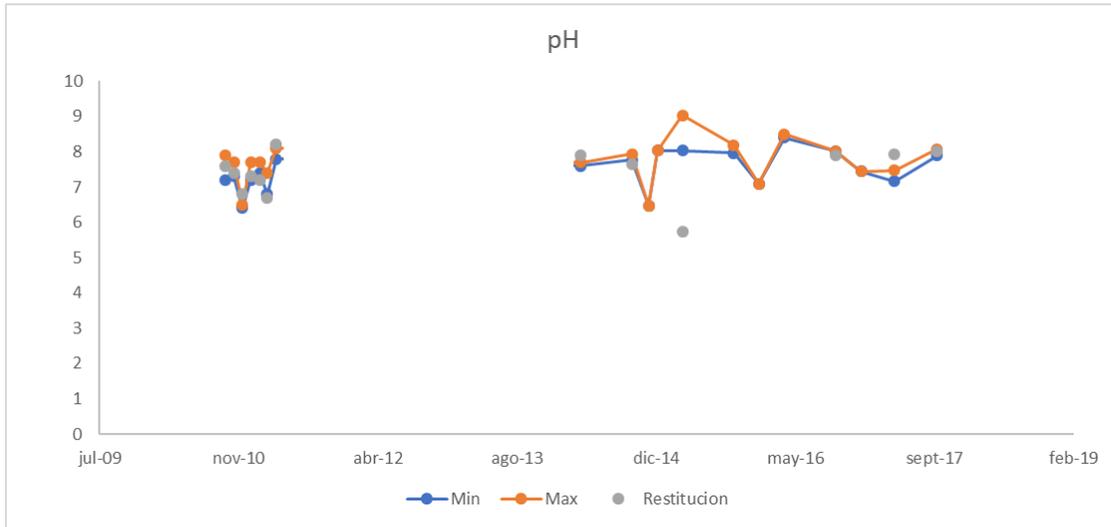


Figura 7. Variación temporal del pH en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

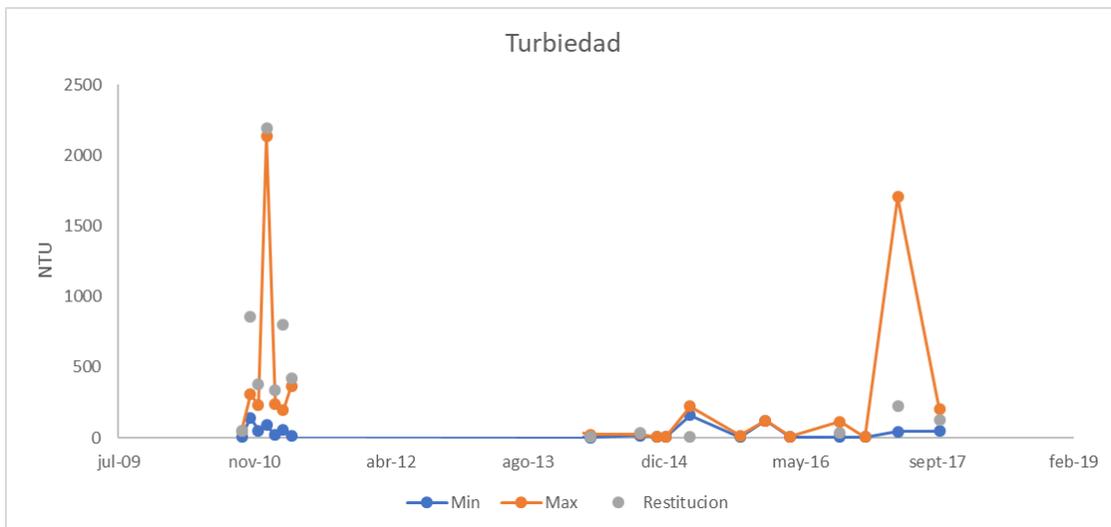


Figura 8. Variación temporal de la Turbiedad en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

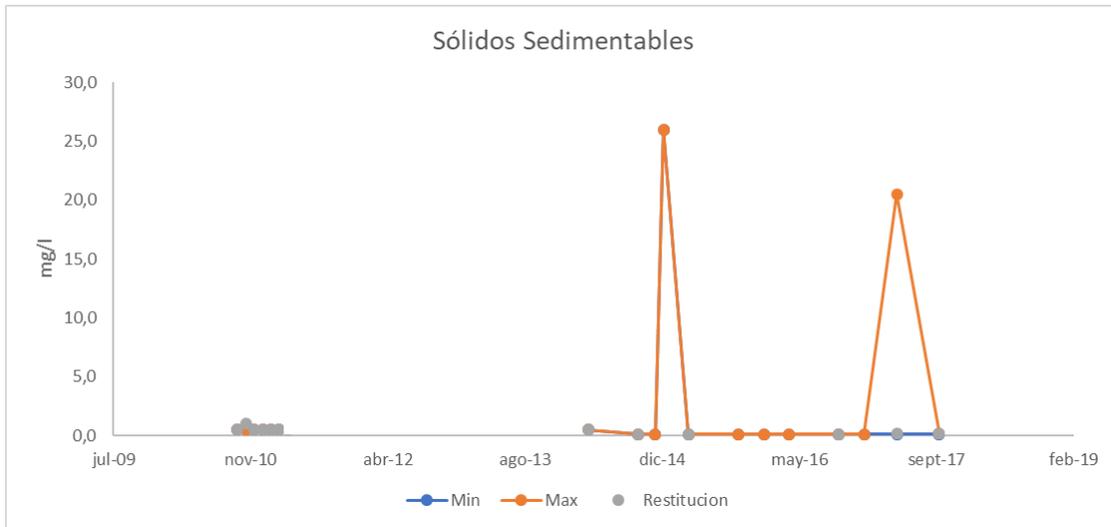


Figura 9. Variación temporal de Sólidos sedimentables en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

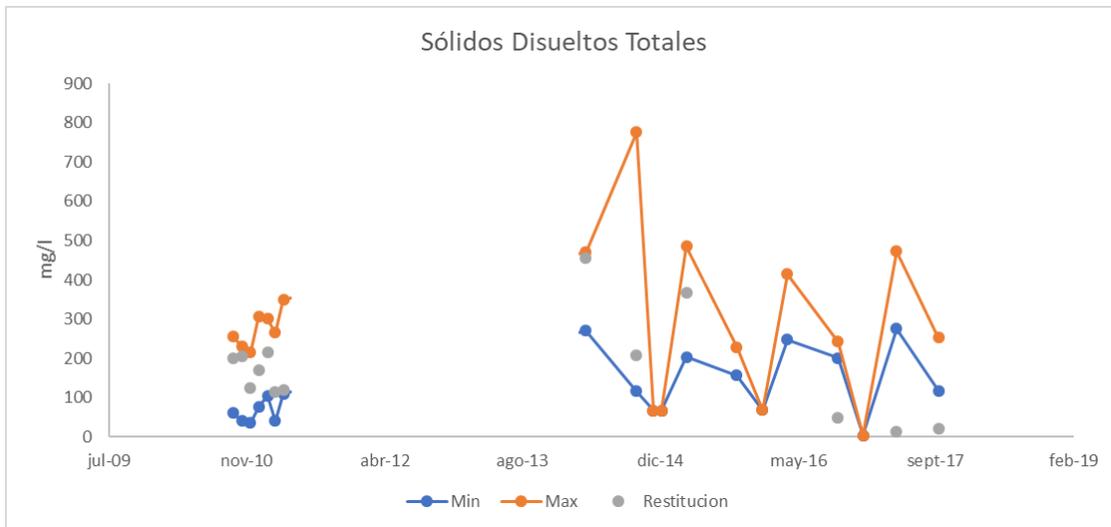


Figura 10. Variación temporal de la Sólidos Disueltos Totales en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

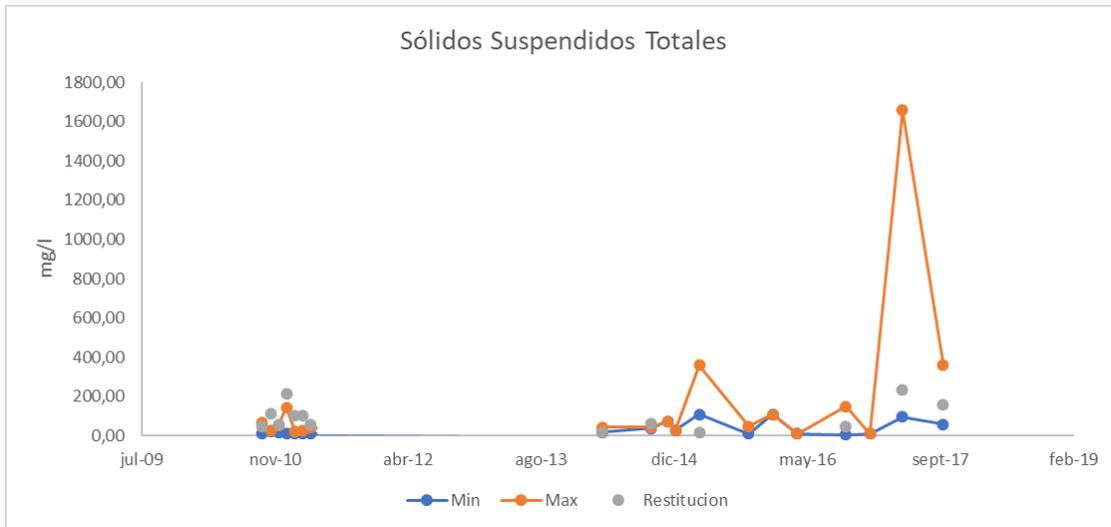


Figura 11. Variación temporal de Solidos Suspendidos Totales en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

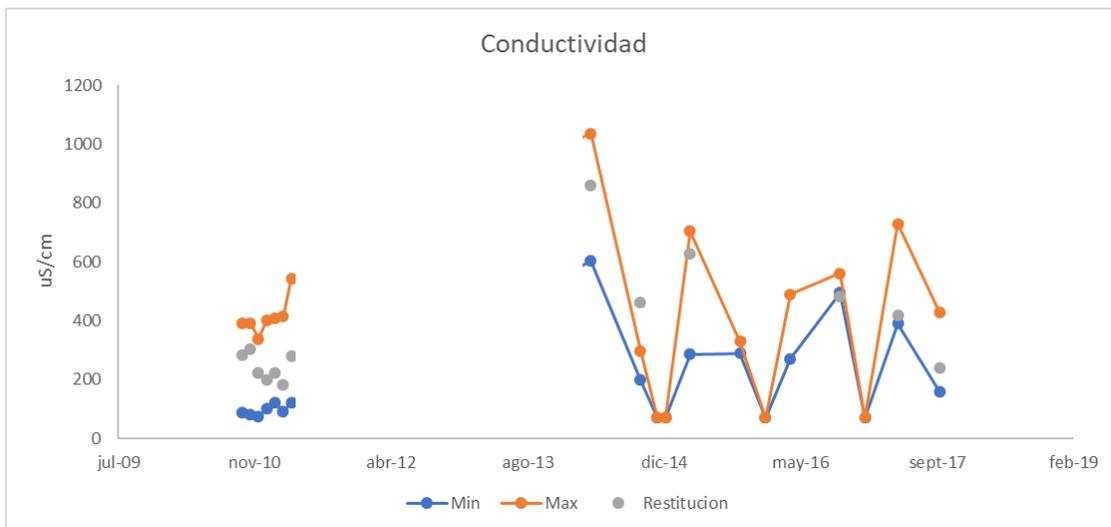


Figura 12. Variación temporal de la Conductividad eléctrica en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

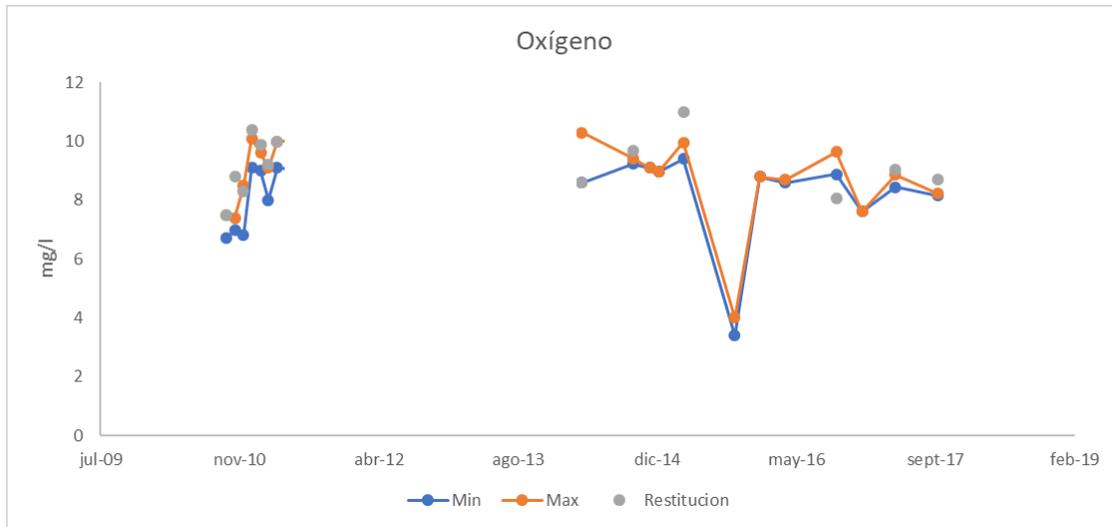


Figura 13. Variación temporal del oxígeno disuelto en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

5. Conclusiones

Este informe técnico da a conocer los resultados de los análisis de variación de la calidad del agua en los segmentos previos a las obras de la Central Hidroeléctrica La Higuera (Bocatomas La Puya, Tricahue y Los Helados) y se comparan con la condición de calidad del agua luego de haber entrado en contacto con las distintas obras de la Central (en el segmento de restitución).

Los análisis multivariados detectaron diferencias en el tiempo, manteniéndose, en general, un alto grado de homogeneidad en la calidad del agua de cada campaña de levantamiento de información. Consecuentemente, no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los Controles y el segmento de restitución.

Al analizar puntualmente cada parámetro analizado se observaron excedencias en el segmento de restitución, las que en la mayoría de los casos estas se encuentran en los rangos históricos de los segmentos control. Cabe destacar que los ríos son dinámicos a distintas escalas, registrándose habitualmente variaciones en la calidad del agua incluso a nivel diario (Elwan et al., 2018), por lo que pequeñas variaciones en algunos parámetros pueden ser parte de la variabilidad diaria que presenta la cuenca.

En síntesis, no se observaron evidencias de alteración de la calidad del agua por el proceso de conducción del agua y el contacto con las obras de la central.

6. Referencias

Bricker, O.P. & Jones, B.F. 1995. Main factors affecting the composition of natural waters. In: Salbu, B., Sateinnes, E. (Eds), Trace Elements in Natural Waters. CRC Press, Boca Raton, FL, pp 1-5.

Bunea, F., Ciocan, G.D., Oprina, G., Baran, G. & Babutanu, C.A. 2010. Hydropower Impact On Water Quality. Environ. Eng.Manage. J.,9, 1459–1464.

Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 2001. Change in marine communities: An approach to statistical análisis and interpretation. Segunda edición. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, Reino Unido.172 p

Downes BJ, Barmuta LA, Fairweather PG, Faith DP, Keough MJ, LakePS, Mapstone BD & Quinn GP. 2002. Monitoring ecological impacts. Concepts and practice in flowing waters. Cambridge University Press

Einax, J.W., Truckenbrodt, D., & Kampe, O. 1998. River Pollution data interpreted by means of chemometric methods. Microchem. J. 58, 315-324.

Elwan, A., Singh, R., Patterson, M., Roygard, J., Horne, D., Clothier, B. 2018. Influence of sampling frequency and load calculation methods on quantification of annual river nutrient and suspended solids loads. Environ. Monit. Assess. 190:78. doi: 10.1007/s10661-017-6444-y

Fantin-Cruz, I., Pedrollo, O., Girard, P., Zeilhofer, P. & Hamilton,S.K. (2016) Changes in River Water Quality Caused by aDiversion Hydropower Dam Bordering the PantanalFloodplain. Hydrobiologia,768, 223–238

Helena, B., Pardo, R., Vega, M., Barrado, E., Fernandez, J.M., & Fernandez, L. 2000. Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial (Pisuerga river, Spain) by principal component analysis. Water Research 34, 807–816.

Kowalkowski, T., Zbytnieswski, R., Szpejna, J., & Buszewski, B. 2006. Application of chemometrics in river water classification. Water Research 40, 744-752.

Marengo, E., Gennaro, M.C., Giacosa, D.; Abrigo, C. & Saini, G. 1995. How chemometrics can helpfully assist in evaluating environmental dato Laggon water. Anal. Chim. Acta 317, 53-63.

Niemeyer, H & P. Cereceda. 1984. Hidrografía. Geografía de Chile. Tomo VIII. Instituto Geográfico Militar. Chile.

Pimenta, A.M., Albertoni, E.F. & Silva, C.P. 2012. Characterization of Water Quality in a Small Hydropower PlantReservoir in Southern Brazil. Lakes Resev. Res. Manage.,17,243–251.

Valero, E., Alvarez, X. and Picos, J. 2014. Influence of a SmallHydroelectric Power Station on the River Ecosystem. *EJSD*,3,175–180.

Vega, M., Pardo, R., Barrado, E., & Deban, L. 1998. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. *Water Research* 32, 3581–3592.

Voncina, D.B., Dobcnik, D., Novic, M., & Zupan, J. 2002. Chemometric characterization of the quality of river water. *Analytica Chimica Acta* 462, 87–100.



ANEXO 1

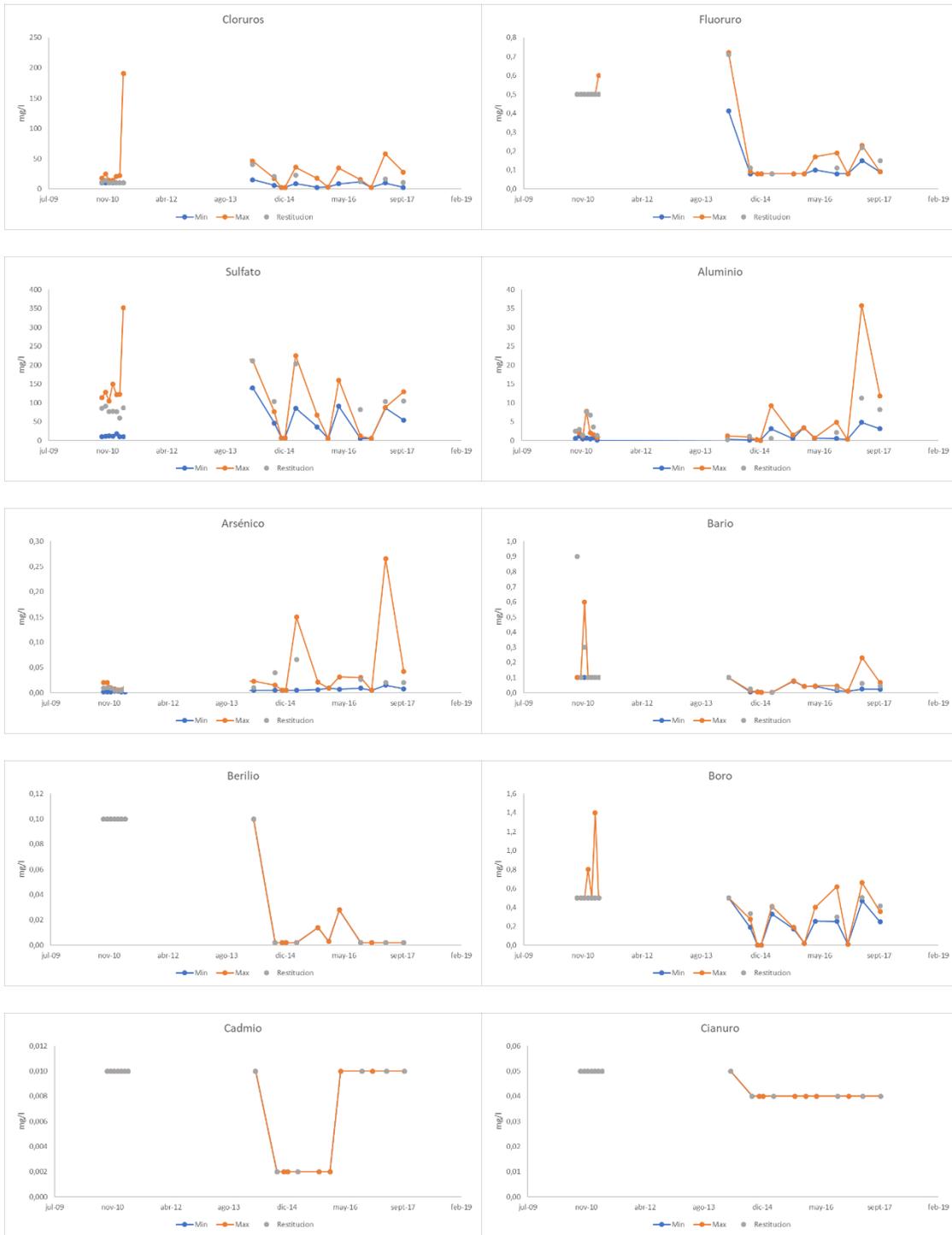


Figura A1. Concentración de parámetros medidos en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

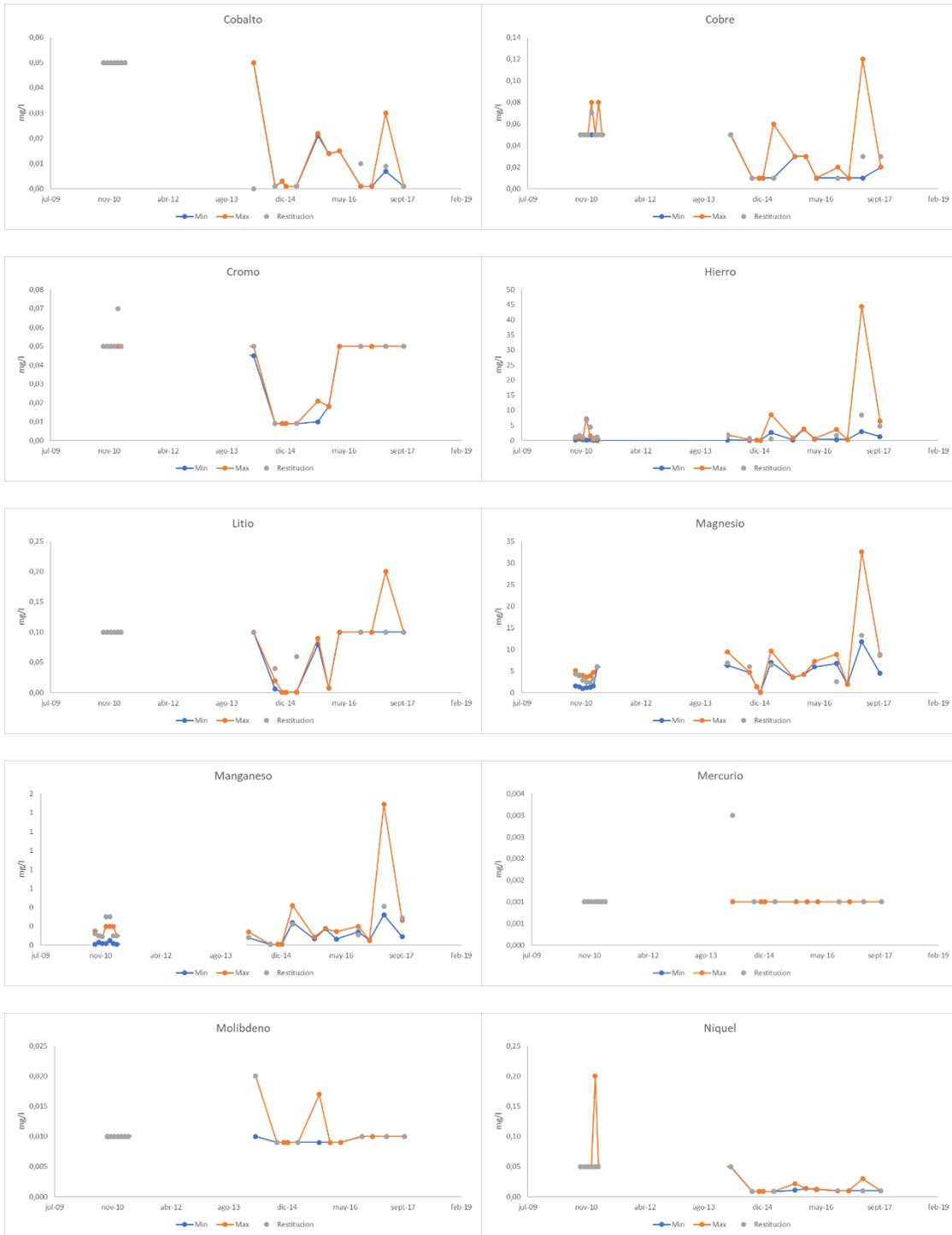


Figura A2. Concentración de parámetros medidos en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.



Figura A3. Concentración de parámetros medidos en los segmentos Control (Max y Min) y la Restitución.

Sistema	Tinguiririca	Ciruelo	Gloria	Confluencia	Tinguiririca	Ciruelo
Fecha	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Abril	Abril
Tipo	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución	Bocatoma	Bocatoma
Aluminio (Al)	5,4	2,4	24	2,7	0,2	2,8
Arsénico (As)	0,06	0,002	0,003	0,02	0,004	0,046
Bario (Ba)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Berilio (Be)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Boro (B)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Cadmio (Cd)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cianuro (CN)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cloruros	32	10	10	10	11	53
Cobalto (Co)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cobre (Cu)	0,07	0,09	0,05	0,05	0,37	0,05
Coliformes fecales	2	4	2	0,2	2	30
Magnesio (Mg)	6,2	3,7	3,9	4,6	3,4	6,9
Mercurio (Hg)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,01
Oxígeno disuelto	9,2	8,9	8,9	9,2	8,49	8,33
Plomo (Pb)	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Sodio porcentual (Na)	23	18	20	20	80	20
Sólidos disueltos totales	375	85	70	165	90	470
Sulfato (So4=)	178	16	17	80	164	281
Temperatura	13,5	13,5	12,5	13,2	13,5	11,6

Gloria	Portillo	Azufre	Humos	Confluencia	Tinguiririca	Ciruelo
Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución	Bocatoma	Bocatoma
0,4	0,6	2,2	0,4	0,8	2,02	0,1
0,005	0,009	0,025	0,015	0,02	0,007	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,5	0,5	2,9	1,2	0,5	0,5	0,04
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01
10	18	60	28	35	64,3	0,5
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
2	4	1700	230	30	49	2
2,5	3,2	37	7,3	7,4	8,6	3,6
0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
10,88	10,1	8,8	9,2	972	9,3	9,4
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
26	28	28	35	20	20	16
50	105	720	180	390	20	110
30	80	419	147	200	315	4,5
12,5	9,1	9,2	8,2	10,6	10	12,5

Portillo	Azufre	Humos	Riquelme	Confluencia	Tinguiririca	Ciruelo
Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Octubre	Octubre
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución	Bocatoma	Bocatoma
0,5	3,1	0,36	0,1	0,75	3,4	0,29
0,003	0,02	0,001	0,001	0,01	0,09	0,005
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,003
0,1	0,1	0,1	0,1	0,01	0,002	0,002
0,05	3,4	1,7	0,1	0,6	0,412	0,003
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	0,002
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
2,4	66	37,2	3,4	48	38,7	2,7
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,002	0,001
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,01
1,8	2	2	1,8	2	5	2
4,02	47,8	10,8	1,2	9,01	7,19	3,85
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0014	0,001
9,3	10,03	7,6	8,6	8,61	9,45	9,29
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
13	23	38	28	19	23,1	13,8
110	910	270	40	260	316	50
72	458	103	12	291	162	5,3
9,7	12,6	8,3	9,2	9,8	11	10,8

Gloria	Portillo	Azufre	Humos	Riquelme	Confluencia	Tinguiririca
Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Abril
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución	Bocatoma
0,18	0,7	2,01	0,5	0,09	0,01	0,97
0,005	0,005	0,04	0,013	0,005	0,037	0,11
0,002	0,008	0,012	0,007	0,002	0,014	0,002
0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
0,002	0,041	3,092	0,612	0,022	0,373	0,36
0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2,7	2,7	48,6	10,4	328	23,8	42
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2	2	2	2	2	5	70
1,79	3,27	41,1	5,14	0,82	6,15	6,71
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
9,37	10,2	9,85	9,96	10,1	9,66	9,75
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
100	9,1464	23,6	41	4,076	25,2	21
38	100	782	130	36	234	530
5,3	60,9	422	49,1	5,3	124	251
9,9	7,9	10,8	8,4	7,2	10,2	13,9

Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre	Humos	Riquelme	Confluencia
Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Mayo
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución
0,01	1,39	0,79	1,46	0,67	0,18	0,48
0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,361
0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
0,07	0,1	0,08	2,23	1	0,23	0,58
0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2,7	2,7	2,7	54	23	2,7	31
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
11	7	4	2	2	6	2
2,85	2,19	2,6	35,9	7,27	4,28	7,14
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
10,6	9,37	9,36	9,91	10,4	9,5	10,5
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
14	27	11	25	41	21	18
102	66	121	960	234	35	461
5,3	5,3	73	428	80	5,3	247
13,8	13,6	11,7	15,4	13	14,8	9,4

Tinguiririca	Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre	Humos	Riquelme
Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma
2,19	0,34	1,44	0,36	2,29	0,6	0,07
0,088	0,005	0,005	0,005	0,027	0,011	0,005
0,114	0,08	0,072	0,055	0,067	0,068	0,079
0,014	0,015	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
0,446	0,012	0,032	0,051	2,695	0,702	0,007
0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
44,9	2,7	2,7	2,7	44,9	9,11	2,7
0,02	0,026	0,02	0,027	0,027	0,024	0,02
0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
17	2	2	2	2	2	2
4,72	2,55	2,1	2,6	29,8	4,59	0,56
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
4,7	4,2	4,1	4,5	3,9	3,8	4
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
25,1	13,7	23,9	10,2	24,2	34,5	20,5
353	90	57,5	76	745	134	16
149	5,3	7,82	52,1	325	49,2	5,3
8,4	7,9	9,2	10,9	13,6	10,3	9,3

Confluencia Octubre Restitución	Ciruelo Abril Bocatoma	Gloria Abril Bocatoma	Portillo Abril Bocatoma	Azufre Abril Bocatoma	Humos Abril Bocatoma	Riquelme Abril Bocatoma
0,49	0,1	0,19	1,44	0,48	0,48	0,04
0,027	0,005	0,005	0,005	0,0105	0,0103	0,005
0,024	0,038	0,037	0,046	0,039	0,039	0,037
0,008	0,028	0,028	0,027	0,028	0,028	0,028
0,479	0,002	0,002	0,002	0,966	0,898	0,002
0,002	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
18,9	2,7	2,7	2,7	17,2	15,5	2,7
0,003	0,013	0,014	0,016	0,014	0,014	0,013
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4	7,8	2	2	2	2	2
6,74	3,02	2,03	3,5	6,41	6,61	0,72
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
5	9,33	9,3	9,28	9,2	9,23	8,97
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
24,1	12,9	26,2	9,62	39,8	39,3	25,5
274	99,5	68	135	222	222	40
97	5,3	5,3	52,7	60,6	61,5	5,3
11,7	11	11,5	10,5	9,5	10,5	12

Confluencia Abril Restitución	Tinguiririca Abril Bocatoma	Ciruelo Octubre Bocatoma	Portillo Octubre Bocatoma	Azufre Octubre Bocatoma	Humos Octubre Bocatoma	Riquelme Octubre Bocatoma
1,88	2,33	0,3	2,2	0,78	0,82	0,3
0,0075	0,031	0,005	0,006	0,01	0,01	0,005
0,047	0,038	0,005	0,017	0,009	0,009	0,004
0,028	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
0,261	0,344	0,023	0,061	0,422	0,47	0,018
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
6,89	26,2	2,7	2,7	3,49	3,49	2,7
0,016	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4	4,5	2	2	2	2	2
6,29	6,48	1,81	5,1	3,38	3,72	0,3
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
8,64	9,65	9,57	9,68	10	10,1	10,1
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
16,7	18,1	19,9	3,72	91,3	25,8	38,2
259	300	76	107	164	119	32,5
89,9	95,5	5,3	125	12,1	31,6	5,3
8,5	11,5	11,5	9,5	9	10	8

Confluencia	Tinguiririca	Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre	Humos
Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre
Restitución	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma
2,2	8,5	0,75	21,1	2,37	2,05	0,72
0,006	0,064	0,005	0,005	0,008	0,025	0,011
0,017	0,076	0,006	0,066	0,014	0,009	0,005
0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
0,061	0,493	0,062	0,072	0,075	2,326	0,501
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2,7	39,1	2,7	2,7	2,7	43,1	6,52
0,001	0,001	0,001	0,008	0,001	0,001	0,001
0,01	0,03	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01
2	17	2	2	2	2	2
5,1	8,71	4,5	0,36	4,49	33,9	4,41
0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,001
9,68	8,22	8,21	8,41	8,35	8,25	8,29
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
3,72	24,1	18	31,2	12	22,1	32,6
107	28,9	79	18,5	127	634	124
125	147	17,9	20,9	83,3	343	60,6
9,5	12	11,9	10,4	10,7	13,5	11,9

Riquelme	Confluencia
Octubre	Octubre
Bocatoma	Restitución
0,3	1,31
0,005	0,008
0,002	0,01
0,002	0,002
0,047	0,521
0,01	0,01
0,04	0,04
2,7	7,31
0,001	0,001
0,01	0,01
2	2
0,56	8,05
0,001	0,001
8,37	8,48
0,05	0,05
36,7	19,5
26	197
17,8	106
11,6	7,6

Sistema	Tinguiririca	Ciruelo	Gloria	Confluencia	Tinguiririca	Ciruelo
Fecha	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Abril	Abril
Tipo	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución	Bocatoma	Bocatoma
Aluminio (Al)	0,87928723	0,12969506	5,52675868	0,20465428	-0,42000586	0,22964068
Arsénico (As)	0,746703	-0,42643008	-0,40620365	-0,0623543	-0,38597722	0,46353295
Bario (Ba)	1,27755519	1,27755519	1,27755519	1,27755519	1,27755519	1,27755519
Berilio (Be)	1,61828635	1,61828635	1,61828635	1,61828635	1,61828635	1,61828635
Boro (B)	-0,08321966	-0,08321966	-0,08321966	-0,08321966	-0,08321966	-0,08321966
Cadmio (Cd)	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131
Cianuro (CN)	1,29475401	1,29475401	1,29475401	1,29475401	1,29475401	1,29475401
Cloruros	0,21746591	-0,29201345	-0,29201345	-0,29201345	-0,2688553	0,70378713
Cobalto (Co)	1,48508994	1,48508994	1,48508994	1,48508994	1,48508994	1,48508994
Cobre (Cu)	0,85819894	1,27907812	0,43731977	0,43731977	7,17138656	0,43731977
Coliformes fecales	-0,15862188	-0,14925286	-0,15862188	-0,16705399	-0,15862188	-0,02745562
Magnesio (Mg)	-0,13162125	-0,37738387	-0,35772286	-0,28890932	-0,40687538	-0,06280771
Mercurio (Hg)	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	3,40745158	3,40745158
Oxígeno disuelto	-0,12050735	-0,1229984	-0,1229984	-0,12050735	-0,12640284	-0,12773141
Plomo (Pb)	-0,17819661	5,52409495	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661
Sodio porcentual (Na)	-0,14968788	-0,44161512	-0,32484423	-0,32484423	3,17828266	-0,32484423
Sólidos disueltos totales	0,72669668	-0,56346607	-0,63019862	-0,2075591	-0,54122188	1,1493362
Sulfato (So4=)	0,56332198	-0,75565199	-0,74751018	-0,23457586	0,44933657	1,40192888
Temperatura	1,35883822	1,35883822	0,84516045	1,20473489	1,35883822	0,38285046

Gloria	Portillo	Azufre	Humos	Confluencia	Tinguiririca	Ciruelo
Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución	Bocatoma	Bocatoma
-0,37003305	-0,32006024	0,07972225	-0,37003305	-0,27008743	0,03474672	-0,44499227
-0,36575079	-0,28484506	0,03877786	-0,16348646	-0,0623543	-0,32529792	1,5557603
1,27755519	1,27755519	1,27755519	1,27755519	1,27755519	1,27755519	1,27755519
1,61828635	1,61828635	1,61828635	1,61828635	1,61828635	1,61828635	1,61828635
-0,08321966	-0,08321966	2,92443688	0,79401349	-0,08321966	-0,08321966	-0,65968717
0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131
1,29475401	1,29475401	1,29475401	1,29475401	1,29475401	1,29475401	-5,33438652
-0,29201345	-0,10674823	0,8658942	0,1248333	0,28694037	0,96547426	-0,51201591
1,48508994	1,48508994	1,48508994	1,48508994	1,48508994	1,48508994	1,48508994
0,43731977	0,43731977	0,43731977	0,43731977	0,43731977	0,43731977	0,43731977
-0,15862188	-0,14925286	7,79567488	0,90944624	-0,02745562	0,06155006	-0,15862188
-0,49534993	-0,42653639	2,89617428	-0,02348569	-0,01365519	0,10431087	-0,38721437
3,40745158	3,40745158	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353
-0,10655744	-0,11303418	-0,12382875	-0,12050735	7,87411633	-0,119677	-0,11884664
-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661
0,02546846	0,14223936	0,14223936	0,5509375	-0,32484423	-0,32484423	-0,55838602
-0,71917536	-0,47448933	2,26154546	-0,14082655	0,79342923	-0,85264048	-0,45224514
-0,64166659	-0,23457586	2,5254993	0,31092572	0,7424419	1,67875058	-0,84928286
0,84516045	-0,90134396	-0,84997618	-1,36365395	-0,13082731	-0,43903397	0,84516045

Portillo	Azufre	Humos	Riquelme	Confluencia	Tinguiririca	Ciruelo
Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Octubre	Octubre
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución	Bocatoma	Bocatoma
-0,34504665	0,3045999	-0,38002761	-0,44499227	-0,28258063	0,37955912	-0,3975181
-0,40620365	-0,0623543	-0,44665652	-0,44665652	-0,26461862	1,35349598	-0,36575079
1,27755519	1,27755519	1,27755519	1,27755519	1,27755519	0,05974863	-1,08498953
1,61828635	1,61828635	1,61828635	1,61828635	-0,53643611	-0,727967	-0,727967
-0,64715526	3,55103199	1,42060861	-0,58449575	0,04209936	-0,1935004	-0,70605521
0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	-1,28086885	-1,28086885
1,29475401	1,29475401	1,29475401	1,29475401	1,29475401	-0,36253112	-0,36253112
-0,46801542	1,00484312	0,33788831	-0,44485726	0,58799636	0,37262554	-0,46106797
1,48508994	1,48508994	1,48508994	1,48508994	1,48508994	-0,80287209	-0,85053797
0,43731977	0,43731977	0,43731977	0,43731977	0,43731977	-0,40443858	-0,40443858
-0,15955878	-0,15862188	-0,15862188	-0,15955878	-0,15862188	-0,14456835	-0,15862188
-0,34592625	3,95786881	0,32058198	-0,62314649	0,14461594	-0,03429925	-0,36263811
-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,1271533	-0,29155353
-0,119677	-0,11361543	-0,13379297	-0,12548946	-0,12540642	-0,11843147	-0,11976003
-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661
-0,73354236	-0,14968788	0,72609384	0,14223936	-0,38322967	-0,14384934	-0,686834
-0,45224514	3,1068245	0,25956879	-0,76366373	0,21508042	0,46421529	-0,71917536
-0,29971037	2,84303007	-0,04731412	-0,78821925	1,48334703	0,43305294	-0,84276941
-0,5931373	0,89652823	-1,31228617	-0,84997618	-0,54176952	0,0746438	-0,02809175

Gloria	Portillo	Azufre	Humos	Riquelme	Confluencia	Tinguiririca
Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Abril
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución	Bocatoma
-0,42500314	-0,29507383	0,03224808	-0,34504665	-0,44749091	-0,46748003	-0,22761054
-0,36575079	-0,36575079	0,34217435	-0,20393933	-0,36575079	0,28149505	1,75802463
-1,10934566	-0,96320887	-0,86578435	-0,98756501	-1,10934566	-0,81707209	-1,10934566
-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967
-0,7073084	-0,65843398	3,1650494	0,05713764	-0,68224459	-0,24237482	-0,25866629
-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885
-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112
-0,46106797	-0,46106797	0,60189125	-0,28275019	7,07227921	0,02756906	0,44904744
-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797
-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858
-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188	-0,14456835	0,15992475
-0,56514651	-0,41965504	3,29922498	-0,2358246	-0,66050241	-0,1365365	-0,08148567
-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353
-0,11909575	-0,11220383	-0,11511006	-0,11419668	-0,11303418	-0,11668773	-0,11594041
-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661
4,34599162	-0,95853653	-0,11465661	0,90125018	-1,2545741	-0,0212399	-0,26645878
-0,77256141	-0,49673351	2,53737336	-0,3632684	-0,78145908	0,09941065	1,41626642
-0,84276941	-0,39008452	2,54992474	-0,48615793	-0,84276941	0,12366399	1,15767444
-0,49040174	-1,51775728	-0,02809175	-1,26091839	-1,87733171	-0,33629841	1,56430932

Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre	Humos	Riquelme	Confluencia
Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Mayo
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución
-0,46748003	-0,12266764	-0,27258607	-0,10517715	-0,30256976	-0,42500314	-0,35004393
-0,36575079	-0,36575079	-0,36575079	-0,36575079	-0,36575079	-0,36575079	6,83485919
-1,10934566	-1,10934566	-1,10934566	-1,10934566	-1,10934566	-1,10934566	-1,10934566
-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967
-0,62209146	-0,58449575	-0,60955956	2,08479943	0,54337545	-0,42158102	0,01703555
-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885
-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112
-0,46106797	-0,46106797	-0,46106797	0,72694528	0,00904254	-0,46106797	0,19430776
-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797
-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858
-0,11646129	-0,13519933	-0,14925286	-0,15862188	-0,15862188	-0,13988384	-0,15862188
-0,46094316	-0,52582449	-0,48551942	2,78803873	-0,02643484	-0,32036694	-0,0392145
-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353
-0,10888243	-0,11909575	-0,11917879	-0,11461185	-0,11054313	-0,11801629	-0,10971278
-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661
-0,67515692	0,08385391	-0,85031326	-0,03291699	0,90125018	-0,26645878	-0,44161512
-0,48783584	-0,64799397	-0,40330793	3,32926636	0,09941065	-0,78590792	1,10929667
-0,84276941	-0,84276941	-0,29156856	2,59877563	-0,23457586	-0,84276941	1,12510718
1,51294155	1,41020599	0,43421824	2,33482597	1,10199933	2,02661931	-0,74724063

Tinguiririca	Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre	Humos	Riquelme
Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma
0,07722361	-0,38502489	-0,11017443	-0,38002761	0,10221002	-0,32006024	-0,45248819
1,31304311	-0,36575079	-0,36575079	-0,36575079	0,07923073	-0,24439219	-0,36575079
1,61854103	0,79043257	0,59558352	0,18152929	0,47380286	0,49815899	0,76607644
-0,44067067	-0,41672931	-0,44067067	-0,44067067	-0,44067067	-0,44067067	-0,44067067
-0,15089194	-0,69477649	-0,66971269	-0,64590207	2,66753288	0,16992476	-0,70104244
-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885	-1,28086885
-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112
0,51620609	-0,46106797	-0,46106797	-0,46106797	0,51620609	-0,31262421	-0,46106797
0,05511367	0,34110892	0,05511367	0,3887748	0,3887748	0,24577717	0,05511367
0,01644059	-0,19399899	-0,19399899	-0,19399899	-0,19399899	-0,19399899	-0,19399899
-0,08835424	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188
-0,27711272	-0,49043468	-0,53467195	-0,48551942	2,18837792	-0,28989237	-0,68606172
-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353
-0,15787316	-0,16202492	-0,16285527	-0,15953387	-0,16451597	-0,16534633	-0,16368562
-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	5,52409495	-0,17819661
-0,02707844	-0,69267255	-0,09714098	-0,89702162	-0,07962534	0,52174477	-0,2956515
0,62882226	-0,54122188	-0,68580909	-0,6035056	2,37276639	-0,34547305	-0,87043582
0,32720935	-0,84276941	-0,82225204	-0,46173248	1,76016872	-0,48534375	-0,84276941
-1,26091839	-1,51775728	-0,84997618	0,02327602	1,41020599	-0,28493064	-0,7986084

Confluencia	Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre	Humos	Riquelme
Octubre	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril
Restitución	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma
-0,34754529	-0,44499227	-0,4225045	-0,11017443	-0,35004393	-0,35004393	-0,45998411
0,07923073	-0,36575079	-0,36575079	-0,36575079	-0,25450541	-0,25855069	-0,36575079
-0,57351078	-0,23252494	-0,25688107	-0,03767589	-0,20816881	-0,20816881	-0,25688107
-0,58431884	-0,10549162	-0,10549162	-0,12943298	-0,10549162	-0,10549162	-0,10549162
-0,10953666	-0,7073084	-0,7073084	-0,7073084	0,50076698	0,41555005	-0,7073084
-1,28086885	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131
-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112
-0,08590589	-0,46106797	-0,46106797	-0,46106797	-0,12527475	-0,16464361	-0,46106797
-0,75520622	-0,27854746	-0,23088159	-0,13554983	-0,23088159	-0,23088159	-0,27854746
-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858
-0,14925286	-0,13145172	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188
-0,07853652	-0,4442313	-0,5415533	-0,39704488	-0,11097718	-0,09131617	-0,67033292
-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353
-0,15538211	-0,11942789	-0,119677	-0,11984307	-0,12050735	-0,12025824	-0,12241716
-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661
-0,08546389	-0,73938091	0,03714555	-0,93088518	0,83118765	0,80199492	-0,00372426
0,27736414	-0,49895793	-0,6390963	-0,34102421	0,04602461	0,04602461	-0,76366373
-0,09616501	-0,84276941	-0,84276941	-0,4568474	-0,39252706	-0,38519943	-0,84276941
0,43421824	0,0746438	0,33148268	-0,18219508	-0,69587285	-0,18219508	0,58832157

Confluencia	Tinguiririca	Ciruelo	Portillo	Azufre	Humos	Riquelme
Abril	Abril	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre
Restitución	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma
-0,00023425	0,11220458	-0,39501946	0,07972225	-0,27508471	-0,26509015	-0,39501946
-0,31518471	0,16013646	-0,36575079	-0,34552435	-0,26461862	-0,26461862	-0,36575079
-0,01331976	-0,23252494	-1,03627727	-0,74400369	-0,93885274	-0,93885274	-1,0606334
-0,10549162	-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967
-0,38273213	-0,27871734	-0,6809914	-0,63337017	-0,1809685	-0,12081537	-0,68725735
0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131
-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112
-0,36403531	0,08314862	-0,46106797	-0,46106797	-0,44277303	-0,44277303	-0,46106797
-0,13554983	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797
-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858
-0,14925286	-0,1469106	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188
-0,12277379	-0,10409583	-0,56318041	-0,2397568	-0,40884148	-0,37541777	-0,71162104
-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353
-0,12515732	-0,11677077	-0,11743505	-0,11652166	-0,11386454	-0,11303418	-0,11303418
-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661
-0,51751621	-0,43577658	-0,33068277	-1,27535932	3,83803822	0,01379137	0,73777093
0,21063158	0,3930339	-0,6035056	-0,46559165	-0,21200794	-0,41220561	-0,79703001
-0,15397189	-0,10837773	-0,84276941	0,1318058	-0,78740507	-0,62863968	-0,84276941
-1,20955062	0,33148268	0,33148268	-0,69587285	-0,95271173	-0,43903397	-1,4663895

Confluencia	Tinguiririca	Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre	Humos
Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre
Restitución	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma
0,07972225	1,65386581	-0,28258063	4,80215292	0,12219914	0,04224264	-0,29007655
-0,34552435	0,82760873	-0,36575079	-0,36575079	-0,30507149	0,03877786	-0,24439219
-0,74400369	0,69300804	-1,01192114	0,44944673	-0,81707209	-0,93885274	-1,03627727
-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967	-0,727967
-0,63337017	-0,09199199	-0,63211698	-0,61958508	-0,61582551	2,20510569	-0,08196647
0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131	0,76852131
-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112	-0,36253112
-0,46106797	0,3818888	-0,46106797	-0,46106797	-0,46106797	0,47452141	-0,37260383
-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797	-0,51687684	-0,85053797	-0,85053797	-0,85053797
-0,40443858	0,01644059	-0,40443858	0,22688018	-0,40443858	-0,40443858	-0,40443858
-0,15862188	-0,08835424	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188	-0,15862188
-0,2397568	0,11512443	-0,29873983	-0,70572273	-0,29972288	2,59142863	-0,30758728
-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353	3,40745158	-0,29155353	-0,29155353	-0,29155353
-0,11652166	-0,12864479	-0,12872783	-0,12706712	-0,12756534	-0,12839569	-0,12806355
-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661	-0,17819661
-1,27535932	-0,08546389	-0,44161512	0,32907279	-0,79192781	-0,20223479	0,41081242
-0,46559165	-0,81304583	-0,59015909	-0,85931373	-0,37661491	1,87894548	-0,38996142
0,1318058	0,31092572	-0,74018254	-0,7157571	-0,20770787	1,90672139	-0,39252706
-0,69587285	0,58832157	0,53695379	-0,23356286	-0,07945953	1,35883822	0,53695379

Riquelme	Confluencia
Octubre	Octubre
Bocatoma	Restitución
-0,39501946	-0,14265676
-0,36575079	-0,30507149
-1,10934566	-0,91449661
-0,727967	-0,727967
-0,65091484	-0,05690267
0,76852131	0,76852131
-0,36253112	-0,36253112
-0,46106797	-0,35430889
-0,85053797	-0,85053797
-0,40443858	-0,40443858
-0,15862188	-0,15862188
-0,68606172	0,0502431
-0,29155353	-0,29155353
-0,12739926	-0,12648588
-0,17819661	-0,17819661
0,65019276	-0,35403695
-0,82594745	-0,06519632
-0,74099673	-0,02288868
0,38285046	-1,67186061

Sistema	Tinguiririca	Ciruelo	Gloria	Confluencia	Tinguiririca
Fecha	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Abril
Tipo	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución	Bocatoma
	1	2	3	4	5
1					
2	6,20007211				
3	5,22206967	7,91428361			
4	1,77062839	5,81434265	5,38691561		
5	8,33777007	9,78670178	10,4102737	8,50967082	
6	4,060249	7,57428654	7,18296062	4,49632158	8,03510142
7	4,57026072	6,90610449	6,97262348	3,85062644	7,5356073
8	4,88135954	7,27291113	7,17479585	4,33429237	7,75841324
9	9,71557694	11,901042	11,6739058	10,1052907	13,0475075
10	3,63539638	6,74138586	6,6356974	3,19041297	8,70568749
11	8,26976725	10,2113377	10,165899	8,26499215	11,8323603
12	3,11524344	6,6601502	6,29264295	2,94365249	8,84233345
13	7,16079448	9,06140658	9,16159297	6,92804913	11,0932204
14	3,18197828	6,15761842	6,10697762	2,05820399	8,89265669
15	6,54136919	9,68465488	9,36983755	7,31555345	11,1296207
16	3,76307978	6,80500752	6,71202337	3,3485348	8,73100933
17	3,64670472	6,25710782	6,25457169	2,45192603	8,66262517
18	3,4924281	6,95423171	6,86090189	3,47604211	9,09387876
19	4,81554715	7,90922882	7,29875104	4,96651258	10,3431412
20	5,92720459	7,84554832	7,78605538	5,23030134	10,6562532
21	7,5518517	9,27961653	9,1557903	7,1186232	10,0815661
22	6,2727766	8,21606308	8,00159501	5,6812001	10,9764442
23	7,52300774	10,2903647	10,0197714	8,02992834	12,0835867
24	6,12961955	8,21472907	8,02359937	5,6357083	10,3516215
25	9,57958052	11,1871321	11,0904252	9,51958458	13,447927
26	5,42742806	7,9341409	7,89698824	5,1393969	10,3745427
27	5,34034014	8,50117788	8,43832161	5,76636175	10,7846682
28	5,73260374	7,72874037	7,82142116	5,0866237	10,5621896
29	5,67726635	7,72122231	7,55212184	5,06180164	10,3116719
30	5,65498832	7,79102837	7,67938449	5,08805304	10,6148307
31	7,26442581	10,1141947	10,0422425	7,84896142	11,8972227
32	5,52089993	7,895042	7,82643494	5,17901988	10,0716306
33	5,7855375	7,74246694	7,83039127	5,13119077	10,4346095
34	8,29319748	11,0924714	10,9869199	8,93910168	12,9578247
35	4,69940623	7,79665232	7,35610094	4,82502557	10,0260585
36	5,4494264	7,50676067	7,35803196	4,68462144	10,2914951
37	5,17539945	7,33887024	7,01501954	4,42358851	9,96832222
38	4,85652356	7,13975365	7,09418931	4,09128217	10,0553083
39	5,69034838	8,82415151	8,57225952	6,20976504	10,8259161
40	7,42612885	4,42258918	9,0923011	7,04533312	11,1606126
41	5,28827275	7,33526114	7,27552723	4,45064952	10,02118
42	5,03796042	7,63769992	7,56911078	4,71924075	10,2058016
43	4,70306935	6,99753552	6,97845987	3,83126997	10,0639328

44	4,63619624	6,95838476	6,92653659	3,76067664	9,75393116
45	4,47821792	6,98143851	6,68229792	3,72089446	10,0934364
46	4,69017264	7,29829538	7,13179732	4,16673178	9,654088
47	4,47502813	7,15930283	7,02757804	3,9381621	9,55975516
48	4,66494888	6,94418918	6,96031335	3,76179835	9,75676326
49	4,6310954	7,28792184	6,83694083	4,12254865	10,1307555
50	4,50230106	7,3705338	6,95045519	4,2566019	10,1586931
51	5,4180147	7,49582214	7,45251414	4,68734301	10,276078
52	5,39364344	7,69527134	7,25255537	4,86292713	10,6607427
53	6,85871258	8,83041216	8,58967406	6,47574911	9,85834832
54	5,38697573	7,59306266	7,39886963	4,75760629	10,2074223
55	6,15300764	8,04633422	7,8727084	5,46696282	10,3159305
56	5,39364344	7,69527134	7,25255537	4,86292713	10,6607427
57	4,29985549	7,39428077	5,71899007	4,34084303	9,83553413
58	5,30223949	7,44882461	7,33829942	4,60196194	10,2756925
59	7,18657924	9,25902601	5,41118177	7,17940404	10,0483313
60	5,14131565	7,50361415	7,05454338	4,59102363	10,3967586
61	6,10474484	9,05220563	8,81741356	6,51630323	11,1479562
62	5,15110127	7,49638262	7,37968387	4,59339152	9,96292108
63	5,53661148	7,59560868	7,53943451	4,83093475	9,98797643
64	5,72843443	8,00728211	7,6631832	5,27828365	10,5830028

Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre	Humos	Confluencia	Tinguiririca
Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución	Bocatoma
	6	7	8	9	10	11
						12

3,20121102						
2,97469946	1,82694785					
9,8565824	11,0005292	10,6399327				
4,80537083	4,73575412	4,07382486	8,50777658			
8,90169234	9,12903353	9,0135205	12,2155387	8,30384358		
4,38261419	4,79704713	4,41835026	9,35969397	2,53002867	8,2599184	
8,31327478	7,8850345	8,09007519	12,5473634	7,63225726	10,8028529	7,66644413
4,81023784	4,10966953	3,87555144	10,2416028	2,53932189	8,2497861	2,65343428
7,04624411	8,70432944	8,56760711	8,29588355	6,9563651	10,2224219	6,86272774
4,93075449	4,84465619	4,22066243	9,16917739	1,44899904	8,37188378	3,00348571
5,2021781	4,11056129	3,81073793	10,504553	2,41660376	8,41727469	3,08936965
4,57659085	5,1983173	4,79419328	9,47303334	3,10790201	8,35945956	2,47945737
5,90407712	6,30346107	6,18886862	10,5768049	5,27713019	9,30188828	5,18169637
7,04573655	6,29483139	6,34739323	11,6195109	5,75057239	9,70752654	5,80952412
8,51111353	7,67562401	7,53964365	12,3808226	6,72926179	10,7935893	7,45858541
7,07454526	6,65988944	6,27685802	11,4267323	5,50942686	9,6878752	5,69276555
7,89210396	9,21289876	8,94411362	9,36389572	7,48798068	10,7376814	7,55369124
7,02159621	6,54950696	6,18902123	11,1045557	5,14405945	9,67591984	5,72293908
9,75561431	10,0853803	9,66114879	13,2594884	9,0342425	11,9989048	8,49283719
6,40718042	6,32645953	6,16108718	10,8199622	5,18585689	9,38792755	5,29679432
6,44525985	7,19574785	7,38181276	10,6499357	6,49507834	9,74695407	6,20479779
7,07825712	6,27354293	6,73116756	11,753403	6,25979849	9,80861406	6,13735876
7,08045009	6,22141655	6,64637086	11,7525274	6,12392895	9,82521575	6,08667993
6,80587974	6,28242062	6,41772877	11,4490006	5,79985158	9,61603474	5,6776525
7,85623799	9,14863076	9,31540215	9,99181141	8,17270772	10,819115	7,90291941
6,75730687	6,35386643	6,59447093	10,9324175	5,66855598	9,64919746	5,85203173
7,22157118	6,3006588	6,88992063	11,8355765	6,42462936	9,93723523	6,27226655
8,97672888	9,97585427	9,67774708	12,4545453	8,8673689	11,6751137	8,98146377
5,6796642	6,17513653	5,65945406	10,2299784	4,35303893	9,04128772	4,62293154
6,43094008	5,7699384	5,35568325	11,1066088	4,47833852	9,23300362	4,8761946
6,35677657	5,58068625	5,36296151	11,1340707	4,51192126	9,23052022	4,84336891
6,13208412	5,43973451	5,48921993	11,0703871	4,75734061	9,13782791	4,70061346
6,53512672	7,65642851	7,72654341	9,11877327	6,31846254	9,83163229	6,2970297
8,29796187	7,85757412	7,7884339	12,0502615	7,06314504	10,7226223	7,34581091
6,43326792	5,55865783	5,37623065	11,2559536	4,58236388	9,26073248	4,86932162
6,23058423	6,04353922	6,1083532	10,7577872	5,19377243	9,32500934	5,26252128
6,04714136	5,2148624	5,30453746	11,036401	4,57323595	9,02103894	4,66161175

6,07329693	5,11294786	5,2803016	11,1061498	4,52685831	9,04965758	4,6856005
5,79568336	5,21452587	5,18181809	10,8350136	4,36728516	8,89355878	4,34381666
5,83936051	5,42791464	5,14944758	10,2440918	3,73341431	8,9205331	4,4561571
5,75671407	5,29256179	5,18395942	10,2793958	3,86506312	8,89448905	4,44375062
6,14114608	5,11276636	5,37297014	11,2193915	4,68334326	9,10600303	4,76817483
5,67314043	5,5131242	5,07540348	10,3676169	3,89083495	8,81638881	4,21832849
5,81304609	5,76347208	5,79342816	10,5749304	4,85959325	9,0530618	4,8158438
6,68021589	5,8555493	6,00795734	11,4598981	5,38120483	9,46866948	5,46402874
6,39203596	6,12481956	5,91585788	11,0169758	5,12098063	9,30945947	4,95188777
7,81129426	7,14953641	6,86816585	11,655862	5,83903265	10,2590587	6,76887688
6,52443321	5,90032344	5,78966056	11,0354869	4,88595606	9,34816796	5,22658607
7,08370451	6,31688217	5,94110884	11,5238192	5,08750928	9,65239049	5,63281367
6,39203596	6,12481956	5,91585788	11,0169758	5,12098063	9,30945947	4,95188777
5,9454954	5,93761274	6,02174426	10,6315075	5,08300987	9,28084793	4,63948532
6,60852103	5,8357284	6,03900701	11,3534762	5,40401734	9,45124209	5,40304438
6,78136853	6,43294787	6,37063224	12,6634458	7,76588102	11,0973014	7,65720497
6,3366282	5,90855115	5,8877308	11,072411	5,13712838	9,29931209	5,0471768
6,87980763	7,89030072	7,95486963	9,42816061	6,65100792	10,0159357	6,47556709
6,45082365	5,82485548	5,97597501	11,0287953	5,11929261	9,38358916	5,28088597
6,81193425	5,89989091	6,05061463	11,538165	5,36665887	9,57251696	5,55080626
6,52000247	6,36796371	5,85463143	10,6754499	4,73529829	9,35076874	5,10710383

Ciruelo	Portillo	Azufre	Humos	Riquelme	Confluencia	Tinguiririca
Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Octubre
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución	Bocatoma
	13	14	15	16	17	18
						19

7,08590186						
10,6068989	7,9975518					
7,80799985	2,93095848	6,39820346				
7,17538324	1,12318975	8,49716368	2,77103042			
7,85841256	3,20119511	6,66258888	3,2937116	3,63871885		
6,85368099	5,16786528	8,10807665	5,42294798	5,37861256	4,38520381	
7,12178032	4,9892526	9,64817059	5,92181638	5,06521274	5,22583492	3,04937197
8,71514088	7,11210236	10,7910332	6,7638278	6,49169376	7,05656983	5,46585205
7,43530137	4,95597925	9,64576499	5,72091329	5,05964193	5,03867187	3,21668437
9,88906283	8,40457185	5,04563557	7,09061618	8,79662146	6,69174979	5,76756937
7,49136107	5,24314379	9,19371597	5,1936658	5,03979475	5,05659307	3,00260312
10,7507813	9,14356836	11,7750967	9,00107696	9,15681975	8,42897115	7,66653994
7,07554595	5,00010364	8,59082236	5,30827024	5,0968354	4,51404268	1,79147818
7,46822922	6,3766899	8,08134183	6,65898176	6,71234514	5,40360623	2,38726396
7,10282831	5,39260343	9,5527485	6,39434245	5,53897587	5,56876197	3,31905397
7,13298527	5,42358567	9,58878886	6,24836678	5,43704923	5,56843023	3,22397842
7,11263562	5,0410323	9,31623756	5,98122197	5,23255114	5,04781709	2,78478255
9,89578596	8,65158071	5,50994746	7,83442288	9,1085974	7,02890993	5,9906976
7,39767096	5,64957151	8,38739536	5,58962122	5,62240794	5,17565102	2,86691357
7,18570917	5,64447072	9,54988614	6,52868351	5,73442965	5,78186845	3,58383949
9,17208816	9,07176974	10,5434332	9,1232656	9,27220756	8,39134493	5,80597899
6,66587627	4,51566761	8,03069041	4,53215764	4,63806495	3,78028902	2,3382659
6,65782984	3,77095177	9,30497493	4,70530121	3,77748691	4,24328419	3,49044776
6,56043699	3,87140833	9,24006468	4,72223864	3,7807803	4,27533289	3,05001241
6,37449343	3,80360992	8,94798557	4,98881915	3,99967735	4,09707517	2,95588572
8,48448697	6,99381252	4,43019451	5,90012414	7,40965741	5,40182561	4,87712884
8,64870749	6,97741657	10,1352917	7,09257828	6,90866596	6,93602074	6,3043867
6,52667409	3,83776359	9,41553382	4,82432873	3,75839502	4,32515353	3,25750138
6,86930603	4,8728627	8,31527497	5,25566433	5,01535246	4,50479122	1,80878891
6,17412422	3,54769327	8,92988749	4,7811751	3,68473482	4,18394179	3,55638604

6,17035172	3,68156171	8,99137157	4,71813277	3,63043886	4,26408875	3,577896
6,16511085	3,34274468	8,65612515	4,60195677	3,59681645	3,8046633	3,38412199
6,57057489	3,9758967	7,90670592	3,66321558	3,8049007	3,82465373	3,35682842
6,44872774	3,95839058	7,84217715	3,80656502	3,83191948	3,82270927	3,25768803
6,1735182	3,78623944	9,10784782	4,88646229	3,74283419	4,38903885	3,66510862
6,45797333	3,44449064	8,17418212	4,04886075	3,62605843	3,50987191	3,28297991
6,56113811	4,40661384	8,07928641	4,95104894	4,64179311	3,91331787	2,52104125
6,76824496	4,59962795	9,41026417	5,55054605	4,63027428	4,82642213	3,61491124
6,94560721	4,38041667	8,9345748	5,37016491	4,68036477	4,24095981	3,40765833
8,21583653	6,39521555	9,91526893	5,80192869	5,79416897	6,21328433	5,28550596
6,85337532	4,50829857	8,96075217	4,99033639	4,47259103	4,49905921	3,35128907
7,26640406	4,83353176	9,87806383	5,27346645	4,54410622	5,03483174	4,09983772
6,94560721	4,38041667	8,9345748	5,37016491	4,68036477	4,24095981	3,40765833
6,65419094	4,82810534	8,19424428	5,27947087	5,00617107	4,19090922	2,94235236
6,74530067	4,60873096	9,1968439	5,55822747	4,70047791	4,76551663	3,5383976
9,06145831	7,40911052	10,8713309	7,89985124	7,39247749	7,47815272	6,67522383
6,77487142	4,39498683	8,90730674	5,33852734	4,60472001	4,33835417	3,2125771
8,67827635	7,19186103	5,09585374	6,32217127	7,61609939	5,59715575	5,05499082
6,82735664	4,76733361	8,75134108	5,19955277	4,74164711	4,59598137	3,3177695
6,90635878	4,8408801	9,5541183	5,53181552	4,68125805	4,98922048	3,77486611
7,24822007	4,61778347	8,63290403	4,8408733	4,6975673	4,2784584	3,51270935

Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre	Humos	Riquelme	Confluencia
Octubre						
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Restitución
	20	21	22	23	24	25
						26

5,05848542						
1,60568701	5,43473316					
7,25957121	8,62584106	7,13985079				
2,22811924	3,67786493	2,03929568	6,60129935			
7,78393487	9,48955075	7,57346724	10,0190713	7,75916255		
1,77278864	4,68356513	1,96365667	5,99457648	1,66362154	7,49711612	
4,12592144	6,34063597	4,66621159	5,58223745	4,45565536	8,40804173	3,01205681
1,56605731	5,41555094	3,08647631	7,3331041	3,3050997	8,28932132	2,47377047
1,66907717	4,67998176	3,15527572	7,3600315	2,93767113	8,33679884	2,38424574
0,82749694	5,32314673	1,96699754	6,91606575	2,56240851	7,92284354	1,65648582
7,31151098	8,73952957	7,65206874	2,87102742	7,16427746	10,3878018	6,22792187
2,59690326	4,19794078	3,54159412	5,91299749	2,50379532	8,15379234	2,05174923
2,11835345	5,26803391	3,66533796	7,39355244	3,5767489	8,55295647	2,85869701
7,79114036	9,13708704	7,65765772	8,26288893	7,52722946	10,4606538	6,74677381
4,22501502	5,99967187	3,82847776	6,48896708	3,68089411	7,76387431	3,13389611
2,71064394	5,62819931	2,22056855	7,67546043	2,86005483	7,90314977	2,8866891
2,21618158	4,88219772	2,19941453	7,52174694	2,35990937	7,94619832	2,41917275
1,86889868	5,59192894	2,31995678	7,27737219	2,93063484	8,00225353	2,31192353
6,49299092	8,02747712	6,71627359	2,78267361	6,16759405	9,79305705	5,35803672
6,24201319	7,23196996	6,36134677	8,76694994	6,09676498	9,89302097	6,08695911
2,29186662	5,11185505	2,31059363	7,74967974	2,62726197	7,95677367	2,60570421
1,78784125	4,83834718	2,49013619	5,93797151	2,18723668	7,79882171	0,92604473
2,39014796	5,65281972	2,87463134	7,57062467	3,28667923	8,16323521	2,86394841

2,51986163	4,99581526	3,18436068	7,66025309	3,11975594	8,30858464	2,87299747
2,57396806	5,88395133	2,78862009	7,3539075	3,34917974	8,15317699	2,85108472
3,30544622	4,56606016	3,35886681	6,43180807	2,51380089	8,12068153	2,71016912
3,19511379	4,57255207	3,47606626	6,42182328	2,66391675	8,228235	2,6613859
2,55882446	5,07320362	3,33608834	7,79171572	3,28924561	8,36887217	2,9869155
3,05657531	5,69258458	2,66643694	6,76546473	2,97446383	8,03917234	2,75512167
2,82444937	5,62719123	3,20631179	6,34421623	3,22707064	7,89602472	2,37818324
2,1243227	5,1751613	2,87518287	7,56996246	3,02541614	8,16902737	2,69358007
2,52412904	6,11439413	2,33904945	7,03068573	3,22764168	7,99927692	2,70588642
5,11023176	2,3135753	5,29197376	8,11668	3,6271933	9,3902398	4,58807758
2,32206829	4,85710981	2,58382761	7,00298803	2,40311946	8,0625494	2,38470116
2,90293784	4,26586133	2,73509699	7,89953631	2,33036235	8,06831078	3,00697891
2,52412904	6,11439413	2,33904945	7,03068573	3,22764168	7,99927692	2,70588642
4,07100188	6,08789802	4,41073562	6,86234969	4,25258025	8,24379769	3,66023413
2,15284879	5,32230469	2,97295431	7,37210727	3,14537062	8,22547473	2,69618631
7,00134977	8,02485563	7,07092875	9,86457702	7,02635929	10,505747	7,11666679
2,2565599	5,63866945	2,56119863	7,0401754	3,0474517	8,09403143	2,5086436
6,25487823	7,9138364	6,51045735	2,91801954	6,03541756	9,658815	5,23621047
2,54249106	4,64690901	3,26824167	6,85578167	2,77887561	8,31351392	2,49533797
2,50730396	4,3189669	3,27634643	7,70799087	2,83258798	8,34894073	2,8265678
2,96877747	5,45831798	2,35239371	6,53109601	2,53075574	7,90086057	2,61103929

Tinguiririca	Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre	Humos	Riquelme
Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril
Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma
	27	28	29	30	31	32
						33

3,68046576
 3,76163109 0,85864818
 3,57097655 1,2430676 1,48789777
 4,98143491 6,85055168 6,93184433 6,78099623
 3,27218468 2,27283542 1,86201906 2,3520126 5,63062984
 3,82312292 0,76298651 0,8257654 1,8473667 6,81076943 2,15083532
 5,61272434 8,02910611 8,05112225 7,66381824 9,01263621 7,76235416 8,23074048
 4,27538689 4,85597135 4,76807179 4,20421542 7,15537426 4,39705967 5,18283713
 5,33940077 3,79159319 3,80030696 3,05779122 8,1999566 4,16330714 4,25228328
 4,88678002 3,15451596 3,00113408 2,54284788 7,86553457 3,40784143 3,51805316
 4,31067969 2,40190261 2,53687828 1,89307926 7,34263395 3,18225368 2,82846685
 4,71762866 6,23022045 6,26457697 6,06766481 2,76250388 4,94092737 6,21340708
 7,15559358 6,47779895 6,35741056 6,2894074 8,99443126 6,25201714 6,56630571
 5,03324096 3,18744796 3,11242354 2,62617568 8,07453438 3,61242426 3,55937766
 2,78104691 1,93300212 1,87836639 1,47128387 5,87029109 1,55799772 2,25286493
 4,64756338 2,78653817 2,87971608 2,48582678 7,58693339 3,48416513 3,14596925

4,62899749	2,76440262	2,6400439	2,6250638	7,59623064	3,16525495	2,96922323
4,59992241	3,07704591	3,17157726	2,58445913	7,45114658	3,66426775	3,47449264
4,63160041	3,86566336	3,6040674	3,40654395	6,86695352	3,01502136	4,03990956
4,38723151	3,55834144	3,2964477	3,22738553	6,66658219	2,74457094	3,6829462
4,63239263	2,66013016	2,5471937	2,62572109	7,65390804	3,17233731	2,82582372
4,72811061	3,88617444	3,86868994	3,12694092	7,22263449	3,84387738	4,30539278
3,47345682	2,98198319	2,98746325	2,60665951	6,30743348	2,930601	3,27547884
4,43725142	2,39880154	2,37239048	2,20363913	7,48291226	3,03273024	2,69141693
4,54622719	3,29751365	3,42428392	2,48192691	7,31786364	3,81506797	3,75800224
6,24093971	5,56805849	4,93055631	5,3493912	8,41363148	4,28535548	5,51216217
4,4665349	2,97949804	2,83269595	2,47259936	7,25373059	2,93039018	3,27147675
5,41714328	3,90446972	3,61204027	3,29663584	8,33927032	3,769976	4,19964559
4,54622719	3,29751365	3,42428392	2,48192691	7,31786364	3,81506797	3,75800224
4,34006024	4,18495917	3,9540423	3,90430434	7,0425204	3,97655553	4,22093067
4,30735292	2,3022487	2,31129755	2,15845372	7,24377601	2,95649563	2,56391487
8,02222919	7,27092233	6,92338981	6,98919464	10,0545431	7,2234027	7,33609335
4,22209067	2,76225181	2,80443152	2,18052694	7,11300031	3,25565359	3,14795891
4,62559224	6,02069664	6,0683293	5,83723954	2,84518385	4,83515212	5,99800403
4,0320873	2,63076839	2,38652069	2,47986755	6,77871713	2,37918523	2,72017331
4,5887147	2,72345641	2,39230114	2,62523133	7,61221272	2,82563737	2,81812913
4,83482175	4,00478518	3,94550342	3,11944004	7,21435188	3,756017	4,41379466

Confluencia	Tinguiririca	Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre	Humos	
Mayo	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	
Restitución	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	
	34	35	36	37	38	39	40

6,37911689						
8,08803725	2,89699998					
8,00333719	2,90912906	1,01013716				
7,90583822	3,32318158	1,71512771	1,37757468			
8,3000799	5,40818656	6,6475671	6,40383191	5,99886693		
9,63034889	6,3319629	6,0498658	5,85997737	5,96289327	7,84559309	
8,09356637	3,03353789	0,95341784	0,49668976	1,32481375	6,59442161	5,91011331
7,05407189	3,30896771	3,06487991	2,47176384	2,11518472	4,96746977	6,03627382
8,11686546	4,16486316	2,8843924	2,56530151	2,27355248	6,50518244	6,35619331

8,19030446	4,24427681	3,11978577	2,58504839	2,4611433	6,52463586	6,27543087
8,02317006	3,86369919	2,71209854	2,48881229	2,20508526	6,30016076	6,34627749
7,83839792	3,65124291	3,30335349	2,90245244	3,22578924	5,58837367	6,18101561
7,8528934	3,75287658	3,42519569	2,93231719	3,10370239	5,43944789	6,16247113
8,25898738	4,40210691	3,28958963	2,7244053	2,51554096	6,60774338	6,32704848
7,79021529	3,36937575	2,60265271	2,56856864	2,72933356	5,98753104	6,33078426
7,28263894	3,63645223	3,58468706	3,15904194	2,92525999	5,4032713	6,42716863
8,07648962	4,71266194	3,55812019	3,05805817	2,81353029	6,7223086	6,52255388
7,81879652	4,23339721	3,22044796	3,07231241	2,83286769	6,46908438	6,65010197
8,88708	5,68872	5,47770866	4,84956466	5,56743718	7,61598802	7,19874617
7,80190825	4,24712253	3,29345454	2,85635103	2,92224473	6,34606753	6,3664405
8,17591667	4,57895593	3,36947268	3,01581752	3,5405082	7,41961059	6,57317259
7,81879652	4,23339721	3,22044796	3,07231241	2,83286769	6,46908438	6,65010197
7,35346059	3,78937504	4,35978209	3,81238294	3,83249624	5,80872897	6,77005237
8,062138	4,72962424	3,65509478	3,14279932	2,80740772	6,50924324	6,53731066
10,4219793	7,12009025	6,98423437	6,57707586	6,9020847	8,99074958	8,86966071
7,80629496	4,27643395	3,34050113	2,96805403	2,69998012	6,30577496	6,5162057
8,24940191	6,17927107	7,05788224	6,74664109	6,32223659	2,91991234	8,20258391
7,85207377	4,54642495	3,89933982	3,27367094	3,1227835	6,02100044	6,41618248
8,18790999	4,85375072	3,86249263	3,20376167	3,19706318	6,86447074	6,50093269
7,68987887	4,01528653	3,2372035	3,15089217	3,37951958	6,28080789	6,57487554

Riquelme	Confluencia	Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre	Humos
Octubre	Octubre	Abril	Abril	Abril	Abril	Abril
Bocatoma	Restitución	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma
41	42	43	44	45	46	47

2,65025016

2,57369378 2,70752102

2,63628538	2,67297661	0,83796129				
2,53749771	2,74598655	0,6712485	1,27077777			
3,10210828	2,75393062	2,29529138	2,0336346	2,29899757		
3,11991683	2,55729876	2,10844035	1,76014997	2,16972827	0,52343631	
2,7452949	2,7365025	0,96322987	0,321593	1,43073948	2,26246316	1,95448509
2,73831698	2,90767163	1,77866639	2,10201125	1,352149	1,78263846	1,93076979
3,31476234	2,18404746	1,84135738	1,95810365	1,72294066	2,16117862	1,92294699
3,12506579	2,59843976	1,27384382	1,23182515	1,67869945	2,49307615	2,27194755
3,16245121	2,89161101	1,76971635	2,26185012	1,47634487	2,76430689	2,75123477
5,09837111	4,77124633	4,86062391	4,2243248	5,04566914	3,36080817	3,44741395
3,00268158	2,49743601	1,57812363	1,52809298	1,74744944	1,69400398	1,64768974
3,16384121	3,39797365	2,47410513	2,27941998	2,62428693	2,21662209	2,40290105
3,16245121	2,89161101	1,76971635	2,26185012	1,47634487	2,76430689	2,75123477
4,00560168	3,4951653	3,33209529	3,24869251	3,09736501	3,36664385	3,18808699
3,22292952	2,52824711	1,30283063	1,30772969	1,66211689	2,55565691	2,29271984
6,84946519	7,01507885	6,63193331	6,54600967	6,40171262	6,68222368	6,65068923
3,09124368	2,51144173	1,3625595	1,66763207	1,28284456	2,44749778	2,30732571
6,95043359	4,97625571	5,94473949	5,9835023	5,79460208	5,1038005	4,93473705
3,41885909	2,34054759	1,88918759	1,52035971	2,15512333	1,94603054	1,63062884
3,31272884	2,77449683	1,92135647	1,39526343	2,30668748	2,33367415	2,09888527
3,33578591	3,04276123	2,45227692	2,69045957	2,25694415	2,05224434	2,30085566

Riquelme	Confluencia	Tinguiririca	Ciruelo	Portillo	Azufre	Humos
Abril	Abril	Abril	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre
Bocatoma	Restitución	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma
48	49	50	51	52	53	54

2,37242462							
2,0614972	1,95277723						
1,23977633	2,43782055	1,84179549					
2,39570063	1,70385331	1,87460248	1,82613646				
4,36019276	4,64532402	4,68511204	4,4149768	5,24652766			
1,69836915	1,85905449	1,70641463	1,08665198	1,65947998	3,86766732		
2,47787161	2,39470759	2,93548178	2,10572455	2,50153004	3,25708766	1,49990362	
2,39570063	1,70385331	1,87460248	1,82613646	0	5,24652766	1,65947998	
3,27685644	3,31678361	2,41885457	3,43704522	3,23246309	5,29696416	3,2788625	
1,3019202	2,47422406	1,70505098	0,38846792	1,78828226	4,57292032	1,21976182	
6,59810292	6,4365213	6,36756673	6,65363164	6,46508737	7,44605001	6,52032265	
1,77119616	1,83169311	1,38003402	1,10878767	0,86583094	4,78937684	1,17247518	
6,06369541	5,51137145	4,63527283	5,8579106	5,58172887	7,00191615	5,49515195	
1,55339926	2,5472777	1,64691828	1,13938198	2,27874755	3,76668033	1,09004888	
1,39035257	2,82408777	2,26812162	1,02275911	2,51434149	3,56048578	1,30327683	
2,93195508	1,48364196	2,29094521	2,41565003	1,57914598	4,35322999	1,53395156	

Riquelme	Confluencia	Tinguiririca	Ciruelo	Gloria	Portillo	Azufre
Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre
Bocatoma	Restitución	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma	Bocatoma
55	56	57	58	59	60	61

2,50153004							
4,10595466	3,23246309						
2,37622147	1,78828226	3,27419857					
6,72273701	6,46508737	5,36699244	6,60372128				
2,31281169	0,86583094	2,94158781	1,01861537	6,29591962			
6,64132543	5,58172887	5,2804037	5,60250846	8,70971852	5,41350127		
2,24782461	2,27874755	3,12592748	1,10160051	6,61256044	1,5412603	5,10279622	
1,85556071	2,51434149	3,52243971	1,20162245	6,64222616	1,81296687	6,01365745	
1,87620231	1,57914598	3,69801356	2,48464136	6,71216956	1,83971167	5,39680868	

Humos	Riquelme	Confluencia
Octubre	Octubre	Octubre
Bocatoma	Bocatoma	Restitución
62	63	64

0,94784867
2,42388399 2,70859096

Parameters

Cluster mode: Group averag

Sistema	Fecha	Tipo	
Tinguiririca	Octubre	Bocatoma	1
Ciruelo	Octubre	Bocatoma	2
Gloria	Octubre	Bocatoma	3
Confluencia	Octubre	Restitución	4
Tinguiririca	Abril	Bocatoma	5
Ciruelo	Abril	Bocatoma	6
Gloria	Abril	Bocatoma	7
Portillo	Abril	Bocatoma	8
Azufre	Abril	Bocatoma	9
Humos	Abril	Bocatoma	10
Confluencia	Abril	Restitución	11
Tinguiririca	Abril	Bocatoma	12
Ciruelo	Abril	Bocatoma	13
Portillo	Abril	Bocatoma	14
Azufre	Abril	Bocatoma	15
Humos	Abril	Bocatoma	16
Riquelme	Abril	Bocatoma	17
Confluencia	Abril	Restitución	18
Tinguiririca	Octubre	Bocatoma	19
Ciruelo	Octubre	Bocatoma	20
Gloria	Octubre	Bocatoma	21
Portillo	Octubre	Bocatoma	22
Azufre	Octubre	Bocatoma	23
Humos	Octubre	Bocatoma	24
Riquelme	Octubre	Bocatoma	25
Confluencia	Octubre	Restitución	26
Tinguiririca	Abril	Bocatoma	27
Ciruelo	Abril	Bocatoma	28
Gloria	Abril	Bocatoma	29
Portillo	Abril	Bocatoma	30
Azufre	Abril	Bocatoma	31
Humos	Abril	Bocatoma	32
Riquelme	Abril	Bocatoma	33
Confluencia	Mayo	Restitución	34
Tinguiririca	Octubre	Bocatoma	35
Ciruelo	Octubre	Bocatoma	36
Gloria	Octubre	Bocatoma	37
Portillo	Octubre	Bocatoma	38
Azufre	Octubre	Bocatoma	39
Humos	Octubre	Bocatoma	40
Riquelme	Octubre	Bocatoma	41
Confluencia	Octubre	Restitución	42
Ciruelo	Abril	Bocatoma	43
Gloria	Abril	Bocatoma	44
Portillo	Abril	Bocatoma	45

Azufre	Abril	Bocatoma	46
Humos	Abril	Bocatoma	47
Riquelme	Abril	Bocatoma	48
Confluencia	Abril	Restitución	49
Tinguiririca	Abril	Bocatoma	50
Ciruelo	Octubre	Bocatoma	51
Portillo	Octubre	Bocatoma	52
Azufre	Octubre	Bocatoma	53
Humos	Octubre	Bocatoma	54
Riquelme	Octubre	Bocatoma	55
Confluencia	Octubre	Restitución	56
Tinguiririca	Octubre	Bocatoma	57
Ciruelo	Octubre	Bocatoma	58
Gloria	Octubre	Bocatoma	59
Portillo	Octubre	Bocatoma	60
Azufre	Octubre	Bocatoma	61
Humos	Octubre	Bocatoma	62
Riquelme	Octubre	Bocatoma	63
Confluencia	Octubre	Restitución	64

Combinaciones

52+56 -> 65 at 0
44+48 -> 66 at 0,32
51+58 -> 67 at 0,39
37+41 -> 68 at 0,5
46+47 -> 69 at 0,52
43+45 -> 70 at 0,67
28+33 -> 71 at 0,76
20+30 -> 72 at 0,83
29+71 -> 73 at 0,84
60+65 -> 74 at 0,87
26+42 -> 75 at 0,93
62+63 -> 76 at 0,95
36+68 -> 77 at 0,98
67+76 -> 78 at 1,12
14+17 -> 79 at 1,12
66+70 -> 80 at 1,13
54+78 -> 81 at 1,17
10+16 -> 82 at 1,45
38+77 -> 83 at 1,47
49+64 -> 84 at 1,48
80+81 -> 85 at 1,58
72+73 -> 86 at 1,66
74+84 -> 87 at 1,71
1+4 -> 88 at 1,77
19+75 -> 89 at 1,8
7+8 -> 90 at 1,83
50+85 -> 91 at 1,86
87+91 -> 92 at 1,99
22+24 -> 93 at 2,04
32+89 -> 94 at 2,16
69+92 -> 95 at 2,19
55+95 -> 96 at 2,3
21+53 -> 97 at 2,31
86+94 -> 98 at 2,38
83+93 -> 99 at 2,48
12+18 -> 100 at 2,48
79+82 -> 101 at 2,66
31+39 -> 102 at 2,76
23+102 -> 103 at 2,83
98+99 -> 104 at 2,86
61+103 -> 105 at 2,89
96+104 -> 106 at 2,99
100+101 -> 107 at 3,06
6+90 -> 108 at 3,09
88+107 -> 109 at 3,19

57+106 -> 110 at 3,58
35+110 -> 111 at 3,98
27+111 -> 112 at 4,25
2+40 -> 113 at 4,42
108+109 -> 114 at 4,5
97+112 -> 115 at 4,97
15+105 -> 116 at 5,02
114+115 -> 117 at 5,31
3+59 -> 118 at 5,41
113+117 -> 119 at 7,03
118+119 -> 120 at 7,13
13+120 -> 121 at 7,21
116+121 -> 122 at 7,33
34+122 -> 123 at 8,3
25+123 -> 124 at 8,77
11+124 -> 125 at 9,5
5+125 -> 126 at 10,15
9+126 -> 127 at 10,92

Eigenvalues

PC	Eigenvalues	%Variacion explicada	Cum.%Variacion explicada
1	4,63	24,4	24,4
2	3,63	19,1	43,5
3	1,48	7,8	51,2
4	1,23	6,5	57,7
5	1,17	6,1	63,9

Eigenvectors

(Coeficientes en la combinacion lineal de las variables de los componentes principales)

Variable	PC1	PC2	PC3
Aluminio (Al)	0,085	-0,090	-0,147
Arsénico (As)	0,012	0,165	0,023
Bario (Ba)	0,333	-0,263	0,158
Berilio (Be)	0,355	-0,265	0,112
Boro (B)	0,321	0,324	-0,094
Cadmio (Cd)	0,167	-0,241	0,054
Cianuro (CN)	0,286	-0,155	0,081
Cloruros	0,097	0,153	0,309
Cobalto (Co)	0,360	-0,264	0,147
Cobre (Cu)	0,242	-0,245	-0,322
Coliformes fecales	0,201	0,100	0,214
Magnesio (Mg)	0,290	0,377	-0,074
Mercurio (Hg)	0,146	-0,233	-0,341
Oxígeno disuelto	0,088	-0,047	0,259
Plomo (Pb)	0,027	-0,086	-0,039
Sodio porcentual (Na)	0,027	-0,079	-0,441
Sólidos disueltos totales	0,276	0,390	-0,069
Sulfato (So4=)	0,328	0,322	-0,024
Temperatura	0,081	0,081	-0,515

PC4	PC5
0,377	-0,325
0,323	-0,327
0,144	0,021
0,068	0,063
-0,120	0,107
-0,042	-0,056
-0,136	0,018
-0,063	-0,272
0,087	0,095
-0,113	-0,064
-0,338	0,015
-0,044	0,083
-0,018	-0,407
0,118	0,081
0,163	0,664
-0,572	0,014
0,061	-0,001
0,034	-0,096
0,424	0,226

Sistema	Fecha	Tipo	Codigo	SCORE1	SCORE2	SCORE3
Tinguiriric	Octubre	Bocatoma	1	2,68	-1,09	-0,212
Ciruelo	Octubre	Bocatoma	2	1,94	-2,88	-0,374
Gloria	Octubre	Bocatoma	3	2	-2,74	-0,458
Confluenc	Octubre	Restitución	4	1,88	-1,82E+00	9,64E-02
Tinguiriric	Abril	Bocatoma	5	4,2	-4,55	-4,85E+00
Ciruelo	Abril	Bocatoma	6	3,46	-1,35	-0,549
Gloria	Abril	Bocatoma	7	2,01	-3,14	-0,993
Portillo	Abril	Bocatoma	8	2,12	-3	-1,24E-01
Azufre	Abril	Bocatoma	9	6,9	3	2,27
Humos	Abril	Bocatoma	10	2,46	-1,3	1,35
Confluenc	Abril	Restitución	11	3,19	-1,35	3,02
Tinguiriric	Abril	Bocatoma	12	2,46	-1,25	1,37
Ciruelo	Abril	Bocatoma	13	-0,587	-1,03	9,29E-03
Portillo	Abril	Bocatoma	14	1,37	-2,29	1,3
Azufre	Abril	Bocatoma	15	6,32	3,4	-0,392
Humos	Abril	Bocatoma	16	2,56	-1,06	0,977
Riquelme	Abril	Bocatoma	17	1,06	-2,73	1,11E+00
Confluenc	Abril	Restitución	18	1,86	-0,317	1,01
Tinguiriric	Octubre	Bocatoma	19	-7,20E-01	1,4	-7,62E-02
Ciruelo	Octubre	Bocatoma	20	-2,34	0,279	8,30E-02
Gloria	Octubre	Bocatoma	21	-2,33	-0,248	-1,88
Portillo	Octubre	Bocatoma	22	-2,21	0,365	0,95
Azufre	Octubre	Bocatoma	23	2,21	5,42	-0,794
Humos	Octubre	Bocatoma	24	-1,85	0,625	-2,80E-02
Riquelme	Octubre	Bocatoma	25	-1,88	1,21	3,65
Confluenc	Octubre	Restitución	26	-1,45	1,19E+00	3,04E-02
Tinguiriric	Abril	Bocatoma	27	-0,545	2,62	-0,812
Ciruelo	Abril	Bocatoma	28	-2,16	0,499	-0,715
Gloria	Abril	Bocatoma	29	-2,17	0,323	-1,04
Portillo	Abril	Bocatoma	30	-2,04	0,61	-0,138
Azufre	Abril	Bocatoma	31	2,06	5,36	-1,96
Humos	Abril	Bocatoma	32	-1,24	1,36	-1,28
Riquelme	Abril	Bocatoma	33	-2,09	0,504	-1,18
Confluenc	Mayo	Restitución	34	-0,768	3,2	0,437
Tinguiriric	Octubre	Bocatoma	35	0,133	0,506	0,981
Ciruelo	Octubre	Bocatoma	36	-1,23	-0,757	1,28
Gloria	Octubre	Bocatoma	37	-1,36	-0,7	0,564
Portillo	Octubre	Bocatoma	38	-1,18	-0,347	0,47
Azufre	Octubre	Bocatoma	39	2,58	3,76	-1,09
Humos	Octubre	Bocatoma	40	-0,559	-0,548	-0,259
Riquelme	Octubre	Bocatoma	41	-1,44	-0,84	0,729
Confluenc	Octubre	Restitución	42	-1,19	1,13	-0,362
Ciruelo	Abril	Bocatoma	43	-1,24	-0,681	0,456
Gloria	Abril	Bocatoma	44	-1,26	-0,824	-7,36E-03
Portillo	Abril	Bocatoma	45	-9,55E-01	-0,598	0,644

Azufre	Abril	Bocatoma	46	-0,419	4,70E-02	7,17E-02
Humos	Abril	Bocatoma	47	-0,401	6,62E-02	-0,186
Riquelme	Abril	Bocatoma	48	-1,34	-0,881	-0,106
Confluenc	Abril	Restitución	49	-0,554	-0,191	0,917
Tinguiriric	Abril	Bocatoma	50	-0,814	0,602	-1,25E-02
Ciruelo	Octubre	Bocatoma	51	-1,96	-0,25	-0,136
Portillo	Octubre	Bocatoma	52	-1,47	0,13	0,725
Azufre	Octubre	Bocatoma	53	-1,58	-0,311	-1,39
Humos	Octubre	Bocatoma	54	-1,61	3,83E-02	2,96E-02
Riquelme	Octubre	Bocatoma	55	-2,19	-0,608	0,342
Confluenc	Octubre	Restitución	56	-1,47	0,13	0,725
Tinguiriric	Octubre	Bocatoma	57	-0,266	7,86E-02	-0,359
Ciruelo	Octubre	Bocatoma	58	-1,8	-8,69E-02	-0,236
Gloria	Octubre	Bocatoma	59	-0,293	-2,4	-2,06
Portillo	Octubre	Bocatoma	60	-1,52	7,28E-02	0,18
Azufre	Octubre	Bocatoma	61	1,72	3,95	-1,22
Humos	Octubre	Bocatoma	62	-1,43	0,251	-0,658
Riquelme	Octubre	Bocatoma	63	-2,01	-0,395	-0,59
Confluenc	Octubre	Restitución	64	-1,26	0,47	0,76

SCORE4	SCORE5
1,43	-0,175
1,74	4,45
2,66	-1,15
0,958	0,501
-2,15	-1,12
0,739	-1,78
0,185	-0,769
-0,567	-1,29
-3,22	0,177
-1,37	0,119
1,16E+00	0,772
-3,73E-02	-0,219
2,17	2,50E-02
0,172	0,369
0,365	0,491
-1,27	0,283
-0,522	0,394
-1,54E-01	-0,162
0,785	-0,827
5,51E-02	0,264
-3,03	0,223
-0,339	-0,15
-0,227	5,27E-03
-1,36	-5,05E-02
-0,898	-2,22
-0,253	-0,138
1,21	-0,486
0,668	0,637
0,314	0,511
0,417	0,272
0,608	0,615
-0,464	0,486
6,27E-01	0,778
1,99	-2,53
0,279	-0,891
-0,187	6,86E-02
-0,205	0,103
0,503	0,372
0,672	0,495
0,485	4,11
-0,176	0,213
0,133	0,154
0,248	0,292
-7,37E-02	0,349
4,43E-01	0,105

-1,02	9,90E-02
-0,776	0,219
3,82E-02	0,404
-0,183	-0,171
0,455	-0,238
-6,12E-02	0,222
0,292	-0,24
-2,94	-2,29E-02
-0,547	2,96E-02
-1,44	-0,182
0,292	-0,24
1,11	-0,984
0,121	0,247
1,37	-3,08
0,289	-9,40E-02
0,311	0,232
-0,381	0,222
-0,621	0,229
-0,815	-0,322

Sistema	Tricahue	Puya	Helados
Fecha	Octubre 2010	Octubre 2010	Octubre 2010
Tipo	Captación	Captación	Captación
Aceites y grasas emulsificadas	10	10	10
Alcalinidad Total (CaCO3)	39	24	39
Aluminio (Al)	0,8	2,5	0,6
Arsénico (ABs)	0,02	0,009	0,002
Bario	0,1	0,1	0,1
Berilio (Be)	0,1	0,1	0,1
Boro (B)	0,5	0,5	0,5
Cadmio (Cd)	0,01	0,01	0,01
Cianuro (CN)	0,05	0,05	0,05
Cloruros	18	10	10
Cobalto (Co)	0,05	0,05	0,05
Cobre (Cu)	0,05	0,05	0,05
Color verdadero	10	10	10
Conductividad específica a 25°C	392	232	87
Cromo (Cr)	0,05	0,05	0,05
Litio (Li)	0,1	0,1	0,1
Magnesio (Mg)	4,1	5,1	1,6
Manganeso (Mn)	0,06	0,15	0,01
Mercurio (Hg)	0,001	0,001	0,001
Molibdeno (Mo)	0,01	0,01	0,01
Níquel (Ni)	0,05	0,05	0,05
Oxígeno disuelto	7,5	7,5	6,7
pH	7,5	7,2	7,9
Plata (Ag)	0,05	0,05	0,05
Plomo (Pb)	0,05	0,05	0,05
Selenio (Se)	0,01	0,01	0,01
Sólidos disueltos totales	255	150	60
Sólidos sedimentables	0,5	0,5	0,5
Sulfato (So4=)	114	75	10
Temperatura	9,1	13,6	9,8
Turbiedad (NTU)	28	50	10
Vanadio (V)	0,1	0,05	0,05
Fósforo (P) total	0,5	0,5	0,5
Silicio (Si)	14	17	8
Sólidos Suspendidos Totales	23	66	12

Higuera	Tricahue	Puya	Helados	Higuera	Tricahue	Puya
Octubre 2010	Noviembre 20	Noviembre 20	Noviembre 20	Noviembre 20	Diciembre 20	Diciembre 20
Restitución	Captación	Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación
10	10	10	10	10	10	10
34	10	12	42	12	31	22
2,5	1,2	2	1,1	2,9	0,8	1,2
0,009	0,02	0,006	0,002	0,01	0,01	0,006
0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,6
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
11	25	10	10	14	14	10
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
10	10	12	10	14	10	10
283	393	184	81	303	339	151
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
4,3	3,9	3,6	1,4	4,1	4	3,1
0,12	0,05	0,1	0,03	0,1	0,06	0,09
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
7,5	7,1	7	7,4	8,8	6,8	8,5
7,6	7,3	7,7	7,7	7,4	6,4	6,5
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
200	230	110	40	205	215	105
0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5
85	128	61	11	91	105	46
10,3	14,1	15	13,5	13,3	12,4	10
48	270	308	143	855	226	233
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,6	0,5	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5
14	13	12	6	13	11	11
45	24	22	21	112	32	51

Helados	Higuera	Tricahue	Puya	Helados	Higuera	Tricahue
Diciembre 20:	Diciembre 20:	Enero 2011	Enero 2011	Enero 2011	Enero 2011	Febrero 2011
Captación	Restitución	Captación	Captación	Captación	Restitución	Captación
10	10	10	10	10	10	10
32	22	22	19	23	23	37
0,5	1,5	1,2	7,8	0,7	7,5	0,4
0,002	0,009	0,005	0,008	0,003	0,005	0,003
0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
10	10	14	10	10	11	21
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,05	0,05	0,05	0,08	0,05	0,07	0,05
10	10	10	10	10	10	10
75	223	400	150	100	200	409
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1	2,9	3,6	2,2	1,2	2,5	3,9
0,02	0,09	0,2	0,2	0,02	0,3	0,2
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
7,9	8,3	9,1	10,1	9,6	10,4	9,1
6,5	6,8	7,2	7,7	7,3	7,3	7,7
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	0,01	0,01
35	125	305	120	75	170	300
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
12	77	150	48	11	78	122
11,2	12	13,9	10,7	11,7	9,4	14,6
52	383	255	2138	90	2190	45
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
5	11	10	6	5	9	14
13	56	33	142	11	211	10

Puya	Helados	Higuera	Tricahue	Puya	Helados	Higuera
Febrero 2011	Febrero 2011	Febrero 2011	Marzo 2011	Marzo 2011	Marzo 2011	Marzo 2011
Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación	Captación	Restitución
10	10	10	10	10	10	10
34	38	17	36	33	37	21
2	0,6	6,7	0,8	1,6	0,8	3,6
0,004	0,003	0,006	0,006	0,003	0,002	0,004
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,5	0,5	0,5	1,4	0,9	0,5	0,5
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
10	10	10	22	10	10	10
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,08	0,05	0,05
10	10	10	10	10	10	10
200	120	223	414	112	92	181
0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,5	1,3	2,4	4,7	2,2	1,6	3,2
0,05	0,05	0,3	0,2	0,08	0,02	0,1
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,05	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
9,6	9	9,9	8,5	9,1	8	9,2
7,5	7,4	7,2	7,1	7,4	6,8	6,7
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
140	105	215	265	85	40	115
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
18	29	77	123	24	10	60
12,9	13,9	10,9	16,2	13,9	12,6	12,3
238	18	338	143	194	58	803
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
6	5	8	12	6	2	7
20	10	99	14	24	10	103

Tricahue Abril 2011 Captación	Puya Abril 2011 Captación	Helados Abril 2011 Captación	Higuera Abril 2011 Restitución	Tricahue Abril 2014 Captación	Puya Abril 2014 Captación	Higuera Abril 2014 Restitución
10	10	10	10	10	10	10
83	27	47	22	49	25	24
0,3	0,8	0,1	1,4	1,2	0,3	0,24
0,009	0,009	0,002	0,01	0,023	0,005	0,01
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
191	10	10	10	46,1	15,2	40,4
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
10	10	10	10	23	10	20
544	266	120	279	1037	604	862
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,045	0,05
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
6	6	6	6	6,3	9,4	6,9
0,06	0,1	0,01	0,1	0,08	0,14	0,08
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003
0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
9,1	10	9,7	10	8,6	10,3	8,6
7,8	7,8	8,1	8,2	7,7	7,6	7,9
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
350	180	110	120	470	270	455
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
352	83	10	87	212	140	212
12,1	9,3	10,5	11,8	10,1	11	10,1
77	369	12	422	23	3,1	5,1
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
8	15	6	13	17	27	17
10	40	10	57	43	15,3	15,3

Tricahue	Puya	Higuera	Helados	Helados	Tricahue	Puya
Octubre 2014	Octubre 2014	Octubre 2014	Diciembre 2014	Enero 2015	Abril 2015	Abril 2015
Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación	Captación	Captación
4	5,88	4	4	4	4	4
52,7	47,8	40,1	49	35,3	51	27
0,94	0,16	1,08	0,22	0,01	9,23	3,12
0,015	0,005	0,04	0,005	0,005	0,15	0,005
0,014	0,006	0,024	0,007	0,002	0,002	0,002
0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
0,187	0,275	0,331	0,002	0,002	0,33	0,41
0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
17,4	5,95	20,4	2,7	2,7	36	9
0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01
5	5	5	5	2	2	5
297	198	462	70	70	704	286
0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
0,02	0,006	0,04	0,001	0,001	0,001	0,001
4,73	4,72	6	1,4	0,09	9,67	7,01
0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,42	0,24
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
9,24	9,42	9,69	9,1	8,97	9,4	9,97
7,77	7,94	7,66	6,47	8,03	9,04	8,03
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
776	116	208	66	66	485	203
0,1	0,1	0,1	0,1	26	0,1	0,1
76,4	46,6	103	6,31	7,26	225	86
13,3	13,5	11,4	13,8	16,1	13,2	10,1
15,3	26	38	6,29	4,15	225	159
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,06	0,06	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
8,9	11	11	5,5	1,39	12,3	7,37
40,6	36,8	60,3	71,9	26	358	108

Higuera	Tricahue	Puya	Helados	Tricahue	Puya	Tricahue
Mayo 2015	Octubre 2015	Octubre 2015	Enero 2016	Abril 2016	Abril 2016	Octubre 2016
Restitución	Captación	Captación	Captación	Captación	Captación	Captación
4	4	4	4	4	8,7	10
22	59,5	53,9	10	47,8	33,4	54,9
0,61	1,47	0,56	3,38	0,58	0,72	4,86
0,066	0,021	0,006	0,009	0,0313	0,0071	0,03
0,002	0,076	0,079	0,042	0,046	0,043	0,046
0,002	0,014	0,014	0,003	0,028	0,028	0,002
0,4	0,188	0,173	0,02	0,254	0,399	0,251
0,002	0,002	0,002	0,002	0,01	0,01	0,01
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
23	17,6	2,7	3,14	34,5	8,61	15,7
0,001	0,022	0,021	0,014	0,015	0,015	0,001
0,01	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02
5	2	2	2	2	2	2
627	330	290	70	490	270	561
0,009	0,01	0,021	0,018	0,05	0,05	0,05
0,06	0,08	0,09	0,008	0,1	0,1	0,1
6,42	3,63	3,51	4,21	5,96	7,24	6,79
0,22	0,087	0,066	0,174	0,064	0,144	0,2
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,009	0,017	0,009	0,009	0,009	0,009	0,01
0,009	0,011	0,022	0,014	0,013	0,012	0,01
11	4	3,4	8,8	8,6	8,7	8,89
5,74	8,19	7,96	7,1	8,4	8,5	8,02
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005
368	229	156	68	414	247	201
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
204	67,3	36,2	5,3	160	90,9	12,2
9,5	15,2	13,3	12,7	12,5	10	8,9
4,4	16,1	5,29	120	4,36	8,02	113
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
9,8	9	11	12,7	8,55	12,9	21,4
17	47	9	108	8,5	9	149

Puya	Higuera	Helados	Puya	Higuera	Tricahue	Puya
Octubre 2016	Octubre 2016	Enero 2017	Mayo 2017	Mayo 2017	Mayo 2017	Octubre 2017
Captación	Restitución	Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación
10	10	10	10	10	10	10
42	42	31,3	10	16,8	22,1	38,2
0,53	2,15	0,3	4,84	11,3	35,8	3,15
0,009	0,026	0,005	0,015	0,02	0,266	0,008
0,013	0,024	0,011	0,024	0,062	0,231	0,023
0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
0,617	0,295	0,011	0,66	0,505	0,468	0,247
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
12,2	12,2	2,7	9,86	16,2	58,2	2,7
0,001	0,01	0,001	0,007	0,009	0,03	0,001
0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,12	0,02
2	2	2	2	2	2	5
495	484	70	390	420	730	160
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
8,9	2,56	1,96	11,8	13,3	32,6	4,51
0,14	0,11	0,05	0,32	0,41	1,49	0,09
0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
9,65	8,06	7,62	8,87	9,05	8,45	8,23
8,02	7,89	7,44	7,17	7,94	7,47	8,08
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
242	47,5	2,63	275	13,8	472	117
0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	20,5	0,1
5,3	81,6	5,3	86,1	103	87,9	54,4
8,9	10,1	18,7	9,1	10,1	10,3	16,1
6,69	33,5	4,85	44,1	224	1706	45,9
0,05	0,05	0,04	0,01	0,02	0,1	0,02
0,6	0,6	0,6	0,74	0,73	0,75	0,94
13	12,3	2,41	12,9	18,5	28	16,9
2,7	47,5	9	94	233	1660	56

Higuera	Tricahue
Octubre 2017	Octubre 2017
Restitución	Captación
10	10
26,4	52,9
8,19	11,8
0,02	0,042
0,045	0,067
0,002	0,002
0,416	0,354
0,01	0,01
0,04	0,04
10,7	28
0,001	0,001
0,03	0,02
2	5
240	430
0,05	0,05
0,1	0,1
8,9	8,64
0,29	0,26
0,001	0,001
0,01	0,01
0,01	0,01
8,7	8,15
8,02	7,9
0,05	0,05
0,05	0,05
0,005	0,005
19,8	252
0,2	0,2
105	129
10,5	12
124	203
0,02	0,02
1,09	1,02
22,9	30,5
158	360

Sistema	Trichahue	Puya	Helados
Fecha	Octubre 2010	Octubre 2010	Octubre 2010
Tipo	Captación	Captación	Captación
Aceites y grasas emulsificadas	0,37976503	0,37976503	0,37976503
Alcalinidad Total (CaCO3)	0,47298157	-0,57270021	0,47298157
Aluminio (Al)	-0,44110139	-0,14526838	-0,47590527
Arsénico (ABs))	-0,01086386	-0,26073271	-0,41974016
Bario	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819
Berilio (Be)	0,68800584	0,68800584	0,68800584
Boro (B)	0,01821346	0,01821346	0,01821346
Cadmio (Cd)	0,38306544	0,38306544	0,38306544
Cianuro (CN)	0,68800584	0,68800584	0,68800584
Cloruros	-0,05611644	-0,3420997	-0,3420997
Cobalto (Co)	0,70853058	0,70853058	0,70853058
Cobre (Cu)	0,28727613	0,28727613	0,28727613
Color verdadero	0,34619206	0,34619206	0,34619206
Conductividad específica a 25°C	0,24893311	-0,48627865	-1,1525643
Cromo (Cr)	0,34836289	0,34836289	0,34836289
Litio (Li)	0,25015287	0,25015287	0,25015287
Magnesio (Mg)	-0,27884526	-0,07826853	-0,7802871
Manganeso (Mn)	-0,44253186	-0,04632038	-0,66264935
Mercurio (Hg)	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196
Molibdeno (Mo)	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124
Níquel (Ni)	0,31153675	0,31153675	0,31153675
Oxígeno disuelto	-1,29167265	-1,29167265	-2,07514971
pH	-0,02238188	-0,54589022	0,67562925
Plata (Ag)	0,98907071	0,98907071	0,98907071
Plomo (Pb)	0,98907071	0,98907071	0,98907071
Selenio (Se)	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304
Sólidos disueltos totales	0,3344646	-0,36369176	-0,9621115
Sólidos sedimentables	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312
Sulfato (So4=)	0,36948515	-0,19345019	-1,13167576
Temperatura	-1,33428314	0,95590434	-0,97803175
Turbiedad (NTU)	-0,50871784	-0,46474257	-0,5446976
Vanadio (V)	3,42084076	0,08697053	0,08697053
Fósforo (P) total	-0,33521007	-0,33521007	-0,33521007
Silicio (Si)	0,27635409	0,75769783	-0,68633339
Sólidos Suspendidos Totales	-0,32145462	-0,1485553	-0,36568468

Higuera	Trichahue	Puya	Helados	Higuera	Trichahue	Puya
Octubre 2010	Noviembre 20	Noviembre 20	Noviembre 20	Noviembre 20	Diciembre 20	Diciembre 20
Restitución	Captación	Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación
0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503
0,12442098	-1,54866987	-1,40924564	0,68211793	-1,40924564	-0,08471538	-0,71212445
-0,14526838	-0,37149362	-0,23227809	-0,38889556	-0,07566062	-0,44110139	-0,37149362
-0,26073271	-0,01086386	-0,32887876	-0,41974016	-0,23801736	-0,23801736	-0,32887876
4,64749868	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819	2,85174111	2,85174111
0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584
0,01821346	0,01821346	0,01821346	0,01821346	0,01821346	0,01821346	0,01821346
0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544
0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584
-0,30635179	0,19411891	-0,3420997	-0,3420997	-0,19910807	-0,19910807	-0,3420997
0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058
0,28727613	0,28727613	0,28727613	0,28727613	0,28727613	0,28727613	0,28727613
0,34619206	0,34619206	0,80118734	0,34619206	1,25618261	0,34619206	0,34619206
-0,2519299	0,25352818	-0,70684217	-1,18013474	-0,16002843	0,00539422	-0,8584796
0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289
0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287
-0,23872992	-0,31896061	-0,37913363	-0,82040245	-0,27884526	-0,29890294	-0,479422
-0,17839087	-0,48655536	-0,26643787	-0,57460236	-0,26643787	-0,44253186	-0,31046137
-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196
-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124
0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675
-1,29167265	-1,68341118	-1,78134581	-1,38960728	-0,01852242	-1,97721508	-0,31232632
0,1521209	-0,37138744	0,32662369	0,32662369	-0,19688466	-1,94191248	-1,7674097
0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071
0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071
-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304
-0,03123635	0,16823689	-0,62965609	-1,09509367	0,00200919	0,06850027	-0,66290163
-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	0,05706989	-0,11121312	-0,11121312
-0,04910779	0,57156451	-0,39552954	-1,11724152	0,03749764	0,239577	-0,61204314
-0,72356648	1,21036961	1,66840711	0,90501128	0,80322517	0,34518768	-0,87624564
-0,46874032	-0,02498986	0,05096743	-0,2788471	1,14435256	-0,1129404	-0,09894827
0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053
0,19834229	-0,33521007	1,26544703	1,26544703	1,26544703	-0,33521007	-0,33521007
0,27635409	0,11590618	-0,04454174	-1,00722921	0,11590618	-0,20498965	-0,20498965
-0,2329945	-0,31743371	-0,32547553	-0,32949645	0,03640676	-0,28526639	-0,20886902

Helados	Higuera	Tricahue	Puya	Helados	Higuera	Tricahue
Diciembre 20:	Diciembre 20:	Enero 2011	Enero 2011	Enero 2011	Enero 2011	Febrero 2011
Captación	Restitución	Captación	Captación	Captación	Restitución	Captación
0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503
-0,01500326	-0,71212445	-0,71212445	-0,92126081	-0,64241233	-0,64241233	0,33355733
-0,49330721	-0,3192878	-0,37149362	0,77703452	-0,45850333	0,7248287	-0,51070916
-0,41974016	-0,26073271	-0,35159411	-0,28344806	-0,39702481	-0,35159411	-0,39702481
-0,14118819	1,05598353	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819
0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584
0,01821346	0,01821346	1,65032864	0,01821346	0,01821346	0,01821346	0,01821346
0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544
0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584
-0,3420997	-0,3420997	-0,19910807	-0,3420997	-0,3420997	-0,30635179	0,05112728
0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058
0,28727613	0,28727613	0,28727613	1,65431426	0,28727613	1,19863489	0,28727613
0,34619206	0,34619206	0,34619206	0,34619206	0,34619206	0,34619206	0,34619206
-1,20770518	-0,52763431	0,2856937	-0,86307467	-1,09282835	-0,633321	0,32704936
0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289
0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287
-0,90063314	-0,51953735	-0,37913363	-0,65994106	-0,86051779	-0,59976804	-0,31896061
-0,61862585	-0,31046137	0,17379711	0,17379711	-0,61862585	0,6140321	0,17379711
-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196
-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124
0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675
-0,89993412	-0,50819558	0,27528148	1,25462781	0,76495464	1,54843171	0,27528148
-1,7674097	-1,24390135	-0,54589022	0,32662369	-0,37138744	-0,37138744	0,32662369
0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071
0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071
-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	6,51919591	-0,01420304	-0,01420304
-1,12833921	-0,52991947	0,66692001	-0,56316501	-0,86237488	-0,2307096	0,63367447
-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312
-1,10280728	-0,16458171	0,88911778	-0,58317466	-1,11724152	-0,15014747	0,48495907
-0,26552898	0,14161546	1,1085835	-0,51999426	-0,01106371	-1,18160397	1,46483489
-0,46074481	0,20088312	-0,054973	3,7089104	-0,38478753	3,81285194	-0,47473695
0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053
-0,33521007	-0,33521007	-0,33521007	-0,33521007	-0,33521007	-0,33521007	-0,33521007
-1,16767713	-0,20498965	-0,36543756	-1,00722921	-1,16767713	-0,52588547	0,27635409
-0,36166376	-0,18876445	-0,28124548	0,15703419	-0,36970559	0,43447728	-0,37372651

Puya	Helados	Higuera	Tricahue	Puya	Helados	Higuera
Febrero 2011	Febrero 2011	Febrero 2011	Marzo 2011	Marzo 2011	Marzo 2011	Marzo 2011
Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación	Captación	Restitución
0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503
0,12442098	0,40326945	-1,06068504	0,26384522	0,05470886	0,33355733	-0,78183657
-0,23227809	-0,47590527	0,58561317	-0,44110139	-0,30188586	-0,44110139	0,04615298
-0,37430946	-0,39702481	-0,32887876	-0,32887876	-0,39702481	-0,41974016	-0,37430946
-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819
0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584
0,01821346	0,01821346	0,01821346	4,914559	2,19436703	0,01821346	0,01821346
0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544
0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584
-0,3420997	-0,3420997	-0,3420997	0,08687519	-0,3420997	-0,3420997	-0,3420997
0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058
0,28727613	0,28727613	0,28727613	0,28727613	1,65431426	0,28727613	0,28727613
0,34619206	0,34619206	0,34619206	0,34619206	0,34619206	0,34619206	0,34619206
-0,633321	-1,00092688	-0,52763431	0,35002473	-1,03768746	-1,12958893	-0,72062739
0,34836289	0,34836289	1,73578218	0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289
0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287
-0,80034477	-0,84046012	-0,61982571	-0,15849922	-0,65994106	-0,7802871	-0,45936432
-0,48655536	-0,48655536	0,6140321	0,17379711	-0,35448486	-0,61862585	-0,26643787
-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196
-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124
0,31153675	5,2418201	0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675
0,76495464	0,17734685	1,05875854	-0,31232632	0,27528148	-0,80199948	0,37321611
-0,02238188	-0,19688466	-0,54589022	-0,72039301	-0,19688466	-1,24390135	-1,41840413
0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071
0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071
-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304
-0,43018285	-0,66290163	0,06850027	0,40095568	-0,7958838	-1,09509367	-0,59641055
-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312
-1,01620184	-0,85742521	-0,16458171	0,49939331	-0,92959641	-1,13167576	-0,40996378
0,59965295	1,1085835	-0,41820815	2,27912377	1,1085835	0,44697379	0,29429462
-0,08895389	-0,5287066	0,1109337	-0,2788471	-0,17690443	-0,44875156	1,04041102
0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053
-0,33521007	-0,33521007	-0,33521007	-0,33521007	-0,33521007	-0,33521007	0,19834229
-1,00722921	-1,16767713	-0,68633339	-0,04454174	-1,00722921	-1,64902087	-0,8467813
-0,33351736	-0,37372651	-0,01586513	-0,35764285	-0,31743371	-0,37372651	0,00021853

Trichahue	Puya	Helados	Higuera	Trichahue	Puya	Higuera
Abril 2011	Abril 2011	Abril 2011	Abril 2011	Abril 2014	Abril 2014	Abril 2014
Captación	Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación	Restitución
0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503
3,5403148	-0,36356385	1,03067852	-0,71212445	1,17010276	-0,50298809	-0,57270021
-0,5281111	-0,44110139	-0,56291498	-0,33668974	-0,37149362	-0,5281111	-0,53855226
-0,26073271	-0,26073271	-0,41974016	-0,23801736	0,05728219	-0,35159411	-0,23801736
-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819	-0,14118819
0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584
0,01821346	0,01821346	0,01821346	0,01821346	0,01821346	0,01821346	0,01821346
0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544
0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584	0,68800584
6,12827153	-0,3420997	-0,3420997	-0,3420997	0,94839975	-0,15621058	0,74463668
0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058	0,70853058	-1,51468951
0,28727613	0,28727613	0,28727613	0,28727613	0,28727613	0,28727613	0,28727613
0,34619206	0,34619206	0,34619206	0,34619206	3,30366136	0,34619206	2,62116844
0,94738428	-0,33004615	-1,00092688	-0,27031019	3,21275551	1,22308869	2,40861765
0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,00150806	0,34836289
0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287
0,10225053	0,10225053	0,10225053	0,10225053	0,16242355	0,78421143	0,28276959
-0,44253186	-0,26643787	-0,66264935	-0,26643787	-0,35448486	-0,09034387	-0,35448486
-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	6,63488803
-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	4,57918523	-0,14374124	4,57918523
0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675	0,31153675
0,27528148	1,15669318	0,86288928	1,15669318	-0,21439169	1,45049708	-0,21439169
0,50112647	0,50112647	1,02463481	1,19913759	0,32662369	0,1521209	0,67562925
0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071
0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071
-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304	-0,01420304
0,96612988	-0,16421852	-0,62965609	-0,56316501	1,76402286	0,43420122	1,66428624
-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312	-0,11121312
3,80483417	-0,07797627	-1,13167576	-0,02023931	1,78404063	0,74477538	1,78404063
0,19250851	-1,23249703	-0,62178037	0,03982935	-0,82535259	-0,36731509	-0,82535259
-0,41077292	0,17289886	-0,54069985	0,27883928	-0,51871222	-0,55848985	-0,5544921
0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053
-0,33521007	-0,33521007	-0,33521007	-0,33521007	-0,86876244	-0,86876244	-0,86876244
-0,68633339	0,436802	-1,00722921	0,11590618	0,75769783	2,36217696	0,75769783
-0,37372651	-0,25309908	-0,37372651	-0,18474353	-0,24103633	-0,35241566	-0,35241566

Trichahue	Puya	Higuera	Trichahue	Puya	Higuera	Trichahue
Octubre 2014	Octubre 2014	Octubre 2014	Abril 2015	Abril 2015	Mayo 2015	Octubre 2016
Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación	Restitución	Captación
-2,69219127	-1,72964496	-2,69219127	-2,69219127	-2,69219127	-2,69219127	0,37976503
1,4280376	1,08644822	0,5496649	1,309527	-0,36356385	-0,71212445	1,58140426
-0,41673867	-0,55247382	-0,39237595	1,02588229	-0,03737634	-0,47416508	0,26541744
-0,12444061	-0,35159411	0,44344314	2,94213164	-0,35159411	1,03404224	0,21628964
-0,65597202	-0,70385889	-0,59611344	-0,72780233	-0,72780233	-0,72780233	-0,46442455
-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873
-1,68462671	-1,20587293	-0,90121143	-0,90665181	-0,47142109	-0,52582493	-1,33644214
-2,55376959	-2,55376959	-2,55376959	-2,55376959	-2,55376959	-2,55376959	0,38306544
-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873
-0,07756519	-0,48687873	0,02967853	0,58734589	-0,37784761	0,12262309	-0,13833663
-1,47022511	-1,47022511	-1,47022511	-1,47022511	-1,47022511	-1,47022511	-1,47022511
-1,53544138	-1,53544138	-1,53544138	0,74295551	-1,53544138	-1,53544138	-1,079762
-0,79129613	-0,79129613	-0,79129613	-1,47378905	-0,79129613	-0,79129613	-1,47378905
-0,18759887	-0,64251114	0,57058826	1,68259604	-0,23814468	1,32877538	1,02550053
-2,49584666	-2,49584666	-2,49584666	-2,49584666	-2,49584666	-2,49584666	0,34836289
-2,22447763	-2,65753797	-1,60582001	-2,81220237	-2,81220237	-0,98716238	0,25015287
-0,15248192	-0,15448769	0,10225053	0,83836715	0,30483303	0,18649276	0,26070615
-0,67145405	-0,67145405	-0,67145405	1,14231408	0,34989111	0,26184411	0,17379711
-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196
-0,61603389	-0,61603389	-0,61603389	-0,61603389	-0,61603389	-0,61603389	-0,14374124
-1,03607404	-1,03607404	-1,03607404	-1,03607404	-1,03607404	-1,03607404	-1,00320548
0,41238997	0,5886723	0,85309581	0,56908538	1,12731279	2,13603951	0,06961875
0,44877563	0,74543036	0,25682257	2,66496096	0,90248287	-3,09363084	0,88503259
0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071
0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071
-0,44976297	-0,44976297	-0,44976297	-0,44976297	-0,44976297	-0,44976297	-0,37716965
3,79864997	-0,58976144	0,02195651	1,86375948	-0,01128903	1,08581382	-0,02458725
-0,24583953	-0,24583953	-0,24583953	-0,24583953	-0,24583953	-0,24583953	-0,24583953
-0,17324225	-0,60338259	0,21070852	1,97168574	-0,03467355	1,66856671	-1,09992043
0,80322517	0,90501128	-0,16374287	0,75233212	-0,82535259	-1,13071092	-1,43606925
-0,53410356	-0,51271559	-0,48872908	-0,11493928	-0,24686509	-0,55589131	-0,33881338
0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053	0,08697053
-2,68284049	-2,68284049	0,19834229	0,19834229	0,19834229	0,19834229	0,19834229
-0,54193027	-0,20498965	-0,20498965	0,00359264	-0,78741557	-0,39752714	1,46366865
-0,25068653	-0,265966	-0,17147451	1,02555169	0,0203231	-0,34558011	0,18518059

Puya	Higuera	Puya	Higuera	Tricahue	Puya	Higuera
Octubre 2016	Octubre 2016	Mayo 2017	Mayo 2017	Mayo 2017	Octubre 2017	Octubre 2017
Captación	Restitución	Captación	Restitución	Captación	Captación	Restitución
0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503	0,37976503
0,68211793	0,68211793	-1,54866987	-1,07462747	-0,70515324	0,41721188	-0,40539113
-0,48808663	-0,20617518	0,26193705	1,38610248	5,64957818	-0,03215576	0,8449021
-0,26073271	0,12542824	-0,12444061	-0,01086386	5,57711224	-0,28344806	-0,01086386
-0,66195788	-0,59611344	-0,59611344	-0,36865081	0,64295929	-0,6020993	-0,47041041
-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873
0,65473838	-1,09706525	0,88867489	0,04541538	-0,15587883	-1,35820368	-0,43877879
0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544	0,38306544
-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873	-1,42187873
-0,26345431	-0,26345431	-0,34710441	-0,12046268	1,38094943	-0,60305943	-0,31707617
-1,47022511	-1,0700455	-1,2034387	-1,1145099	-0,18075746	-1,47022511	-1,47022511
-1,53544138	-1,53544138	-1,53544138	-0,62408263	3,47703177	-1,079762	-0,62408263
-1,47378905	-1,47378905	-1,47378905	-1,47378905	-1,47378905	-0,79129613	-1,47378905
0,72222568	0,67167987	0,23974296	0,37759517	1,80206795	-0,81712394	-0,44951806
0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289	0,34836289
0,25015287	0,25015287	0,25015287	0,25015287	3,34344098	0,25015287	0,25015287
0,68392306	-0,58773343	1,26559559	1,56646069	5,43759166	-0,1966088	0,68392306
-0,09034387	-0,22241437	0,70207909	1,09829058	5,85282839	-0,31046137	0,5700086
-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196	-0,14744196
-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124	-0,14374124
-1,00320548	-1,00320548	-1,00320548	-1,00320548	-0,34583437	-1,00320548	-1,00320548
0,81392196	-0,7432387	0,05003182	0,22631416	-0,36129364	-0,57674983	-0,11645705
0,88503259	0,65817897	-0,59824106	0,74543036	-0,07473271	0,98973426	0,88503259
0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071
0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071	0,98907071
-0,37716965	-0,37716965	-0,37716965	-0,37716965	-0,37716965	-0,37716965	-0,37716965
0,24802619	-1,04522535	0,46744676	-1,2693003	1,77732108	-0,58311233	-1,22940565
-0,24583953	-0,24583953	-0,24583953	-0,21218292	6,62010723	-0,24583953	-0,21218292
-1,19951669	-0,09818421	-0,03323013	0,21070852	-0,0072485	-0,49079552	0,239577
-1,43606925	-0,82535259	-1,33428314	-0,82535259	-0,72356648	2,22823072	-0,62178037
-0,55131388	-0,49772402	-0,47653593	-0,11693815	2,84539599	-0,47293796	-0,31682575
0,08697053	0,08697053	-2,58012566	-1,91335161	3,42084076	-1,91335161	-1,91335161
0,19834229	0,19834229	0,94531561	0,89196037	0,99867084	2,01242034	2,81274889
0,11590618	0,00359264	0,09986139	0,9983697	2,52262487	0,74165304	1,70434052
-0,40307918	-0,22294222	-0,0359697	0,52293739	6,26078216	-0,18876445	0,22136882

Tricahue

Octubre 2017

Captación

0,37976503
1,44198002
1,47311219
0,48887384
-0,33872152
-1,42187873
-0,7760826
0,38306544
-1,42187873
0,30136263
-1,47022511
-1,079762
-0,79129613
0,4235459
0,34836289
0,25015287
0,63177311
0,4379381
-0,14744196
-0,14374124
-1,00320548
-0,65509753
0,67562925
0,98907071
0,98907071
-0,37716965
0,31451727
-0,21218292
0,58599875
0,14161546
-0,15891455
-1,91335161
2,43926223
2,92374465
1,03359351

Sistema	Trichahue	Puya	Helados	Higuera	Trichahue	Puya
Fecha	Octubre 2010	Octubre 2010	Octubre 2010	Octubre 2010	Noviembre 2010	Noviembre 2010
Tipo	Captación	Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación
Codigo	1	2	3	4	5	6
1						
2	4,44572694					
3	4,44089422	3,43043365				
4	5,97570119	5,24209944	5,36225555			
5	4,72774137	1,97569494	4,23168347	5,61772614		
6	5,46959246	2,49597796	3,94063716	5,80764991	2,54579701	
7	5,23693663	3,29797748	2,63704583	5,69930124	4,09255324	2,76343808
8	5,27326492	3,0541184	4,76309027	5,83919889	2,95402672	2,58195437
9	5,28843492	3,73991788	4,78784676	3,20059158	3,86122875	4,68814524
10	5,43443187	4,06682608	4,53686761	3,2344326	4,66198239	5,03935995
11	4,98811958	3,20675815	2,89522815	5,77861393	4,0469392	4,07575508
12	4,56720054	2,2165671	3,57834738	4,28283241	2,76617124	3,36200072
13	5,04108842	3,10769259	5,04889153	5,94440811	2,92160357	3,98624642
14	6,85388493	5,79765691	6,0454522	7,35404799	5,92898869	5,8974476
15	8,32424806	7,36028816	7,36933284	8,76636436	7,69770242	7,64348212
16	6,73920642	5,94156198	6,39336325	7,37055389	6,1522097	6,38846292
17	4,71233796	2,66627978	4,58074358	5,65929452	3,00282607	3,78599125
18	4,98442733	3,13778576	3,48345123	5,71849794	3,85883863	3,80443384
19	7,09107433	5,74657274	5,9123963	7,58593884	6,20898166	6,0837458
20	5,18288884	3,66981257	4,65133256	5,94752935	4,10936534	4,53688429
21	7,09508579	5,49832169	6,94420072	7,70248095	5,58060032	6,0605061
22	5,75579217	3,78603285	4,22866953	6,30313229	4,44550532	4,2226855
23	5,14598445	3,22688601	2,8832253	5,84989187	4,0076545	3,85026437
24	5,20006265	3,09199546	4,23148777	5,86491231	3,51566395	3,62367378
25	8,81323818	9,23049466	9,56920803	9,91331194	8,90953082	9,97395623
26	4,43768188	3,56232456	4,05150301	5,5231262	4,21894412	4,68311542
27	4,95234818	4,14343638	3,19606595	5,81090962	5,07779411	4,88470721
28	4,90982734	3,33151629	4,20416578	5,71165851	3,79979359	3,99811304
29	7,66599464	7,97320182	8,68383714	8,84070265	7,73151821	8,79796183
30	5,27246069	4,26218219	6,13678291	6,39199958	4,70028316	5,84389037
32	10,1251016	10,1266559	10,7655934	10,9341307	9,84216166	10,6334531
33	9,71748181	9,43724491	9,843405	10,7189324	9,50434129	10,3583723
34	9,01672047	8,19726235	8,35614891	9,87408473	8,64178937	9,0618061
36	8,33725368	7,91703921	8,27929767	9,25026583	8,099571	8,4618314
39	10,3602456	10,2448416	10,9372877	11,251174	10,130389	10,6943838
40	8,88144371	8,43068681	8,57520829	9,67908948	8,67452137	8,80292872
41	9,41145911	9,17300413	10,2413313	10,4904591	9,10882116	10,0574917
48	6,61657443	6,45331153	6,51056631	7,6702536	7,16387583	7,46399221
49	6,59060435	6,39836504	6,31667464	7,74199066	6,92927803	7,21048914
50	6,0944471	5,62604658	5,44655105	7,24117183	6,00980955	6,28860736
53	8,3956933	6,55970394	7,33094782	8,14351561	6,75950037	7,13467663
54	8,18069541	6,32675867	7,20138416	7,90779304	6,78404178	6,85849938
55	17,047919	17,2322308	18,3815446	17,6874205	17,4152285	17,7328946

56	8,51540536	6,0159832	6,81386779	8,16124653	6,52748978	5,76367001
57	8,41563431	6,62079959	7,2666476	8,08654621	7,2047964	6,70744244
58	8,61425738	7,0769656	8,1060884	8,41068177	7,64802194	7,56102119

Helados	Higuera	Tricahue	Puya	Helados	Higuera	Tricahue
Noviembre 20	Noviembre 20	Diciembre 20	Diciembre 20	Diciembre 20	Diciembre 20	Enero 2011
Captación	Restitución	Captación	Captación	Captación	Restitución	Captación
7	8	9	10	11	12	13

3,8643012						
4,85095449	4,82148547					
4,8592802	4,63192879	2,60459989				
3,02063186	4,30634835	4,09088395	3,48106165			
3,5358361	2,95877863	2,70561598	2,23603633	2,42971869		
4,61169948	3,21106553	4,57298593	4,79873418	4,36883245	3,11812746	
5,898795	4,39452171	6,86719219	5,89183591	5,69992963	4,91655347	5,49028992
7,28557534	7,46695071	8,2085773	7,55926104	6,92515286	7,02980248	7,5360655
6,39272508	4,56185044	6,82641296	5,80003223	5,87018817	4,96084937	5,484518
4,0330618	3,37319316	4,68323658	5,03894717	4,47997964	3,32734899	2,34434217
2,92445868	3,35868016	4,84627016	4,1381441	2,76988454	2,66103391	3,29917205
5,48736569	6,1869082	6,78042354	6,52313904	5,50855358	5,64609279	6,03159087
4,63493529	3,38988455	5,16603118	4,18735131	3,82023258	3,00859315	3,34286231
6,33798515	6,00013762	6,47319999	7,02645796	6,47837066	5,84566011	3,72493402
3,58962292	4,25089518	5,32327065	4,87417492	3,57599276	3,60975545	3,29951921
2,48132709	4,26464135	4,24921066	3,90889851	1,08168268	2,65853665	4,20286207
3,61374248	2,48822495	4,3677672	3,63399898	2,65109276	1,98990205	3,2542265
9,48391277	9,42652114	9,38621692	10,0848946	9,78043693	9,2898608	8,52229253
4,54722375	3,46765009	5,31877251	4,26157106	4,16269759	3,20318132	3,64687155
3,43284915	4,58329555	5,70051458	4,78549761	3,66886094	3,88223497	4,53616
4,17001523	3,03051499	5,49221799	4,69652961	4,40370988	3,28184013	3,33012824
9,06633156	7,94849028	8,35246071	8,93159847	8,99904994	8,15687583	7,50944219
6,455689	4,69893955	6,01365152	5,68875836	6,10361828	4,66649801	4,15461685
11,1200208	10,0566185	10,5978206	10,8835884	11,0174604	10,2713266	9,81485025
10,1043257	10,0639417	10,0967012	10,3703904	9,93164805	9,62984572	9,36081206
8,59095596	9,07965094	9,33702526	9,15613167	8,42367832	8,3838423	8,65704196
8,18704281	8,08170319	8,82285225	8,67340408	8,24759608	7,93997643	8,00717868
10,7818972	10,2852272	11,2340251	11,5978174	11,4803726	10,6700866	9,94820362
8,61251721	8,39848958	9,50519071	9,0236504	8,65183619	8,38124191	8,39015822
10,1735736	9,0517291	9,48295491	9,25043187	9,2323921	8,76268382	8,54498986
6,89250143	7,11958162	7,69798812	7,43641292	7,16029953	6,78004103	7,3220096
6,62842031	6,78338684	7,66583887	7,15580097	6,71270844	6,48092283	6,39643156
5,72338685	6,36390895	6,82307507	6,7249706	5,96690682	5,81473824	6,45297774
7,45968512	6,68632792	7,62968285	7,24402518	7,1516788	6,60780997	6,49145296
7,22208307	6,50783828	7,86301289	7,40429399	7,44664396	6,65278055	6,8187863
18,3343354	16,998924	17,7552992	17,8264499	18,4886711	17,516041	17,4141126

5,73186529	6,30100477	7,70786155	7,87000015	7,05781626	6,7282585	7,05148225
6,86558453	6,6083575	8,17665954	7,80091289	7,66151588	7,06104601	7,44290904
7,69281579	7,29695561	8,37462668	8,637428	8,62048175	7,80851126	7,90482599

Puya	Helados	Higuera	Tricahue	Puya	Helados	Higuera
Enero 2011	Enero 2011	Enero 2011	Febrero 2011	Febrero 2011	Febrero 2011	Febrero 2011
Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación	Captación	Restitución
14	15	16	17	18	19	20

8,08174373						
1,47412311	8,28945914					
5,8056898	7,51905993	5,88021781				
4,58067485	6,66059973	4,93274089	2,85656175			
7,24141912	8,358852	7,53907941	5,73774797	5,05142744		
4,31536075	7,10183738	4,223588	3,64759975	2,80529231	6,0004078	
7,82447853	9,10395363	7,90436719	5,12997734	5,87008806	7,57616588	6,36290345
5,1535415	7,17972509	5,66836931	3,91450177	2,73748054	5,59468062	4,05480828
5,64394272	6,88207931	5,97254069	4,13467724	2,30709995	5,22925204	3,89798237
3,82845781	6,91758929	3,90314324	3,70688311	2,31498854	5,62541425	2,55926315
10,4895043	11,6634119	10,2605402	7,86690353	9,11205466	10,3292943	9,43734929
4,52127768	7,16155225	4,38326788	3,31107531	2,85399714	6,0964848	2,82089919
5,29997078	6,99064649	5,5897224	3,78580829	2,18404633	5,53963704	3,82441312
4,33888152	7,10601963	4,57166866	2,81380549	2,4721707	5,84499008	2,94156596
9,62628101	10,9548074	9,32823496	7,11388803	8,31349341	9,88199352	8,26208013
6,58575884	8,36710113	6,24208687	3,53179447	4,88801001	7,31224994	4,67654848
11,4006242	12,5500932	11,2352814	9,67502794	10,486632	11,7830223	10,2938337
10,8092191	11,8364674	10,7176199	8,68212044	9,13158846	11,0803017	9,89361938
9,61502484	10,6287276	9,70958817	7,96951617	7,79081888	9,91414797	8,94612721
9,24578039	10,4755833	9,14823201	7,54177251	7,61353772	9,90799507	8,3927232
10,9268223	12,9124012	10,8882712	9,34044581	10,3114284	12,1716726	10,5939243
9,10262473	10,6396506	9,02673661	8,17767335	7,97628438	10,2574885	8,4287593
10,2231355	11,4116199	9,69134714	8,80336916	9,04791426	11,15984	8,92566822
8,08539252	9,728849	7,8409777	6,30749316	6,48596898	9,14943395	6,74335897
7,78789596	9,20972542	7,62672104	6,0523877	5,88735646	8,75188793	6,20380884
7,67593933	9,03665181	7,62363029	5,73567157	5,64723682	8,38955894	6,10350694
8,16358734	9,72914667	7,88122971	6,86603524	6,93960113	9,47117881	6,34431166
7,56818546	9,78292157	7,42433788	6,67412343	6,85928692	9,43031505	6,32352923
16,7938411	19,5849241	16,4751851	17,4128155	18,0092964	19,1619301	17,0211678

8,42047131	9,62081546	8,66441326	6,08097214	6,32025105	8,68297968	7,13912173
8,22302059	10,0370939	8,13268494	7,00676371	7,1999317	9,58534152	7,02819249
9,20093225	10,9352609	8,92161759	7,07009133	8,00249775	10,1851323	7,94901017

Tricahue	Puya	Helados	Higuera	Tricahue	Puya	Helados
Marzo 2011	Marzo 2011	Marzo 2011	Marzo 2011	Abril 2011	Abril 2011	Abril 2011
Captación	Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación	Captación
21	22	23	24	25	26	27

4,28707497						
6,22477224	3,17940641					
6,03630272	3,45574302	2,71440878				
9,48109192	9,60340134	9,54578138	9,51235268			
6,50860052	4,24117203	4,29931724	3,2509656	8,91933121		
6,70236439	3,65217674	3,31594793	3,83780606	8,96397063	2,69450733	
6,18059546	3,8252258	4,23646512	3,19326674	8,99511564	1,58867128	2,75233555
8,97624257	9,01185834	8,98168974	8,60151962	8,78613977	7,60699767	8,37815118
6,59995581	5,84570565	6,24988761	5,14740623	8,81477808	3,10268725	5,07091954
11,1403373	11,0068717	11,0472045	10,613649	11,6090119	9,84951099	10,6042391
10,9969857	10,3027762	9,73071175	9,78680214	11,4091704	9,32120588	9,26568386
10,1623458	8,83017107	8,2116744	8,50974324	11,5181392	8,13761486	7,8168204
9,72375073	8,73449742	8,16045649	7,92932933	10,6254518	7,49402525	7,66636208
11,3218072	10,9441779	11,2146883	10,7024568	10,9611121	9,91300717	10,2895123
10,1262084	8,95562191	8,58725089	8,20731575	11,6024707	7,72113048	7,92385494
10,3735569	10,0164711	9,43487262	8,61228326	11,3321859	8,5973198	9,52793116
9,23183372	7,89441574	7,19656664	6,99311957	10,0065059	5,78656829	6,11048784
7,92135895	6,91920711	6,68999308	6,49314149	10,098297	5,29970108	5,44428822
8,51208837	7,05543797	5,94145009	6,0580373	9,69924366	5,50595799	5,60154097
8,13775728	7,6145598	7,33867907	6,56829357	11,033193	6,22496707	7,10785884
8,57040314	7,55368155	7,51353534	6,61986241	10,7450042	5,97159959	6,86542143
18,161776	18,0375068	18,5235799	17,3891837	18,8541532	17,2474828	18,1437082

8,69834279	7,34725674	6,76319549	6,70733672	10,8111471	6,89674874	6,70890437
9,13043983	7,94956739	7,74197563	7,02968815	10,9926797	6,48929661	7,15829308
9,31033535	8,88409055	8,62663024	7,97015792	10,1027607	7,35654155	8,03472944

Higuera	Trichahue	Puya	Higuera	Trichahue	Puya	Higuera
Abril 2011	Abril 2014	Abril 2014	Abril 2014	Octubre 2014	Octubre 2014	Octubre 2014
Restitución	Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación	Restitución
28	29	30	32	33	34	36

7,86696355						
3,45867396	6,94609105					
9,97100829	7,44372587	9,46170809				
9,39236775	11,2748603	9,35619745	12,7490078			
7,96845005	11,4364752	8,53816844	12,7614763	4,64688745		
7,52495473	10,5371225	7,80780056	12,0137772	5,17164621	3,96052975	
9,70483117	11,4008379	9,68604383	12,9523724	7,07173826	7,57974998	6,01410414
7,7353163	11,3112	8,40357567	12,4818374	5,74406665	4,24827986	2,56504378
9,00729436	10,9759624	8,43447081	12,3870606	7,10443706	7,22344401	4,5919254
6,16051989	9,24412939	6,15894398	11,0350122	8,34573738	7,29917646	6,3647873
5,62425879	9,35645667	6,06080008	10,929791	8,288933	7,20688554	6,18380894
5,5934042	9,28205206	6,40323017	10,9701549	8,45031491	6,83813883	5,98703797
6,51238142	10,0786644	6,74419343	11,2895703	9,52851108	8,72471348	7,27998368
5,93584728	10,0725304	6,35854273	11,3546804	10,0732699	8,48650996	7,26831065
17,2887627	18,2912627	16,9763382	19,4126006	19,6273661	19,78606	18,5299239

6,41527999	10,5376409	7,5140532	11,8540456	9,2263586	7,81797341	7,12836864
6,49737476	10,5980984	7,05951826	11,7895671	10,4972646	8,97134041	7,40401911
7,44533413	9,79903484	7,17392702	11,5276279	9,91629567	9,22630877	7,69049861

Trichahue	Puya	Higuera	Trichahue	Puya	Higuera	Puya
Abril 2015	Abril 2015	Mayo 2015	Octubre 2016	Octubre 2016	Octubre 2016	Mayo 2017
Captación	Captación	Restitución	Captación	Captación	Restitución	Captación
39	40	41	48	49	50	53

6,42339751						
7,92130226	5,464359					
8,587392	7,1319056	8,29725947				
9,08042556	6,56190107	7,81987063	3,00298271			
8,90738271	6,74445421	7,96486624	2,82018967	3,2987198		
9,79434858	7,30757077	7,59834332	5,50460263	4,34835311	5,11637968	
8,99965839	7,29687635	8,45998172	4,70554106	4,66301901	4,64640619	3,20771772
16,3884671	18,7139127	18,3057128	16,5254871	17,372863	17,5668194	17,1069829

9,52482672	7,80719654	9,43533635	5,36133029	5,71114195	4,61848937	5,74917055
9,37196372	7,64845032	8,95012069	4,76788742	5,14635719	4,67384936	4,1784697
8,70976481	8,48284385	9,25427085	4,58635105	5,9590562	5,41677174	5,64774188

Higuera	Tricahue	Puya	Higuera	Tricahue
Mayo 2017	Mayo 2017	Octubre 2017	Octubre 2017	Octubre 2017
Restitución	Captación	Captación	Restitución	Captación
54	55	56	57	58

5,18043068	18,2319625		
2,71889769	16,6829852	3,98514204	
4,50399319	15,9773844	4,57010538	3,42901408

Sistema	Fecha	Tipo	Codigo	Parameters
Tricahue	Octubre 2010	Captación	1	Cluster mode: Group average
Puya	Octubre 2010	Captación	2	
Helados	Octubre 2010	Captación	3	
Higuera	Octubre 2010	Restitución	4	
Tricahue	Noviembre 2010	Captación	5	
Puya	Noviembre 2010	Captación	6	
Helados	Noviembre 2010	Captación	7	
Higuera	Noviembre 2010	Restitución	8	
Tricahue	Diciembre 2010	Captación	9	
Puya	Diciembre 2010	Captación	10	
Helados	Diciembre 2010	Captación	11	
Higuera	Diciembre 2010	Restitución	12	
Tricahue	Enero 2011	Captación	13	
Puya	Enero 2011	Captación	14	
Helados	Enero 2011	Captación	15	
Higuera	Enero 2011	Restitución	16	
Tricahue	Febrero 2011	Captación	17	
Puya	Febrero 2011	Captación	18	
Helados	Febrero 2011	Captación	19	
Higuera	Febrero 2011	Restitución	20	
Tricahue	Marzo 2011	Captación	21	
Puya	Marzo 2011	Captación	22	
Helados	Marzo 2011	Captación	23	
Higuera	Marzo 2011	Restitución	24	
Tricahue	Abril 2011	Captación	25	
Puya	Abril 2011	Captación	26	
Helados	Abril 2011	Captación	27	
Higuera	Abril 2011	Restitución	28	
Tricahue	Abril 2014	Captación	29	
Puya	Abril 2014	Captación	30	
Higuera	Abril 2014	Restitución	32	
Tricahue	Octubre 2014	Captación	33	
Puya	Octubre 2014	Captación	34	
Higuera	Octubre 2014	Restitución	36	
Tricahue	Abril 2015	Captación	39	
Puya	Abril 2015	Captación	40	
Higuera	Mayo 2015	Restitución	41	
Tricahue	Octubre 2016	Captación	48	
Puya	Octubre 2016	Captación	49	
Higuera	Octubre 2016	Restitución	50	
Puya	Mayo 2017	Captación	53	
Higuera	Mayo 2017	Restitución	54	
Tricahue	Mayo 2017	Captación	55	
Puya	Octubre 2017	Captación	56	
Higuera	Octubre 2017	Restitución	57	
Tricahue	Octubre 2017	Captación	58	

Combinaciones

11+23 -> 47 at 1,08
14+16 -> 48 at 1,47
26+28 -> 49 at 1,59
2+5 -> 50 at 1,98
12+24 -> 51 at 1,99
18+27 -> 52 at 2,18
13+17 -> 53 at 2,34
6+50 -> 54 at 2,52
34+36 -> 55 at 2,57
9+10 -> 56 at 2,6
47+51 -> 57 at 2,61
3+7 -> 58 at 2,64
49+52 -> 59 at 2,69
42+45 -> 60 at 2,72
38+40 -> 61 at 2,82
8+54 -> 62 at 2,86
20+59 -> 63 at 3,1
39+61 -> 64 at 3,15
4+56 -> 65 at 3,22
53+62 -> 66 at 3,26
57+58 -> 67 at 3,28
63+67 -> 68 at 3,58
22+68 -> 69 at 3,65
41+60 -> 70 at 3,69
66+69 -> 71 at 3,77
33+55 -> 72 at 4,1
46+70 -> 73 at 4,53
44+73 -> 74 at 4,87
65+71 -> 75 at 4,87
64+74 -> 76 at 5,02
1+75 -> 77 at 5,06
30+77 -> 78 at 5,11
32+72 -> 79 at 5,19
48+78 -> 80 at 5,59
37+79 -> 81 at 6,1
19+80 -> 82 at 6,14
21+82 -> 83 at 6,31
35+81 -> 84 at 7
76+83 -> 85 at 7,17
29+31 -> 86 at 7,44
15+85 -> 87 at 8,08
84+87 -> 88 at 9,11
25+88 -> 89 at 9,91
86+89 -> 90 at 10,1
43+90 -> 91 at 17,76

Eigenvalues

PC	Eigenvalues	%Variacion explicada	Cum.%Variacion explicada
1	8,36	25,3	25,3
2	6,79	20,6	45,9
3	3,72	11,3	57,2
4	2,83	8,6	65,8
5	1,71	5,2	70,9

Eigenvectors

(Coeficientes en la combinación lineal de las variables de los componentes principales)

Variable	PC1	PC2	PC3
Aceites y grasas emulsificadas	0,202	0,228	0,080
Alcalinidad Total (CaCO ₃)	-0,067	-0,113	-0,176
Aluminio (Al)	-0,216	0,270	0,108
Arsénico (ABs))	-0,255	0,207	-0,034
Bario	0,102	0,118	-0,001
Berilio (Be)	0,306	0,111	-0,132
Boro (B)	0,142	0,104	-0,032
Cadmio (Cd)	0,200	0,233	0,075
Cianuro (CN)	0,306	0,111	-0,132
Cloruros	-0,066	0,075	-0,301
Cobalto (Co)	0,275	0,162	-0,028
Cobre (Cu)	0,090	0,311	-0,069
Color verdadero	0,235	0,065	-0,306
Conductividad específica a 25°C	-0,184	0,067	-0,352
Cromo (Cr)	0,199	0,230	0,080
Litio (Li)	0,089	0,328	0,068
Magnesio (Mg)	-0,262	0,214	-0,013
Manganeso (Mn)	-0,222	0,273	0,057
Mercurio (Hg)	0,007	0,019	-0,286
Molibdeno (Mo)	0,046	0,068	-0,358
Níquel (Ni)	0,221	0,101	-0,072
Oxígeno disuelto	-0,091	-0,082	-0,040
pH	-0,124	-0,049	-0,041
Plata (Ag)	0,000	0,000	0,000
Plomo (Pb)	0,000	0,000	0,000
Selenio (Se)	0,112	0,021	0,023
Sólidos disueltos totales	-0,167	0,012	-0,349
Sólidos sedimentables	-0,156	0,304	0,012
Sulfato (So ₄ =)	-0,100	0,008	-0,379
Temperatura	0,085	-0,039	0,012
Turbiedad (NTU)	-0,029	0,211	0,084
Vanadio (V)	-0,002	0,164	-0,154
Fósforo (P) total	-0,074	0,103	0,246
Silicio (Si)	-0,181	0,139	-0,026
Sólidos Suspendidos Totales	-0,218	0,279	0,051

PC4	PC5
-0,277	0,054
-0,037	0,497
0,037	-0,014
0,141	0,061
0,036	0,052
0,106	0,007
0,016	0,035
-0,281	0,051
0,106	0,007
-0,034	0,400
0,182	0,121
0,206	0,029
-0,003	-0,140
-0,163	-0,066
-0,265	0,034
-0,170	0,020
-0,041	-0,019
0,066	-0,039
-0,195	-0,354
-0,256	-0,274
0,128	0,066
0,168	-0,300
-0,157	0,153
0,000	0,000
0,000	0,000
0,077	-0,106
0,095	0,005
0,152	0,022
-0,088	0,160
0,098	0,351
0,205	-0,213
0,344	0,032
-0,308	0,104
-0,309	0,005
0,103	0,016

Sistema	Fecha	Tipo	Codigo	SCORE1	SCORE2	SCORE3
Trichahue	Octubre 2010	Captación	1	1,19	0,88	-1,27
Puya	Octubre 2010	Captación	2	1,59	0,607	0,337
Helados	Octubre 2010	Captación	3	2,34	-0,209	0,872
Higuera	Octubre 2010	Restitución	4	1,82	1,04	2,72E-02
Trichahue	Noviembre 2010	Captación	5	1,64	0,608	-0,387
Puya	Noviembre 2010	Captación	6	2,07	0,633	1,02
Helados	Noviembre 2010	Captación	7	2,39	-0,123	1,34
Higuera	Noviembre 2010	Restitución	8	1,5	1,12	0,318
Trichahue	Diciembre 2010	Captación	9	2,23	0,776	-0,212
Puya	Diciembre 2010	Captación	10	2,38	0,687	0,761
Helados	Diciembre 2010	Captación	11	2,77	-0,231	1,11
Higuera	Diciembre 2010	Restitución	12	2,08	0,542	0,459
Trichahue	Enero 2011	Captación	13	1,59	0,549	-0,785
Puya	Enero 2011	Captación	14	1,45	1,75	1,03
Helados	Enero 2011	Captación	15	3,15	-0,193	1,13
Higuera	Enero 2011	Restitución	16	1,02	1,9	0,68
Trichahue	Febrero 2011	Captación	17	1,18	0,164	-0,944
Puya	Febrero 2011	Captación	18	2,07	-0,21	0,539
Helados	Febrero 2011	Captación	19	3,47	6,29E-02	0,263
Higuera	Febrero 2011	Restitución	20	1,57	1,05	0,494
Trichahue	Marzo 2011	Captación	21	2,13	0,817	-0,928
Puya	Marzo 2011	Captación	22	2,69	0,476	0,649
Helados	Marzo 2011	Captación	23	2,76	-0,355	1,02
Higuera	Marzo 2011	Restitución	24	1,92	0,619	0,904
Trichahue	Abril 2011	Captación	25	9,72E-02	0,193	-4,97
Puya	Abril 2011	Captación	26	1,09	0,39	-2,70E-02
Helados	Abril 2011	Captación	27	1,78	-0,411	0,464
Higuera	Abril 2011	Restitución	28	1,2	0,375	0,149
Trichahue	Abril 2014	Captación	29	0,745	1,12	-6,05
Puya	Abril 2014	Captación	30	0,201	0,599	-1,39
Higuera	Abril 2014	Restitución	32	0,377	0,836	-7,07
Trichahue	Octubre 2014	Captación	33	-3,94	-5,18	-1,85
Puya	Octubre 2014	Captación	34	-2,83	-5,2	0,184
Higuera	Octubre 2014	Restitución	36	-3,87	-4,21	-0,143
Trichahue	Abril 2015	Captación	39	-6,77	-2,02	-2,01
Puya	Abril 2015	Captación	40	-3,92	-4,31	0,553
Higuera	Mayo 2015	Restitución	41	-4,23	-3,38	-1,02
Trichahue	Octubre 2016	Captación	48	-2,88	-0,721	1,02
Puya	Octubre 2016	Captación	49	-2,03	-1,35	1,11
Higuera	Octubre 2016	Restitución	50	-1,64	-1,46	1,33
Puya	Mayo 2017	Captación	53	-2,22	-0,587	1,99
Higuera	Mayo 2017	Restitución	54	-2,89	0,475	2,26
Trichahue	Mayo 2017	Captación	55	-9,59	13,2	0,461
Puya	Octubre 2017	Captación	56	-1,39	-1,61	2,54
Higuera	Octubre 2017	Restitución	57	-2,66	-8,50E-02	2,85

Trichahue	Octubre 2017	Captación	58	-3,64	0,356	1,21
-----------	--------------	-----------	----	-------	-------	------

SCORE4	SCORE5
0,687	0,596
-0,13	0,491
-0,186	0,682
-0,304	0,688
-4,00E-02	0,473
-0,395	0,585
-0,174	1,3
7,75E-02	-0,518
0,252	0,706
0,577	-0,658
0,647	-4,91E-02
0,492	-0,264
0,475	0,147
1,89	-1,74
1,29	-1,27
1,75	-2
1,72E-02	0,991
0,748	-1,40E-02
1,31	0,922
0,487	-1,04
0,362	1,4
1,07	0,414
0,778	0,407
0,912	-0,763
-0,552	5,09
6,62E-02	-0,868
0,335	0,23
0,176	-0,507
-2,01	-0,58
-0,546	-0,595
-3,67	-4,01
2,8	0,335
2,2	9,06E-03
1,33	-0,202
2,09	1,51
1,83	-1,19
1,93	-1,81
-2,19	0,225
-1,83	-0,431
-1,98	0,419
-2,59	-1,33
-2,58	-0,711
2,74	0,253
-2,89	1,22
-3,5	1,83E-02

-3,75

1,45

Agua destinada a recreación con contacto directo - Tabla 3 punto 7.2 de la NCh 1333

Ensayo	Muestra	Límite Máximo NCh 1333 Of.78	Metodología
Desechos flotantes, aceites, espuma y otros sólidos	Ausencia	Ausencia	Observación visual
Sólidos flotantes visibles y espuma no naturales	Ausencia	Ausencia	Observación visual
Aceites y/o Grasas, mg/l	<10	10	NCh 2313/6. Of1997
Color, Escala Platino Cobalto	<10	100	St. Meth. 2120 B (*)
Turbiedad, mg/l SiO ₂	85	50	St. Meth. 2130 B (*)
Claridad, mínimo	(***)	Visualización de discos Secchi a 1,20 m de profundidad	Disco Secchi
Aceites flotantes y Grasas, mg/l	<5	5	Visual en terreno

ANÁLISIS ADICIONALES

Análisis	Muestra	Metodología
Sólidos Totales Suspendidos, mg/l	43	St. Meth. 2540-D (*)
Hidrocarburos Volátiles, mg/l	<0,05	NCh 2313/7. Of1997
Sólidos Sedimentables, ml/l/h	<0,5	St. Meth. 2540 F (*)
Sílice Iónica, mg/l	28	St. Meth. 4500-Si-D (*)
Alcalinidad Total como CaCO ₃ , mg/l	57	St. Meth. 2320-B (*)
Fósforo Total, mg/l	<0,5	St. Meth. 4500-P C (*)
Hidrocarburos Fijos, mg/l	<10	NCh 2313/7. Of1997
Hidrocarburos Totales, mg/l	<10	NCh 2313/7. Of1997
Nitrato, mg/l	0,9	St. Meth 4110 – B (*)
Calcio, mg/l	18	St. Meth. 3111-B (*)
Potasio, mg/l	1,5	St. Meth. 3111-B (*)
Oxígeno Disuelto, mg/l (**)	8,9	St. Meth. 4500 O G (*)
Magnesio, mg/l	3,7	St. Meth. 3111-B (*)



FECHA Y HORA DE ANALISIS

Análisis	Fecha y Hora Inicio	Fecha y Hora Termino
Aluminio	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Arsénico	22.10.12 / 08:15 h	26.10.12 / 15:00 h
Bario	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Berilio	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Boro	17.10.12 / 08:20 h	25.10.12 / 10:09 h
Cadmio	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Cianuro	19.10.12 / 10:00 h	19.10.12 / 18:00 h
Cloruro	22.10.12 / 08:15 h	22.10.12 / 16:15 h
Cobalto	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Cobre	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Mercurio	19.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 18:00 h
Plomo	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Sulfatos	18.10.12 / 09:00 h	18.10.12 / 17:00 h
Conductividad	12.10.12 / 14:15 h	12.10.12 / 15:15 h
Sólidos Totales Disueltos	12.10.12 / 10:30 h	12.10.12 / 14:30 h
Coliformes Fecales	12.10.12 / 07:10 h	17.10.12 / 11:00 h
Aceites y/o Grasas	18.10.12 / 16:30 h	22.10.12 / 12:00 h
Color, Escala Platino Cobalto	12.10.12 / 07:30 h	12.10.12 / 08:30 h
Turbiedad	12.10.12 / 07:30 h	12.10.12 / 08:30 h
Sólidos Totales Suspendidos	12.10.12 / 10:30 h	12.10.12 / 14:30 h
Hidrocarburos Volátiles	12.10.12 / 09:00 h	13.10.12 / 10:00 h
Sólidos Sedimentables	12.10.12 / 08:00 h	12.10.12 / 09:00 h
Sílice Iónica	17.10.12 / 08:30 h	24.10.12 / 12:00 h
Alcalinidad Total	31.10.12 / 07:00 h	31.10.12 / 18:00 h
Fósforo Total	17.10.12 / 09:30 h	17.10.12 / 16:30 h
Hidrocarburos Fijos	18.10.12 / 16:30 h	22.10.12 / 12:00 h
Nitrato	16.10.12 / 08:00 h	16.10.12 / 17:00 h
Calcio	18.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 20:30 h
Potasio	18.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 20:30 h
Magnesio	18.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 20:30 h

Notas:

- (*) : Standard Methods For The Examination The Water And Wastewater, on line
- (**) : Medición de terreno
- (***) : No se pudo realizar debido a las características del punto de muestreo

Date: 12/11/12 Number: OTH-LH-HIC-12-1946
 File Reference:

Name	Action	Info	Inicial/Date
C. VIDELA	X		
F. MADRINE		X	
P. LEIVA		X	

Eugenia Barros M.
 Jefe Departamento
 División Química y Alimentos

Agua destinada a recreación con contacto directo - Tabla 3 punto 7.2 de la NCh 1333

Ensayo	Muestra	Límite Máximo NCh 1333 Of.78	Metodología
Desechos flotantes, aceites, espuma y otros sólidos	Ausencia	Ausencia	Observación visual
Sólidos flotantes visibles y espuma no naturales	Ausencia	Ausencia	Observación visual
Aceites y/o Grasas, mg/l	<10	10	NCh 2313/6. Of1997
Color, Escala Platino Cobalto	<10	100	St. Meth. 2120 B (*)
Turbiedad, mg/l SiO ₂	3683	50	St. Meth. 2130 B (*)
Claridad, mínimo	(***)	Visualización de discos Secchi a 1,20 m de profundidad	Disco Secchi
Aceites flotantes y Grasas, mg/l	<5	5	Visual en terreno

ANÁLISIS ADICIONALES

Análisis	Muestra	Metodología
Sólidos Totales Suspendidos, mg/l	471	St. Meth. 2540-D (*)
Hidrocarburos Volátiles, mg/l	<0,05	NCh 2313/7. Of1997
Sólidos Sedimentables, ml/l/h	0,5	St. Meth. 2540 F (*)
Sílice Iónica, mg/l	29	St. Meth. 4500-Si-D (*)
Alcalinidad Total como CaCO ₃ , mg/l	44	St. Meth. 2320-B (*)
Fósforo Total, mg/l	0,5	St. Meth. 4500-P C (*)
Hidrocarburos Fijos, mg/l	<10	NCh 2313/7. Of1997
Hidrocarburos Totales, mg/l	<10	NCh 2313/7. Of1997
Nitrato, mg/l	1,0	St. Meth 4110 - B (*)
Calcio, mg/l	18	St. Meth. 3111-B (*)
Potasio, mg/l	1,4	St. Meth. 3111-B (*)
Oxígeno Disuelto, mg/l (**)	8,9	St. Meth. 4500 O G (*)
Magnesio, mg/l	3,9	St. Meth. 3111-B (*)



FECHA Y HORA DE ANALISIS

Análisis	Fecha y Hora Inicio	Fecha y Hora Termino
Aluminio	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Arsénico	22.10.12 / 08:15 h	26.10.12 / 15:00 h
Bario	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Berilio	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Boro	17.10.12 / 08:20 h	25.10.12 / 10:09 h
Cadmio	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Cianuro	19.10.12 / 10:00 h	19.10.12 / 18:00 h
Cloruro	22.10.12 / 08:15 h	22.10.12 / 16:15 h
Cobalto	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Cobre	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Mercurio	19.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 18:00 h
Plomo	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Sulfatos	18.10.12 / 09:00 h	18.10.12 / 17:00 h
Conductividad	12.10.12 / 14:15 h	12.10.12 / 15:15 h
Sólidos Totales Disueltos	12.10.12 / 10:30 h	12.10.12 / 14:30 h
Coliformes Fecales	12.10.12 / 07:10 h	17.10.12 / 11:00 h
Aceites y/o Grasas	18.10.12 / 16:30 h	22.10.12 / 12:00 h
Color, Escala Platino Cobalto	12.10.12 / 07:30 h	12.10.12 / 08:30 h
Turbiedad	12.10.12 / 07:30 h	12.10.12 / 08:30 h
Sólidos Totales Suspendidos	12.10.12 / 08:30 h	12.10.12 / 12:30 h
Hidrocarburos Volátiles	12.10.12 / 09:00 h	13.10.12 / 10:00 h
Sólidos Sedimentables	12.10.12 / 08:00 h	12.10.12 / 09:00 h
Sílice Iónica	17.10.12 / 08:30 h	24.10.12 / 12:00 h
Alcalinidad Total	31.10.12 / 07:00 h	31.10.12 / 18:00 h
Fósforo Total	17.10.12 / 09:30 h	17.10.12 / 16:30 h
Hidrocarburos Fijos	18.10.12 / 16:30 h	22.10.12 / 12:00 h
Nitrato	16.10.12 / 08:00 h	16.10.12 / 17:00 h
Calcio	18.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 20:30 h
Potasio	18.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 20:30 h
Magnesio	18.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 20:30 h

Notas:

- (*) : Standard Methods For The Examination The Water And Wastewater, on line
- (**) : Medición de terreno
- (***) : No se pudo realizar debido a las características del punto de muestreo

TINGUIRIRICA ENERGIA

Date: 12/11/12

Number: OTH-LR-HLC-12-1945

File Reference:

Name	Action	Info	Inicial/Date
C. VIDELA	+		
P. MARTINEZ		✓	
P. LETUA		↓	

Eugenia Barros M.
Jefe Departamento
División Química y Alimentos

Agua destinada a recreación con contacto directo - Tabla 3 punto 7.2 de la NCh 1333

Ensayo	Muestra	Límite Máximo NCh 1333 Of.78	Metodología
Desechos flotantes, aceites, espuma y otros sólidos	Ausencia	Ausencia	Observación visual
Sólidos flotantes visibles y espuma no naturales	Ausencia	Ausencia	Observación visual
Aceites y/o Grasas, mg/l	<10	10	NCh 2313/6. Of1997
Color, Escala Platino Cobalto	<10	100	St. Meth. 2120 B (*)
Turbiedad, mg/l SiO ₂	825	50	St. Meth. 2130 B (*)
Claridad, mínimo	(***)	Visualización de discos Secchi a 1,20 m de profundidad	Disco Secchi
Aceites flotantes y Grasas, mg/l	<5	5	Visual en terreno

ANÁLISIS ADICIONALES

Análisis	Muestra	Metodología
Sólidos Totales Suspendidos, mg/l	109	St. Meth. 2540-D (*)
Hidrocarburos Volátiles, mg/l	<0,05	NCh 2313/7. Of1997
Sólidos Sedimentables, ml/l/h	<0,5	St. Meth. 2540 F (*)
Sílice Iónica, mg/l	20	St. Meth. 4500-Si-D (*)
Alcalinidad Total como CaCO ₃ , mg/l	34	St. Meth. 2320-B (*)
Fósforo Total, mg/l	<0,5	St. Meth. 4500-P C (*)
Hidrocarburos Fijos, mg/l	<10	NCh 2313/7. Of1997
Hidrocarburos Totales, mg/l	<10	NCh 2313/7. Of1997
Nitrato, mg/l	1,7	St. Meth 4110 - B (*)
Calcio, mg/l	83	St. Meth. 3111-B (*)
Potasio, mg/l	4,4	St. Meth. 3111-B (*)
Oxígeno Disuelto, mg/l (**)	9,2	St. Meth. 4500 O G (*)
Magnesio, mg/l	6,2	St. Meth. 3111-B (*)



FECHA Y HORA DE ANALISIS

Análisis	Fecha y Hora Inicio	Fecha y Hora Termino
Aluminio	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Arsénico	22.10.12 / 08:15 h	26.10.12 / 15:00 h
Bario	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Berilio	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Boro	17.10.12 / 08:20 h	25.10.12 / 10:09 h
Cadmio	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Cianuro	19.10.12 / 10:00 h	19.10.12 / 18:00 h
Cloruro	22.10.12 / 08:15 h	22.10.12 / 16:15 h
Cobalto	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Cobre	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Mercurio	19.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 18:00 h
Plomo	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Sulfatos	18.10.12 / 09:00 h	18.10.12 / 17:00 h
Conductividad	12.10.12 / 14:15 h	12.10.12 / 15:15 h
Sólidos Totales Disueltos	12.10.12 / 10:30 h	12.10.12 / 14:30 h
Coliformes Fecales	12.10.12 / 07:10 h	17.10.12 / 11:00 h
Aceites y/o Grasas	18.10.12 / 16:30 h	22.10.12 / 12:00 h
Color, Escala Platino Cobalto	12.10.12 / 07:30 h	12.10.12 / 08:30 h
Turbiedad	12.10.12 / 07:30 h	12.10.12 / 08:30 h
Sólidos Totales Suspendidos	12.10.12 / 10:30 h	12.10.12 / 14:30 h
Hidrocarburos Volátiles	12.10.12 / 09:00 h	13.10.12 / 10:00 h
Sólidos Sedimentables	12.10.12 / 08:00 h	12.10.12 / 09:00 h
Sílice Iónica	17.10.12 / 08:30 h	24.10.12 / 12:00 h
Alcalinidad Total	31.10.12 / 07:00 h	31.10.12 / 18:00 h
Fósforo Total	17.10.12 / 09:30 h	17.10.12 / 16:30 h
Hidrocarburos Fijos	18.10.12 / 16:30 h	22.10.12 / 12:00 h
Nitrato	16.10.12 / 08:00 h	16.10.12 / 17:00 h
Calcio	18.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 20:30 h
Potasio	18.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 20:30 h
Magnesio	18.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 20:30 h

Notas:

- (*) : Standard Methods For The Examination The Water And Wastewater, on line
- (**) : Medición de terreno
- (***) : No se pudo realizar debido a las características del punto de muestreo

Date: 12/11/12 Number: 044-LH-HLC-12-1947

File Reference:

Name	Action	Info	Inicial/Date
C. VIDELA	x		
F. MARTINEZ		<	
P. LEIVA		x	


Eugenia Barros M.
Jefe Departamento
División Química y Alimentos

COPIA

Coordenadas HLC

Punto de muestreo	Norte	Este
Bocatoma Tinguiririca	6.135.180	362.423
Bocatoma El Ciruelo	6.136.264	361,719
Bocatoma La Gloria	6.137.558	361.060
Restitución HLC	6.144.353	357.706
Bocatoma Los Humos	6.147.895	365,558
Bocatoma Azufre	6.148.192	365,718
Bocatoma Riquelme	6.147.242	365,119
Bocatoma Portillo	6.151.397	367,353

Coordenadas HLC

Punto de muestreo	Norte	Este
Bocatoma Tinguiririca	6.135.180	362.423
Bocatoma El Ciruelo	6.136.264	361,719
Bocatoma La Gloria	6.137.558	361.060
Restitución HLC	6.144.353	357.706
Bocatoma Los Humos	6.147.895	365,558
Bocatoma Azufre	6.148.192	365,718
Bocatoma Riquelme	6.147.242	365,119
Bocatoma Portillo	6.151.397	367,353

REPÚBLICA DE CHILE
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
 DEPTO. ADM. RECURSOS HÍDRICOS
 EXPEDIENTE N° 0602-2014
 MVR/FCU/SVF/mag



M.O.P.
 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
 OFICINA DE PARTES
 RESOLUCIÓN TRAMITADA
 Fecha: 04 AGO 2005

DGA

MINISTERIO DE HACIENDA
 OFICINA DE PARTES

RECIBIDO

CONTRALORIA GENERAL
 TOMA DE RAZON

RECEPCION

DEPART. JURIDICO	
DEPT. T. R. Y REGIST.	
DEPART. CONTABIL.	
SUB DEPT. C. CENTRAL	
SUB DEPT. E. CUENTAS	
SUB DEPT. C.P.Y. BIENES NAC.	
DEPART. AUDITORIA	
DEPART. V.C.P.U. y T.	
SUB DEPT. MUNICIPI	

REFRENDACION

REF. POR \$ _____
 IMPUTAO. _____
 ANOT. POR \$ _____
 IMPUTAO. _____
 DEDUC. DTO. _____

322506



Aprobado Proyecto y Autoriza Construcción de las Obras Hidráulicas de la Central Hidroeléctrica La Higuera, a HIDROELÉCTRICA LA HIGUERA S.A. en la comuna de San Fernando, provincia de Colchagua, VI Región.

Con esta fecha el Director Genl. de Aguas ha resuelto lo que sigue:

SANTIAGO, 04 AGO 2005
 D.G.A. N° 1079

VISTOS: La solicitud de HIDROELÉCTRICA LA HIGUERA S.A., de fecha 3 de Agosto de 2004, su rectificación de fecha 5 de Agosto de 2004, el Oficio Ord. N° 518, de 4 de Octubre de 2004, de la Gobernación Provincial de Colchagua, el Oficio Ord. N° F-479, de 7 de Abril de 2005, de la Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado del Ministerio de Relaciones Exteriores, el Informe Técnico N° 195, de fecha 22 de Julio de 2005, del Departamento de Administración de Recursos Hídricos, la Resolución Exenta N° 116, de 31 de Agosto de 2004, de la Comisión Regional del Medio Ambiente VI Región, la Ley N° 19300 de Bases del Medio Ambiente y su Reglamento respectivo, lo dispuesto en los artículos 294 y siguientes del Código de Aguas y las atribuciones que me confiere el artículo 300 letra c) del citado cuerpo legal.

CONSIDERANDO:

QUE, con fecha 3 de Agosto de 2004, don Roberto Aigner, Ríos, en representación de HIDROELÉCTRICA LA HIGUERA S.A., solicitó la aprobación de Proyecto de construcción de las Obras Hidráulicas de la Central Hidroeléctrica La Higuera, en la comuna de San Fernando, provincia de Colchagua, VI Región.

QUE, con fecha 5 de Agosto de 2004, don Alberto Cardemil Palacios, en representación de HIDROELÉCTRICA LA HIGUERA S.A., rectificó la antedicha solicitud en el sentido de indicar la correcta enumeración de las Obras del Proyecto en cuestión.

QUE, según lo dispuesto en el artículo 295 del Código de Aguas, la Dirección General de Aguas otorgará la autorización una vez aprobado el proyecto definitivo y siempre que haya comprobado que la obra no afectará la seguridad de terceros ni producirá la contaminación de las aguas.

Post-it™ Transmisión por Fax 7671

PARA/TO	Fecha: 04/08/2005	RECV/ DATE	N° DE PAGINAS / # OF PAGES
COMPANIA	Roberto Aigner	DE/ FROM	Roberto Aigner
DEPARTAMENTO/ DEPT.		COMPANIA	M.H.
FAX	6331980	TELE/ VOIP/ PHONE	
		FAX	9461092

QUE, en lo referido a la contaminación de las aguas e impacto ambiental, la Comisión Regional del Medio Ambiente VI Región calificó favorablemente el Proyecto de autos, mediante Resolución Exenta N° 116, de fecha 31 de Agosto de 2004.

QUE, en cuanto a la seguridad de terceros, en el expediente administrativo obra Informe Técnico N° 195, de fecha 22 de Julio de 2005, del Departamento de Administración de Recursos Hídricos que establece lo siguiente:

- "DISEÑO HIDRAULICO"

El Pond o estanque de regulación, se diseñó para resistir una crecida de 200 años y se verificó para resistir una crecida milenaria, manteniendo una revancha adecuada para este tipo de obras, se considera que la obra es segura.

LAS BOCATOMAS

Se diseñaron para resistir una crecida de 200 años, y se verificaron para la crecida milenaria.

CANALES DE ADUCCION Y RESTITUCION

Se diseñaron para cumplir con el estado del arte y en particular con los criterios de diseño del US BUREAU OF RECLAMATION en DESIGN OF SMALL DAMS y DESIGN OF SMALL CHANNEL STRUCTURES e HYDRAULIC DESIGN OF STILLING BASIN and ENERGY DISIPATORS y con el US CORPS OF ENGINEERS HYDRAULIC DESIGN CRITERIO.

Igualmente se diseñaron con las respectivas revanchas según las normativas vigentes para su seguridad.

CHIMENEA DE EQUILIBRIO

El diseño de la chimenea de equilibrio garantiza un funcionamiento seguro en la peor de las condiciones de operación de la Central. Mantiene los niveles de agua requeridos para un normal funcionamiento frente a un rechazo o ante una admisión de carga."

- "DISEÑO ESTRUCTURAL"

Todas las estructuras se diseñaron para las solicitaciones estáticas y dinámicas causada por el sísmo de diseño, para lo cual se elaboró un estudio sísmico local del tipo cordillerano, ya que el efecto de los sísmos costeros de subducción de la placa de Nazca bajo la placa cordillerana, llega demasiado atenuado por su gran distancia a sus epicentros costeros. Como consecuencia se consideró un terremoto del tipo superficial cortical de Magnitud Richter $M_e = 7,0$ con una profundidad focal de 10 Km y una distancia epicentral de 10 Km; obteniéndose una aceleración horizontal máxima efectiva de 0,497 g; con este valor se determinaron los respectivos coeficientes sísmicos de diseño estructural.

"CONCLUSIONES DE LA REVISION"

Dado que Hidroeléctrica La Higuera S.A., cumplió con las exigencias de la D.G.A, en el sentido que las obras del estudio son seguras y no producirán daños a terceros, ni contaminarán las aguas, se recomienda aprobar las obras señaladas en el proyecto y autorizar su construcción."

QUE, habida consideración a lo anteriormente expuesto, proceda Aprobar el Proyecto y Autorizar la construcción de las Obras Hidráulicas de la Central Hidroeléctrica La Higuera, a Hidroeléctrica La Higuera S.A.

RESUELVO:

EXENTA

1.- **APRUEBASE** el Proyecto y **AUTORIZASE** a **HIDROELÉCTRICA LA HIGUERA S.A.**, la Construcción de las Obras Hidráulicas de la Central Hidroeléctrica La Higuera, en el sector Norte del Camino que une el pueblo de Puente Negro con las Termas del Flaco; comuna de San Fernando, provincia de Colchagua, VI Región.

2.- **DECLÁRASE** que las principales características del Proyecto que se aprueba por la presente Resolución, son:

2.1 ASPECTOS GENERALES

Hidroeléctrica La Higuera S.A. proyecta la construcción de una Central de paso, que utilizará las aguas del Río Tinguiririca, del Río Azufre, y del Estero Los Helados. Esta Central aportará al Sistema Interconectado Central 155 MW.

Las principales características nominales del Proyecto son:

Caudal de diseño	50 m ³ /s
Altura de caída bruta	372 m
Capacidad instalada	155 MW
Turbinas	2 Francis verticales
Generadores	2 vertical sincrónico
Línea de transmisión	154 K V

2.2 OBRAS DEL PROYECTO

a) BOCATOMA LOS HELADOS

Tipo	De alta montaña
Caudal de diseño	1,5 m ³ /s
Caudal de crecidas	27 m ³ /s
Elevación de coronamiento	1.107 msnm
Compuertas planas	

b) BOCATOMA AZUFRE

Barrera de Captación	
Toma Lateral	
Caudal de diseño	30 m ³ /s
Nivel Umbral Captación	1.101,5 msnm

c) BOCATOMA TINGUIRIRICA

Toma tipo	Lateral
Caudal de diseño	50 m ³ /s
Nivel Umbral de Captación	1.097,50 msnm

d) DESARENADOR

Caudal de diseño	50 m ³ /s
Número de Naves	2
Longitud	115 m
Ancho	15 m
Alto	10,7 m

e) CANAL LOS HELADOS A AZUFRE

Caudal de diseño	1,5 m ³ /s
Longitud	1922 m
Sección	trapezoidal

f) CANAL AZUFRE A TINGUIRIRICA

Caudal de diseño	30 m ³ /s
Longitud	1412 m
Sección	trapezoidal

g) TUNEL AZUFRE TINGUIRIRICA

Caudal de diseño	50 m ³ /s
Longitud	456 m
Sección	Herradura Modificada
Sección	21,09 m ²
Pendiente longitudinal	0,002

h) TUNEL BOCATOMA PONDAGE

Caudal de diseño	50 m ³ /s
Longitud	15.032 m
Tipo de sección	Herradura Modificada
Sección	25,70 m ²
Pendiente longitudinal	0,002

i) TUNEL PONDAGE CHIMENEA DE EQUILIBRIO

Caudal de diseño	50 m ³ /s
Longitud	1.870 m
Tipo de sección	Herradura modificada
Sección	21,55 m ²
Pendiente longitudinal	0,002

j) TUNEL CHIMENEA DE EQUILIBRIO VÁLVULAS

Caudal de diseño	50 m ³ /s
Longitud	183 m
Tipo de sección	Circular con blindaje metálico
Sección	10,18 m ²
Pendiente longitudinal	0,08

k) ESTANQUE DE REGULACION POND

Nivel de operación máxima	1.100,00 msnm
Nivel operación mínimo	1.078,00 msnm
Volumen	502.080 m ³

l) TUNEL DE CONEXION

Caudal de diseño	50 m ³ /s
Longitud	302 m
Tipo de sección	Herradura modificada
Sección	25,7 m ²

m) PIQUE DE COMPUERTAS

Diámetro	5,0 m
Altura	52,0 m
Nivel de fondo	1.066,00 msnm

n) CHIMENEA DE EQUILIBRIO

Estanque superior	
Diámetro	20,0 m
Altura	8,0 m
Nivel de fondo	1.100,00 msnm

ñ) PIQUE

Diámetro	8,0 m
Altura	50,8 m
Nivel fondo	1.049,20 msnm

o) CONEXION A ADUCCION

Longitud	11 m
Tipo de sección	Herradura modificada
Sección	25,7 m ²

p) CAMARA DE VÁLVULAS

Nº de válvulas	1
Tipo	Mariposa
Diámetro	3,4 m
Freno neumático	1

q) TUBERIA FORZADA EXTERNA Y BIFURCACION

Diámetro tubería forzada	3,4 - 2,10 m
Espesor	10 - 23 mm
Longitud total	816 m
Peso estimado	1.203 Ton

r) CASA DE MAQUINAS

Turbinas	
Nº de unidades	2
Tipo	Francis
Capacidad instalada	155 MW
Generadores	
Tipo	Sincronizado vertical
Voltaje	13,8 KV
Frecuencia	50 HZ
Factor de potencia	0,85

s) CANAL DE DESCARGA

Caudal de diseño
Longitud
Tipo de sección

50 m³ /s
18 m
Rectangular

3.- ESTABLÉCESE que la Central es de pasada, pero dado que cuenta con un embalse de regulación diaria (Pond), en la operación de la Central deberá evitarse que se produzcan golpes de aguas por efecto del embalse de regulación que puedan perjudicar el entorno, en especial las obras de riego o bocatomes.

4.- DÉJASE constancia que el Proyecto que se aprueba por la presente Resolución queda identificado por los siguientes documentos:

- EXP. VC-0602-2014
- Volumen I Informe General y Anexos A - H
- Volumen II Anexo I
- Adenda I
- Adenda II
- Adenda III

5.- ESTABLÉCESE que los antecedentes administrativos y legales correspondientes al Proyecto que se aprueba por el presente acto administrativo, rolan en el expediente administrativo VC-0602-2014.

6.- DECLÁRASE que la Obra cuyo Proyecto se aprueba en virtud de la presente Resolución, no afectará la seguridad de terceros, ni producirá la contaminación de las aguas.

7.- DÉJASE constancia que, la interesada ya constituyó la garantía para las obras de abandono prematuro durante su construcción conforme lo señala el artículo 297 del Código de Aguas, por un monto de U.F 7.358 (siete mil trescientos cincuenta y ocho), mediante Boleta de Garantía Bancaria N° 0010077, emitida por el Banco CITIBANK, con fecha 21 de Julio de 2005, con vencimiento al 19 de Julio de 2007.

8.- DÉJASE constancia que existen diferencias menores entre el Proyecto presentado que se aprueba por la presente Resolución y su solicitud y publicaciones legales del mismo, las cuales no afectarían la seguridad de terceros, ni la acertada inteligencia.

9.- La presente Resolución se entenderá notificada desde la fecha de su dictación de conformidad a lo dispuesto en el artículo 139 del Código de Aguas, en razón que "Hidroeléctrica La Higuera S.A.", no designó domicilio dentro de los límites urbanos del lugar en que funciona la oficina donde efectuó su presentación.

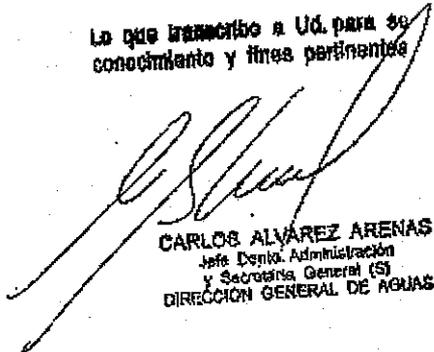
10.- DECLÁRASE que la presente autorización de construcción de obras queda condicionada a que la interesada mantenga siempre vigente la Boleta de Garantía Bancaria.

11.- COMUNÍQUESE la presente Resolución por carta certificada a "Hidroeléctrica La Higuera S.A", en su domicilio de Avda. Andrés Bello 2687, Piso 18, Las Condes, Santiago.

12.- La presente Resolución se registrará en la Dirección General de Aguas en conformidad con lo dispuesto en el artículo 122 del Código de Aguas.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE

Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento y fines pertinentes



CARLOS ALVAREZ ARENAS
Jefe Depto. Administración
y Secretaría General (S)
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS



HUMBERTO PEÑA TORREALBA
INGENIERO CIVIL
DIRECTOR GENERAL DE AGUAS

Aprueba Proyecto y Autoriza Construcción de las Obras Hidráulicas de la Central Hidroeléctrica La Confluencia, a HIDROELÉCTRICA LA CONFLUENCIA S.A., en la comuna de San Fernando, provincia de Colchagua, VI Región.

Ca. esta fecha el Director Gral. de Aguas no recueto lo que sigue

SANTIAGO, 27 SET. 2007

D.G.A. Nº 2313

MINISTERIO DE HACIENDA OFICINA DE PARTES		
RECIBIDO		
CONTRALORÍA GENERAL TOMA DE RAZÓN		
RECEPCIÓN		
DEPART. JURIDICO		
DEP. T. R. Y REGIST.		
DEPART. CONTABIL.		
SUB DEP. C.CENTRAL		
SUB DEP. E.CUENTAS		
SUB DEP. C.P.Y. BIENES NAC.		
DEPART. AUDITORIA		
DEPART. V.O.P., U. y T.		
SUP DEP. MUNICIP.		
REFRENDACIÓN		
REF. POR \$		
IMPUTAC.		
ANOT. POR \$		
IMPUTAC.		
DEDUC. DTO.		
1549165		

VISTOS: La solicitud de don Germán Augusto Henríquez Véliz, en representación de HIDROELÉCTRICA LA CONFLUENCIA S.A., de fecha 28 de marzo de 2007, el Oficio Nº 261, de fecha 17 de mayo de 2007, de la Gobernación Provincial de Colchagua, el Oficio Público RR.EE. DIFROL Nº F-555, de fecha 23 de mayo de 2007, de la Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado del Ministerio de Relaciones Exteriores, la Resolución Exenta Nº 116/2004 del año 2004 y la Resolución Exenta Nº 282/07, de fecha 1 de agosto de 2007, ambas de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la VI Región, el Informe Técnico Nº 221, de fecha 4 de septiembre de 2007, del Departamento de Administración de Recursos Hídricos, la Ley Nº 19.300 de Bases del Medio Ambiente y su Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, contenido en el Decreto Supremo Nº 95, de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, lo dispuesto en los artículos 294 y siguientes del Código de Aguas y las atribuciones que me confiere el artículo 300 letra c) del citado cuerpo legal, y

CONSIDERANDO:

QUE, con fecha 28 de marzo de 2007, don Germán Augusto Henríquez Véliz, en representación de HIDROELÉCTRICA LA CONFLUENCIA S.A., solicitó la aprobación de Proyecto de construcción de las Obras Hidráulicas de la Central Hidroeléctrica La Confluencia, en la comuna de San Fernando, provincia de Colchagua, VI Región.

QUE, respecto de la individualizada petición, no se dedujo oposición alguna, según consta en el Oficio N° 261, de fecha 17 de mayo de 2007, de la Gobernación Provincial de Colchagua.

QUE, según lo dispuesto en el artículo 295 del Código de Aguas, la Dirección General de Aguas otorgará la autorización una vez aprobado el proyecto definitivo y siempre que haya comprobado que la obra no afectará la seguridad de terceros ni producirá la contaminación de las aguas.

QUE, en cuanto a la contaminación de las aguas e impacto ambiental, la Comisión Regional del Medio Ambiente de la VI Región calificó favorablemente el Proyecto en comento, al dar su aprobación al Proyecto "Optimización Central Hidroeléctrica Confluencia", mediante la Resolución Exenta N° 282/07, de fecha 1 de agosto de 2007. Sin embargo, es necesario tener presente que la referida Central fue aprobada ambientalmente el año 2004 a través de la Resolución Exenta N° 116/2004 de la mencionada Comisión Regional del Medio Ambiente, que aprobó el "Proyecto Hidroeléctrico La Higuera Río Tinguiririca Sexta Región", compuesto por dos centrales generadoras de pasada denominada "La Higuera" y "La Confluencia".

QUE, en lo que se refiere a la seguridad de terceros, en el expediente administrativo rola Informe Técnico N° 221, de fecha 4 de septiembre de 2007, del Departamento de Administración de Recursos Hídricos, que en su acápite "CONCLUSIONES DE LA REVISIÓN", establece lo siguiente:

"Central Hidroeléctrica Confluencia S.A., cumplió con las exigencias de este Servicio, por lo tanto, por lo que en el ámbito Técnico de las obras, no compromete la seguridad de terceros, motivo por el cual se recomienda aprobar las obras del proyecto y autorizar su construcción".

QUE, habida consideración a lo anteriormente expuesto, procede Aprobar el Proyecto presentado y Autorizar su construcción.

RESUELVO: **EXENTA**

1.- APRUÉBASE el Proyecto y **AUTORIZÁSE** a **HIDROELÉCTRICA LA CONFLUENCIA S.A.**, la Construcción de las Obras Hidráulicas de la Central Hidroeléctrica La Confluencia, en la comuna de San Fernando, provincia de Colchagua, VI Región.

2.- DECLÁRASE que las principales características del Proyecto que se aprueba por la presente Resolución, son:

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El Proyecto Central Hidroeléctrica La Confluencia, aprovecha el potencial hidroeléctrico de los ríos Tinguiririca y Azufre y sus afluentes, ubicados en la comuna de San Fernando, Provincia de Colchagua, VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

El Proyecto consiste en la construcción de una Central Hidroeléctrica de pasada de una potencia instalada de entre 150 y 160 MW y una generación de energía media anual aproximada de entre 650 y 700 Giga-Watts-Hora. La Central tendrá un caudal de diseño máximo de 52,5 m³/s y con una caída aproximada de 348 metros.

2.2 PRINCIPALES OBRAS HIDRÁULICAS DEL PROYECTO

Bocatomas ubicadas en la rama del río Azufre.

i) BOCATOMA PORTILLO

Se ubica en el río Portillo, aproximadamente 12,5 km aguas arriba de la Confluencia de los ríos Tinguiririca y Azufre, diseñado como Bocatoma lateral para captar 25 m³/s.

ii) BOCATOMA AZUFRE, LOS HUMOS Y RIQUELME

Ubicada en el río Azufre, aproximadamente a 1,3 km aguas arriba de la confluencia con el río Portillo, con capacidad de captar $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ para Azufre y Los Humos y $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ para Riquelme.

Son Bocatoma tipo Alta Montaña con fuertes pendientes.

iii) BOCATOMA TINGUIRIRICA

Se ubica en el río Tinguiririca a la cota 1446 m.s.n.m.. Es una Bocatoma Lateral, para un caudal de diseño de $26,5 \text{ m}^3/\text{s}$, con desarenador y un canal trapecial que sirve de enlace con el Estanque de Almacenamiento Tinguiririca de $1,2 \text{ Mm}^3$ ubicado al norte de la caja del río y a unos 10 Km aguas arriba de la confluencia de los ríos Azufre y Tinguiririca. Además la Bocatoma dispone de un vertedero frontal diseñado para la Crecida de $Tr = 500$ años.

iv) BOCATOMA EL CIRUELO Y LA GLORIA

Están ubicadas en la Quebrada El Ciruelo y Estero La Gloria, respectivamente, para incorporar sus caudales a la Central.

Son del tipo Alta Montaña, para fuerte pendiente, el caudal de diseño es de $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

v) ESTANQUE DE ALMACENAMIENTO TINGUIRIRICA

Opera diariamente como estanque de almacenamiento con capacidad de $1,2 \text{ Mm}^3$ y una capacidad de descarga de $52,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Se emplaza en el banco derecho del río Tinguiririca fuera de la caja del río.

El estanque se forma por medio del cierre de pretilles de material de granular compactado de 15 metros de altura. La cubeta se encuentra protegida por una geomembrana filtro y enrocado, taludes $H : V = 2 : 1$ y con un ancho de coronamiento de 6 metros.

vi) VERTEDERO

Con capacidad para evacuar la crecida de diseño para $Tr = 500$ años estimada en $55 \text{ m}^3/\text{s}$, con una revancha de 1,2 metros y con una longitud de 170 m de longitud y evacua hacia canales laterales que se concentran en el canal común con una descarga de 25 m con caída de escalones disipadores y un colchón disipador de energía de 10 m de longitud previo a la descarga al río Tinguiririca.

vii) ADUCCION

Corresponde a un canal trapecial y túneles excavados en roca, de sección de medio punto, con los medidores de nivel instalados en las Bocatoma Tinguiririca y Portillo y en la chimenea de equilibrio, el operador de la central puede detectar cualquier inconveniente que se produzca en los niveles de la aducción.

viii) CHIMENEA DE EQUILIBRIO

Se diseñó con una capacidad tal que permite la partida de las máquinas cuando la Central está detenida y el adecuado control de sobrepresiones producto de posibles golpes de ariete en caso de un rechazo total o parcial de carga, para la peor secuencia de eventos de operación. En la chimenea se instalarán medidores automáticos de nivel.

ix) TUBERÍA FORZADA

Consiste en un túnel recubierto con hormigón y acero desde la chimenea de equilibrio hasta la sala de máquinas.

x) CANAL DE DESCARGA

El flujo desde el canal de descarga de la sala de máquinas será descargado directamente al sistema de conducción de la Central Hidroeléctrica La Higuera.

3.- DECLÁRASE que, en cuanto al Diseño Hidráulico y Estructural el Proyecto que se aprueba contempla lo siguiente:

3.1 Diseño Hidráulico

El diseño de todas las obras hidráulicas cumplen con el estado del arte de la ingeniería y en particular con los criterios de diseño del US BUREAU OF RECLAMATION en DESIGN OF SMALL DAMS, DESIGN OF SMALL CANAL STRUCTURES e HIDRAULIC DESIGN OF STILLING BASIN AND ENERGY DISIPATORS y CON EL US CORPS OF ENGINEERS "HYDRAULIC DESIGN CRITERIA".

3.2 Diseño Estructural

Existe un buen diseño de las estructuras que componen las obras, tanto para la verificación estática de las solicitaciones, como para la dinámica para el sismo de diseño debidamente respaldado por un estudio Sismológico.

4.- DÉJASE constancia que el Proyecto que se aprueba por la presente Resolución queda identificado por los siguientes documentos:

- Expediente VC-0602-2019	1 Volumen
- Memoria	1 Volumen
- Volumen de Anexos	1 Volumen

5.- ESTABLÉCESE que los antecedentes administrativos y legales correspondientes al Proyecto que se aprueba por el presente acto administrativo, rolan en el expediente administrativo VC-0602-2019.

6.- DECLÁRASE que la Obra cuyo Proyecto se aprueba en virtud de la presente Resolución, no afectará la seguridad de terceros, ni producirá la contaminación de las aguas.

7.- DÉJASE constancia que, la interesada ya constituyó la garantía para las obras de abandono prematuro durante su construcción conforme lo señala el artículo 297 del Código de Aguas, por un monto de U.F 28.321,8000 (veintiocho mil trescientos veintiún con 8000/100 Unidades de Fomento), mediante Boleta de Garantía Bancaria NO Endosable en Unidades de Fomento N° 0501278, emitida por el Banco Citibank, con fecha 24 de agosto de 2007, con vencimiento al 23 de agosto de 2009.

8.- DÉJASE constancia que la interesada deberá renovar la Boleta de Garantía a lo menos con 30 días de anticipación a su vencimiento.

9.- DECLÁRASE que la presente autorización de construcción de obras queda condicionada a que la interesada mantenga siempre vigente la Boleta de Garantía Bancaria.

10.- DECLÁRASE que, sólo una vez recibidas las obras del proyecto a entera conformidad por parte de la Dirección General de Aguas, se procederá a la devolución de la garantía, la cual deberá estar siempre al día.

11.- La presente Resolución se entenderá notificada desde la fecha de su dictación de conformidad con lo dispuesto en el artículo 139 del Código de Aguas, en razón que la solicitante no designó domicilio dentro de los límites urbanos del lugar en que funciona la oficina donde efectuó su presentación.

12.- COMUNÍQUESE la presente Resolución por carta certificada a HIDROELÉCTRICA LA CONFLUENCIA S.A., en su domicilio de Avenida Isidora Goyenechea N° 3520, Piso 10, Las Condes, Santiago.

13.- La presente Resolución se registrará en la Dirección General de Aguas en conformidad con lo dispuesto en el artículo 122 del Código de Aguas.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



JAVIER NARBONA NARANJO
Director General de Aguas
Subrogante

Lo que transcribe a Ud. para su
conocimiento y fines pertinentes

VC-0602-2019

Agua destinada a recreación con contacto directo - Tabla 3 punto 7.2 de la NCh 1333

Ensayo	Muestra	Límite Máximo NCh 1333 Of.78	Metodología
Desechos flotantes, aceites, espuma y otros sólidos	Ausencia	Ausencia	Observación visual
Sólidos flotantes visibles y espuma no naturales	Ausencia	Ausencia	Observación visual
Aceites y/o Grasas, mg/l	<10	10	NCh 2313/6. Of1997
Color, Escala Platino Cobalto	<10	100	St. Meth. 2120 B (*)
Turbiedad, mg/l SiO ₂	229	50	St. Meth. 2130 B (*)
Claridad, mínimo	(***)	Visualización de discos Secchi a 1,20 m de profundidad	Disco Secchi
Aceites flotantes y Grasas, mg/l	<5	5	Visual en terreno

ANALISIS ADICIONALES

Análisis	Muestra	Metodología
Sólidos Totales Suspendidos, mg/l	86	St. Meth. 2540-D (*)
Hidrocarburos Volátiles, mg/l	<0,05	NCh 2313/7. Of1997
Sólidos Sedimentables, ml/l/h	<0,5	St. Meth. 2540 F (*)
Sílice Iónica, mg/l	17	St. Meth. 4500-Si-D (*)
Alcalinidad Total como CaCO ₃ , mg/l	52	St. Meth. 2320-B (*)
Fósforo Total, mg/l	0,5	St. Meth. 4500-P C (*)
Hidrocarburos Fijos, mg/l	<10	NCh 2313/7. Of1997
Hidrocarburos Totales, mg/l	<10	NCh 2313/7. Of1997
Nitrato, mg/l	2,0	St. Meth 4110 – B (*)
Calcio, mg/l	48	St. Meth. 3111-B (*)
Potasio, mg/l	2,4	St. Meth. 3111-B (*)
Oxígeno Disuelto, mg/l (**)	9,2	St. Meth. 4500 O G (*)
Magnesio, mg/l	4,6	St. Meth. 3111-B (*)



FECHA Y HORA DE ANALISIS

Análisis	Fecha y Hora Inicio	Fecha y Hora Termino
Aluminio	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Arsénico	22.10.12 / 08:15 h	26.10.12 / 15:00 h
Bario	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Berilio	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Boro	17.10.12 / 08:20 h	25.10.12 / 10:09 h
Cadmio	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Cianuro	19.10.12 / 10:00 h	19.10.12 / 18:00 h
Cloruro	22.10.12 / 08:15 h	22.10.12 / 16:15 h
Cobalto	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Cobre	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Mercurio	19.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 18:00 h
Plomo	17.10.12 / 09:00 h	19.10.12 / 12:15 h
Sulfatos	18.10.12 / 09:00 h	18.10.12 / 17:00 h
Conductividad	12.10.12 / 14:15 h	12.10.12 / 15:15 h
Sólidos Totales Disueltos	12.10.12 / 10:30 h	12.10.12 / 14:30 h
Coliformes Fecales	12.10.12 / 07:10 h	17.10.12 / 11:00 h
Aceites y/o Grasas	18.10.12 / 16:30 h	22.10.12 / 12:00 h
Color, Escala Platino Cobalto	12.10.12 / 07:30 h	12.10.12 / 08:30 h
Turbiedad	12.10.12 / 07:30 h	12.10.12 / 08:30 h
Sólidos Totales Suspendidos	12.10.12 / 10:30 h	12.10.12 / 14:30 h
Hidrocarburos Volátiles	12.10.12 / 09:00 h	13.10.12 / 10:00 h
Sólidos Sedimentables	12.10.12 / 08:00 h	12.10.12 / 09:00 h
Sílice Iónica	17.10.12 / 08:30 h	24.10.12 / 12:00 h
Alcalinidad Total	31.10.12 / 07:00 h	31.10.12 / 18:00 h
Fósforo Total	17.10.12 / 09:30 h	17.10.12 / 16:30 h
Hidrocarburos Fijos	18.10.12 / 16:30 h	22.10.12 / 12:00 h
Nitrato	16.10.12 / 08:00 h	16.10.12 / 17:00 h
Calcio	18.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 20:30 h
Potasio	18.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 20:30 h
Magnesio	18.10.12 / 08:30 h	23.10.12 / 20:30 h

Notas:

- (*) : Standard Methods For The Examination The Water And Wastewater, on line
- (**) : Medición de terreno
- (***) : No se pudo realizar debido a las características del punto de muestreo

TINGUIRIRICA ENERGIA

Date: 12/11/12 Number: oth-LA-HLC-12-1948

File Reference:

Name	Action	Info	Inicial/Date
C-VIDELA	<		
F-MARTINEZ		x	
D-LEIVA		<	

Eugenia Barros M.
Jefe Departamento
División Química y Alimentos

Estimación de efectos del Baden temporal en río Tinguiririca.



AQUA EXPERT
Enero, 2020

Preparado por:

Nombre : Rodrigo Hernán Pardo
 Institución : AquaExpert
 Grado académico : Licenciado en Ciencias del Mar.
 : Magíster en Ciencias Biológicas c/m Ecología y Biología Evolutiva.
 : Doctor en Ciencias Biológicas c/m Ecología y Biología Evolutiva.
 Especialidad : Ecología Acuática.

Fecha: 21 de enero de 2020

1 Introducción

En el marco del trabajo de asesoría de AquaExpert a Tinguiririca Energía, se solicitó estimar, a partir de los antecedentes presentados como parte del Seguimiento Ambiental y la revisión bibliográfica, el efecto potencial del Baden ubicado en la parte alta del río Tinguiririca (**Figura 1**).

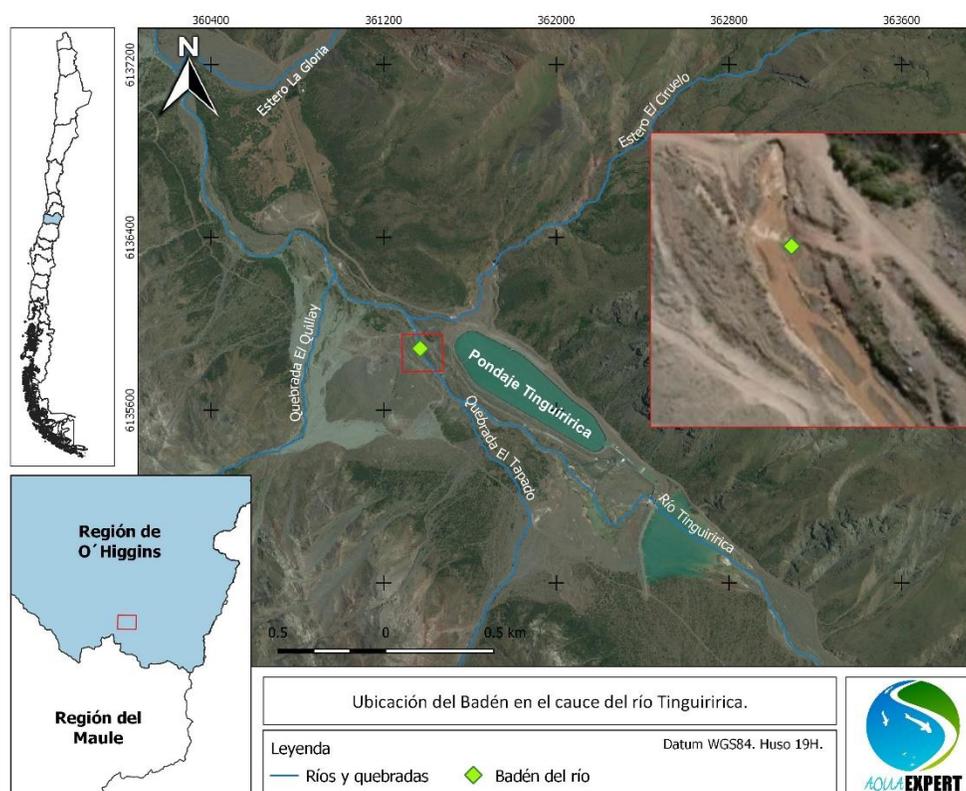


Figura 1

Ubicación del Baden en el río Tinguiririca.

Los badenes son obras destinadas a permitir el cruce de un camino con una quebrada en ciertas condiciones especiales. La superficie de rodado del camino desciende parcialmente hacia el fondo de la

quebrada, la cruza y sube en la orilla contraria. Por su condición, se produce una interferencia entre el camino y el cauce, variable de acuerdo al caudal que escurra en el cauce. Bajo la superficie del camino se suelen colocar tubos de hormigón o acero corrugado que permiten el paso de los caudales bajos por ellos. Al aumentar el caudal, el agua rebosa sobre la superficie del camino inundándolo (**Figura 2**).

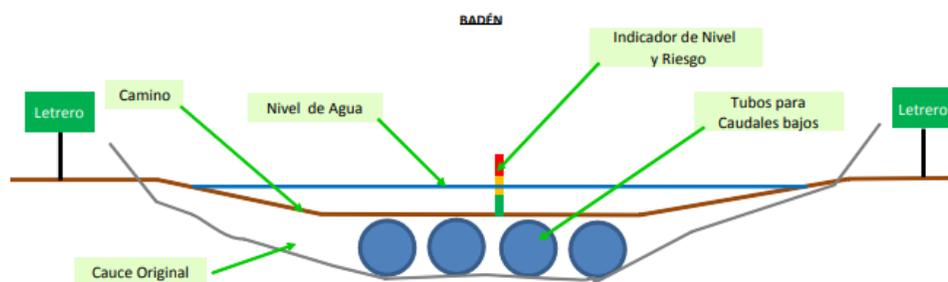


Figura 2 Ejemplo de Baden (Fuente: DGA 2009¹).

El Baden en el río Tinguiririca se construyó como parte del proyecto de extracción de áridos de los sectores de la ribera sur del río Tinguiririca, aprobado en la RCA 64/2009. La finalidad de esta obra era el transporte de materiales desde la planta de áridos que se encontraba en la ribera sur a la ribera norte. Cabe destacar que, el diseño de esta obra en el cauce fue para un uso temporal, utilizándose entre los años 2010 y 2011 mientras se realizó la extracción de áridos, descontinuándose su uso posterior a esto. En alguna de las crecidas que regularmente suceden en el sector alto del río Tinguiririca, probablemente 2017, el Baden temporal fue arrastrado aguas abajo quedando en el lecho del río parte de las tuberías (**Figura 3**).



Figura 3 a) Vision general del area del Baden b) detalle del tramo con restos del Baden.

¹ DGA 2009. Guías de reconocimiento de obras tipo y procedimientos.

La estimación del efecto del Badén en el cauce se relaciona con los cambios en calidad del agua durante la construcción y uso de la estructura, el cual es ocasionado principalmente por el efecto de resuspensión de sedimentos en el área del Badén.

Se presenta un análisis de tipo conservador, que da cuenta de los posibles efectos en la calidad del agua y consecuentemente en el hábitat para el desarrollo de las comunidades acuáticas.

2 Efectos de Construcciones en cauces

La construcción de obras dentro de los cauces (Badenes, cruces, puentes, ente otros) genera habitualmente una alteración en la calidad de agua y las dinámicas de flujo, derivadas de cambios en los procesos de sedimentación y flujo (Barton 1977²; Chisholm & Downs 1978³; Stout & Coburn 1989⁴; Eldin 2002⁵), aumentando los sólidos suspendidos en los periodos de construcción y uso. Cabe destacar que los sólidos suspendidos en el agua, se relacionan con la turbidez (Oliveira et al. 2018⁶, Rugner et al. 2013⁷), siendo una buena aproximación a las concentraciones de metales y otros elementos en el agua (Nasradabi et al. 2016⁸, Oliveira et al. 2018⁹). Por este motivo la evaluación de los posibles cambios en la calidad del agua se realiza utilizando a la turbidez como variable integradora de la calidad del agua.

Los cambios en las condiciones de calidad del agua e hidráulicas de los cuerpos fluviales (quebradas o ríos) constituyen alteraciones en los parámetros de importancia para la biota acuática y pueden tener efectos en la dinámica de las poblaciones de flora y fauna acuática que las habitan, la mayoría de las veces de carácter temporal y acotados espacialmente, como se observa en la **Figura 4**. Durante la construcción de los cruces de esteros y ríos, la turbidez (medida indirecta de los sólidos suspendidos) aumentan

² BARTON, B.A. 1977. Short-term effects of highway construction on the limnology of a small stream in southern Ontario. *Freshwater Biol.* 7:99–108.

³ CHISHOLM, J. L., & S. C. DOWNS. 1978. Stress and recovery of aquatic organisms as related to highway construction along Turtle Creek, Boone County, West Virginia. *Water Supply Paper 2055*. U.S. Geological Survey, Washington, DC.

⁴ STOUT, B.M. III, & C.B. COBURN JR. 1989. Impact of highway construction on leaf processing in aquatic habitats of eastern Tennessee. *Hydrobiologia* 178: 233–242.

⁵ ELGIN, N.N. 2002. Road construction: Materials and methods. *J. Environ. Eng.* 128:423–430.

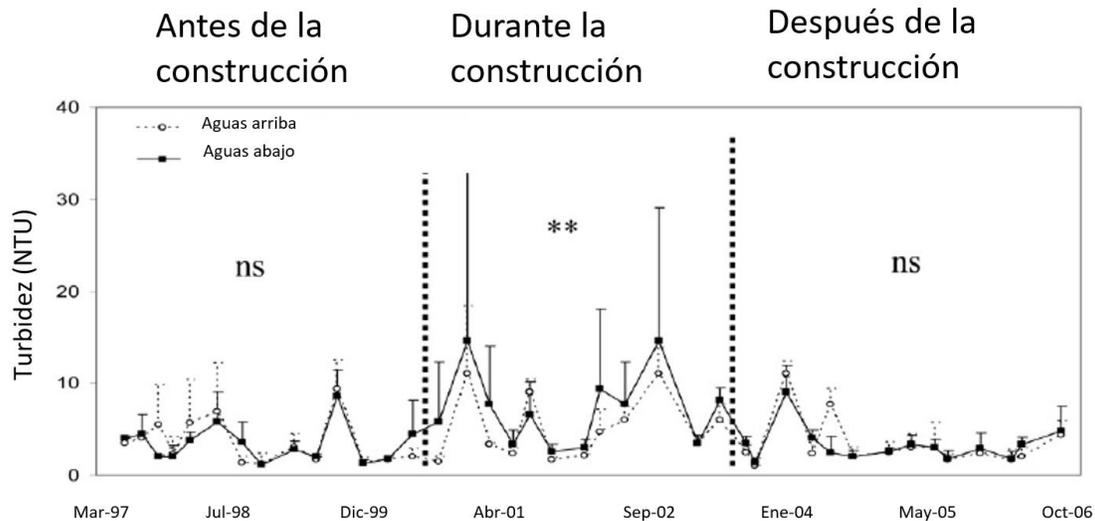
⁶ OLIVEIRA, A, A. BORGES, A. MATOS & M. NASCIMENTO. 2018. Estimation on the concentration of suspended solids from turbidity in the water of two sub-basins in the Doce river basin. *Eng. Agríc.* vol.38, n.5, pp.751-759.

⁷ RUNGER, H., M. SCHWIENIEK, B. BECKINGHAM & B. KUCH. 2013. Turbidity as a proxy for total suspended solids (TSS) and particle facilitated pollutant transport in catchments. *Environ Earth Sci* DOI 10.1007/s12665-013-2307-1.

⁸ NASRABADI, H. RUEGNER, Z.Z. SIRDARI, M. SCHWIENIEK & P. GRATHWOHL. 2016. Using total suspended solids (TSS) and turbidity as proxies for evaluation of metal transport in river water. *Applied Geochemistry* 68 (2016) 1-9.

⁹ YAO, H., WEI ZHUANG, YU., QIAN, B. X., YANG, Y., & QIAN, X. 2016. Estimating and predicting metal concentration using online turbidity values and water quality models in two rivers of the Taihu Basin, Eastern China. *PLoS ONE*,11(3), e0152491.

significativamente respecto a la condición control (aguas arriba de la intervención), sin embargo, al terminar las obras el cauce retoma la condición natural en menos de un mes.



Traducido de: Chen y col. 2009¹⁰. ns: No significativo. **: Estadísticamente diferente

Figura 4 Efecto en la turbidez de la construcción de estructuras en el cauce.

Por otro lado, en términos espaciales, las alteraciones derivadas de las distintas obras asociadas al cruce generan alteraciones más allá del entorno inmediato, debido al arrastre aguas abajo por los procesos de escurrimiento. El sedimento usualmente es transportado en el cauce por distancias menores a 100 metros desde su fuente (EPA, 2005¹¹). Observándose arrastres de sedimentos que pueden alcanzar a 250 metros (Ketcheson y Megahan, 1996¹²).

¹⁰ CHEN, Y., VIADERO, R. C., WEI, X., FORTNEY, R., HEDRICK, L. B., WELSH, S. A. 2009. Effects of Highway Construction on Stream Water Quality and Macroinvertebrate Condition in a Mid-Atlantic Highlands Watershed, USA. *Journal of Environment Quality*, 38(4).

¹¹ EPA (Environmental Protection Agency). 2005. National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Forestry. EPA Office of Water (April, 2005).

¹² KETCHESON, G.L. & W.F. MEGAHAN. 1996. Sediment production and downslope sediment transport from forest roads in granitic watershed. United states Department of Agriculture: Forest Service. Intermountain Research Station. Research Paper INTRP-486..

3 Condición Natural del área

Para evaluar la turbidez natural del sistema se utilizaron los datos de turbidez medidos entre septiembre de 2012 y noviembre de 2017, calculando los pick (máximos históricos) y el promedio en las estaciones ubicadas en el cauce principal del río Tinguiririca y dos de afluentes (Estero La Gloria y río Azufre). Uno de los precursores más relevantes de la turbidez sería el estero La Gloria, debido a que en algunos periodos puede alcanzar a 3683 NTU, aumentando significativamente la turbidez del cauce principal. El cual presenta aguas arriba de la bocatoma una turbidez relativamente baja. Posteriormente, el río Azufre puede aportar turbidez o disminuirla, según el periodo del año (**Figura 5**).

Cabe destacar que el Baden se encuentra localizado aguas debajo de la Bocatoma Tinguiririca, por lo que cualquier alteración en la calidad del agua, principalmente, Solidos suspendidos (medidos como turbidez) sería significativamente menor al efecto del estero La Gloria, por lo que la señal derivada del cruce quedaría atenuada, siendo casi imperceptible.

Estadísticos del parámetro Turbidez (NTU) en las estaciones históricas.

Sistema	Estación	N	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Tinguiririca	Bocatoma Tinguiririca	9	303	345	29	825
La Gloria	La Gloria	9	665	1205	5	3683
Tinguiririca	Tricahue	20	316	491	4	1706
Azufre	La Puya	19	219	478	3	2138

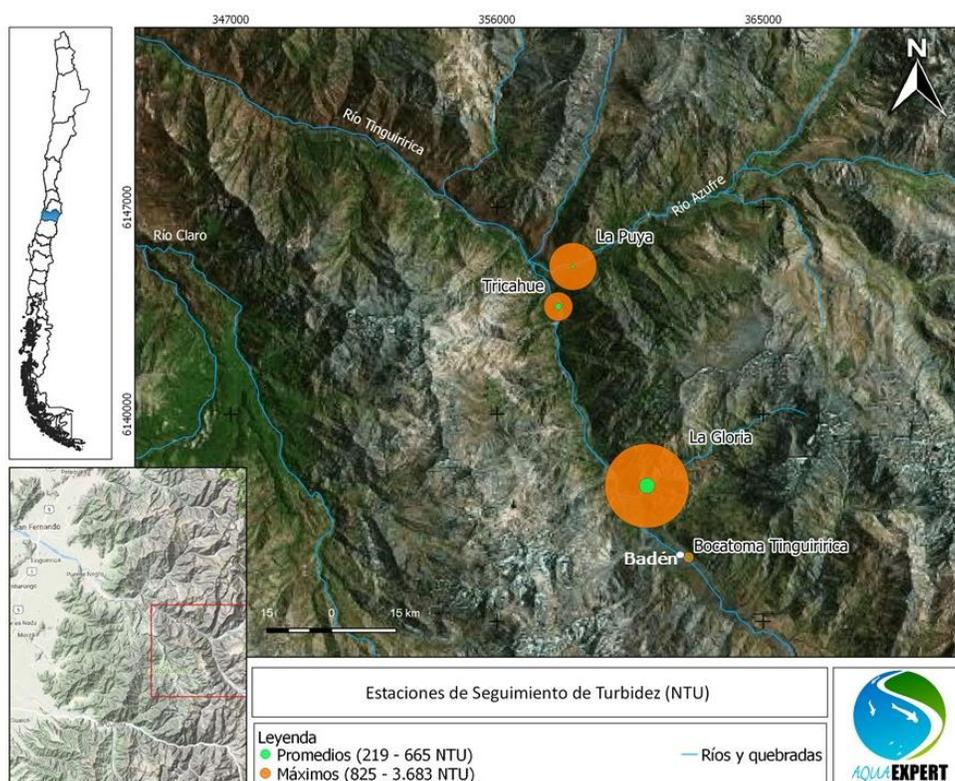


Figura 5 Ubicación de estaciones de seguimiento histórico. El tamaño de los círculos es proporcional a los valores de turbidez (NTU).

En términos de las especies acuáticas que habitan el tramo en el que se ubica el Badén, resaltan las especies ícticas debido a que en general, son consideradas especies paraguas, al presentar ciclos de vida más extensos (años, respecto a los meses que puede vivir un macroinvertebrado), mayores requerimientos hídricos. Durante el seguimiento ambiental de las Centrales La Higuera y La Confluencia se ha detectado únicamente Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en el área del Baden (Figura 6). Esta especie introducida presenta buena capacidad natatoria y alta movilidad en la cuenca, por lo que habitualmente no presenta en problemas en remontar el río.

En el caso de los macroinvertebrados los procesos de recolonización permiten una recuperación rápida de la comunidad acuática en periodos entre 4 y 6 meses posteriores a una perturbación (Brooks & Boulton 1991¹³; Kanato et al. 1998¹⁴).

¹³ BROOKS SS & AJ BOULTON. 1991. Recolonization dynamics of benthic macroinvertebrates after artificial and natural disturbances in an Australian temporary stream. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 42(3) 295 – 308.

¹⁴ KATANO O, TOI J, MAEKAWA K & IGUCHI K. 1998. Colonization of an artificial stream by fishes and aquatic macro-invertebrates. Ecological Research 13: 83-96.

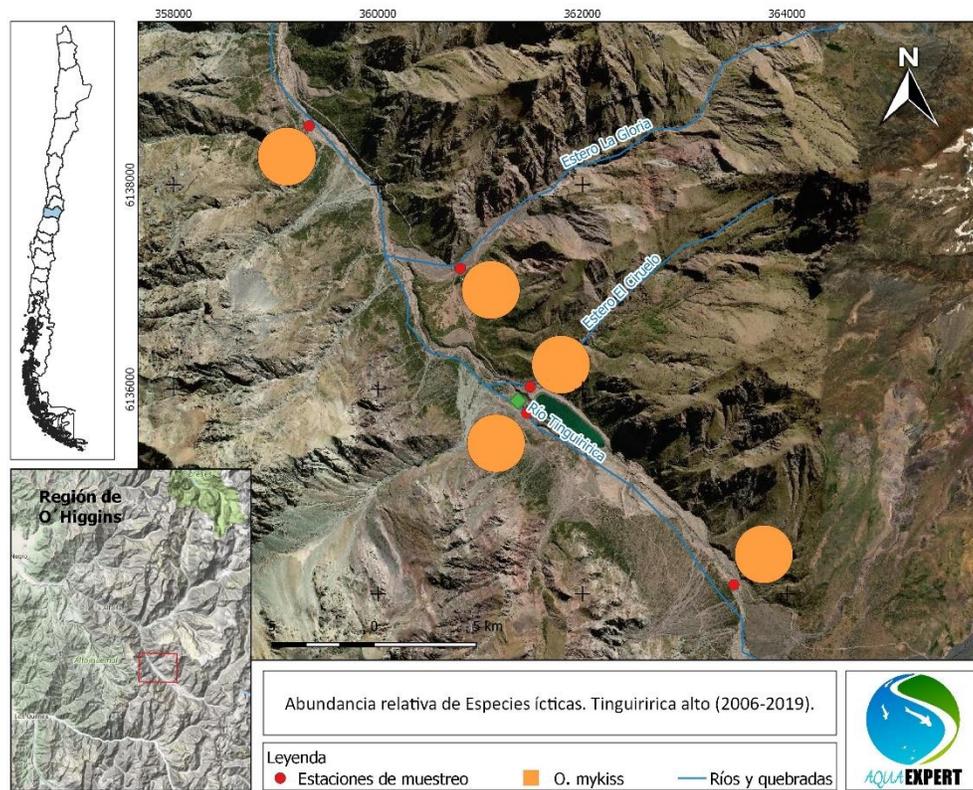


Figura 6 Ubicación de estaciones de seguimiento histórico. Abundancia relativa de especies ícticas.

4 Conclusiones

El Baden parte del Proyecto de extracción de áridos de los sectores de la ribera sur del río Tinguiririca, aprobado la RCA 64/2009, no ha generado alteraciones significativas en la calidad del agua como parte de su construcción, uso y posterior abandono. Esto se debe a la influencia preponderante del estero La Gloria, que aporta con abundante material de arrastre.

Además, en términos de la calidad del agua, algunos estudios muestran que el 70 por ciento de la depositación de sedimentos de los cruces construidos en las cuencas con pendientes entre 15 y 40%, ocurre durante el primer año después de la construcción, y un cuarto de esta depositación se produce durante la construcción del cruce (Ketcheson y Megahan, 1996⁷), por lo que se esperaría que actualmente el sistema se encuentre en estado estable.

En términos de la fauna presente en el área, la presencia exclusiva de fauna íctica introducida permite inferir que no se han alterado sus patrones de desplazamiento o alimentación, debido a que las truchas son capaces de saltar más de 40 centímetros fuera del agua (Rahele & McLaughlin 2018¹⁵), por lo que la presencia del Baden o sus restos no constituirían una barrera para esta especie.

5 Recomendaciones

No obstante, la presencia del Baden o sus restos no generan alteraciones significativas en la calidad del agua o en el hábitat para el desarrollo de la fauna íctica, se recomienda realizar una limpieza y recomposición de la ribera. Esta medida permitirá un flujo de agua más natural y tendrá un impacto visual positivo.

¹⁵ RAHEL & MCLAUGHLIN 2018. Selective fragmentation and the management of fish movement across anthropogenic barriers. Ecological Applications, 28(8), 2018, pp. 2066–2081



**“ESTUDIO DEL COMPONENTE FAUNA TERRESTRE EN ÁREAS DE
EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS A2 Y A3
Y EVALUACIÓN DEL RIESGO DE FRAGMENTACIÓN DE HÁBITAT
PARA ESPECIES DE BAJA MOVILIDAD”**

**CENTRAL HIDROELÉCTRICA LA CONFLUENCIA
COMUNA DE SAN FERNANDO, REGIÓN DE O’HIGGINS**

**GONZALO GONZÁLEZ RIVERA
TRICAO CGF
Enero 2020**



**“ESTUDIO DEL COMPONENTE FAUNA TERRESTRE EN ÁREAS DE EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS A2 Y
A3
Y EVALUACIÓN DEL RIESGO DE FRAGMENTACIÓN DE HÁBITAT
PARA ESPECIES DE BAJA MOVILIDAD”**

**CENTRAL HIDROELÉCTRICA LA CONFLUENCIA
COMUNA DE SAN FERNANDO, REGIÓN DE O’HIGGINS**

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	2
2. OBJETIVOS	2
3. METODOLOGÍA	3
4. RESULTADOS	5
5. CONCLUSIONES	15
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

**“ESTUDIO DEL COMPONENTE FAUNA TERRESTRE EN ÁREAS DE EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS A2 Y
A3
Y EVALUACIÓN DEL RIESGO DE FRAGMENTACIÓN DE HÁBITAT
PARA ESPECIES DE BAJA MOVILIDAD”
CENTRAL HIDROELÉCTRICA LA CONFLUENCIA
COMUNA DE SAN FERNANDO, REGIÓN DE O’HIGGINS**

1. ANTECEDENTES

En el proceso de construcción de la Central Hidroeléctrica La Confluencia (CHLC), se intervinieron áreas, en las que se incluye el área de extracción de áridos A2 y A3.

Estas áreas en cuestión se encuentran ubicadas en la zona este del área de influencia de la Central Hidroeléctrica La Confluencia, junto a las instalaciones del reservorio Tinguiririca. Ambos sitios fueron dedicados durante la construcción a la extracción de áridos y totalizan una superficie de 4,52 ha.

En este contexto, se solicita realizar un estudio de la situación del componente fauna terrestre, para aportar antecedentes sobre la diversidad de especies y el riesgo de fragmentación de hábitat para especies de baja movilidad, en los sitios mencionados y en áreas ambientalmente similares, en su entorno inmediato, dentro del Área de Influencia directa del Proyecto Hidroeléctrico.

Tomando en consideración que existen antecedentes aportados por el Estudio de Impacto Ambiental de la Central La Higuera y La Confluencia (CHLC) y estudios posteriores para el componente Fauna Silvestre, llevados a cabo desde el año 2003 en toda su área de influencia se realiza el presente estudio, con el fin de reconocer variaciones en el componente fauna.

Además en el mes de septiembre de 2019 se realizó una campaña de terreno en los sitios A2 y A3, así como también en el sitio control (área sin intervención)

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Realizar una prospección y análisis de la fauna y sitios de interés faunístico en las áreas de estudio, con el fin de identificar la presencia de singularidades que representen variables críticas para área intervenida, en relación a áreas control.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar sitios de importancia para la fauna en el área de estudio.
- Determinar riqueza y abundancia de la fauna registrada en el área de estudio.
- Reconocer la presencia de especies de fauna en categoría de conservación.

- Determinar variaciones o diferencias en la composición faunística del área de estudio, con respecto a estudios previos y con el sitio control
- Evaluar el riesgo de fragmentación de hábitat

3. METODOLOGÍA

3.1. Revisión Bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de conformar un inventario de las especies potenciales en el área en que se inserta el proyecto.

Para generar el catastro de las especies posibles de encontrar en el área de estudio, se realizó una revisión de la literatura publicada sobre fauna de la zona central de Chile y específica en relación a la zona de estudio en las dos últimas décadas. Adicionalmente se consultó los resultados de los estudios de línea base, realizados en el contexto de la Evaluación Ambiental de La CHLC y su línea de transmisión.

3.2. Área de estudio

El área de estudio comprende toda la superficie que abarcan los sitios denominados A2 y A3, los cuales, reunidos, suman un total de 4,52 ha.

Se estableció una estación de muestreo en cada sitio, considerando, por una parte, la breve extensión que presentan y, por otra, la homogeneidad del ambiente involucrado.

Con el objeto de evaluar el posible efecto de fragmentación que se provocaría la mantención de estas áreas permanentes, se estableció un sitio control, ubicado en el entorno del área estudiada.

A continuación, se presenta una tabla que detalla la ubicación y superficie de los sitios, y del área control (Tabla 1).

Tabla 1: Áreas estudiadas y sitios control

Estación de muestreo N°	Área	Ubicación		Superficie
		E	S	Ha.
1	Área de Extracción A2	361160	6135825	0,80
2	Área de Extracción A3	362026	6134826	3,72
3	Sitio Control N° 1	358459	6144102	0,50

En la Figura 1 se aprecia la localización de las áreas estudiadas y del sitio control.

Figura 1: Ubicación de las áreas de muestreo y sitio control



3.3. Metodología de recopilación de datos en terreno

3.3.1. Reconocimiento de las especies de fauna

La presencia de las diferentes especies de fauna se estableció a través de métodos directos e indirectos, siguiendo las recomendaciones de CONAMA (1994) y SAG (2004), estableciéndose puntos de muestreo en estaciones representativas de los tipos de ambientes existentes en todas las áreas cuya condición se modificará y en las áreas control

En todos los casos se utilizó la siguiente metodología específica:

- Anfibios:

Método directo: observación y búsqueda de ejemplares (adultos y/o larvas), en transeptos de ancho fijo, en los lugares con mayor probabilidad de encuentro, en el agua (larvas), bajo piedras, troncos y hojarasca (adultos), especialmente en lugares húmedos.

- Reptiles:

Método directo: observación y búsqueda de ejemplares, en transeptos de ancho fijo en los lugares con mayor probabilidad de encuentro, entre la vegetación, bajo piedras y rocas, etc. en el horario y condición climática en que se presentan temperaturas adecuadas para la actividad de este grupo.

Métodos indirectos: registro de mudas, restos de animales muertos y presencia de fecas.

- Aves:

Métodos directos: avistamientos y escucha en transeptos diurnos y nocturnos de ancho variable y/o estaciones de escucha, en todo el campo visual.

Métodos indirectos: presencia de nidos, plumas, huevos, huesos, egagrópilas (denota la presencia de rapaces).

- Mamíferos:

Métodos directos: observación de ejemplares de micro y macro mamíferos en terreno, en transeptos diurnos y nocturnos de ancho variable.

Métodos indirectos: presencia de fecas, huellas, madrigueras, rutas de tránsito, etc.

Cada registro fue georreferenciado y se obtuvo fotografías con una referencia de escala adecuada.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Especies potencialmente presentes en el área de estudio

A partir de la información recopilada en la literatura revisada, se obtuvo un catastro de especies de vertebrados terrestres que potencialmente se distribuyen en el área de estudio, el cual se detalla a continuación en la Tabla N° 1, donde además se indica su nombre común, su origen biogeográfico (endémico, nativo o exótico) y Estado de Conservación en Chile

Tabla 2. Especies potencialmente presentes en el Área de Estudio

Nombre científico	Nombre común	Origen	¹ Est.con.	² Fuente
CLASE AMPHIBIA				
Orden Anura				
Familia Bufonidae				
<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo Espinoso	N	LC	4
<i>Rhinella arunco</i>	Sapo Arriero	En	NT	4
Familia Leluperidae				

Nombre científico	Nombre común	Origen	¹ Est.con.	² Fuente
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	N	NT	4
Familia Calyptocephalellidae				
<i>Calyptocephalella gayi</i>	Rana chilena	En	EN	2
CLASE REPTILIA				
Orden Squamata				
Familia Tropiduridae				
<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto chileno	N	LC	5
<i>Liolaemus curicensis</i>	Lagarto de Curicó	En	VU	9
<i>Liolaemus fuscus</i>	Lagartija oscura	N	LC	5
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	N	LC	5
<i>Liolaemus monticola</i>	Lagartija de los montes	En	VU	9
<i>Liolaemus nitidus</i>	Lagartija nítida	En	NT	5
<i>Liolaemus schroederi</i>	Lagartija de Schroeder	En	IC	9
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija tenue	En	LC	5
Familia Teiidae				
<i>Callopiastes palluma</i>	Iguana	N	NT	9
Familia Colubridae				
<i>Tachymenis peruviana</i>	Culebra cola corta	N	LC	9
<i>Phylodrias chamisonis</i>	Culebra de cola larga	N	LC	9
CLASE AVES				
Orden Tinamiformes				
Familia Tinamidae				
<i>Nothoprocta perdicaria</i>	Perdíz chilena	En	-	-
Orden Anseriformes				
Familia Anatidae				
<i>Anas specularis</i>	Pato anteojillo	N	-	-
<i>Anas jlavirostris</i>	Pato jergón chico	N	-	-
<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	N	-	-
<i>Merganetta armata</i>	Pato Cortacorrientes	N	NT	12
Orden Galliformes				
Familia Phasianidae				
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz californiana	Ex	-	-
Orden Suliformes				
Familia Phalacrocoracidae				
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	N	-	-
Orden Pelecaniformes				
Familia Ardeidae				
<i>Casmerodius albus</i>	Garza grande	N	-	-
<i>Egretta thula</i>	Garza chica	N	-	-

Nombre científico	Nombre común	Origen	¹ Est.con.	² Fuente
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	N	-	-
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	N	-	-
Familia Threskiornitidae				
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	N	LC	14
Orden Cathartiformes				
Familia Cathartidae				
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	N	VU	1
<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	N	-	-
<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	N	-	-
Orden Accipitriformes				
Familia Accipitridae				
<i>Elanus leucurus</i>	Bailarín	N	-	-
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila	N	-	-
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho	N	-	-
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	N	-	-
Orden Falconiformes				
Familia Falconidae				
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	N	-	-
<i>Falca peregrinus</i>	Halcón peregrino	N	LC	14
<i>Falca femoralis</i>	Halcón perdiguero	N	-	-
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	N	-	-
Orden Charadriiformes				
Familia Charadriidae				
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	N	-	-
Familia Scolopacidae				
<i>Gallinago paraguayae</i>	Becacina	N	LC	9
Familia Thinocoridae				
<i>Attagis gayi</i>	Perdicita cordillerana	N	LC	13
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Perdicita cojón	N	-	-
Orden Columbiformes				
Familia Columbidae				
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	N	LC	9
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	N	-	-
<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tórtola Cordillerana	N	-	-
Orden Psittaciformes				
Familia Psittacidae				
<i>Cyanoliseus patagonus</i>	Tricahue	N	VU	2
<i>Enicognathus ferrugineus</i>	Cachaña	N	-	-
Orden Strigiformes				

Nombre científico	Nombre común	Origen	¹ Est.con.	² Fuente
Familia Tytonidae				
<i>Tyto alba</i>	Lechuza blanca	N	-	-
Familia Strigidae				
<i>Bubo virginianus</i>	Tucúquere	N	-	-
<i>Glaucidium nanum</i>	Chuncho	N	-	-
<i>Strix rufipes</i>	Concón	N	NT	9
Orden Caprimulgiformes				
Familia Caprimugidae				
<i>Caprimulgus longirostris</i>	Gallina Ciega	N	-	-
Orden Apodiformes				
Familia Trochilidae				
<i>Oreotrochilus leucopleurus</i>	Picaflor Cordillerano	N	-	-
<i>Patagona gigas</i>	Picaflor Gigante	N	-	-
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor Chico	N	-	-
Orden Piciformes				
Familia Picidae				
<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	N	-	-
<i>Picoides lignarius</i>	Carpinterito	N	-	-
Orden Passeriformes				
Familia Furnariidae				
<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	N	-	-
<i>Upucerthia dumetaria</i>	Bandurrilla	N	-	-
<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete Acanelado	N	-	-
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	N	-	-
<i>Ochetorhynchus melanurus</i>	Chiricoca	En	-	-
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	N	-	-
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	N	-	-
<i>Asthenes humicola</i>	Canastero	N	-	-
Familia Rhinocryptidae				
<i>Pteroptochos castaneus</i>	Hued-Hued castaño	En	-	-
<i>Pteroptochos megapodius</i>	Turca	En	-	-
<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrin	N	-	-
Familia Tyrannidae				
<i>Agriornis livida</i>	Mero	N	-	-
<i>Xolmys pyrope</i>	Diucón	N	-	-
<i>Muscisaxicola albilora</i>	Dormilona de Ceja Blanca	N	-	-
<i>Muscisaxicola macloviana</i>	Dormilona Tontita	N	-	-
<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	N	-	-
<i>Elaenia albiceps</i>	Fio-fio	N	-	-
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	N	-	-

Nombre científico	Nombre común	Origen	¹ Est.con.	² Fuente
<i>Colorhamphus parvirostris</i>	Viudita	N	-	-
Familia Cotongidae				
<i>Phytotoma rara</i>	Rara	N	-	-
Familia Hirundinidae				
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina Chilena	N	-	-
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de Dorso Negro	N	-	-
Familia Troglodytidae				
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	N	-	-
Familia Turdidae				
<i>Turdus falklandii</i>	Zorzal	N	-	-
Familia Mimidae				
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	En	-	-
Familia Thraupidae				
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	N	-	-
<i>Phrygilus alaudinus</i>	Platero	N	-	-
<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	N	-	-
<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de Gay	N	-	-
<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino patagónico	N	-	-
<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro Plomo	N	-	-
<i>Sicalis luteiventris</i>	Chirihue	N	-	-
Familia Emberizidae				
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	N	-	-
Familia Icteridae				
<i>Stuurnella loyca</i>	Loica	N	-	-
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	N	-	-
Familia Fringillidae				
<i>Spinus barbata</i>	Jilguero	N	-	-
<i>Spinus uropygialis</i>	Jilguero Cordillerano	N	-	-
CLASE MAMMALIA				
Orden Chiroptera				
Familia Molossidae				
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola de ratón	N	LC	14
Familia Vespertilionidae				
<i>Histiotus montanus</i>	Murciélago orejudo	N	LC	14
<i>Lasiurus varius</i>	Murciélago colorado	N	LC	13
<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago gris	N	DD	13
<i>Myotis chiloensis</i>	Murciélago común	N	LC	14
Orden Rodentia				
Familia Cricetidae				
<i>Abrothrix olivaceus</i>	Ratón oliváceo	N	-	-

Nombre científico	Nombre común	Origen	¹ Est.con.	² Fuente
<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratón lanudo	N	LC	9
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Ratón de cola larga	N	-	-
<i>Phyllotis darwini</i>	Ratón Orejudo de Darwin	N	-	-
Familia Chinchillidae				
<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	N	EN	1
Familia Muridae				
<i>Mus musculus</i>	Ratón doméstico (Laucha)	Ex	-	-
<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén	Ex	-	-
<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	Ex	-	-
Orden Carnivora				
Familia Felidae				
<i>Leopardus colocolo</i>	Gato colocolo	N	NT	8
<i>Puma concolor</i>	Puma	N	NT	8
Familia Canidae				
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro Culpeo	N	LC	6
<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro Chilla	N	LC	6
Familia Mustelidae				
<i>Galictis cuja</i>	Quique	N	LC	13
<i>Conepatus chinga</i>	Chingue	N	LC	13
Orden Lagomorpha				
Familia Leporidae				
<i>Lepus capensis</i>	Liebre	Ex	-	-
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	Ex	-	-

N= Nativa, En= Endémica. Ex= Exótica

¹ Estados de conservación: CR: En Peligro Crítico; EN: En Peligro de extinción; VU: Vulnerable; NT: Casi Amenazado; LC: Preocupación Menor; DD: Datos Insuficientes; R: Rara; ICC: Inadecuadamente Conocida; F: Fuera de Peligro
-: Especie no clasificada.

² Fuentes o referencias utilizadas para determinar estado de conservación: 1 = DS. 05/98, MINAGRI; 2 = DS 151/2006 MINSEGPRES; 3: DS 50/2008 MINSEGPRES 4: DS 51/2008 MINSEGPRES 5: DS 23/2009 MINSEGPRES 6: DS 33/2011 MMA, 7: DS 41/2011 MMA; 8: DS 42/2011 MMA 9: DS 19/2012 MMA 10: DS 13/2013 MMA 11: DS 52/2014 MMA 12: DS 38/2015 MMA 13: DS16/2016 MMA. 14: DS 06/2017 MMA. 15: DS79/2018. MMA.
Fuente: MMA 2017

4.2. Área de estudio

En términos generales, los dos sitios tienen actualmente una fisonomía similar, puesto que se trata de lugares con escasa vegetación natural de tipo arbustiva, en los cuales crece una incipiente vegetación herbácea, que va colonizando el suelo desnudo (Fotos 1 y 2).

Producto de las actividades efectuadas en ambos sitios durante el proceso de construcción de la Central La Confluencia, se produjeron diversas intervenciones que dieron lugar a cambios en la fisonomía del paisaje, produciéndose zonas de resguardo

y refugio para reptiles y posiblemente micromamíferos, que han ido colonizando los ambientes.

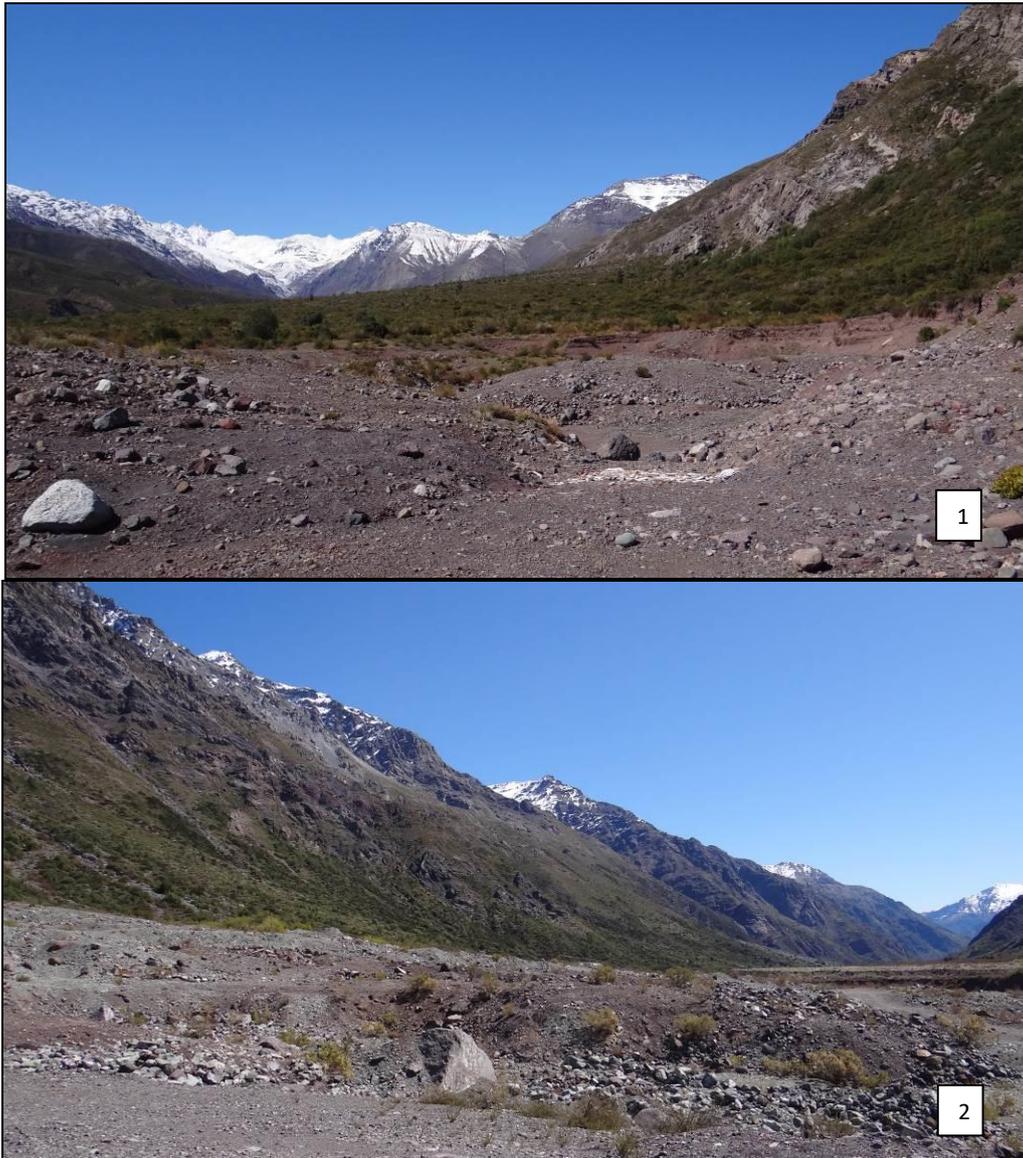


Foto 1. Sector A2 Foto 2. Sector8 A3.

Por otra parte y a pesar de la pobreza del suelo, existe un establecimiento incipiente de vegetación nativa, principalmente arbustos colonizadores, han enriquecido los sitios intervenidos, favoreciendo la presencia de especies de fauna de escasa movilidad.

Con respecto al sitio de control, este corresponde a un sitio con condiciones más favorables, no ubicado directamente en el cono de las quebradas donde se emplazan los sectores A2 y A3, cuyo tipo de ambiente es bastante homogéneo, puesto que en general se trata de un matorral esclerófilo, poco denso, que en algunos lugares deja paso a vegetación arbórea.

La principal diferencia entre las estaciones de muestreo y los sitios de control es precisamente la cobertura vegetal, lo cual permite comparar la situación de un lugar alterado, con otro de similares características topográficas y climáticas, pero que no ha

experimentado intervención antrópica, donde, por lo tanto, se mantienen sus características naturales.

Es importante consignar que la superficie total de la subcuenca del río Tinguiririca, donde se emplaza el Proyecto Hidroeléctrico La Confluencia, que abarca el tramo comprendido entre la confluencia del mencionado río con el río del Azufre y desde este punto, aguas abajo hasta la junta con el río Clarillo, alcanza a 15.757,9 há. y que, de esta superficie, el área cubierta por vegetación nativa, llega a 11.459,0 há., lo que significa que el área total intervenida y solicitada en carácter de permanente (4,52 há.), corresponde a un 0,03% de la superficie con cubierta vegetal.

4.3. Registro de fauna

4.3.1. Riqueza y abundancia

El monitoreo dio como resultado en términos de riqueza, la pesquisa de un total de 14 especies de vertebrados terrestres, de los cuales tres corresponden a mamíferos, nueve a aves, dos a reptiles y no hubo registros de anfibios.

En la siguiente tabla, se despliegan los resultados del registro de riqueza y abundancia para cada una de las estaciones de muestreo y los sitios de control. Para cada estación de muestreo y su respectivo sitio control, se muestra la diversidad, expresada como el número de especies pesquisadas y la abundancia total, en términos de la cantidad de ejemplares de cualquier especie, observados en cada punto.

Tabla 3: Diversidad y abundancia de especies registrada en las áreas intervenidas y sitios control

Área de muestreo	Ubicación		Especies	Abundancia
	E	S		
Estación de muestreo N° 1 Sitio A2	361160	6135825	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	1
			<i>Pteroptochos megapodius</i>	1
			<i>Diuca diuca</i>	2
			<i>Zonotrichia capensis</i>	2
			<i>Oryctolagus cuniculus*</i>	-
			<i>Lepus capensis *</i>	-
			Total especies: 6	6
Estación de muestreo N° 1 Sitio A3	362026	6134826	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	2
			<i>Liolaemus monticola</i>	3
			<i>Callipepla californica</i>	4
			<i>Pteroptochos megapodius</i>	1
			<i>Turdus falklandii</i>	2
			<i>Zonotrichia capensis</i>	3
			<i>Oryctolagus cuniculus*</i>	-
<i>Lepus capensis *</i>	-			

Área de muestreo	Ubicación		Especies	Abundancia
	E	S		
			<i>Lycalopex culpaeus</i> *	-
			Total especies: 9	15
Sitio control	361772	6135341	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	2
			<i>Liolaemus monticola</i>	1
			<i>Callipepla californica</i>	4
			<i>Cinclodes patagonicus</i>	1
			<i>Muscisaxicla albilora</i>	1
			<i>Tachycineta leucopyga</i>	4
			<i>Troglodytes aedon</i>	1
			<i>Turdus falklandii</i>	1
			<i>Zonotrichia capensis</i>	1
			<i>Diuca diuca</i>	3
			<i>Oryctolagus cuniculus</i> *	-
			<i>Lepus capensis</i> *	.
<i>Lycalopex culpaeus</i> *	-			
			Total especies: 13	19

* Signos indirectos

** Renacuajos

Respecto de los resultados de los muestreos, es necesario enfatizar algunos aspectos que resultan relevantes.

En el contexto general, como es de esperar, existe una mayor diversidad de especies y mayor abundancia de ejemplares en el punto de control versus las áreas intervenidas, sin embargo, estas diferencias reflejan principalmente la que existe entre las especies de aves, cuyo volumen es mayoritario y no la que se observa entre especies de baja movilidad, como son los reptiles, que son las más sensibles a la fragmentación de hábitat.

Al comparar, por otra parte, la diversidad de especies registrada entre las dos estaciones de muestreo en los sitios intervenidos, no se observan grandes variaciones, especialmente si se hace abstracción de las diferencias de superficie, que existen entre ellas. Esta situación deriva, en gran parte, de que el ambiente en toda el área de estudio es bastante homogéneo, presentándose leves diferencias derivadas de la altitud y de la topografía.

Con respecto a la abundancia de ejemplares, se observa la misma tendencia a la homogeneidad entre las áreas de estudio y el sitio de control.

Al analizar por separado los resultados de cada estación de muestreo y el punto de control, se aprecia lo siguiente:

La estación de muestreo N° 1 (Sitio A2) fue la que mostró la menor diversidad con sólo seis especies y, al mismo tiempo, una menor abundancia, pues, sin contar los

mamíferos que sólo fueron detectados por signos indirectos (fecas y huellas) solamente se registraron seis ejemplares de aves y reptiles, destacándose la presencia de una especie baja movilidad, *Liolaemus lemniscatus*.

En la estación de muestreo N° 2 (Sitio A3), el total de especies registradas alcanzó a nueve, sólo tres más que en el punto anterior y cuatro menos que en el punto de control, sin embargo, al igual que en éste, se observó dos especies de reptiles *Liolaemus lemniscatus* y *L. monticola* (Foto 1), lo que indica que esta área intervenida, también ha sido colonizada por especies de escasa movilidad.

Con respecto a aves y mamíferos, en este sitio se detectó cuatro especies de aves y nuevamente se registró indirectamente la presencia de conejos, liebres y zorros (probablemente *Lycalopex culpaeus*), en cambio en el sitio control, se registró el doble de especies de aves y también tres especies de mamíferos, mediante signos indirectos.



Foto 1: Ejemplar de *Liolaemus monticola*

En resumen, para los sitios denominados A2 y A3, que durante la construcción de la CHLC fueron destinados a extracción de materiales, si bien la diversidad y abundancia bordearon niveles muy bajos, respecto a lo encontrado durante el estudio de línea base del proyecto, se debe tomar en cuenta que ambas estaciones de muestreo están ubicadas cerca del reservorio Tinguiririca de la Central Hidroeléctrica Confluencia, a una altitud considerablemente superior al resto del área estudiada (sobre 1450 msnm.), por lo que era esperable, dada la condición señalada, que los parámetros estudiados, mostraran niveles más bajos. No obstante, esta situación no impidió que se evidenciara la colonización de ambos sitios por especies de baja movilidad, registrándose dos especies de reptiles. En el sitio control respectivo, la situación fue casi idéntica, en términos cuantitativos, pero hubo diferencias en cuanto a las especies presentes.

5. CONCLUSIONES

Para la evaluación de la situación de los sitios en relación a su calidad de hábitat o riesgo de fragmentación, en primer lugar es necesario señalar que la superficie total que ocupan los dos sitios estudiados, los cuales fueron destinados a la extracción de áridos durante el periodo de construcción de la CHLC, representa una ínfima parte, sólo un 0,02%, del área total de la subcuenca del río Tinguiririca, en la que se extiende el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico La Confluencia. Por otra parte, si sólo se toma en cuenta el área que presenta cobertura vegetal, el porcentaje sube a un escaso 0,03%.

En términos de riqueza de especies, en el monitoreo realizado en los dos sitios estudiados, se registró un total de 14 especies de vertebrados terrestres, de los cuales tres corresponden a mamíferos, nueve a aves, dos a reptiles y no hubo registros de anfibios.

La presencia de mamíferos en las áreas intervenidas correspondió principalmente a meso mamíferos, puesto que el tipo de muestreo realizado determinó que los registros se hicieran a partir de signos indirectos, como huellas o fecas, en cuyo caso es posible inferir que tales áreas son utilizadas por estas especies indistintamente como parte de sus territorios o como lugares de paso en sus desplazamientos habituales.

Como era de esperar, las aves utilizan las áreas de extracción de áridos A2 y A3 al igual que el resto del territorio aledaño sin distinción, dado que ambos sitios encuentran recursos alimenticios o zonas apropiadas para el descanso o refugio. Para este grupo, las áreas de extracción de áridos A2 y A3 son parte de los ambientes que usan para desplazarse, sin que resulten, por su escasa superficie un elemento de disturbio u obstáculos para su dispersión

Los reptiles estuvieron representados por dos especies de lagartijas, que correspondieron tanto a especies que prefieren ambientes abiertos, como *Liolaemus lemniscatus*, como a especies saxícolas, como *L. monticola*. La ocupación del área por parte de estas dos especies de reptiles, indica que las condiciones existentes en los sitios en la actualidad, producto de los movimientos de tierra originales y la aparición de algunas plantas, han permitido que se generen microhábitat que favorecen la colonización por estas especies, a pesar de la pobreza de las áreas en términos de calidad de suelo o cobertura vegetal, en comparación con el sitio control.

A partir de los resultados obtenidos de los muestreos de fauna en los sitios intervenidos, y en la respectiva área de control, se puede concluir que, se está produciendo un proceso de incipiente colonización de especies de baja movilidad, lo que indica claramente que la condición actual de tales áreas no constituye en ningún caso, riesgo de fragmentación.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAYA B. y MILLIE, H (2005). Guía de Campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago. 406 pp.

CAMPOS H (1996) Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. 222 Pp.

CEI JM (1962). Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago, Chile. cviii + 128 pp.

CONTRERAS L & JC TORRES-MURA (2009). Biogeografía de Mamíferos Terrestres de Chile. Pp 305-314. En: Mamíferos de Chile, Segunda Edición. Muñoz-Pedreros A & J Yáñez (Eds). Ediciones CEA, Valdivia, Chile. 571 pp.

CRUMP M & N SCOTT (2001). Relevamientos por Encuentros Visuales. Pp 81-87. En: Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios. Heyer W, Donnelly M, McDiarmid R, Hayek LA & M Foster (Eds). Editorial Universitaria de la Patagonia, Chubut, Argentina. 349 pp.

DÍAZ-PÁEZ H & JC ORTIZ (2003). Evaluación del Estado de Conservación de los Anfibios en Chile. Revista Chilena de Historia Natural, Chile 76: 509-525.

DÍAZ-PÁEZ H, NÚÑEZ J, NÚÑEZ H & JC ORTIZ (2008). Estado de Conservación de Anfibios y Reptiles. Pp. 233-267. En: Herpetología de Chile. Vidal M & A Labra (Eds.). Science Verlag®, Santiago, Chile. 593 pp.

DONOSO-BARROS R. (1966). Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago. cxlvi + 458 pp.

GALAZ, J. L. AND J. YÁÑEZ. 2006. Los murciélagos de Chile: Guía para su reconocimiento. P. 80 in. Centro de Ecología Aplicada, Santiago.

GAJARDO R (1994). La Vegetación Natural de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 165 pp.

IRIARTE A (2008). Mamíferos de Chile. Guías Descubrir la Naturaleza, Lynx Ediciones, Barcelona, España. 420 pp.

JARAMILLO A, BURKE P & D BEADLE (2005). Aves de Chile. Guías Descubrir la Naturaleza, Lynx Ediciones, Barcelona, España. 240 pp.

LUEBERT, F. y P. PLISCOFF. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 316 p.

MANN G (1960). Regiones Biogeográficas de Chile. Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile. 49 pp.

MANN, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana Concepción 40:1–342.

MARTÍNEZ D & G GONZÁLEZ (2004). Las Aves de Chile. Nueva guía de Campo. Ediciones del Naturalista, Santiago, Chile. 620 pp.

MELLA J (2005). Guía de Campo Reptiles de Chile: Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F & M Contreras (Eds.) Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pp + xii

MINSEGPRES (2005). D.S. Nº 75. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

MINSEGPRES (2007). DS Nº151. Primer Proceso de Clasificación de Especies Silvestres Según Su Estado de Conservación.

MINSEGPRES (2008). DS Nº50. Segundo Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación.

MINSEGPRES (2008). DS Nº51. Tercer Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación.

MINSEGPRES (2009). DS Nº23. Cuarto Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2011). Decreto Supremo Nº 33. Quinto Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2011). Decreto Supremo Nº 41. Sexto Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2011). Decreto Supremo Nº 42. Séptimo Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2013). Decreto Supremo Nº 13. Octavo Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2014). Decreto Supremo Nº 52. Noveno Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación.

MUÑOZ-PEDREROS A & J YÁÑEZ (Eds) (2009). Mamíferos de Chile. Segunda Edición. Ediciones CEA, Valdivia, Chile. 571 pp.

NUÑEZ H & F JAKSIC (1992). Lista Comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 43: 63-91.

ORTIZ JC & H DÍAZ-PÁEZ (2006). Estado de Conocimiento de los Anfibios de Chile. Gayana 70 (1): 114-121.

PINCHEIRA-DONOSO D & H NÚÑEZ (2005). Las Especies Chilenas del Género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae) Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile Nº 59: 7-486.

QUINTANILLA V (1983). Biogeografía de Chile. Instituto Geográfico Militar. 230 pp.

RABANAL FE & JJ NUÑEZ (2008). Anfibios de los Bosques Templados de Chile. Primera edición. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 206 pp.

RALPH JC, GEUPEL GR, PYLE P, MARTIN TE, DESANTE DF & B MILÁ (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. GEN. TECH. REP. PSW-GTR-159. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department Of Agriculture. 44 Pp.

RAU J & A MUÑOZ-PEDREROS (2009). Técnicas de Detección en Mamíferos. Pp 525-533. En: Mamíferos de Chile, Segunda Edición. Muñoz-Pedrerros A & J Yáñez (Eds). Ediciones CEA, Valdivia, Chile. 571 pp.

SAG (2010). La Ley de Caza y su Reglamento. Undécima Edición. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Santiago, 96 pp.

SAMO J, GARMENDIA A & A DELGADO (2008). Introducción Práctica a la Ecología. Pearson Educación S.A., Madrid, España. 227pp.

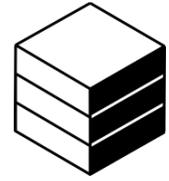
SKEWES. O. (2009). Manual de huellas de mamíferos silvestres de Chile. Impr. La Discusión Chillán. Chile. 99 pp.

VELOSO A (2006). Batracios de las Cuencas Hidrográficas de Chile: Origen, Diversidad y Estado de Conservación. Pp. 103-140. En: Macrófitas y Vertebrados de los Sistemas Límnicos de Chile. Vila I, Veloso A, Schlatter R & C Ramírez. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 190 pp.

VELOSO A & J NAVARRO (1988). Lista Sistemática y Distribución Geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino 6: 481-539.

VIDAL M, SOTO E & A VELOSO (2009). Biogeography of Chilean Herpetofauna: Distributional Patterns of Species Richness and Endemism. Amphibia-Reptilia (30): 151-171.

Edafos



ESTUDIO DE SUELOS ÁREA DE EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS A2 Y A3

Proyecto
Hidroeléctrico La Confluencia

Elaborado por:
VICTOR BUSTAMANTE

Elaborado para:
Tinguirica Energía
Enero 2020
TEN005.INF001.Rev0

CONTENIDO

ESTUDIO DE SUELOS	1
1 INTRODUCCIÓN	1
2 OBJETIVOS	2
2.1.....Objetivo general	2
2.2.....Objetivos específicos	2
3 ÁREA ESTUDIADA	2
4 METODOLOGÍA	4
4.1.....Identificación de unidades y Descripciones de Terreno	4
5 RESULTADOS	9
5.1.....Revisión Bibliográfica	9
5.2.....Levantamiento de Información	10
5.2.1.....Empréstito A3	12
5.2.2.....Empréstito A2	18
6 CONCLUSIONES	22
7 BIBLIOGRAFÍA	23



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Coordenadas de ubicación de los puntos de descripción de perfil.	7
Tabla 4-2. Coordenadas de ubicación de los puntos de observación.	7
Tabla 5-1. Perfil observado en el punto TEN005 -P001.	12
Tabla 5-2. Perfil observado en el punto TEN005 -P006.	14
Tabla 5-3. Perfil observado en el punto TEN005 -P008.	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Ubicación del área de estudio.	3
Figura 4-1. Área de Empréstito A3, comparación de imágenes satelitales 2007 - 2019.	5
Figura 4-2. Área de Empréstito A2, comparación de imágenes satelitales 2007 - 2019.	6
Figura 4-3. Distribución puntos de muestreo.	8
Figura 5-1. Material rocoso depositado en superficie.	10
Figura 5-2. Unidades Homogéneas de Suelo en el área de estudio.	11
Figura 5-3. Fotografías del perfil y entorno del punto TEN005-P001. (UTM WGS84 H19S 361.943 - 6.134.897)	13
Figura 5-4. Fotografías del perfil y entorno del punto TEN005-P006. (UTM WGS84 H19S 361.113 - 6.135.845)	15
Figura 5-5. Fotografías del entorno de punto observación TEN005-P002. (UTM WGS84 H19S 361.938 - 6.134.857)	16
Figura 5-6. Fotografías del entorno de punto observación TEN005-P003. (UTM WGS84 H19S 361.953 - 6.134.793)	16



Figura 5-7. Fotografías del entorno de punto observación TEN005-P004. (UTM WGS84 H19S 362.013 - 6.134.841) 17

Figura 5-8. Fotografías del entorno de punto observación TEN005-P005. (UTM WGS84 H19S 362.089 - 6.134.75093) 17

Figura 5-9. Fotografías del perfil y entorno del punto TEN005-P008. (UTM WGS84 H19S 361.129 - 6.135.765) 19

Figura 5-10. Fotografías del entorno de punto observación TEN005-P007. (UTM WGS84 H19S 361.113 - 6.135.845) 20

Figura 5-11. Fotografías del entorno de punto observación TEN005-P009. (UTM WGS84 H19S 361.136 - 6.135.864) 20

Figura 5-12. Fotografías del entorno de punto observación TEN005-P010. (UTM WGS84 H19S 361.199 - 6.135.855) 21

Figura 6-1. Suelos con presencia de horizonte orgánicos. (UTM WGS84 H19S 360.030 - 6.138.058) 22



ESTUDIO DE SUELOS

1 INTRODUCCIÓN

Hidroeléctrica La Confluencia solicita estudio técnico con el objeto de conocer las condiciones previas a la intervención de las características de los suelos en el área de los empréstitos A2 y A3. Esto con la finalidad de definir si las unidades poseían capa vegetal previo a la intervención.

Para efectos del presente estudio, se entenderá como capa vegetal aquella compuesta por los horizontes que evidencian integración de materiales húmicos, tales como:

- Oa: Horizonte de materia orgánica altamente descompuesta.
- A: Horizonte mineral con acumulación de materia orgánica (humus), pérdida de hierro (Fe), aluminio (Al) y arcillas.

Se descartan los horizontes de acumulación orgánica Oe y Oi, por corresponder a aportes no efectivos, donde la materia orgánica puede ser transportada nuevamente por viento o agua, sin causar efectivamente la melanización del suelo (incremento de compuestos húmicos).



2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

El presente estudio describirá los suelos en el área de los Empréstitos A2 y A3 que formaban parte de la etapa de construcción del Proyecto Hidroeléctrico La Confluencia..

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

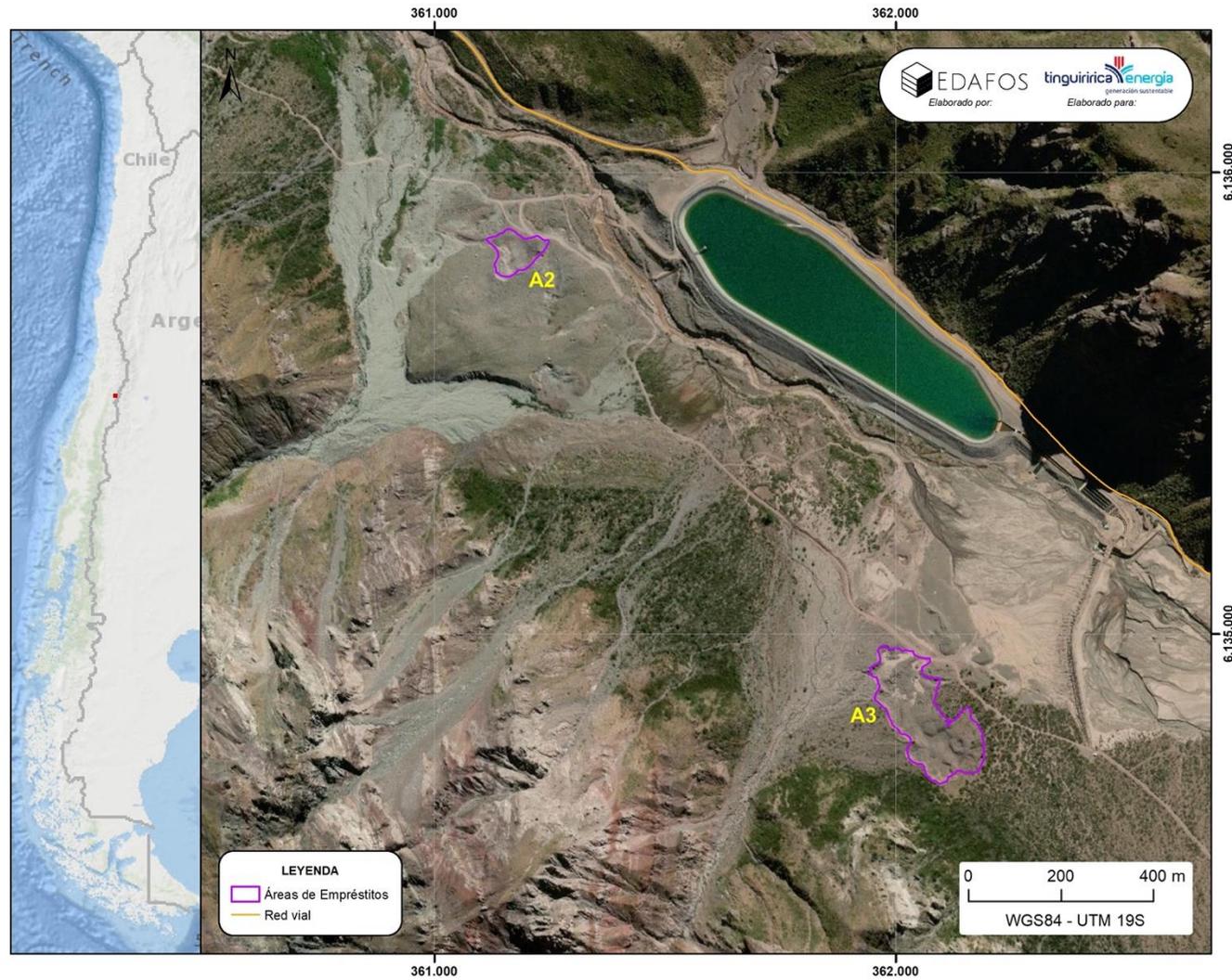
- Revisar la bibliografía asociada a la estructura de los suelos del área de influencia.
- Describir las unidades homogéneas de suelos presentes en el área de los empréstitos A2 y A3.

3 ÁREA ESTUDIADA

El presente estudio se ha desarrollado en las unidades geomorfológicas asociadas a las áreas de empréstitos A2 y A3 del Proyecto Hidroeléctrica Higuera – Confluencia. Las obras están ubicadas en la zona cordillerana de la comuna de San Fernando, Región de O'Higgins (Figura 3-1).



Figura 3-1. Ubicación del área de estudio



Fuente: Elaboración propia.



Edafos

Elaborado para Tinguiririca Energía
TEN005.INF001.Rev0

4 METODOLOGÍA

La caracterización de las unidades homogéneas de suelos del área de estudio se ha realizado por medio de la revisión de antecedentes bibliográficos y levantamiento de información en terreno de los suelos existentes. Cabe mencionar que el levantamiento de información se ha realizado considerando los lineamientos planteados por las siguientes Guías y Pautas:

- Pauta para la descripción de suelos (SAG, 2011 rectificada).
- Guía para la descripción de los componentes: Suelos, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA (SEA, 2015)
- Guía de Campo para la Descripción y Muestreo de Suelos (Schoeneberger *et al.*, 2012)

Las etapas relacionadas con la preparación del levantamiento de información en terreno serán descritas a continuación.

4.1 IDENTIFICACION DE UNIDADES Y DESCRIPCIONES DE TERRENO

El estudio se ha realizado basado en el modelo factorial de formación de suelos propuesto por Jenny (1941). El modelo plantea que el cuerpo natural suelo corresponde al resultado de la intervención de cinco factores formadores: material parental, topografía, biota, clima y tiempo. Acorde a esto, si existen cambios en uno o más factores, se producirá la diferenciación entre unidades de suelo.

Considerando lo anterior, se realizó una fotointerpretación previa a terreno identificando elementos diferenciadores como el material parental y la topografía. Se asume que la biota, clima y tiempo, han podido tener un efecto similar sobre todas las unidades. La fotointerpretación del área de influencia se realizó sobre la base de imágenes disponibles en Bing y Google. Este último proveedor de imágenes dispone de una base de datos de imágenes históricas que permite observar como era el área en periodos previos a la intervención (Figura 4-1 y Figura 4-2).



Figura 4-1. Área de Empréstito A3, comparación de imágenes satelitales 2007 - 2019.

Imagen captada en Año 2007

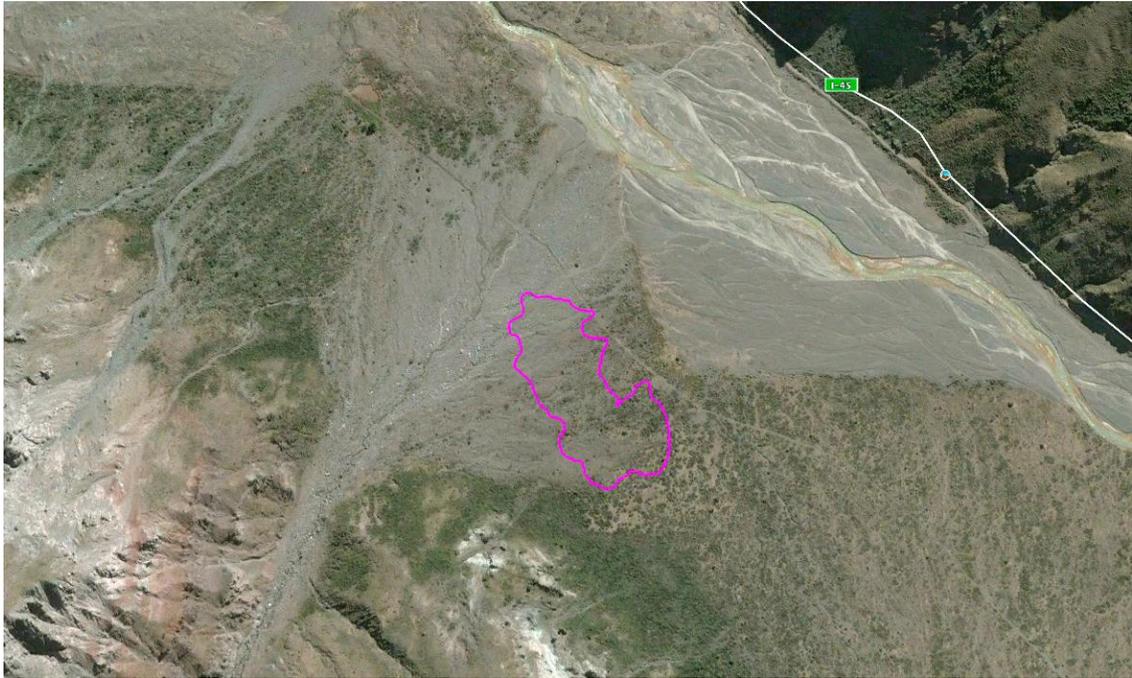


Imagen captada en Año 2019



Fuente: Elaboración propia.



Figura 4-2. Área de Empréstito A2, comparación de imágenes satelitales 2007 - 2019.

Imagen captada en Año 2007



Imagen captada en Año 2019



Fuente: Elaboración propia.



Edafos

En las unidades identificadas con la fotointerpretación se seleccionaron sectores para describir pedones representativos, lo cual se realizó por medio de la descripción de perfiles disponibles en el área.

La descripción *in situ* de cada horizonte identificado en los pedones, consideró la medición de las propiedades: color, textura, estructura de los agregados, consistencia, profundidad, poros, pedregosidad subsuperficial y morfología de límite. Se realizó además una descripción del contexto ambiental en el cual se presenta el pedón descrito, evaluando aspectos tales como pendiente, exposición, clase de drenaje, pedregosidad superficial, cobertura vegetal y presencia de rasgos erosivos.

La campaña de terreno se ejecutó el día 17 de enero de 2020. Las coordenadas con la ubicación de los puntos de descripción de perfiles se presentan en la Tabla 4-1. Adicionalmente, se realizaron puntos de observación para verificar la continuidad del perfil y características descritas, cuyas coordenadas se presentan en la Tabla 4-2. La distribución de los puntos de muestreo ejecutado en el área de influencia se expone en la Figura 4-3.

Tabla 4-1. Coordenadas de ubicación de los puntos de descripción de perfil.

Identificador	Coordenadas UTM (WGS84 H19S)		Empréstito
	Este	Norte	
TEN005-P001	361.943	6.134.897	A3
TEN005-P006	361.113	6.135.845	A3
TEN005-P008	361.129	6.135.765	A2

Fuente: Elaboración propia.

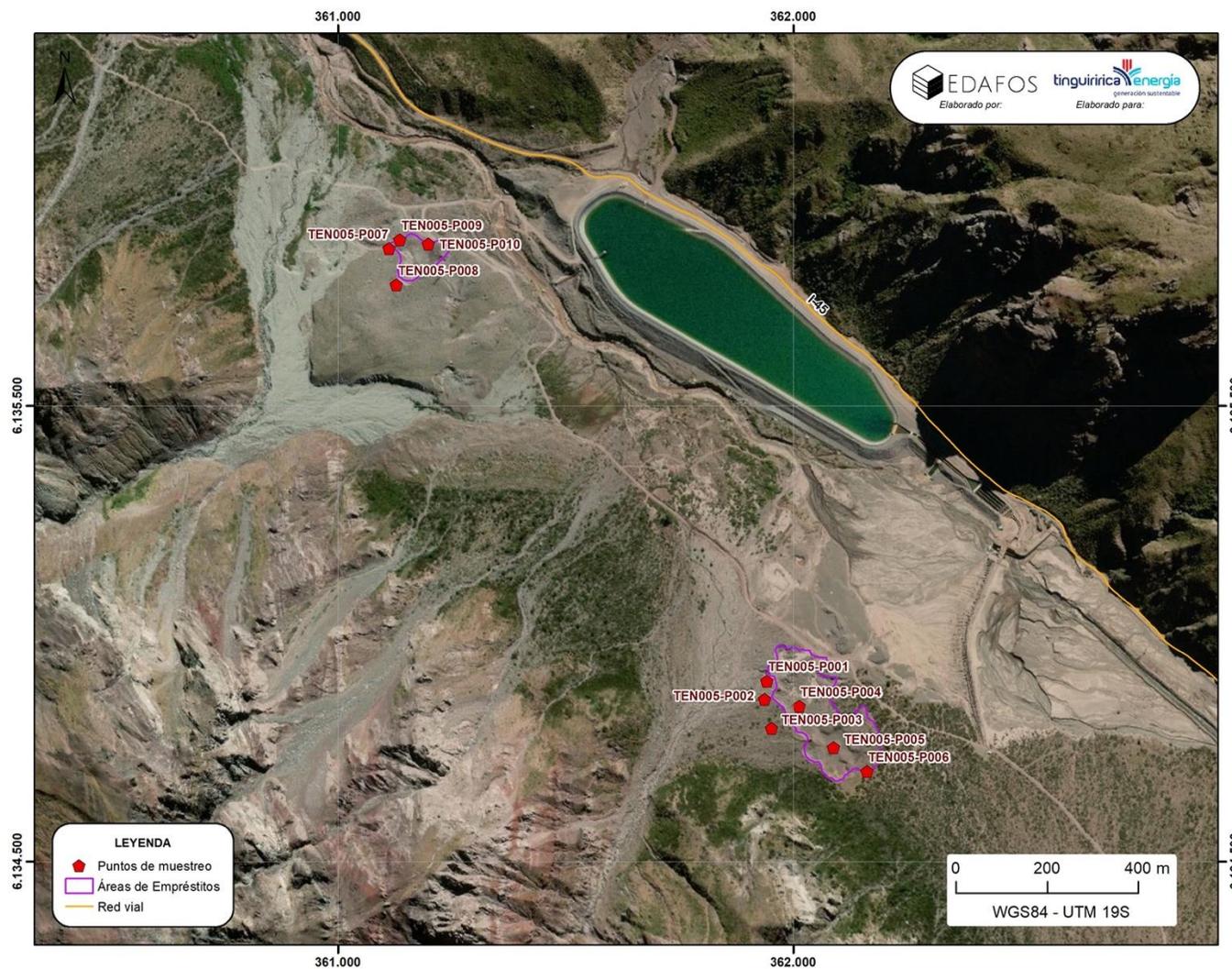
Tabla 4-2. Coordenadas de ubicación de los puntos de observación.

Identificador	Coordenadas UTM (WGS84 H19S)		Empréstito
	Este	Norte	
TEN005-P002	361.938	6.134.857	A3
TEN005-P003	361.953	6.134.793	A3
TEN005-P004	362.013	6.134.841	A3
TEN005-P005	362.089	6.134.750	A3
TEN005-P007	361.113	6.135.845	A2
TEN005-P009	361.136	6.135.864	A2
TEN005-P010	361.199	6.135.855	A2

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4-3. Distribución puntos de muestreo.



Fuente: Elaboración propia.



5 RESULTADOS

5.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los suelos del área de estudio han sido pocas veces descritos en detalle, como consecuencia del nulo valor agrícola que poseen. Al respecto, una de las primeras aproximaciones que se puede encontrar, corresponden a la realizada por, Luzio y Alcayaga (1992) en su mapa de asociaciones de grandes grupos de suelos de Chile, escala de trabajo (1:6.000.000), que clasifica los suelos de la zona como “Cryorthents – Cryandepts (Vitric) – Cryochrepts en áreas escapadas”. Este gran grupo se asociaría a las áreas mas escarpadas y de relieve mas fuerte de la Cordillera de Los Andes, entre las regiones V y IX. Los suelos se caracterizarían por ser de texturas gruesas; y en aquellos casos que pueden presentar un horizonte B, estaría débilmente desarrollado.

Por otra parte, la clasificación que plantea Luzio *et al.* (2010), ubica el área de influencia al interior de la zona edáfica “Suelos de la Zona Mediterránea Árida”, la que se encuentra entre los 32° de latitud sur hasta los 37°45’ latitud sur. Para la zona de la Cordillera de los Andes, Luzio *et al.* (2010), indica que los procesos pedogénicos no han tenido la intensidad suficiente para dar origen a suelos con una clara diferenciación de horizontes. La mayoría corresponde a suelos esqueléticos (ausencia de estratos orgánicos), con abundante pedregosidad en el perfil. La granulometría estaría dominada por la fracción arena, cuyo origen se encuentra en rocas andesíticas y basálticas. La mejor aproximación taxonómica para estos suelos sería el orden Entisols.

En un estudio de mecánica de suelos desarrollado por la empresa SONDAS P.C.E. (2017) para el Proyecto “Empréstitos Confluencia”, desarrollado específicamente en el área de empréstitos, demuestra la presencia de suelos con perfiles ricos en arenas, gravas y bolones, en proporciones superiores al 55%. Esta condición la describen continua desde la superficie, hasta profundidades de 1,7 metros. Se destaca la ausencia de horizontes o estratos orgánicos en la descripción.

En síntesis, los estudios anteriormente citados coinciden en atribuir un desarrollo edáfico mínimo o nulo para los suelos del área de estudio, siendo común encontrar suelos constituidos en su totalidad por uno o más horizontes C¹.

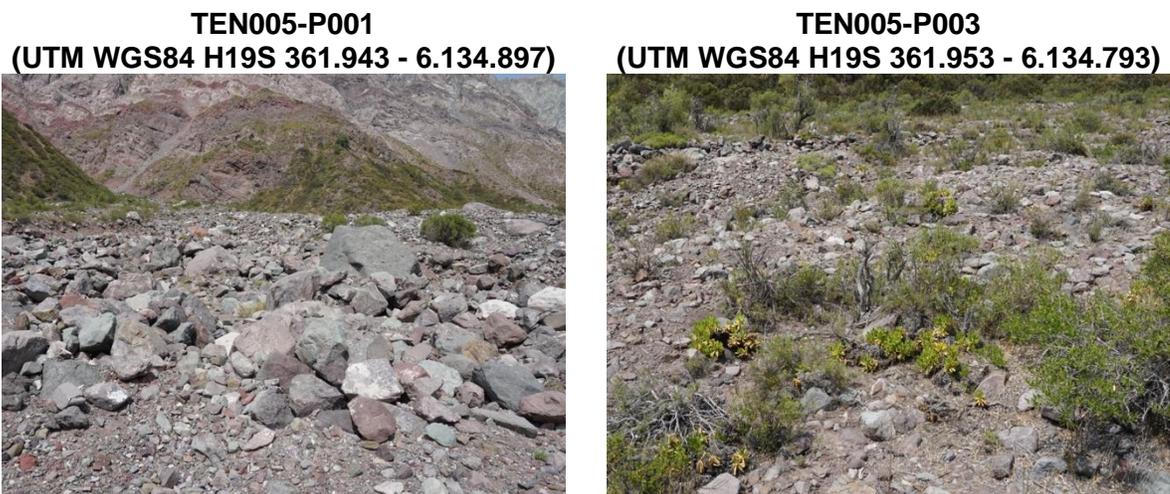
¹ Con poca o sin alteración pedogénica, material terroso no consolidado o roca blanda (Schoeneberger *et al.*, 2012).



5.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Los empréstitos A2 y A3 se emplazan al interior de conos aluviales distintos y aledaños. La extensión de ambos conos aluviales se presenta en la Figura 5-2. Los conos aluviales corresponden a áreas de depositación de material pedregoso y rocoso en forma de estratas, las que fueron transportadas por el agua, por efecto de la concentración de flujos en periodos de tormentas (Figura 5-1). Actualmente se verifica que los flujos de agua han causado la erosión de las unidades geomorfológicas, diferenciando la zona de los empréstitos como un nivel antiguo dentro del cono aluvial. El material de origen sería de tipo volcano-sedimentario (SERNAGEOMIN, 2003).

Figura 5-1. Material rocoso depositado en superficie.



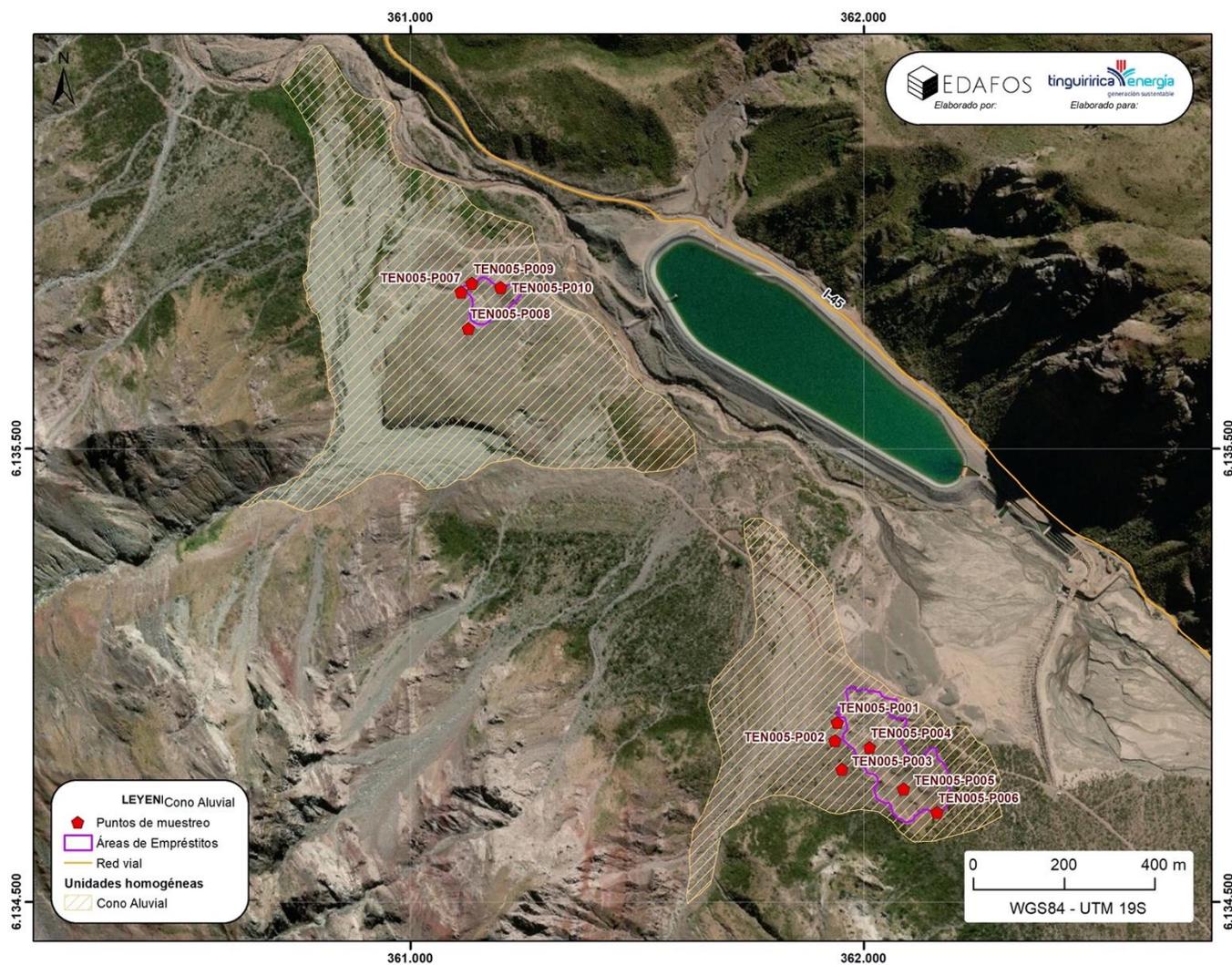
Fuente: Elaboración propia.

La evaluación de los suelos formados al interior de las unidades geomorfológicas de cono aluvial, determinó que éstos no poseen desarrollo pedogenético, correspondiendo a suelos esqueléticos. En las descripciones realizadas en ambas unidades geomorfológicas se identificaron sólo horizontes C, sin evidencia de melanización por incorporación de material húmico, descartándose que previo a la intervención hubiese habido presencias de capas orgánicas.

Basado en las imágenes históricas (Ver Figura 4-1 y Figura 4-2), se define que la misma condición estuvo presente en el área de los empréstitos A2 y A3, previo a la intervención de las obras, ya que ningún factor formador de suelos ha cambiado.



Figura 5-2. Unidades Homogéneas de Suelo en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.



A continuación, se presentan las descripciones de perfil y puntos de observación realizados en cada empréstito:

5.2.1 Empréstito A3

La cobertura vegetal de los suelos en el cono aluvial asociado al empréstito A3, esta constituida por matorral y herbáceas nativas, de coberturas que varían desde nula en la zona activa y central del cono, hasta 25% en su borde sur. Esto último se puede relacionar con que el agua depositó clastos y sedimentos de menor tamaño en los bordes del cono aluvial, a diferencia de la zona central donde el flujo ha depositado clastos de mayor tamaño. La escasa presencia de vegetación no ha permitido la formación de horizontes O.

Las pendientes en esta unidad son complejas, de forma convexa, varían de suavemente onduladas (5 a 8%) a fuertemente onduladas (15 a 30%). La pedregosidad superficial varia desde moderada (15 a <35% de piedras y 20 a <40% de gravas) a muy abundante (>50% de piedras y >85% de gravas). La rocosidad superficial también es abundante (>20%). La unidad presenta drenaje excesivo.

5.2.1.1 Descripción de punto de muestreo TEN005 - P001

Suelo con nulo desarrollo de perfil y sin evidencia de procesos de melanización del horizonte, relacionado con el escaso aporte de materia orgánica de la vegetación. El perfil se caracteriza por poseer un color rojizo en el matiz 2,5YR, indicador de riqueza de hierro en la unidad. En general, sin formación de estructura y texturas gruesas.

El perfil fue descrito en las coordenadas UTM 361.943 E - 6.134.897 N (WGS84 Huso 19S).

La Tabla 5-1 presenta la descripción del perfil observado y la Figura 6 2 expone fotografías del punto de muestreo.

Tabla 5-1. Perfil observado en el punto TEN005 -P001.

Profundidad (cm)	Descripción
0-150 C ₁	Color rojo débil (2,5YR 5/2; 2,5/2 húmedo); arenosa; no plástico y no adhesivo, suelto en seco y en húmedo. Sin formación de estructura, grano simple. Raíces no aparentes, pero hay presencia de plantas en el sector. Porosidad de tipo intersticial. Se observa la presencia de pedregosidad angular, abundante, dominando los clastos entre 2 a 7,5 cm. Límite lineal, claro.
150-270 C ₂	Color rojo débil (2,5YR 5/2; 2,5/2 húmedo); arenosa; no plástico y no adhesivo, suelto en seco y en húmedo. Sin formación de estructura, grano simple. Raíces no aparentes. Porosidad de tipo intersticial. Se observa la presencia de pedregosidad



Profundidad (cm)	Descripción
	angular, muy abundante, dominando los clastos mayores a 7,5 cm de diámetro. Límite lineal, claro.
270-300 y más C ₃	Color rojo débil (2,5YR 5/2; 2,5/2 húmedo); arenosa; no plástico y no adhesivo, suelto en seco y en húmedo. Sin estructura, masivo. Raíces no aparentes. Porosidad de tipo intersticial. Resistencia a la excavación alta, por compactación. Se observa la presencia de pedregosidad angular, muy abundante, dominada por bolones (> 25 cm de diámetro).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-3. Fotografías del perfil y entorno del punto
 TEN005-P001.
 (UTM WGS84 H19S 361.943 - 6.134.897)



Fuente: Elaboración propia.



5.2.1.2 Descripción de punto de muestreo TEN005 - P006

Similar a la descripción anterior, corresponde a un suelo con nulo desarrollo de perfil y sin evidencia de procesos de melanización del horizonte. El perfil se caracteriza por poseer un estrato superficial masivo, arenoso, con color en el matiz 5YR. Por lo masivo del horizonte superficial, estas depositaciones corresponderían a aluvios distantes al centro del flujo, donde el agua sólo es capaz de mover partículas de menor tamaño. Por otra parte, en profundidad, vuelve a aparecer el color rojizo en el matiz 2,5YR, abundancia de clastos y texturas gruesas.

El perfil fue descrito en las coordenadas UTM 361.113 E - 6.135.845 N (WGS84 Huso 19S).

La Tabla 5-2 presenta la descripción del perfil observado y la Figura 5-4 expone fotografías del punto de muestreo.

Tabla 5-2. Perfil observado en el punto TEN005 -P006.

Profundidad (cm)	Descripción
0-100 C ₁	Color gris rojizo (5YR 5/2; 3/2 húmedo); arenosa; no plástico y ligeramente adhesivo, duro en seco y muy friable en húmedo. Desestructurado, masivo, que rompe a granular muy fino. Raíces muy finas y escasas. Se observa presencia abundante (50%) de gravas (clastos de 2 a 7,5 cm) y menor proporción de piedras (7,5 cm a 25 cm). Límite lineal, claro.
100-270 C ₂	Color rojo débil (2,5YR 4/2; 2,5/2 húmedo); arenosa; no plástico y no adhesivo, suelto en seco y en húmedo. Sin formación de estructura, masivo que rompe a grano simple. Raíces no aparentes. Porosidad de tipo intersticial. Resistencia a la excavación alta por compactación. Se observa la presencia de pedregosidad angular, muy abundante, dominando los clastos menores a 7,5 cm de diámetro. Límite lineal, claro.
270-350 y más C ₃	Color pardo rojizo (2,5YR 5/3; 3/2 húmedo); arenosa; no plástico y no adhesivo, suelto en seco y en húmedo. Sin estructura, masivo. Raíces no aparentes. Porosidad de tipo intersticial. Resistencia a la excavación alta, por compactación. Se observa la presencia de pedregosidad angular, abundante, dominada por piedras (7,5 cm a 25 cm) y bolones (>25 cm).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5-4. Fotografías del perfil y entorno del punto
TEN005-P006.
(UTM WGS84 H19S 361.113 - 6.135.845)



Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.3 Puntos de observación

Las presentes figuras demuestran la continuidad de la unidad en el área del empréstito A3. Es común para todos los puntos la presencia de clastos en superficie, y a lo largo del perfil, similar a lo descrito en el Punto TEN005-P001.

La figura TEN005-P005 (Figura 5-8) muestra la presencia secuencias de depositaciones aluviales, capas de arenas y clastos, similar a lo observado en el punto de descripción TEN005-P006.



Figura 5-5. Fotografías del entorno de punto observación
TEN005-P002.
(UTM WGS84 H19S 361.938 - 6.134.857)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-6. Fotografías del entorno de punto observación
TEN005-P003.
(UTM WGS84 H19S 361.953 - 6.134.793)



Fuente: Elaboración propia.



Figura 5-7. Fotografías del entorno de punto observación
TEN005-P004.
(UTM WGS84 H19S 362.013 - 6.134.841)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-8. Fotografías del entorno de punto observación
TEN005-P005.
(UTM WGS84 H19S 362.089 - 6.134.75093)



Fuente: Elaboración propia.



5.2.2 Empréstito A2

La cobertura vegetal de los suelos en el cono aluvial asociado al empréstito A2, esta constituida por matorral y herbáceas nativas, de coberturas que varían desde nula hasta un 10%. Se constituye de plantas de alturas menores a 1 m de altura. En esta unidad la vegetación tampoco ha conformado horizontes O.

Las pendientes en esta unidad son complejas, de forma convexa y fuertemente onduladas (15 a 30%). La pedregosidad superficial es muy abundante (>50% de piedras y >85% de gravas). La rocosidad superficial también es abundante (>20%). La unidad presenta drenaje excesivo.

5.2.2.1 Descripción de punto de muestreo TEN005 - P008

Suelo con nulo desarrollo de perfil y sin evidencia de procesos de melanización del horizonte. El perfil se caracteriza por ser homogéneo en profundidad, sin diferenciación de horizontes. También posee un color rojizo en el matiz 2,5YR, indicador de riqueza de hierro en la unidad. No se identifica la formación de estructura de agregado y predominan una textura gruesa.

El perfil fue descrito en las coordenadas UTM 361.129 E - 6.135.765 N (WGS84 Huso 19S).

La Tabla 5-3 presenta la descripción del perfil observado y la Figura 5-9 expone fotografías del punto de muestreo.

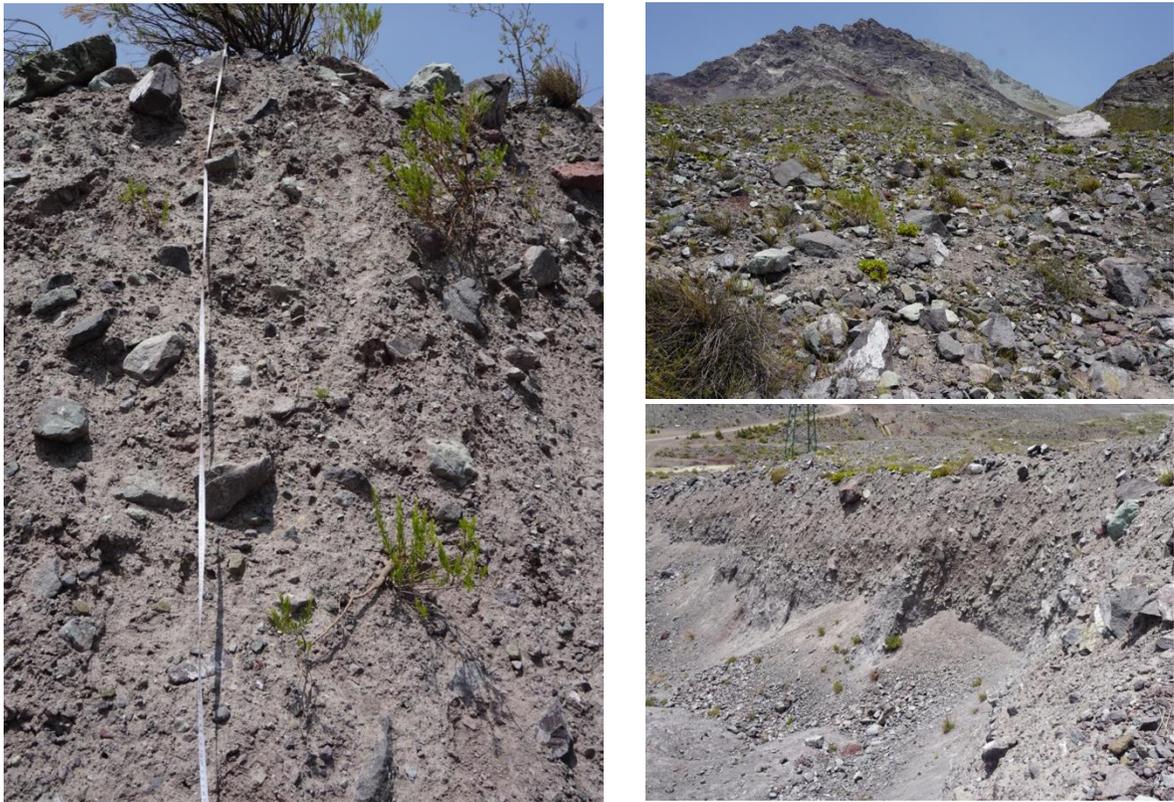
Tabla 5-3. Perfil observado en el punto TEN005 -P008.

Profundidad (cm)	Descripción
0-400 C	Color gris rojizo (2,5YR 6/1; 4/1 húmedo); arenosa; no plástico y ligeramente adhesivo, ligeramente duro en seco y muy friable en húmedo. Desestructurado, masivo, que rompe a grano simple. Raíces finas y muy finas escasas. Se observa presencia muy abundante (>50%) de gravas (clastos de 2 a 7,5 cm) y piedras (7,5 cm a 25 cm) con forma angular.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5-9. Fotografías del perfil y entorno del punto
TEN005-P008.
(UTM WGS84 H19S 361.129 - 6.135.765)



Fuente: Elaboración propia.



5.2.2.2 Puntos de observación

Las figuras demuestran la continuidad de la unidad en el área del empréstito A2, observándose abundante presencia de clastos en todos los puntos registrados.

Figura 5-10. Fotografías del entorno de punto observación
TEN005-P007.
(UTM WGS84 H19S 361.113 - 6.135.845)



Fuente: Elaboración propia.

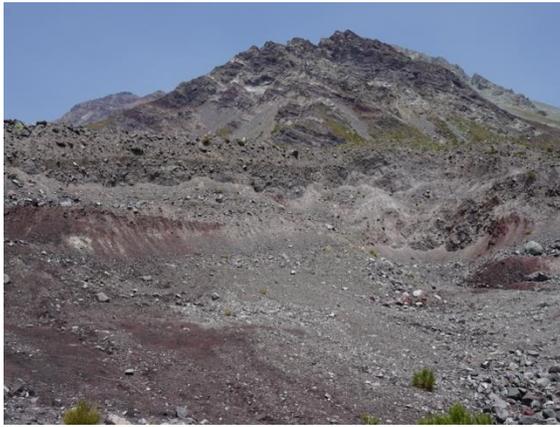
Figura 5-11. Fotografías del entorno de punto observación
TEN005-P009.
(UTM WGS84 H19S 361.136 - 6.135.864)



Fuente: Elaboración propia.



Figura 5-12. Fotografías del entorno de punto observación
TEN005-P010.
(UTM WGS84 H19S 361.199 - 6.135.855)



Fuente: Elaboración propia.



6 CONCLUSIONES

En el área de estudio se ha identificado que los empréstitos A2 y A3, se emplazaron en unidades geomorfológicas de Cono Aluvial.

Los suelos asociados a los empréstitos A2 y A3, no poseen desarrollo pedogenético y corresponden a suelos esqueletales, es decir, no tienen capa vegetal en superficie. Las descripciones realizadas identificaron sólo la presencia horizontes C, sin evidencia de melanización por incorporación de material húmico.

Para efectos de contextualizar las características de un suelo con acumulación de materia orgánica en superficie, se presenta un perfil de suelo observado a 2,5 km del área de estudio (Figura 6-1). En su superficie se puede observar una franja de tono pardo oscuro (matiz 10YR), correspondiente a un horizonte A, cuyo color es respuesta a la incorporación de materia orgánica al perfil.

**Figura 6-1. Suelos con presencia de horizonte orgánicos.
(UTM WGS84 H19S 360.030 - 6.138.058)**



Fuente: Elaboración propia.

En base a la información presentada en este informe, se considera que no procede la reposición de la cubierta vegetal de suelo para recrear el hábitat original, porque esta no existía en el suelo previo a la intervención. Se considera que la restitución topográfica es una medida suficiente para restaurar el área.

Además, considerando la escasa presencia de arcillas en la unidad, se prevé que incluso una adición de una capa vegetal, sería fácilmente lixiviada sin lograr la incorporación de sustancias húmicas al suelo.



7 BIBLIOGRAFÍA

CIREN, 2002. Estudio Agrológico Región de la VI Región, Descripciones de Suelos, Materiales y Símbolos. Publicación N°114. 562 p.

JENNY, H., 1941. Factors of Soil Formation. McGraw-Hill, New York, NY.

LUZIO, W., CASANOVA M., SEGUEL O. 2010. Suelos de Chile. Luzio W. (Editor). Universidad de Chile. 346 p.

LUZIO, W. y ALCAYAGA, S. 1992. Mapa de asociaciones de grandes grupos de suelos de Chile. Agricultura Técnica (Chile), 52 (4): 347-353.

SAG, 2011 rectificada. Pauta para estudio de suelos. Servicio Agrícola y Ganadero. 26 p.

SCHOENEBERGER, P.J., D.A. WYSOCKI, E.C. BENHAM, AND SOIL SURVEY STAFF. 2012. Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

SEA, 2015. Guía para la descripción de los componentes: Suelos, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA. Servicio de Evaluación Ambiental. 96 p.

SERNAGEOMIN. 2003. Mapa Geológico de Chile: versión digital, escala 1:1.000.000. Servicio Nacional de Geología y Minería. [En línea] <<http://www.ipgp.fr/~dechabal/Geol-millon.pdf>> [Consulta: 19 de Enero de 2020].

SONDAS P.C.E. 2017. Informe de calicatas. Proyecto "Empréstitos Confluencia", Comuna San Fernando, Región De O´higgins. 29 p.





**Análisis de los efectos generados en la vegetación por la no ejecución de la
medida de revegetación del botadero DXI-B.**



Autor: Santiago Ríos

Ingeniero Forestal

Diplomado Derecho Ambiental, Diplomado Rehabilitación Ambiental

Certificación Acreditador Forestal CONAF RAF-XIII-022 N

Santiago, mayo 2020

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

Contenido

1. Introducción.....	3
2. Objetivos.....	3
3. Alcances.....	3
4. Revisión bibliográfica.....	5
3. Metodología.....	7
3.1. Caracterización de la vegetación potencial de la cuenca y del hábitat perturbado.....	7
3.2. Identificación, descripción y cuantificación de los eventuales efectos asociados al botadero DXI B...	10
3.2.1. Pérdida y reducción de hábitat de la comunidad.....	10
3.2.2. Fragmentación.....	10
3.2.3. Efecto en la abundancia y composición de especie.....	10
4. Resultados.....	11
4.1. Vegetación potencial.....	11
4.2. Caracterización de la comunidad vegetal local en el área del botadero DXI B y su distribución en la cuenca.	12
4.2.1. Composición florística.....	12
4.2.2. Estimación del área de Hábitat en la cuenca.....	14
4.3. Efectos.....	16
4.3.1. Área Intervenida, reducción y fragmentación del hábitat.....	16
4.3.2. Efecto en la composición y riqueza de especies.....	17
5. Conclusiones.....	18
6. Bibliografía.....	19

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

1. Introducción.

El siguiente estudio, responde al requerimiento de la SMA para el botadero DXIB, en el cual se solicita complementar el análisis de efectos que se pudieron haber generado sobre la componente vegetal, dada la no ejecución de la revegetación establecida en RCA 116/2004.

Para ello, se elaboró un estudio para identificar los efectos que generó, en el componente vegetal del ecosistema, la no ejecución de la medida de revegetación en el área de botadero, considerando la revisión de antecedentes y mediciones existentes, para la caracterización de la vegetación y estimación de los tamaños poblacionales de las especies más características.

2. Objetivos.

El objetivo principal corresponde identificar, describir y cuantificar los eventuales efectos que se pueden haber producido por la no ejecución de la medida de revegetación del botadero DXIB, en el componente de vegetación del ecosistema. Particularmente, se analizará el eventual efecto producido por la pérdida o disminución del hábitat de la comunidad vegetal que fue perturbada y los efectos en su composición y riqueza.

3. Alcances

El botadero DXI-B corresponde a un depósito de marinas que se encuentra estabilizado formando una terraza compactada que fue utilizada para la instalación del campamento Portezuelo, durante la construcción de la Central La Higuera. Actualmente el campamento e Instalaciones se encuentran desmanteladas quedando una plataforma nivelada, conformada por áridos compactados y una cobertura de suelo vegetal. El botadero tiene una superficie de 7,34 ha (figura 1), carece de vegetación, y se accede desde la ruta I-45 y por el camino Matancilla.

En el botadero DXI B no se llevó a cabo la revegetación en los términos estipulados en el considerando 3.6.4 de la RCA N°116/2004. Lo anterior, por cuanto el área fue utilizada en la contingencia de la habilitación de Túnel By-PASS en la zona de derrumbe de túnel de aducción de la Central Hidroeléctrica la Higuera. Asimismo, la misma área ha sido utilizada para las labores de

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

inspección, mantención y reparación del túnel de aducción La Higuera (ambas actividades fueron consultadas a la Autoridad Ambiental a través de consultas de pertinencia resueltas mediante Resoluciones Exentas N°515/2012 y N°00186/2014, respectivamente).

Finalmente, en la misma área también se instaló una bodega destinada al almacenamiento de diversos materiales no riesgosos, materia que también fue consultada a la Autoridad Ambiental mediante una consulta de pertinencia (resuelta mediante Ordinario N°000079/2013).

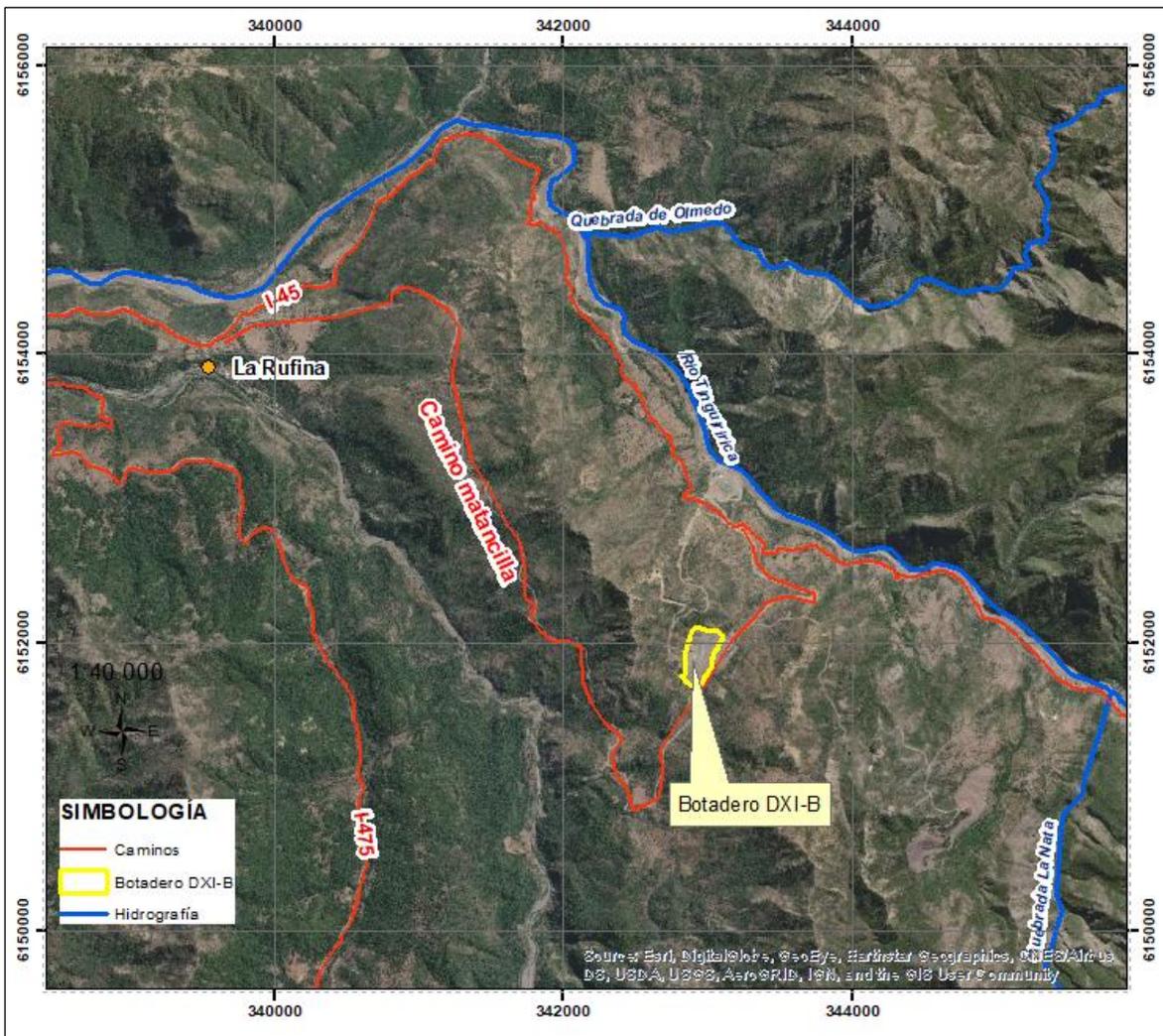


Figura 1. Ubicación Botadero DXI-B

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

4. Revisión bibliográfica

Uno de los principales efectos directos que causan las perturbaciones en los ecosistemas, es la pérdida y fragmentación del hábitat y el efecto en la conservación de especies.

La Pérdida del hábitat y fragmentación, es el proceso por el cual un hábitat natural es transformado en un hábitat incapaz de mantener a las especies originarias del mismo. Las plantas y animales que lo utilizaban son destruidas o forzadas a emigrar, como consecuencia hay una reducción en la biodiversidad (PIMM & PETER, 2000). La fragmentación (que involucra pérdida de hábitat), es aquel proceso en el cual un hábitat es transformado en fragmentos o “parches” más pequeños aislados entre sí por un área o “matriz” con propiedades diferentes a las del hábitat original. Implica, por tanto, la aparición de discontinuidades, ya que donde había una superficie continua de vegetación, pasa a haber un conjunto de fragmentos desconectados. La fragmentación de hábitats es un proceso de cambio paisajístico con fuertes repercusiones en la viabilidad de las poblaciones, la estructura de las comunidades y el funcionamiento de los ecosistemas (LINDENMAYER Y FISCHER, 2006), ya que una porción del paisaje es transformada a otro tipo de uso de la tierra y los flujos naturales de materia y energía se verán alterados. La pérdida de hábitat es la razón más importante de la extinción de especies en los últimos tiempos. Cuanto más pequeños son los fragmentos, mayor vulnerabilidad para las especies a las condiciones ambientales adversas, que son más frecuentes en sus bordes que en el interior, y por tanto hay una mayor probabilidad de extinción. También esta probabilidad aumenta cuanto menor sea el número de individuos que formen las poblaciones que permanecen en los fragmentos (MURCIA, 1995, HARRIS, 1984). Concretamente, la fragmentación provocaría un incremento del riesgo de extinción local en especies animales y vegetales a través de tres mecanismos: 1) las reducciones directas en los tamaños de las poblaciones, provocadas por la pérdida neta del hábitat (ANDRÉN, 1994; FARIGH, 2003); 2) las reducciones indirectas en dichos tamaños, debidas a la dificultad de dispersión entre subpoblaciones impuesta por el incremento del aislamiento entre fragmentos (FARIGH 2003); y 3) la disminución en la eficacia biológica de las especies de los fragmentos, al verse cada vez más sometidas, debido al incremento de la relación perímetro/superficie, a las condiciones ambientales nocivas que impone la matriz circundante (MURCIA, 1995). Los efectos de la fragmentación no son lineales, sino que se multiplican al llegar a cierto porcentaje de hábitat destruido, el “umbral crítico”, a partir del cual las extinciones se disparan. Éste dependerá de los requerimientos de cada especie en términos de hábitat y de

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

movilidad. Algunos estudios indican que el número de especies presentes en un hábitat disminuye significativamente cuando se pierde más del 80% del hábitat original y los fragmentos de hábitat que quedan están aislados (SANTOS & TELLERÍA, 2006)

Respecto al Efecto en la composición y en la riqueza de la comunidad biológicas, la reducción de los hábitats naturales o seminaturales, favorece el incremento demográfico de especies generalistas y el descenso de las especialistas (GASCON ET AL., 1999). Además, diversos autores han constatado que la homogeneización y fragmentación del paisaje provoca un mayor incremento de las especies invasoras (GURRUTXAGA, 2006).

La relación especies-área, genera una mayor riqueza a medida que aumenta el tamaño de una mancha de hábitat, constituye una de las reglas ecológicas más estudiadas y consensuadas (ROSENZWEIG, 1995). No obstante, se ha apuntado que esta relación especies-área podría cumplirse de forma genérica a partir de una superficie mínima dada, teniendo en cuenta que en los parches más pequeños la riqueza variaría independientemente de la superficie, fenómeno que se ha denominado efecto de las islas pequeñas (LOMOLINO, 2000). Según LOMOLINO Y WEISER (2001) el tamaño crítico de las manchas a partir del cual la riqueza varía con la superficie es genéricamente mayor en mamíferos no voladores, intermedio en aves, reptiles y coleópteros, y menor en plantas.

En general, los animales de mayor tamaño requieren de dominios vitales más extensos que los de menor tamaño, los carnívoros más amplios que los herbívoros, los endotermos mayores que los ectotermos y los gregarios superiores a los solitarios. De esta manera, la reducción de los bosques provoca procesos de extinción local en cadena, comenzando por las especies forestales que presentan menor densidad poblacional por unidad de superficie (TELLERÍA Y SANTOS, 1999; TELLERÍA, 2001).

Las consecuencias de la fragmentación de hábitats para la fauna son complejas, ya que las especies responden de forma distinta a la pérdida y al aislamiento del medio. En general, las especies con movilidad limitada, requerimiento de superficies extensas o fuerte dependencia de un determinado tipo de hábitat serán las primeras en sufrir su pérdida o aislamiento. En cambio, las especies que son abundantes, que pueden utilizar hábitats diversos o humanizados, y que pueden soportar ciertos niveles de perturbación, posiblemente no se verán afectados tan significativamente

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

3. Metodología

3.1. Caracterización de la vegetación potencial de la cuenca y del hábitat perturbado

Se realizará una descripción de la vegetación potencial de la vegetación utilizando como fuente la clasificación de Gajardo (1994), y los pisos vegetacionales de Luebert y Pliscoff (2004). Para caracterizar la vegetación que fue afectada directamente, se realizará una revisión de las clasificaciones y caracterizaciones oficiales de los Estudio de impacto ambiental, y registros de la caracterización de la vegetación perturbada (HERNANDEZ, 2010), que fueron levantados junto con un permiso sectorial, de corta de vegetación para la extensión del botadero el año 2007, con los cuales se puede obtener la abundancia de especies y riqueza de especies leñosas. Con esta caracterización general, se podrá obtener una idea de la composición y estructura promedio de la comunidad vegetal existente en el botadero DXI B, al menos de las especies leñosas, y se podrá obtener una proyección espacial de la distribución de esta comunidad dentro del área que será estudiada.

El área de estudio corresponderá a una subcuenca, donde se encuentra la quebrada de la Ñata, que tiene una superficie de 1.034,62 ha (figura 2). En esta cuenca se pueden encontrar al menos dos tipos de comunidades vegetales, que responden principalmente a la altitud o piso altitudinal y a la pendiente, por lo tanto, se realizará una fotointerpretación de imágenes satelitales, obtenidas de Google earth, 03/10/2019, y también se usará una imagen satelital histórica, obtenida de Google earth con fecha 03/12/2003, antes de la existencia del botadero DXI B.

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

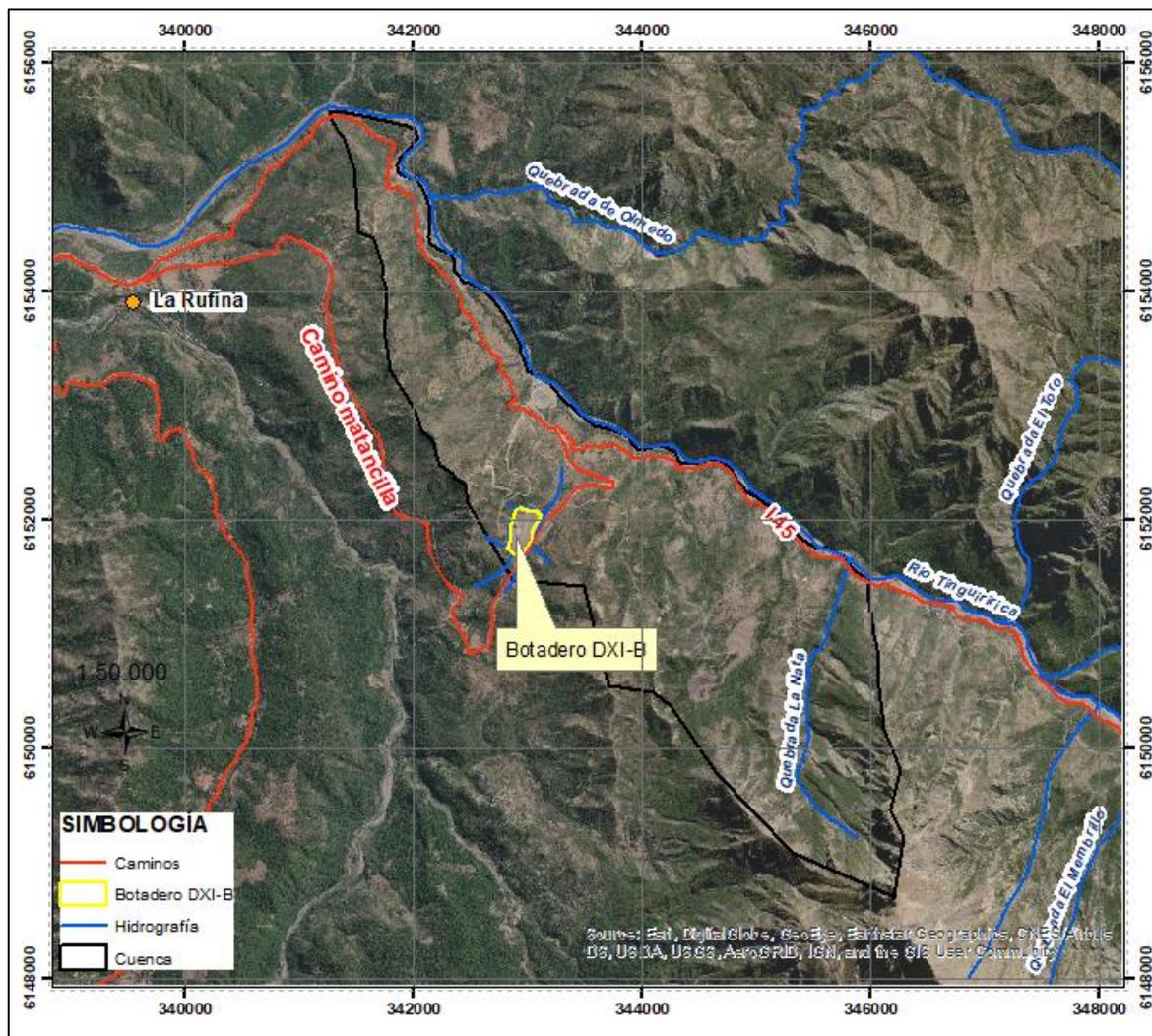


Figura 2. Delimitación de la subcuenca como área de estudio.

Para identificar con mayor precisión los distintos ambientes, en el cual se distribuye la vegetación, se realizará un análisis de pendientes, utilizando un modelo de elevación (DEM) del satélite ALOS (Sensor PALSAR), con resolución espacial de 12,5 m. Las pendientes son calculadas utilizando las funciones de 3D analyst del software Arcgis 10.6, y se clasifican en las siguientes categorías a) menor a 30%, b) entre 30%-45%, c) entre 45%-60% y d) mayor a 60% (figura 3). Dichas categorías, corresponden generalmente al cambio de estructura de la vegetación. Para obtener las curvas de nivel, se utiliza el mismo modelo de elevación (DEM).

De esta manera, se puede identificar el tipo de ambiente que presentan los sitios que fueron utilizados por obras del proyecto y que se encuentran prospectados (parcelas), por lo tanto, esta

condición puede ser extrapolada al resto de la cuenca, identificando todos los ambientes similares que sean parte de la comunidad donde se ubican las obras del proyecto.

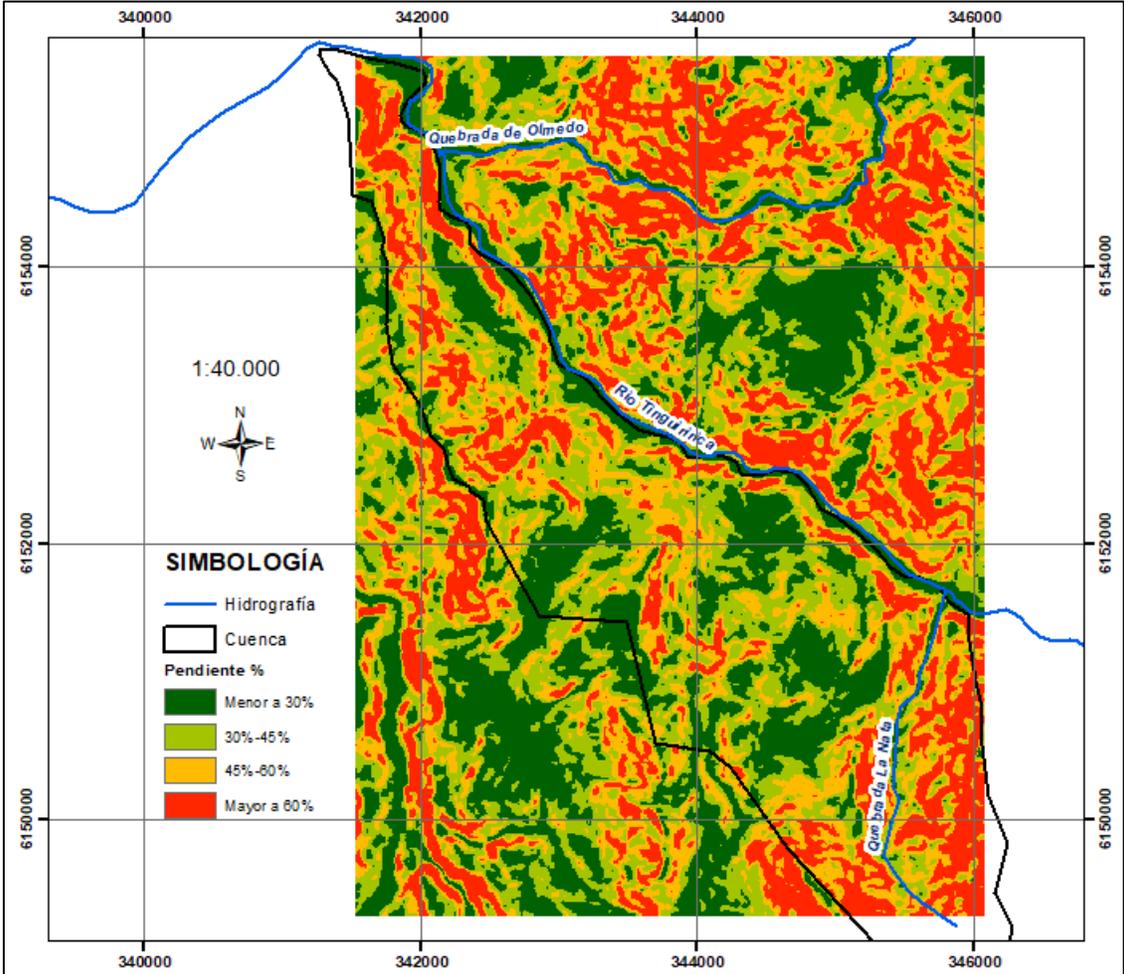


Figura 3. Pendientes clasificadas en el área de estudio

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

3.2. Identificación, descripción y cuantificación de los eventuales efectos asociados al botadero DXI B

3.2.1. Pérdida y reducción de hábitat de la comunidad

La pérdida de hábitat corresponde a la superficie de vegetación que fue perturbada directamente por la obra, y la reducción del hábitat corresponde al porcentaje que corresponde el área perturbada respecto al mismo ambiente o hábitat de la comunidad existente dentro de la cuenca.

3.2.2. Fragmentación

En caso de producirse una fragmentación del hábitat, se realizará un análisis de la variación de la relación perímetro/superficie de los fragmentos, y para ello, se estimarán estos parámetros en la situación original de los fragmentos antes de la ejecución de la obra utilizando la fotointerpretación de imágenes históricas y actuales.

3.2.3. Efecto en la abundancia y composición de especie

Para este análisis, se estimará el número de individuos de cada especie leñosa que puede haber sido afectada dentro del área perturbada, y se comparará con el número de individuos respectivos a cada especie existentes dentro de la cuenca (distribuidos dentro de la comunidad). El análisis será realizado con la estimación de especies leñosas, que son aquellas que fueron descritas en las prospecciones.

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

4. Resultados

4.1. Vegetación potencial

De acuerdo a Gajardo (1994), la cuenca en estudio se encuentra dentro de la formación que corresponde al Bosque Caducifolio de la montaña, que se presenta en los primeros contrafuertes de la cordillera andina desde el sur de la VI Región hasta el norte de la VII Región. Constituye una formación vegetal de gran riqueza florística, pues señala el límite norte de muchas especies leñosas y herbáceas de los bosques más australes. En su fisionomía de bosque caducifolio tiene un papel importante la participación de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*). Probablemente la asociación descrita por Gajardo que más se asemeja a la existente, corresponde *Nothofagus obliqua* var. *macrocarpa*-*Cryptocarya alba*, que corresponde a la comunidad más característica del área norte del bosque caducifolio de montaña, y describen además como especies acompañantes a *Azara petiolaris*, *Chusquea cuminguii*, *Lomatia hirsuta*, *Quillaja saponaria*, *Schinus montanus*, *Lithraea caustica*, *Francoa appendiculata*, *Myrceugenia obtusa*, *Ribes punctatum*. Esta casi siempre reducida al estado de renoval por la extensa explotación que ha sufrido.

Luebert y Pliscoff (2004), describen dos formaciones dentro de la cuenca, que obedecen al piso altitudinal. Una formación corresponde al Bosque caducifolio mediterráneo interior de *Nothofagus obliqua* y *Cryptocarya alba*, que está dominado por *Nothofagus obliqua*, pero con presencia importante de elementos esclerófilos en su composición florística, como *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*. En algunas situaciones de degradación, este piso vegetacional se encuentra totalmente sustituido por comunidades de bosque esclerófilo, pero en su expresión potencial marca la transición de los bosques caducifolios mediterráneos a templados. Además, describen una composición florística con *Aextoxicon punctatum*, *Aristotelia chilensis*, *Azara dentata*, *A. petiolaris*, *Blechnum hastatum*, *Bomarea salsilla*, *Chusquea quila*, *Cissus striata*, *Colliguaja adorifera*, *Cryptocarya alba*, *Escallonia pulverulenta*, *Gevuina avellana*, *Lapageria rosea*, *Lardizabala bitemam*, *Lithrea caustica*, *Lomatia hirsuta*, *Nothofagus glauca*, *N. obliqua*, *Osmorhiza chilensis*, *Persea lingue*, *Peumus boldus*, *Podocarpus saligna*, *Quillaja saponaria*, *Sophora microphylla*. Los autores señalan que la degradación antrópica de los bosques caducifolios produce la formación de un matorral de quila (*Chusquea quila*) a partir del que se regeneraría el bosque original cuando es cortado sin la intervención del suelo. La tala y subsecuente alteración del suelo por pastoreo permite el

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

establecimiento de praderas permanentes que después son invadidas por matorrales de *Rubus ulmifolius* y *Aristotelia chilensis*.

La otra formación existente corresponde al bosque caducifolio mediterráneo andino de *Nothofagus obliqua* y *Austrocedrus chilensis*, pero que alterna su distribución local en función de la exposición con bosques de *Austrocedrus chilensis* con especies esclerófilas, especialmente *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*, las que también se encuentran dentro del bosque caducifolio. *Nothofagus glauca* también es localmente abundante, especial mente en el sector precordillerano de Linares donde codomina junto con *Austrocedrus*. El estrato arbustivo es muy diverso, conformado por las esclerófilas ya mencionadas, además de *Ribes punctatum*, *Kageneckia oblonga*, *Aristotelia chilensis*, *Lomatia dentata*, *Lomatia hirsuta*, *Sophora macrocarpa*, *Colletia ulicina*, *Ugni molinae*, mientras que las principales herbáceas son *Elymus andinus* y *Osmorhiza chilensis*. Estos bosques, llamados a veces de "roble de altura", podrían estar en realidad dominados por *Nothofagus macrocarpa* en lugar de *Nothofagus obliqua*, pero faltan antecedentes poblacionales para asegurarlo. El factor más importante en la dinámica de los bosques con *Austrocedrus* parece ser el fuego, puesto que en ocasiones los incendios generan una importante mortalidad de individuos. Sin embargo, *Austrocedrus chilensis* presenta buena capacidad para regenerar y una amplia tolerancia ecológica para establecerse en situaciones restrictivas e incluso bajo dosel abierto, especialmente en el rango norte de distribución. Es probable que la alteración antrópica, principalmente de extracción de madera, genere condiciones favorables para la colonización de elementos esclerófilos hacia situaciones originales de bosque caducifolio

4.2. Caracterización de la comunidad vegetal local en el área del botadero DXI B y su distribución en la cuenca.

4.2.1. Composición florística.

La caracterización de la vegetación local (área de estudio) fue descrita originalmente en el EIA (Hidroeléctrica la Higuera, 2004), como un matorral esclerófilo de 50 a 75% de cobertura vegetal, dominado por colliguay (*Colliguaja integerrima*) al cual se unen peumo, bollén y litre (*Cryptocarya alba*, *Kageneckia oblonga* y *Lithraea caustica*). Este matorral presenta una altura de 1 a 2 m. La estrata herbácea asociada a dicho matorral está dominada por *Hypericum perforatum*, con una

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	 <small>generación sustentable</small>
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

cobertura vegetal de 25 a 50% y una altura de 25 a 50 cm. La riqueza se compone de 21 especies, de las cuales 4 son árboles, 4 arbustos y 13 hierbas. De dicho total, 11 son nativas, 3 endémicas y 7 introducidas (tabla 1).

Se debe considerar, que la estructura de la vegetación ha cambiado respecto al estado actual, lo que se debe a la restauración pasiva que se ha generado en la vegetación luego del incendio ocurrido en el año 1999¹. La vegetación, anteriormente descrita como un matorral, ahora corresponde a un bosque de *Cryptocarya alba-Kageneckia oblonga*, en estado de latizal, en el cual, se han desarrollado las especies leñosas, generando una mayor cobertura (HERNÁNDEZ, 2010, PMF 2007²), y se puede observar una mayor abundancia de *Cryptocarya alba*, *Quillaja saponaria* y *Lithraea caustica*, en los sectores con menor pendiente, mientras que, en las laderas, se puede encontrar con mayor densidad *Kageneckia oblonga* y *Escallonia pulverulenta*. El estrato arbustivo está dominado por *Colliguaja integerrima*, *Baccharis linearis* y *Baccharis macraei*. La densidad promedio del bosque corresponde 673,3 arb/ha (tabla 2).

Tabla 1. Listado florístico EIA (2004), zona botadero y campamento

N°	Especie	Nombre común	Origen
1	<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	Nativa
2	<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	Nativa
3	<i>Bromus berteroaenus</i>	Pasto largo	Nativa
4	<i>Bromus cf. uniolooides</i>		Alóctona
5	<i>Clarkia tenella</i>	Huasita	Nativa
6	<i>Colliguaja integerrima</i>	Colliguay	Nativa
7	<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	Nativa
8	<i>Dioscorea humifusa</i>		Endémica
9	<i>Erodium cicutarium</i>	Alfilerillo	Alóctona
10	<i>Geranium core</i>	corecore	Nativa
11	<i>Hypochaeris radicata</i>	Hierba del chanco	Alóctona
12	<i>Hypericum perforatum</i>	Hierba de San Juan	Alóctona
13	<i>Kageneckia oblonga</i>	Bollén	Endémica
14	<i>Lithraea caustica</i>	Litre	Endémica
15	<i>Linium sp</i>	Lino	Alóctona
16	<i>Margyricarpus pinnatus</i>	Perlilla	Nativa
17	<i>Medicago polymorpha</i>	Hualputra	Alóctona

¹ Incendio de La Rufina. En enero de 1999 la localidad se vio afectada por uno de los incendios forestales de mayor magnitud en Chile desde que existe registro, donde se vieron afectadas un total de 25 389 hectáreas, de las cuales 24 487 correspondían a plantaciones.

² Plan de manejo forestal para ampliación de botadero XI-B

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

N°	Especie	Nombre común	Origen
18	<i>Nasella chilensis</i>	Pasto raíz	Nativa
19	<i>Proustia cuneifolia</i>	Huañil	Nativa
20	<i>Stipa sp</i>	Coirón	Nativa
21	<i>Vulpia dertonensis</i>	Pasto delgado	Alóctona

Tabla 2. Densidad (arb/ha), obtenida en las áreas de apoyo y Plan de manejo forestal.

Nombre científico	Nombre común	Área de apoyo			PMF			Promedio
		1	2	3	P1	P2	P3	
<i>Kageneckia oblonga</i>	Bollen	600			240	220	160	203,3
<i>Colliguaja Intergerima</i>	Collihuay	40			60	260	80	73,3
<i>Escallonia pulverulenta</i>	Corontillo	200	20	100				53,3
<i>Acacia caven</i>	Espino		60		80			23,3
<i>Lithraea caustica</i>	Litre		20		100	200	120	73,3
<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui		40	40				13,3
<i>Sophora macrocarpa</i>	Mayu		160					26,7
<i>Maytenus boaria</i>	Maitén				20	80	40	23,3
<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	100	80	160	40	40	260	113,3
<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	60	40		40	20	20	36,0
<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	40						6,7
<i>Baccharis macraei</i>	Vautro	200						33,3
		1240	420	300	580	820	680	673,3

4.2.2. Estimación del área de Hábitat en la cuenca.

El área de hábitat de la comunidad *Cryptocarya alba-Kageneckia oblonga* corresponde un tipo de ambiente de la vegetación leñosa, que se distribuye en las pendientes menores a 30% (figura 4), y presenta una superficie de **335,38 ha**, y está compuesta por 143 fragmentos, los cuales presentan superficies particulares entre 0,10 ha y 154,39 ha.

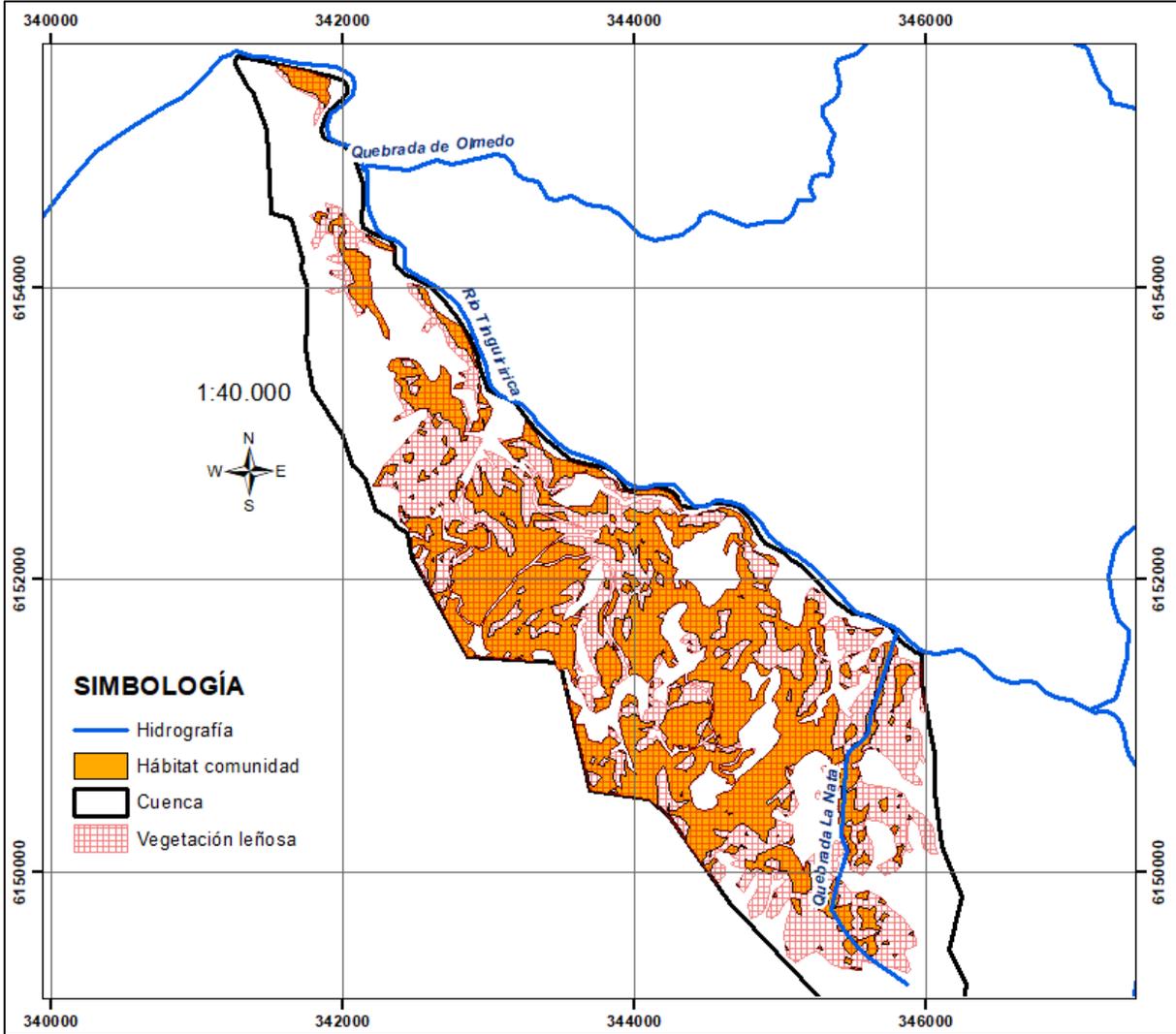


Figura 4. Hábitat de la comunidad leñosa *Cryptocaria alba-Kageneckia oblonga*

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

4.3. Efectos

4.3.1. Área Intervenida, reducción y fragmentación del hábitat.

El área de la vegetación (de la comunidad) que fue intervenida por la construcción del botadero DXI-B, fue de 7,17 ha. La reducción corresponde al descuento de esta superficie afectada del área total del mismo hábitat existente dentro de la subcuenca, por lo tanto, al considerar que esta área originalmente era de 335,38 ha, la reducción de hábitat fue de 2,14%, quedando un área de hábitat de 328,21 ha (figura 5).

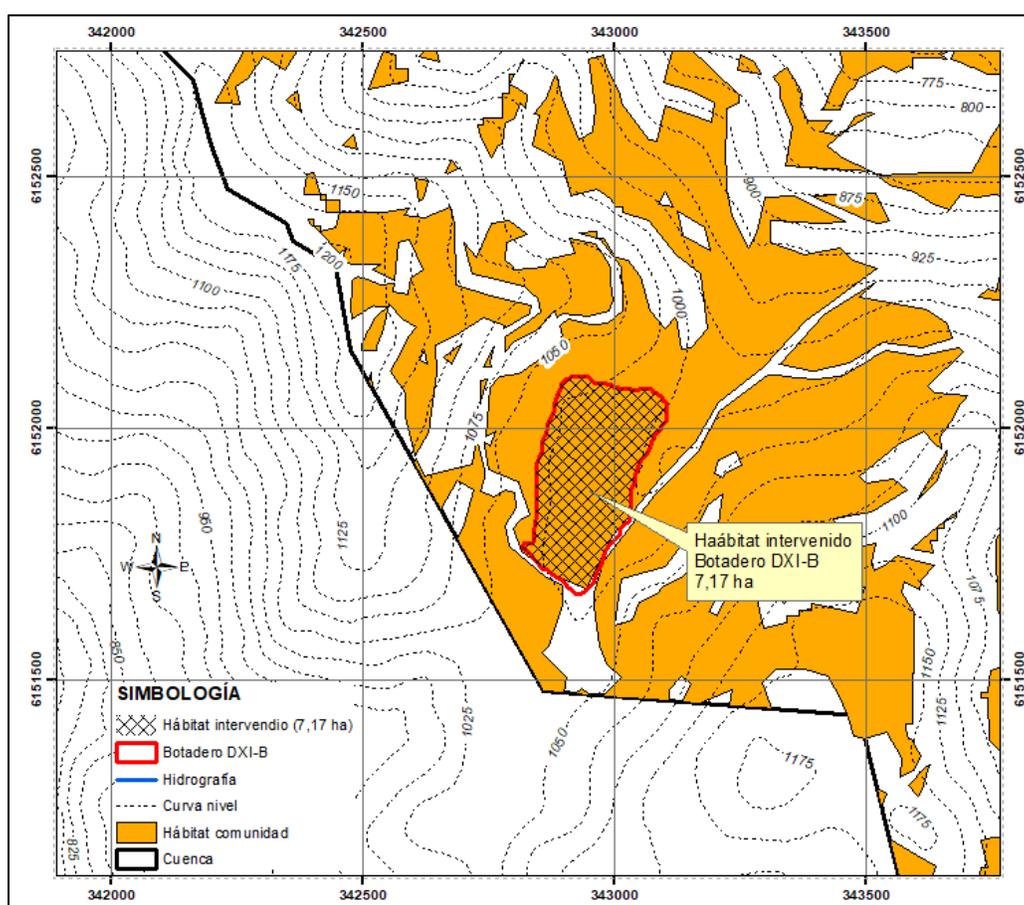


Figura 5. Área de hábitat perturbado

El número de fragmentos existentes desde antes de la intervención, dentro del área de estudio, no fue afectado por la construcción de la obra, manteniéndose los mismos 143 fragmentos, debido a que ninguno de ellos se fragmentó o dividió en más unidades, y respecto al tamaño de éstos, antes de la obra, la superficie promedio era de 2,35 ha, y después de la obra, fue de 2,29 ha. Lo anterior, indica que la construcción del botadero no

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	 <small>generación sustentable</small>
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

causó una fragmentación del hábitat, pues solo se produjo una reducción del hábitat (tabla 4), por lo tanto, la no ejecución de la medida de revegetación no afecta el número de fragmentos existentes.

Tabla 4. N° de fragmentos y Área (ha) antes y después de la obra

	área (ha)	N° Fragmentos	Área promedio (ha)
Antes de la obra	335,38	143	2,35
Después de la obra	328,21	143	2,29

4.3.2. Efecto en la composición y riqueza de especies

La intervención provocada por la construcción del botadero, generó la pérdida estimada de 4.871 individuos leñosos (tabla 5), correspondientes a las especies más importantes de la formación, lo que corresponde al 2,18% de las mismas especies existentes dentro de la subcuenca (área de estudio). Dentro de estas especies, no existe ninguna que se encuentre clasificada en alguna categoría de conservación, y considerando que estas especies se encuentran ampliamente distribuidas en la región (GAJARDO, 1994; LUEBERT & PLISCOFF, 2004), la no ejecución de la medida de revegetación en el botadero, no causa una degradación de la conservación de estas especies.

Tabla 5. Especies y N° de individuos afectados por la construcción del botadero, y N° de individuos de la misma especie existentes en el área de estudio

Especie	Nombre común	Densidad (ind/ha)	N° individuos afectados en botadero	N° individuos existentes en la cuenca antes de la obra	N° individuos existentes en la cuenca después de la obra
<i>Kageneckia oblonga</i>	Bollen	203,3	1.458	68.194	66.736
<i>Colliguaja Intergerrima</i>	Collihuay	73,3	526	24.595	24.069
<i>Escallonia pulverulenta</i>	Corontillo	53,3	382	17.887	17.505
<i>Acacia caven</i>	Espino	23,3	167	7.826	7.658
<i>Lithraea caustica</i>	Litre	73,3	526	24.595	24.069
<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	13,3	96	4.472	4.376
<i>Sophora macrocarpa</i>	Mayu	26,7	191	8.943	8.752
<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	23,3	167	7.826	7.658
<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	113,3	813	38.010	37.197
<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	36,0	258	12.074	11.816
<i>Baccharis linealis</i>	Romerillo	6,7	48	2.236	2.188
<i>Baccharis macraei</i>	Vautro	33,3	239	11.179	10.940
		679,3	4.871	227.835	222.964

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

5. Conclusiones.

- La vegetación original intervenida por la construcción por la construcción del botadero DXI-B, corresponde a un matorral arborescente y/o bosque de tipo latizal, identificado como una formación de *Cryptocaria alba-Kageneckia oblonga*, con otras especies acompañantes, de las cuales, ninguna de ellas se encuentra catalogada en categoría de conservación. Además, dicha formación está ampliamente distribuida en la zona central, por lo que no se considera una formación de características especiales y endémicas. La no ejecución de la medida de revegetación del botadero, no genera una pérdida importante de biodiversidad, dado que estas especies están bien representadas en la localidad.
- La construcción del botadero produjo una intervención de 7,17 ha en la cual se eliminó la vegetación y se intervino el suelo, cambiando la topografía y provocando una disminución del hábitat de dicha comunidad vegetal de 2,14%, lo cual es considerado como poco significativo. Lo anterior, indica que la construcción del botadero no causó una fragmentación del hábitat, sino sólo una reducción poco significativa del hábitat, lo que no afecta el número de fragmentos existentes.

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

6. Bibliografía.

Andrén, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71:355-366.

Cadenasso, M., S. Pickett. 2000. Linking forest edge structure to edge function: meditation of herbivore damage. *Journal of Ecology* 88: 31-44.

DIAMOND, J. (1975): «The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of nature preserves». *Biological Conservation* 7: 129-146.

ETIENNE, M. y PRADO, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Universidad de Chile, Ciencias Agrícolas Nº 10. 120 p.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34:487-515.

GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Chile. 165 pp

GASCON, C. ET AL. (1999): Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants ». *Biological Conservation* 91: 223-229

Harris L.D. 1984. The fragmented forest. The University of Chicago Press. 200 p. Chicago, U.S.A

Hernandez, 2010. Análisis vegetacional de las áreas de apoyo a la construcción de la Hidroeléctrica La Higuera y Propuesta de revegetación.

HIDROELECTRICA LA HIGUERA, 2004. Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto Hidroeléctrico La Higuera.

Hilty, J.A., W.Z. Lidicker Jr. & A.M. Merenlender. 2006. Corridor ecology. The science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation. Island Press, Washington.

Gurrutxaga, M. 2006. Efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. *Revista de Geografía*, 16 (2006); pp. 35-54

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

Lindenmayer DB, J Fischer. 2006. Habitat fragmentation and landscape change. Washington D.C., USA. Island Press. 352 p.

LINDENMAYER, D.B. Y FRANKLIN, J.F. (2002): Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach. Island Press, Washington

LUEBERT, F. Y P, PLISCOFF. 2004. Clasificación de Pisos de Vegetación y Análisis de Representatividad de Áreas Propuestas para la Protección en Chile. Informe 1.Piso de Vegetación de la Zona Centro Norte de Chile. (IV- VI Región). Santiago, Chile. 117 p.

Montenegro, A.L. & O. Vargas. 2008. Caracterización de bordes de bosque alto andino e implicaciones para la restauración ecológica en la Reserva Forestal de Cogua (Colombia). International Journal of Tropical Biology 56: 1543-1556.

Murcia, C. 1995. "Edge effects in fragmented forest: implications for conservation". Tree, 10(2) 58-62.

PIMM, STUART L. AND PETER RAVEN, 2000. Biodiversity: Extinction by numbers Nature 403: 843-845 doi:10.1038/35002708

Ries, L., R. Fletcher, J. Battin & T. Sisk. 2004. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models and variability explained. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 35: 491-522.

Ries, L. & The. Sisk. 2010. What is an edge species? The implications of sensitivity to habitat edges. Oikos 119: 1636-1642.

Šalek, L., D. Zahradník, R. Marušák, L. Jerabková & J. Merganica. 2013. Forest edges in managed riparian forest in the eastern part of the Czech Republic. Forest Ecology and Management 305: 1-10.

Santos T., Tellería J.L. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies . Ecosistemas. 2006/2 3-12

Saunders, D.A., Hobbs, R.J. y Margules, C.R.. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. Conservation Biology 5: 18-32

	Efectos en la vegetación generados por la construcción del botadero DXI-B.	
	Central Hidroeléctrica La Higuera	Mayo 2020

WIENS, J.A., CRAWFORD, C.S. Y GOSZ, J.R. (1985): «Boundaruy dynamics: a conceptual framework for studying lanscape ecosystems». Oikos 45: 421-427.

Williams, G., 1991. "Los bordes de selvas y bosques". Ciencia y desarrollo, 17(97): 65-71.

Young, A. & N. Mitchell. 1994. Microclimate and vegetation edge effects in a fragmented podocarp-broadleaf forest in New Zealand. Biological Conservation 67: 63-72.



**“ESTUDIO DEL COMPONENTE FAUNA TERRESTRE EN ÁREA
BOTADERO DXI-B Y EVALUACIÓN DEL RIESGO DE
FRAGMENTACIÓN DE HÁBITAT
PARA ESPECIES DE BAJA MOVILIDAD”**

**CENTRAL HIDROELÉCTRICA LA HIGUERA
COMUNA DE SAN FERNANDO, REGIÓN DE O’HIGGINS**

**GONZALO GONZÁLEZ RIVERA
TRICAO CGF
enero de 2020**



**“ESTUDIO DEL COMPONENTE FAUNA TERRESTRE EN ÁREA BOTADERO DXI-B
Y EVALUACIÓN DEL RIESGO DE FRAGMENTACIÓN DE HÁBITAT
PARA ESPECIES DE BAJA MOVILIDAD”**

**CENTRAL HIDROELÉCTRICA LA HIGUERA
COMUNA DE SAN FERNANDO, REGIÓN DE O’HIGGINS**

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	2
2. OBJETIVOS	2
3. METODOLOGÍA	3
4. RESULTADOS	5
5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	13
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
7. ANEXOS	18

**“ESTUDIO DEL COMPONENTE FAUNA TERRESTRE EN ÁREA BOTADERO DXI-B
Y EVALUACIÓN DEL RIESGO DE FRAGMENTACIÓN DE HÁBITAT
PARA ESPECIES DE BAJA MOVILIDAD”
CENTRAL HIDROELÉCTRICA LA HIGUERA
COMUNA DE SAN FERNANDO, REGIÓN DE O’HIGGINS**

1. ANTECEDENTES

En el proceso de puesta en operación de la Central Hidroeléctrica La Higuera (CHLH), se ha considerado mantener algunos retazos de las áreas intervenidas durante la construcción, sin revegetar, con el fin de mantener dichos terrenos disponibles para la ejecución de algunas faenas asociadas a la inspección, mantención y reparación de la central, para lo cual se pretende cambiar la condición de áreas temporales a permanentes.

La principal de estas áreas corresponde al sector que agrupa tres sub áreas conocidas como Botadero XI B

En este contexto, se solicita realizar un estudio de la situación del componente fauna terrestre en el sector Botadero XI B, para aportar antecedentes sobre la diversidad de especies y el riesgo de fragmentación de hábitat para especies de baja movilidad, en los sitios mencionados y en áreas ambientalmente similares, en su entorno inmediato, dentro del Área de Influencia directa del Proyecto Hidroeléctrico.

El presente estudio comparativo, usa como insumos los antecedentes aportados por el Estudio de Impacto Ambiental de la Central La Higuera (CHLH) y estudios posteriores para el componente Fauna Silvestre, con el fin de reconocer variaciones en el componente fauna.

Los antecedentes más recientes, corresponden a estudios llevados a cabo desde el año 2003 en toda el área de influencia de la CHLH y especialmente un estudio similar al presente, que se realizó durante la temporada de primavera del año 2013, el cual estuvo destinado a generar información acerca de la presencia y situación poblacional de las especies de fauna de vertebrados terrestres, en las zonas utilizadas para distintas obras, durante la construcción, los que cambiarán su condición de temporal a permanente.

Además en el mes de septiembre de 2019, se realizó una campaña de terreno en los sitios A2 y A3, así como también en el sitio control (área sin intervención)

2. OBJETIVOS

- Determinar riqueza y abundancia de la fauna registrada en el área de estudio.
- Reconocer la presencia de especies de fauna en categoría de conservación.

- Determinar variaciones o diferencias en la composición faunística del área de estudio, con respecto a estudios previos y con los sitios control
- Evaluar medidas para mitigar o compensar la pérdida de ambientes para la fauna

3. METODOLOGÍA

3.1. Revisión Bibliográfica

Se realizó una breve revisión bibliográfica con el objetivo de conformar un inventario de las especies potenciales en el área en que se inserta el proyecto.

Para generar el catastro de las especies posibles de encontrar en el área de estudio, se realizó una revisión de la literatura publicada sobre fauna de la zona central de Chile y específica en relación a la zona de estudio en las dos últimas décadas. Adicionalmente se consultó los resultados de los estudios de línea base, realizados en el contexto de la Evaluación Ambiental de La CHLH y su línea de transmisión y el estudio realizado el año 2013.

3.2. Área de estudio

El área de estudio corresponde un espacio intervenido, situado en el sector denominado Portezuelo, el cual fue intervenido durante la construcción de la Central Hidroeléctrica La Higuera, con diferentes fines conformando en una superficie que abarca un total de 9,07 ha.

Con el objeto de detectar y evaluar, de modo comparativo, el posible efecto de fragmentación que provocaría la mantención de esta área intervenida en forma permanente, se estableció un sitio control, ubicado en su entorno, donde se mantienen las condiciones naturales de la zona.

A continuación, se presenta una tabla que detalla la ubicación geográfica y superficie del área en estudio y del sitio control (Tabla 1).

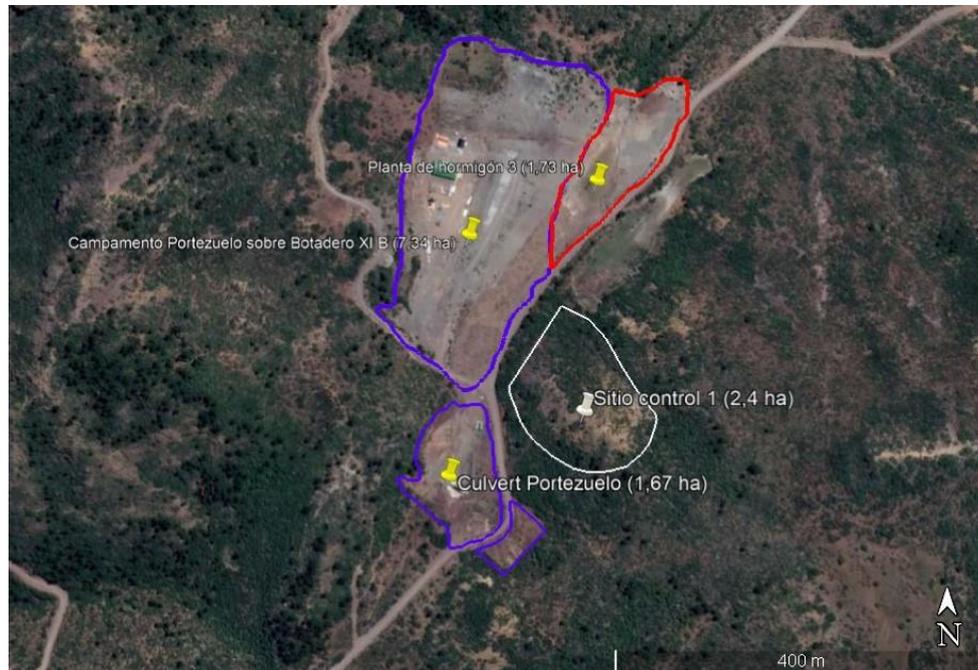
Tabla 1: Áreas estudiadas y sitios control

Estación de muestreo N°	Área	Ubicación		Superficie
		E	S	Há.
1	Campto. Portezuelo – Amp. Botadero XI B	342926	6151849	7,34
	Planta de hormigón N° 3	343086	6151921	1,73
	Sitio control N° 1	343064	6151635	2,40

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 1 se aprecia la localización general de todas las áreas estudiadas y de los sitios control.

Figura 1: Ubicación del área de muestreo y sitio control



3.3. Metodología de recopilación de datos en terreno

3.3.1. Reconocimiento de las especies de fauna

La presencia de las diferentes especies de fauna se estableció a través de métodos directos e indirectos, siguiendo las recomendaciones de CONAMA (1994) y SAG (2004), estableciéndose puntos de muestreo en el área en estudio y en el sitio control.

Para los diferentes grupos taxonómicos, se utilizó la siguiente metodología específica:

- Anfibios:

Método directo: observación y búsqueda de ejemplares (adultos y/o larvas), en transeptos de ancho fijo, en los lugares con mayor probabilidad de encuentro, en el agua (larvas), bajo piedras, troncos y hojarasca (adultos), especialmente en lugares húmedos.

- Reptiles:

Método directo: observación y búsqueda de ejemplares, en transeptos de ancho fijo en los lugares con mayor probabilidad de encuentro, entre la vegetación, bajo piedras y rocas, etc. en el horario y condición climática en que se presentan temperaturas adecuadas para la actividad de este grupo.

Métodos indirectos: registro de mudas, restos de animales muertos y presencia de fecas.

- Aves:

Métodos directos: avistamientos y escucha en transeptos diurnos y nocturnos de ancho variable y/o estaciones de escucha en todo el campo visual.

Métodos indirectos: presencia de nidos, plumas, huevos, huesos, egagrópilas (denota la presencia de rapaces).

- Mamíferos:

Métodos directos: observación de ejemplares de micro y macro mamíferos en terreno, en transeptos diurnos y nocturnos de ancho variable.

Métodos indirectos: presencia de fecas, huellas, madrigueras, rutas de tránsito, etc.

Cada registro fue georreferenciado y se obtuvo fotografías con una referencia de escala adecuada.

4. RESULTADOS

4.1. Especies potencialmente presentes en el área de estudio

A partir de la información recopilada en la literatura revisada, se obtuvo un catastro de especies de vertebrados terrestres que potencialmente se distribuyen en el área de estudio, el cual se detalla a continuación en la Tabla N° 1, donde además se indica su nombre común, su origen biogeográfico (endémico, nativo o exótico) y Estado de Conservación en Chile

Tabla 2. Especies potencialmente presentes en el Área de Estudio

Nombre científico	Nombre común	Origen	¹ Est.con.	² Fuente
CLASE AMPHIBIA				
Orden Anura				
Familia Bufonidae				
<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo Espinoso	N	LC	4
<i>Rhinella arunco</i>	Sapo Arriero	En	NT	4
Familia Leluperidae				
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	N	NT	4
Familia Calyptocephalellidae				
<i>Calyptocephalella gayi</i>	Rana chilena	En	EN	2
CLASE REPTILIA				
Orden Squamata				
Familia Tropiduridae				

Nombre científico	Nombre común	Origen	¹ Est.con.	² Fuente
<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto chileno	N	LC	5
<i>Liolaemus curicensis</i>	Lagarto de Curicó	En	VU	9
<i>Liolaemus fuscus</i>	Lagartija oscura	N	LC	5
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	N	LC	5
<i>Liolaemus monticola</i>	Lagartija de los montes	En	VU	9
<i>Liolaemus nitidus</i>	Lagartija nítida	En	NT	5
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija tenue	En	LC	5
Familia Teiidae				
<i>Callopistes palluma</i>	Iguana	N	NT	9
Familia Colubridae				
<i>Tachymenis peruviana</i>	Culebra cola corta	N	LC	9
<i>Phylodrias chamisonis</i>	Culebra de cola larga	N	LC	9
CLASE AVES				
Orden Tinamiformes				
Familia Tinamidae				
<i>Nothoprocta perdicaria</i>	Perdíz chilena	En	-	-
Orden Anseriformes				
Familia Anatidae				
<i>Anas specularis</i>	Pato anteojillo	N	-	-
<i>Anas jlavirostris</i>	Pato jergón chico	N	-	-
<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	N	-	-
<i>Merganetta armata</i>	Pato Cortacorrientes	N	NT	12
Orden Galliformes				
Familia Phasianidae				
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz californiana	Ex	-	-
Orden Suliformes				
Familia Phalacrocoracidae				
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	N	-	-
Orden Pelecaniformes				
Familia Ardeidae				
<i>Casmerodius albus</i>	Garza grande	N	-	-
<i>Egretta thula</i>	Garza chica	N	-	-
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	N	-	-
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	N	-	-
Familia Threskiornitidae				
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	N	LC	14
Orden Cathartiformes				
Familia Cathartidae				
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	N	VU	1

Nombre científico	Nombre común	Origen	¹ Est.con.	² Fuente
<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	N	-	-
<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	N	-	-
Orden Accipitriformes				
Familia Accipitridae				
<i>Elanus leucurus</i>	Bailarín	N	-	-
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila	N	-	-
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho	N	-	-
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	N	-	-
Orden Falconiformes				
Familia Falconidae				
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	N	-	-
<i>Falca peregrinus</i>	Halcón peregrino	N	LC	14
<i>Falca femoralis</i>	Halcón perdiguero	N	-	-
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	N	-	-
Orden Charadriiformes				
Familia Charadriidae				
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	N	-	-
Familia Scolopacidae				
<i>Gallinago paraguaiae</i>	Becacina	N	LC	9
Familia Thinocoridae				
<i>Attagis gayi</i>	Perdicitita cordillerana	N	LC	13
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Perdicitita cojón	N	-	-
Orden Columbiformes				
Familia Columbidae				
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	N	LC	9
<i>Zenaidura macroura</i>	Tórtola	N	-	-
<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tórtola Cordillerana	N	-	-
Orden Psittaciformes				
Familia Psittacidae				
<i>Cyanoliseus patagonus</i>	Tricahue	N	VU	2
<i>Enicognathus ferrugineus</i>	Cachaña	N	-	-
Orden Strigiformes				
Familia Tytonidae				
<i>Tyto alba</i>	Lechuza blanca	N	-	-
Familia Strigidae				
<i>Bubo virginianus</i>	Tucúquere	N	-	-
<i>Glaucidium nanum</i>	Chuncho	N	-	-
<i>Strix rufipes</i>	Concón	N	NT	9
Orden Caprimulgiformes				

Nombre científico	Nombre común	Origen	¹ Est.con.	² Fuente
Familia Caprimugidae				
<i>Caprimulgus longirostris</i>	Gallina Ciega	N	-	-
Orden Apodiformes				
Familia Trochilidae				
<i>Oreotrochilus leucopleurus</i>	Picaflor Cordillerano	N	-	-
<i>Patagona gigas</i>	Picaflor Gigante	N	-	-
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor Chico	N	-	-
Orden Piciformes				
Familia Picidae				
<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	N	-	-
<i>Picoides lignarius</i>	Carpinterito	N	-	-
Orden Passeriformes				
Familia Furnariidae				
<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	N	-	-
<i>Upucerthia dumetaria</i>	Bandurrilla	N	-	-
<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete Acanelado	N	-	-
<i>Ochetorhynchus melanurus</i>	Chiricoca	En	-	-
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	N	-	-
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	N	-	-
<i>Asthenes humicola</i>	Canastero	N	-	-
Familia Rhinocryptidae				
<i>Pterotochos castaneus</i>	Hued-Hued castaño	En	-	-
<i>Pterotochos megapodius</i>	Turca	En	-	-
<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrin	N	-	-
Familia Tyrannidae				
<i>Agriornis livida</i>	Mero	N	-	-
<i>Xolmys pyrope</i>	Diucón	N	-	-
<i>Muscisaxicola albilora</i>	Dormilona de Ceja Blanca	N	-	-
<i>Muscisaxicola macloviana</i>	Dormilona Tontita	N	-	-
<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	N	-	-
<i>Elaenia albiceps</i>	Fio-fio	N	-	-
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	N	-	-
<i>Colorhamphus parvirostris</i>	Viudita	N	-	-
Familia Cotongidae				
<i>Phytotoma rara</i>	Rara	N	-	-
Familia Hirundinidae				
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina Chilena	N	-	-
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de Dorso Negro	N	-	-
Familia Troglodytidae				
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	N	-	-

Nombre científico	Nombre común	Origen	¹ Est.con.	² Fuente
Familia Turdidae				
<i>Turdus falklandii</i>	Zorzal	N	-	-
Familia Mimidae				
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	En	-	-
Familia Thraupidae				
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	N	-	-
<i>Phrygilus alaudinus</i>	Platero	N	-	-
<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	N	-	-
<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de Gay	N	-	-
<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino patagónico	N	-	-
<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro Plomo	N	-	-
<i>Sicalis luteiventris</i>	Chirihue	N	-	-
Familia Emberizidae				
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	N	-	-
Familia Icteridae				
<i>Sturnella loyca</i>	Loica	N	-	-
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	N	-	-
Familia Fringillidae				
<i>Spinus barbata</i>	Jilguero	N	-	-
<i>Spinus uropygialis</i>	Jilguero Cordillerano	N	-	-
CLASE MAMMALIA				
Orden Chiroptera				
Familia Molossidae				
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola de ratón	N	LC	14
Familia Vespertilionidae				
<i>Histiotus montanus</i>	Murciélago orejudo	N	LC	14
<i>Lasiurus varius</i>	Murciélago colorado	N	LC	13
<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago gris	N	DD	13
<i>Myotis chiloensis</i>	Murciélago común	N	LC	14
Orden Rodentia				
Familia Cricetidae				
<i>Abrothrix olivaceus</i>	Ratón oliváceo	N	-	-
<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratón lanudo	N	LC	9
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Ratón de cola larga	N	-	-
<i>Phyllotis darwinii</i>	Ratón Orejudo de Darwin	N	-	-
Familia Chinchillidae				
<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	N	EN	1
Familia Muridae				
<i>Mus musculus</i>	Ratón doméstico (Laucha)	Ex	-	-
<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén	Ex	-	-

Nombre científico	Nombre común	Origen	¹ Est.con.	² Fuente
<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	Ex	-	-
Orden Carnivora				
Familia Felidae				
<i>Leopardus colocolo</i>	Gato colocolo	N	NT	8
<i>Puma concolor</i>	Puma	N	NT	8
Familia Canidae				
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro Culpeo	N	LC	6
<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro Chilla	N	LC	6
Familia Mustelidae				
<i>Galictis cuja</i>	Quique	N	LC	13
<i>Conepatus chinga</i>	Chingue	N	LC	13
Orden Lagomorpha				
Familia Leporidae				
<i>Lepus capensis</i>	Liebre	Ex	-	-
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	Ex	-	-

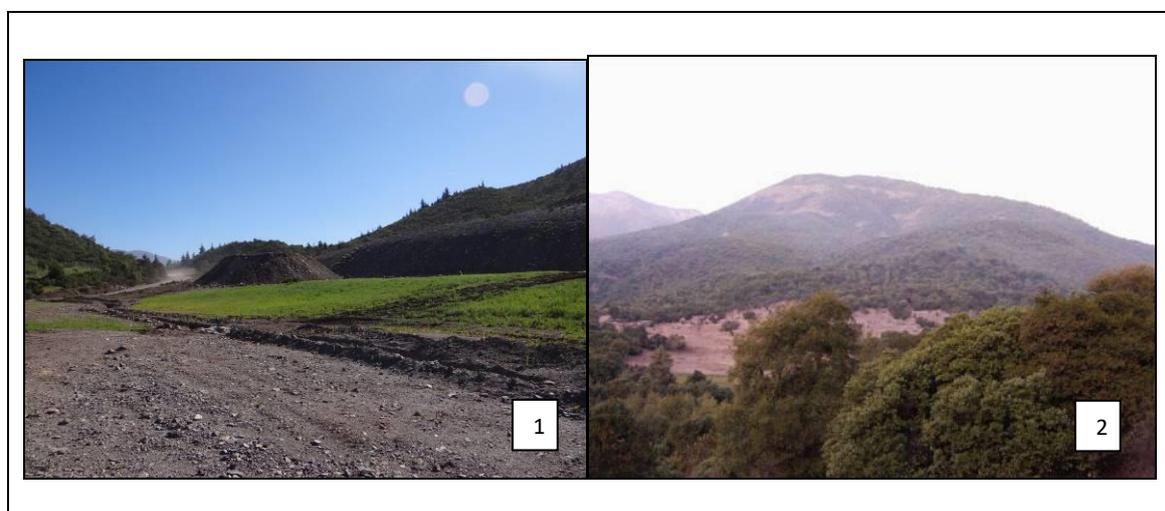
N= Nativa, En= Endémica. Ex= Exótica

¹ Estados de conservación: CR: En Peligro Crítico; EN: En Peligro de extinción; VU: Vulnerable; NT: Casi Amenazado; LC: Preocupación Menor; DD: Datos Insuficientes; R: Rara; ICC: Inadecuadamente Conocida; F: Fuera de Peligro
-: Especie no clasificada.

² Fuentes o referencias utilizadas para determinar estado de conservación: 1 = DS. 05/98, MINAGRI; 2 = DS 151/2006 MINSEGPRES; 3: DS 50/2008 MINSEGPRES 4: DS 51/2008 MINSEGPRES 5: DS 23/2009 MINSEGPRES 6: DS 33/2011 MMA, 7: DS 41/2011 MMA; 8: DS 42/2011 MMA 9: DS 19/2012 MMA 10: DS 13/2013 MMA 11: DS 52/2014 MMA 12: DS 38/2015 MMA 13: DS16/2016 MMA. 14: DS 06/2017 MMA. 15: DS79/2018. MMA.
Fuente: MMA 2017

4.2. Área de estudio

En general el área de estudio presenta actualmente una fisonomía muy simple, puesto que el suelo está desprovisto de la vegetación natural existente en el entorno, aunque en casi toda su extensión crece una incipiente vegetación herbácea, que va colonizando el suelo desnudo (Foto 1).



Fotos 1 Sector Portezuelo, Ampliación Botadero XIB.

2: Sitio control

El tipo de ambiente presente en el sitio de control, en cambio, es bastante más heterogéneo, puesto que está cubierto por un matorral esclerófilo, poco denso, que en algunos lugares deja paso a vegetación arbórea, especialmente en los sectores cercanos a quebradas (Foto 2).

La principal diferencia entre el área intervenida y el sitio de control es precisamente la cobertura vegetal, lo cual permite comparar la situación de un lugar alterado, con otro de similares características topográficas y climáticas, pero que prácticamente no ha experimentado intervención antrópica, donde, por lo tanto, se mantienen sus características naturales.

Es importante consignar que la superficie total de la sub cuenca del río Tinguiririca, donde se emplaza el Proyecto Hidroeléctrico La Higuera, que abarca el tramo comprendido entre la confluencia del mencionado río con el río del Azufre y desde este punto, aguas abajo hasta la junta con el río Clarillo, alcanza a 15.757,9 ha. y que de esta superficie, el área cubierta por vegetación nativa, llega a 11.459,0 ha., lo que significa que el área total intervenida y solicitada en carácter de permanente (9,07 ha.), corresponde a un 0,09% de la superficie con cubierta vegetal.

4.3. Registro de fauna

4.3.1. Riqueza y abundancia

El monitoreo dio como resultado en términos de riqueza, la pesquisa de un total de 19 especies de vertebrados terrestres, de los cuales una corresponde a mamíferos, 17 a aves y una a reptiles. No hubo registro de anfibios.

En la siguiente tabla, se despliegan los resultados del registro de riqueza para la estación de muestreo y su sitio de control, expresada como el número de especies pesquisadas en cada punto.

Tabla 3: Riqueza de fauna en el Área de Estudio según área de muestreo

Clase	Áreas de muestreo	
	AM1	SC1
Anfibios	0	0
Reptiles	1	2
Aves	10	13
Mamíferos	1	1
Total	12	16

En cuanto a la abundancia total, sumando los registros obtenidos en el área de muestreo y en el sitio de control, se encontró un total de 69 ejemplares, de los cuales 62 corresponden a aves y siete a reptiles, en tanto que los mamíferos sólo se

pesquisaron por signos indirectos (hallazgo de fecas). A continuación, se muestra la abundancia, en la unidad de muestreo y su sitio control, ordenada por grupo taxonómico, excluyendo a los mamíferos, que sólo se pesquisaron indirectamente.

Tabla 3: Abundancia de fauna en el Área de Estudio según área de muestreo

Clase	Áreas de muestreo	
	AM1	SC1
Anfibios	0	0
Reptiles	2	5
Aves	24	38
Mamíferos	*	*
Total	29	43

* Signos indirectos

En el Anexo, se presentan los resultados del registro de diversidad y abundancia para la estación de muestreo y el sitio de control, expresadas, respectivamente, como el número de especies pesquisadas y la cantidad de ejemplares de cualquier especie, observados en cada punto.

Entre las especies más relevantes, según los objetivos del presente estudio, destacan algunas endémicas, como *Liolaemus monticola*, *Nothoprocta perdicararia* y *Pteroptochos megapodius*. También aquellas clasificadas en alguna categoría de amenaza, según la legislación nacional vigente, como: *Liolaemus lemniscatus* (LC) (Foto 3) *L. monticola* (LC) y *Cyanoliseus patagonus* (Vu). Especial atención requieren las dos especies de lagartijas ya mencionadas, por tratarse de especies de escasa movilidad.



Foto 3: Ejemplar de *Liolaemus lemniscatus*

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el muestreo realizado en uno de los sitios intervenidos durante la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica La Higuera, que se mantendrá sin restaurar en forma permanente, se registró un total de 12 especies de vertebrados terrestres, de los cuales la gran mayoría corresponde a aves, además de un mamífero y un reptil.

Para fines de establecer, comparativamente, el efecto de la intervención permanente, se realizó un muestreo similar en un terreno vecino que mantiene su condición natural, por lo que puede ejercer, de esta manera, como sitio control. Como es de esperar, existe una mayor diversidad de especies y mayor abundancia de ejemplares en el punto de control que en el área intervenida (33,3% y 41,4 % respectivamente), a pesar de su menor extensión, sin embargo, estas diferencias reflejan principalmente la que existe entre las especies de aves, cuyo volumen es mayoritario y no la que se observa entre especies de baja movilidad y más sensibles a la fragmentación de hábitat, como son los reptiles.

La presencia de mamíferos, tanto en el área intervenida, como en el sitio control, correspondió principalmente a meso mamíferos, puesto que el tipo de muestreo realizado determinó que los registros se hicieran a partir de signos indirectos, como huellas o fecas, en cuyo caso es posible inferir que tales áreas son utilizadas por estas especies indistintamente como parte de sus territorios o como lugares de paso en sus desplazamientos habituales.

Resultó evidente constatar, por otra parte, que las aves utilizan el área intervenida, al igual que el resto del territorio de la cuenca, sin distinción, en la medida que encuentren recursos alimenticios o zonas apropiadas para el descanso o refugio. Sin embargo es claro que para este grupo tales áreas son parte de los ambientes que usan para desplazarse, sin que resulten, por su escasa superficie un elemento de disturbio u obstáculos para su dispersión

Los reptiles estuvieron representados por una y dos especies de lacertídeos (lagartijas), en el área intervenida y en el sitio control respectivamente, las que principalmente correspondieron a especies que prefieren ambientes abiertos, como *Liolaemus lemniscatus*, sin embargo, en el sitio control fue registrada una especie saxícola, como *L. monticola*, lo que refleja la mayor calidad del hábitat en este sitio.

Para la evaluación de la situación de los sitios en relación a su calidad de hábitat o riesgo de fragmentación, hay que tener en cuenta algunas consideraciones, que determinan la colonización y uso de los ambientes intervenidos, por parte de la fauna nativa existente en forma natural en la cuenca del Río Tinguiririca.

Por una parte, hay que tomar en consideración que las áreas intervenidas en la cuenca en cuestión no se presentan como un solo paño, si no que se dispersan en pequeños

sectores diferentes y aislados entre sí, por lo que se puede colegir que la posibilidad de que se produzca fragmentación del hábitat para la fauna silvestre es escasa, especialmente para aves y mega o meso mamíferos, no así para especies de baja movilidad, como anfibios y reptiles.

Al mismo tiempo es necesario relevar el hecho de que la superficie total que ocupan el sitio intervenido en estudio, es de 10.74 ha. y que el área total de la subcuenca del río Tinguiririca, en la que se incluye el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico La Higuera, es de 15.757,9 há. y de esta extensión total, el área cubierta por vegetación nativa, llega a 11.459,0 há. Al calcular la proporción que representa el área intervenida y solicitada en carácter de permanente, dentro de la superficie de la cuenca, se observa que corresponde a un 0,06%, proporción que se eleva a un 0,09%, si se considera sólo la superficie con cubierta vegetal.

A partir de lo expuesto, se puede señalar que los resultados del muestreo de fauna nativa en los sitios intervenidos, están demostrando que, se está consolidando la colonización de los mejores sectores por parte de especies con amplia capacidad de dispersión, como son las aves y también, muy lentamente, por algunas especies de movilidad reducida, fundamentalmente reptiles con menores exigencias de calidad de hábitat.

Como conclusión queda en evidencia que la mantención del área en cuestión sin restaurar, no ha producido efectos de fragmentación, lo cual está sustentado principalmente por su escasa extensión territorial, respecto de la superficie total de la cuenca.

No obstante, por otra parte, se comprueba que existe una menor diversidad de especies y menor abundancia de ejemplares en un sitio intervenido que en su sitio control, lo cual es esperable, especialmente si se considera que no están presentes las especies más exigentes respecto a la calidad del hábitat.

En tal circunstancia, a pesar de que, como ya se indicó, el efecto de fragmentación es mínimo o incluso inexistente, para compensar la escasa pérdida de hábitat favorable para la fauna, es posible restaurar o recuperar un área de superficie similar, en cualquier otro sector de la cuenca, donde también se haya producido intervención antrópica, por motivos diversos.

Esta restauración, debe considerar la plantación de especies nativas, especialmente aquellas que sirvan de refugio y provean alimento para la fauna nativa. Para comprobar la eficacia de la medida, se debe instaurar un monitoreo previo y posterior al proceso de recuperación del hábitat.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAYA B. y MILLIE, H (2005). Guía de Campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago. 406 pp.

CAMPOS H (1996) Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. 222 Pp.

CEI JM (1962). Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago, Chile. cviii + 128 pp.

CONTRERAS L & JC TORRES-MURA (2009). Biogeografía de Mamíferos Terrestres de Chile. Pp 305-314. En: Mamíferos de Chile, Segunda Edición. Muñoz-Pedreros A & J Yáñez (Eds). Ediciones CEA, Valdivia, Chile. 571 pp.

CRUMP M & N SCOTT (2001). Relevamientos por Encuentros Visuales. Pp 81-87. En: Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios. Heyer W, Donnelly M, McDiarmid R, Hayek LA & M Foster (Eds). Editorial Universitaria de la Patagonia, Chubut, Argentina. 349 pp.

DÍAZ-PÁEZ H & JC ORTIZ (2003). Evaluación del Estado de Conservación de los Anfibios en Chile. Revista Chilena de Historia Natural, Chile 76: 509-525.

DÍAZ-PÁEZ H, NÚÑEZ J, NÚÑEZ H & JC ORTIZ (2008). Estado de Conservación de Anfibios y Reptiles. Pp. 233-267. En: Herpetología de Chile. Vidal M & A Labra (Eds.). Science Verlag®, Santiago, Chile. 593 pp.

DONOSO-BARROS R. (1966). Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago. cxlvi + 458 pp.

GALAZ, J. L. AND J. YÁÑEZ. 2006. Los murciélagos de Chile: Guía para su reconocimiento. P. 80 in. Centro de Ecología Aplicada, Santiago.

GAJARDO R (1994). La Vegetación Natural de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 165 pp.

IRIARTE A (2008). Mamíferos de Chile. Guías Descubrir la Naturaleza, Lynx Edicions, Barcelona, España. 420 pp.

JARAMILLO A, BURKE P & D BEADLE (2005). Aves de Chile. Guías Descubrir la Naturaleza, Lynx Edicions, Barcelona, España. 240 pp.

LUEBERT, F. y P. PLISCOFF. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 316 p.

MANN G (1960). Regiones Biogeográficas de Chile. Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile. 49 pp.

MANN, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana Concepción 40:1–342.

MARTÍNEZ D & G GONZÁLEZ (2004). Las Aves de Chile. Nueva guía de Campo. Ediciones del Naturalista, Santiago, Chile. 620 pp.

MELLA J (2005). Guía de Campo Reptiles de Chile: Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F & M Contreras (Eds.) Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pp + xii

MINSEGPRES (2005). D.S. N° 75. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

MINSEGPRES (2007). DS N°151. Primer Proceso de Clasificación de Especies Silvestres Según Su Estado de Conservación.

MINSEGPRES (2008). DS N°50. Segundo Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación.

MINSEGPRES (2008). DS N°51. Tercer Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación.

MINSEGPRES (2009). DS N°23. Cuarto Proceso de Clasificación de Especies Según Su Estado de Conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2011). Decreto Supremo N° 33. Quinto Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2011). Decreto Supremo N° 41. Sexto Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2011). Decreto Supremo N° 42. Séptimo Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2013). Decreto Supremo N° 13. Octavo Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2014). Decreto Supremo N° 52. Noveno Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación.

MUÑOZ-PEDREROS A & J YÁÑEZ (Eds) (2009). Mamíferos de Chile. Segunda Edición. Ediciones CEA, Valdivia, Chile. 571 pp.

NUÑEZ H & F JAKSIC (1992). Lista Comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 43: 63-91.

ORTIZ JC & H DÍAZ-PÁEZ (2006). Estado de Conocimiento de los Anfibios de Chile. *Gayana* 70 (1): 114-121.

PINCHEIRA-DONOSO D & H NÚÑEZ (2005). Las Especies Chilenas del Género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropicuridae: Liolaeminae) Taxonomía, Sistemática y Evolución. *Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* Nº 59: 7-486.

QUINTANILLA V (1983). *Biogeografía de Chile*. Instituto Geográfico Militar. 230 pp.

RABANAL FE & JJ NUÑEZ (2008). *Anfibios de los Bosques Templados de Chile*. Primera edición. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 206 pp.

RALPH JC, GEUPEL GR, PYLE P, MARTIN TE, DESANTE DF & B MILÁ (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. GEN. TECH. REP. PSW-GTR-159. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department Of Agriculture. 44 Pp.

RAU J & A MUÑOZ-PEDREROS (2009). Técnicas de Detección en Mamíferos. Pp 525-533. En: *Mamíferos de Chile, Segunda Edición*. Muñoz-Pedreros A & J Yáñez (Eds). Ediciones CEA, Valdivia, Chile. 571 pp.

SAG (2010). *La Ley de Caza y su Reglamento*. Undécima Edición. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Santiago, 96 pp.

SAMO J, GARMENDIA A & A DELGADO (2008). *Introducción Práctica a la Ecología*. Pearson Educación S.A., Madrid, España. 227pp.

SKEWES. O. (2009). *Manual de huellas de mamíferos silvestres de Chile*. Impr. La Discusión Chillán. Chile. 99 pp.

VELOSO A (2006). Batracios de las Cuencas Hidrográficas de Chile: Origen, Diversidad y Estado de Conservación. Pp. 103-140. En: *Macrófitas y Vertebrados de los Sistemas Límnicos de Chile*. Vila I, Veloso A, Schlatter R & C Ramírez. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 190 pp.

VELOSO A & J NAVARRO (1988). Lista Sistemática y Distribución Geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. *Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino* 6: 481-539.

VIDAL M, SOTO E & A VELOSO (2009). Biogeography of Chilean Herpetofauna: Distributional Patterns of Species Richness and Endemism. *Amphibia-Reptilia* (30): 151-171.

7. ANEXOS

Anexo 1: Diversidad y abundancia de especies registrada en las áreas intervenidas y sitios control

Área de muestreo	Ubicación		Especies	Abundancia
	E	S		
Estación de muestreo N° 1 (Culvert Portezuelo, Campamento Portezuelo- Ampliación Botadero XI B y Planta de Hormigón N° 3)	342926	6151849	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	2
			<i>Geranoaetus polyosoma</i>	1
			<i>Callipepla californica</i>	2
			<i>Zenaida auriculata</i>	2
			<i>Cyanoliseus patagonus</i>	8
			<i>Pteroptochos megapodius</i>	1
			<i>Turdus falklandii</i>	2
			<i>Mimus thenca</i>	3
			<i>Zonotrichia capensis</i>	2
			<i>Diuca diuca</i>	2
			<i>Phrygilus alaudinus</i>	4
			<i>Oryctolagus cuniculus*</i>	-
		Total especies: 12	29	
Sitio control N° 1	343064	6151635	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	4
			<i>Liolaemus monticola</i>	1
			<i>Nothoprocta perdicaria</i>	1
			<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	1
			<i>Callipepla californica</i>	4
			<i>Zenaida auriculata</i>	4
			<i>Pteroptochos megapodius</i>	1
			<i>Elaenia albiceps</i>	3
			<i>Troglodytes aedon</i>	2
			<i>Turdus falklandii</i>	2
			<i>Mimus thenca</i>	3
			<i>Zonotrichia capensis</i>	3
			<i>Curaeus curaeus</i>	6
			<i>Diuca diuca</i>	2
			<i>Phrygilus fruticeti</i>	4
		<i>Oryctolagus cuniculus*</i>	-	
		Total especies: 16	41	

* Signos indirectos

