

INFORME
DIAGNOSTICO AMBIENTAL LAGO RAPEL

Índice

1	ANTECEDENTES DE LA ZONA DE ESTUDIO	4
2	ANÁLISIS DEL IMPACTO DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN EL ENTONO EL LAGO	6
2.1	Actividades industriales ligadas al uso del suelo en las comunas bajo estudio.....	9
3	IMPACTO DE LA POBLACIÓN Y ACTIVIDADES TURÍSTICAS	14
3.1	Gestión de Residuos sólidos	14
3.2	Gestión de Aguas servidas	19
4	CALIDAD DEL AGUA.....	22
4.1	Evaluación de la eutrofización del embalse Rapel.....	33
5	BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS		39

Índice de Tablas

Tabla 2-1 Actividades productivas en el área de estudio	9
Tabla 2-2 . Actividades productivas en el área de estudio que realizan descargas	10
Tabla 3-1 . Resumen de resultados de mediciones de calidad de agua en zonas aledañas a campings ...	19
Tabla 3-2 . Evaluación calidad descargas plantas de tratamiento de aguas servidas	21
Tabla 4-1 . Resultados de análisis de calidad de agua Embalse Rapel Sector El Muro.	27
Tabla 4-2 Resultados de análisis de calidad de agua Embalse Rapel Sector Brazo Alhué.	28
Tabla 4-3 Resultados de análisis de calidad de agua Embalse Rapel Sector Las Balsas.	29
Tabla 4-4 Resultados análisis calidad de agua Tributarios Embalse Rapel Sector Las Balsas.	30
Tabla 4-5 Resultados análisis calidad de agua Tributarios del Embalse Rapel a Sector Brazo Alhué.	31
Tabla 4-6 Resultados de Análisis 2012 sector las Balsas y Población Maria Elena.	32

Índice de Figuras

Figura -1-1 Problemáticas ambientales en Lago Rapel	5
Figura -2-1 Uso de suelo Comuna La estrella.....	7
Figura--2-2 Uso de suelo Comuna de Las cabras	7
Figura--2-3 Uso de suelo Comuna de Litueche	8
Figura--2-4 Uso de suelo Comuna de Pichidegua	8
Figura--2-5 Distribución de actividades productivas en las comunas bajo estudio.....	10
Figura--3-1 Acumulación de residuos en caminos y orillas del lago	17
Figura--3-2 Acumulación de residuos en campings	18
Figura--4-1 Ubicación de puntos de monitoreo de calidad del agua.....	23
Figura--4-2 Fotografías puntos de muestreo 2012.....	32
Figura--4-3 Ubicación de sitios con identificación de eutrofización.....	34
Figura--4-4 Fotografías sitios con identificación de eutrofización (1)	35
Figura--4-5 Fotografías sitios con identificación de eutrofización (2)	36
Figura--4-6 Fotografías sitios con identificación de eutrofización (3)	37

DIAGNOSTICO AMBIENTAL LAGO RAPEL

1 ANTECEDENTES DE LA ZONA DE ESTUDIO

De acuerdo a variados estudios previos que se han desarrollado en la zona y por observación directa en terreno, el embalse Rapel presenta problemas de contaminación por eutrofización. Esta condición se traduce en elevadas concentraciones de materia orgánica y nutrientes, especialmente fósforo y nitrógeno, tanto en masa de agua como en sus sedimentos, que bajo determinadas condiciones ambientales (meteorológicas, hidrológicas y ecológicas), posibilita el desarrollo de eventos ecológicos extremos, entre otros: (1) crecimiento explosivo de microalgas (2) disminución de las concentraciones de oxígeno disuelto en la columna de agua, (3) incremento de la concentración de algunos iones disueltos como amonio (EULA, 2009). Estos eventos o una combinación de ellos, pueden afectar a parte de la biota residente en el cuerpo de agua y producir, por ejemplo, la mortandad masiva de peces.

El origen de la materia orgánica y los nutrientes, proviene de diversas actividades antrópicas (como agricultura, agroindustrias, crianza y faenamiento de animales, entre otras), que llegan al embalse por diversos procesos, principalmente como contaminación difusa. Por otro lado, los asentamientos humanos en la zona colindante al lago, que no poseen un adecuado tratamiento de sus aguas servidas, aportan de igual manera a la eutrofización del embalse.

La condición de eutrofización del embalse, genera diversos impactos negativos, principalmente en el rubro turístico y la comunidad que vive en torno a este, ya que su deterioro ambiental, está directamente relacionado con la pérdida del atractivo turístico y por ende, con la disminución de la demanda de visitantes al lugar, reduciendo la economía del sector.

Por otra parte, por ser una zona de alta afluencia turística también se ha detectado una importante problemática referida a la carencia de un manejo apropiado e integral de los residuos sólidos que genera el aumento de población en ciertos periodos

En forma resumida, las causas de los principales problemas ambientales del embalse tienen distinto origen, destacándose las siguientes:

- **Descargas líquidas difusas de diversas actividades industriales y agrícolas**
- **Descargas de aguas servidas de la población así como de instalaciones turísticas (cabañas, camping)** ya que gran parte no posee alcantarillado (uso de fosas sépticas).
- **Acumulación de Residuos Sólidos.** En temporada alta, existen problemas con los sistemas de recolección de basura y muchas veces ésta se acumula en lugares que no se encuentran debidamente habilitados,

El presente informe analiza estos problemas, basado en diversos estudios realizados en los últimos años, además de incorporar información de observación directa en terreno que valida gran parte de la información entregada. La siguiente figura muestra, en forma gráfica, una visión general de los habitantes de la zona respecto de las diversas actividades que afectan actualmente la condición ambiental del embalse.

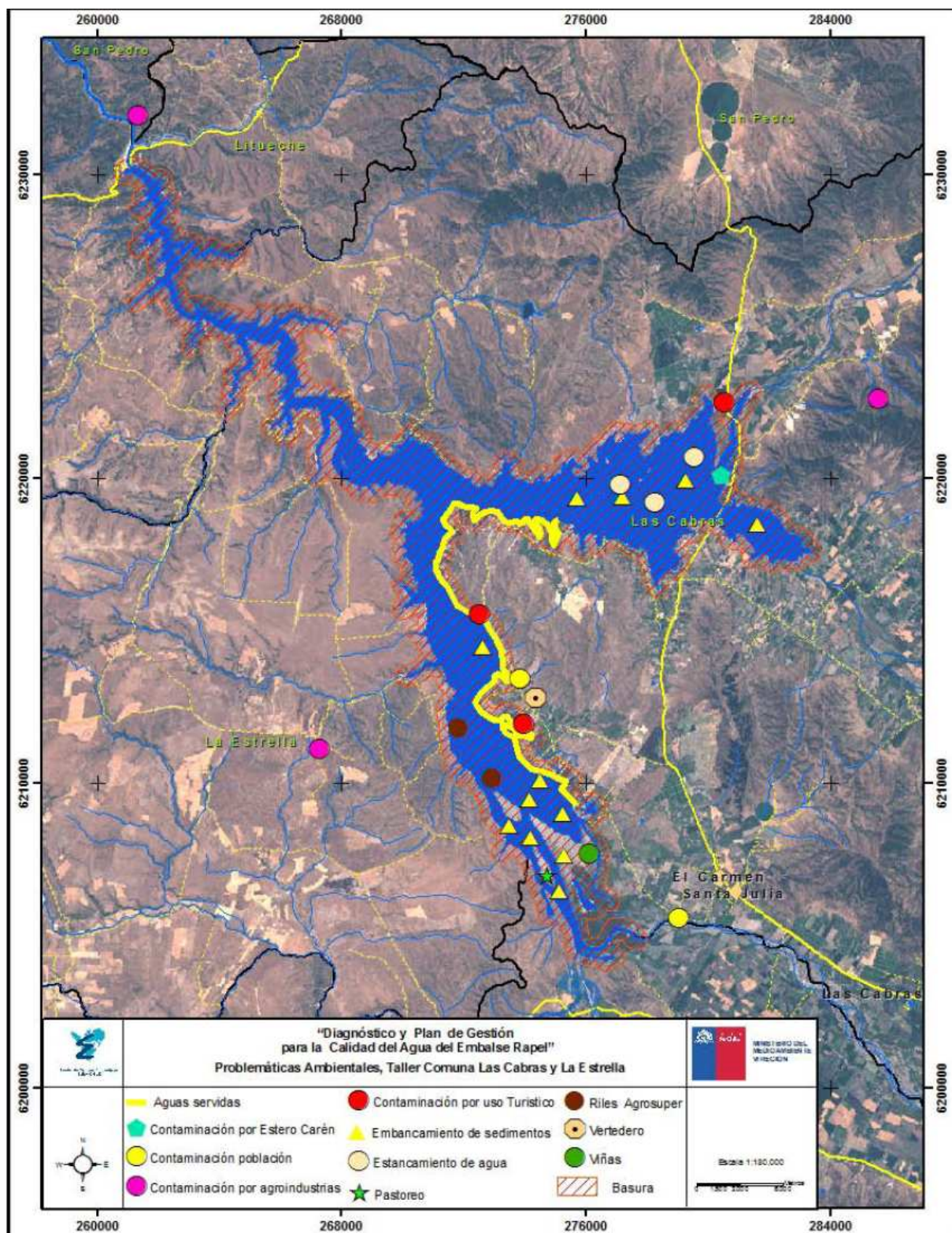


Figura -1-1 Problemáticas ambientales en Lago Rapel
 (Fuente UDEC EULA 2011)

2 ANÁLISIS DEL IMPACTO DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN EL ENTONO EL LAGO

La Central Hidroeléctrica Rapel dio origen al embalse, cuerpo de agua artificial situado 102 Km. al oeste de Rancagua, en la Comuna de Las Cabras. Está conformado por la afluencia de las aguas de los ríos Tinguiririca y Cachapoal.. Su tamaño comprende una superficie de 8.000 hectáreas (ha), con una capacidad de 720 millones de m³ de agua y 40 Km. de largo.

Presenta dos brazos; el primero, al sur, corresponde a los ríos Cachapoal y Tinguiririca, y el otro corresponde a los esteros Alhué y Las Palmas al noreste. Al juntarse ambos brazos el embalse se encajona por 20 Km. hasta terminar en la represa. Rodeando el lago se encuentran as comunas de La Estrella, Litueche, Las Cabras y Pichidegua.

El uso de suelo más importante para las comunas indicadas es el agrícola, seguido de plantaciones forestales y praderas destinadas a pastoreo de vacuno. Las principales actividades en suelos agrícolas son cultivos agroindustriales para la vitivinicultura, fruticultura, y el cultivo de maíz, para la industria avícola y porcina que se ubica en toda el área de influencia del embalse distribuyéndose en las comunas de las Cabras, la Estrella y Pichidegua¹.

El uso agrícola es dominante en las comunas de Litueche y Pichidegua, siendo ésta última quien posee este uso en mayor proporción. En la comuna de Las Cabras, las riberas del río Alhué, que confluye al embalse, presentan un uso agrícola, no obstante, el uso principal es el de matorral y bosques renovales. Si bien es cierto, que el uso principal de estas comunas es el agrícola, las comunas de La Estrella y Litueche, presentan dos usos también importantes y amplios en sus valles: plantaciones forestales y praderas.

¹ Fuente UDEC EULA 2011

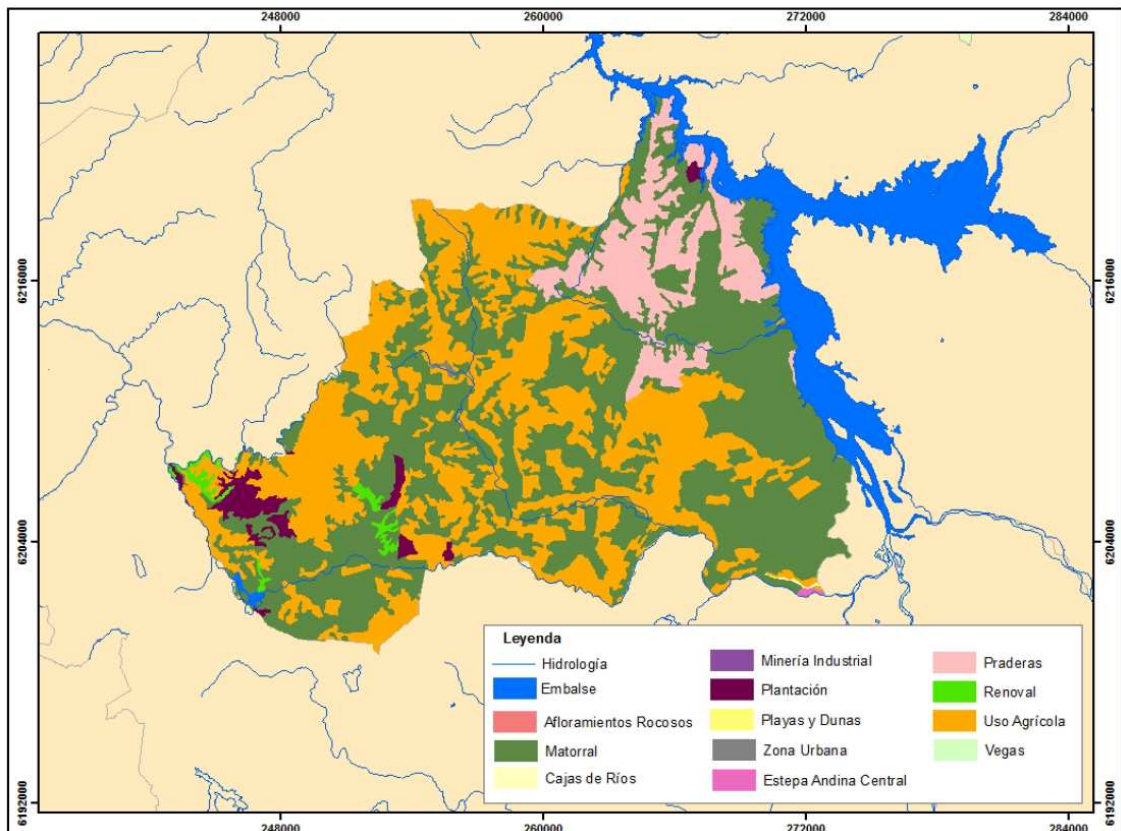


Figura -2-1 Uso de suelo Comuna La estrella
(Fuente UDEC EULA 2011)

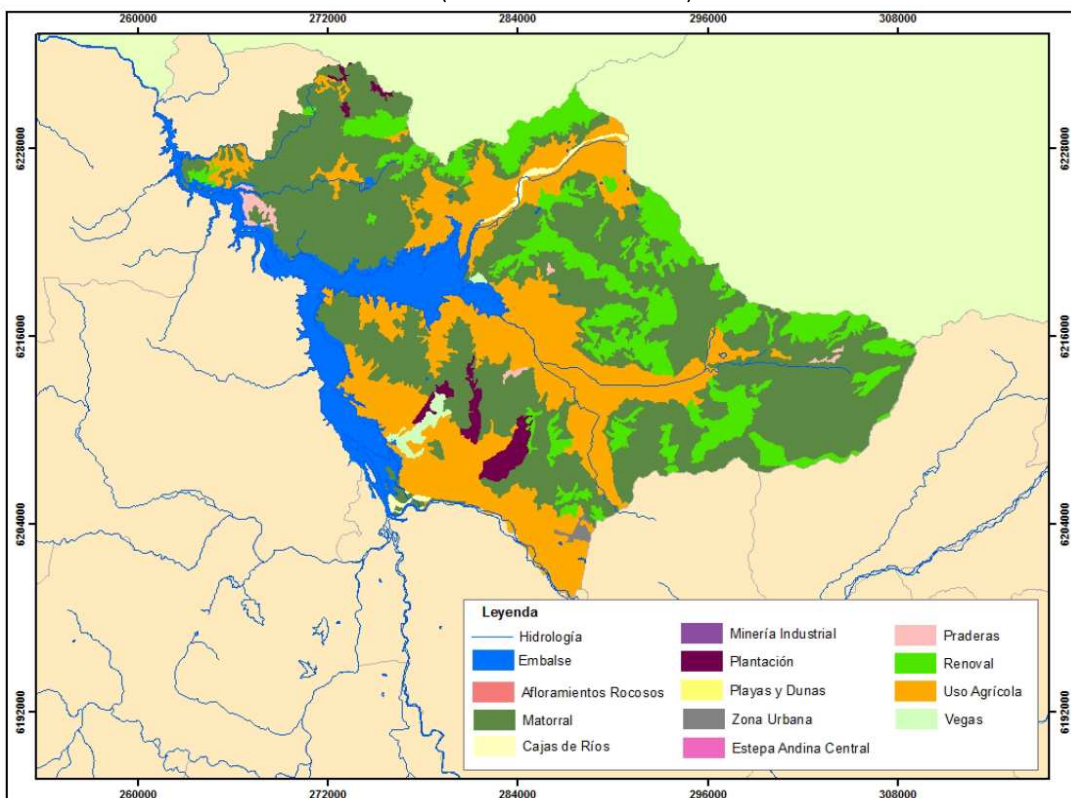


Figura--2-2 Uso de suelo Comuna de Las cabras (Fuente UDEC EULA 2011)

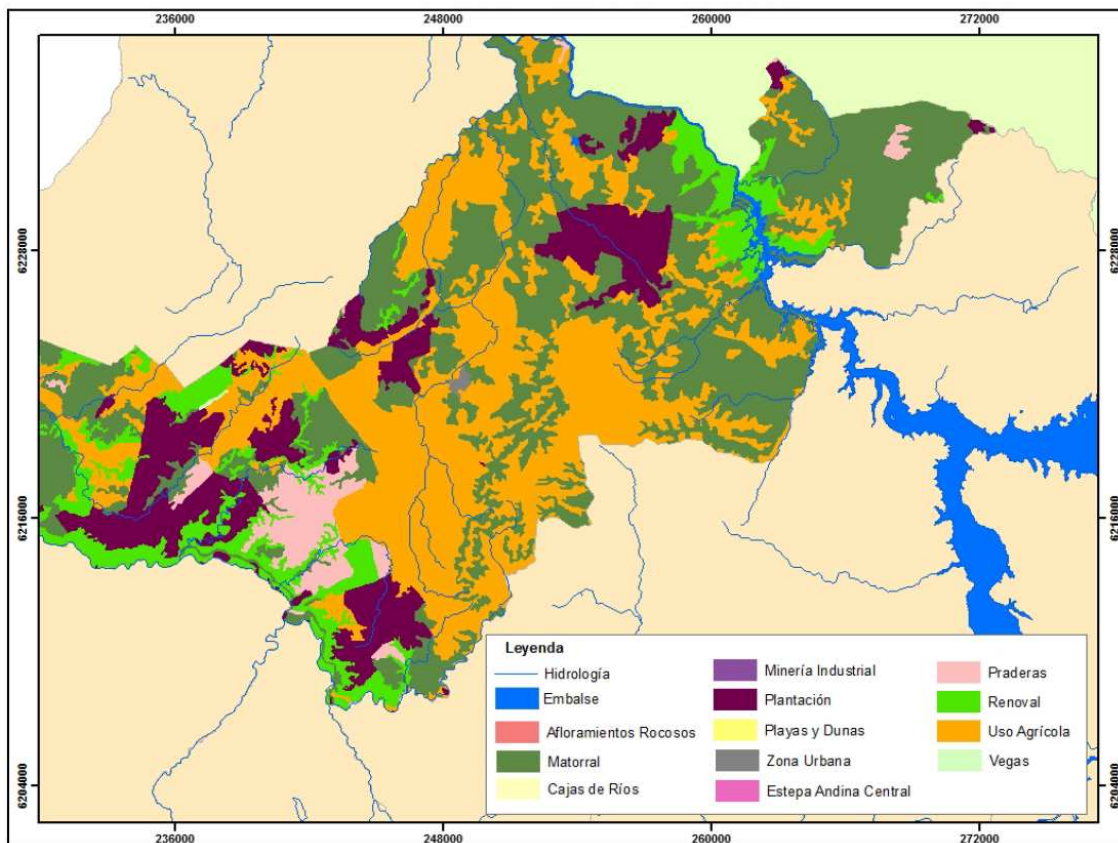


Figura--2-3 Uso de suelo Comuna de Litueche (Fuente UDEC EULA 2011)

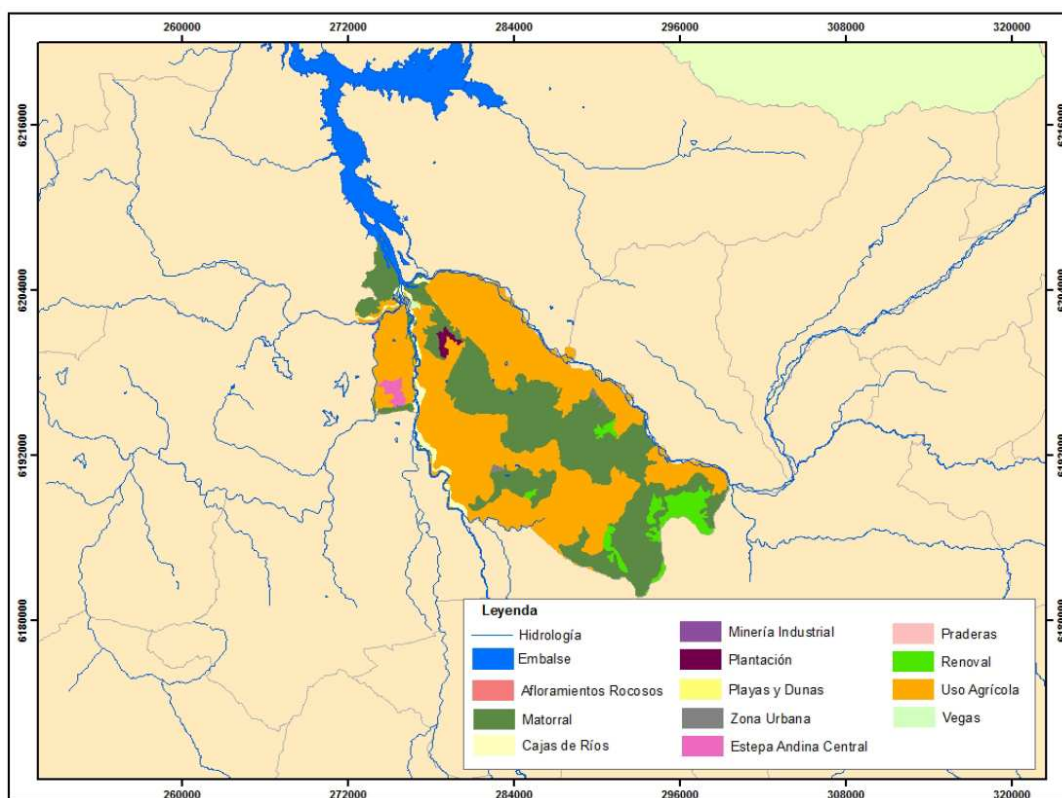


Figura--2-4 Uso de suelo Comuna de Pichidegua (Fuente UDEC EULA 2011)

2.1 Actividades industriales ligadas al uso del suelo en las comunas bajo estudio

Las principales actividades industriales adyacentes al embalse Rapel, son agroindustrias y packing. Las comunas que presentan mayor actividad productiva en general, son Pichidegua, Las Cabras y La Estrella y el rubro productivo que presenta un mayor porcentaje de actividad en el área de estudio corresponde a la crianza de cerdos, que concentra el 30,0 %, localizándose principalmente en las comunas de Pichidegua, Las Cabras y La Estrella (ver tabla 1), le sigue la crianza de aves y luego los packing, ligados a los cultivos de fruta.

De acuerdo a información recopilada, al 2010 existían 94 actividades productivas en operación ubicadas en las 4 comunas colindantes al embalse Rapel (área del estudio) y a los ríos Cachapoal y Tinguiririca. La mayor concentración de actividades productivas está en las comunas de Pichidegua (48) y Las Cabras (30); en La Estrella se contabilizaron 13 instalaciones y sólo 3 en Litueche. Ver tabla 2.1 e información en detalle en Anexo 1.

Del total de actividades identificadas se determinó que 25 presentaron proyectos al Servicio de Evaluación Ambiental entre el año 2003 y 2010 y cuentan con Resolución de Calificación Ambiental. Además entre los años 2010 y 2011 se presentaron 4 nuevos proyectos, relacionados con procesamiento de aceite de olivas y planteles de cerdos (ver Anexo 2)

Tabla 2-1 Actividades productivas en el área de estudio

Comuna	Total instalaciones	Criaderos de cerdos (CIU)	Criaderos de aves (CIU 11127)	Packing (CIU 31112)	Plantas tratamiento aguas servidas	Otras actividades
Las Cabras	30 (31,9%)	4	8	11	1	6
Pichidegua	48 (51,1%)	17	8	6	2	15
La Estrella	13 (13,8%)	11	1	-	1	-
Litueche	3 (3,2%)	-	2	-	1	1

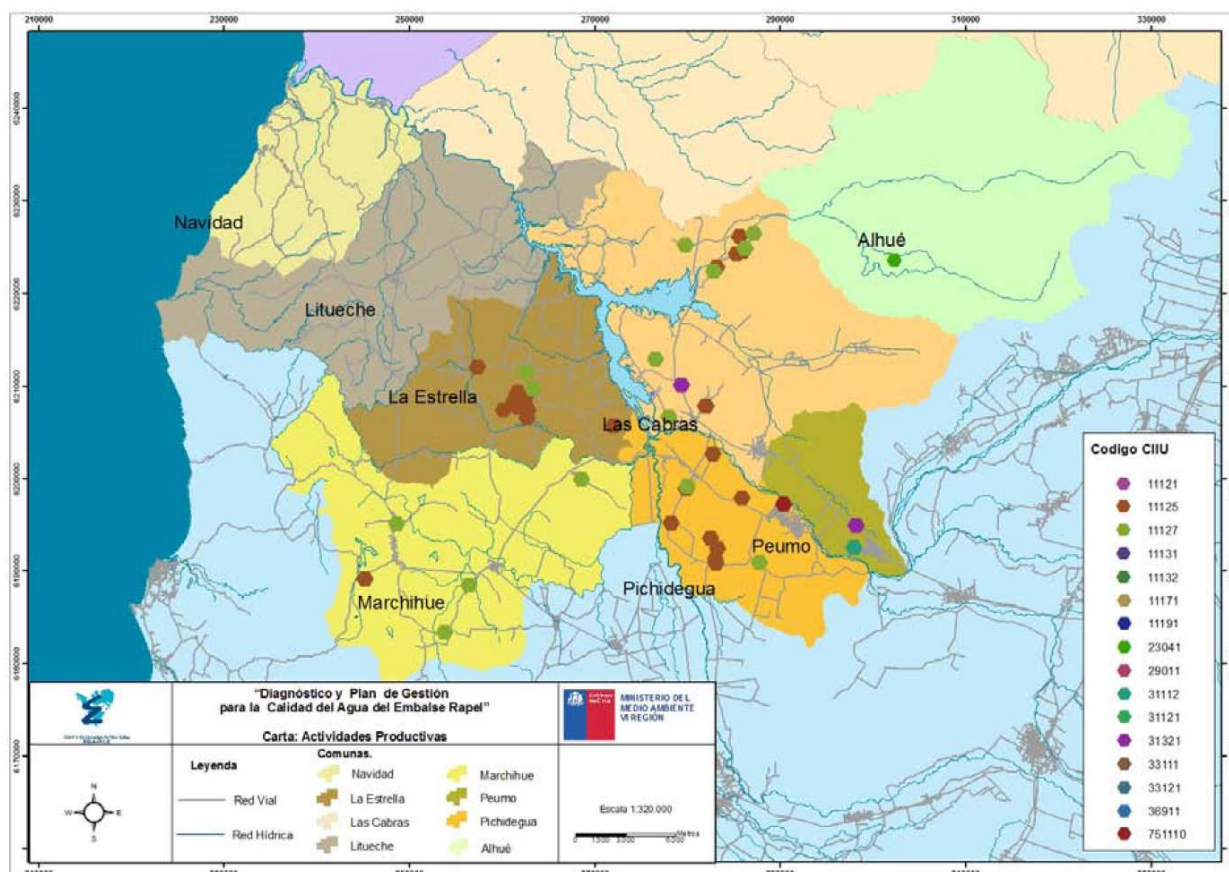


Figura--2-5 Distribución de actividades productivas en las comunas bajo estudio
(Fuente UDEC EULA 2011)

Las actividades industriales están distribuidas en mayor densidad en torno a las cuencas del río Tinguiririca y Cachapoal. Sin embargo, del total de actividades detectadas solo 26 indican poseer algún tipo de descarga de residuos líquidos (ver tabla 2).

Tabla 2-2 . Actividades productivas en el área de estudio que realizan descargas

Nº	Comuna	Tipo de Industria	Descripción o Nombre de la Industria	Tipo de Tratamiento	Descarga Residuos líquidos
1	Las Cabras	Criadero de cerdos	Agrosuper-Corrales- sector El Estero	Separación de sólidos, Lodos activados, lagunas de almacenamiento	Difusa
2	Las Cabras	Criadero Cerdos	Agrosuper-Piscina-sector Rapel-Cerdos	Separación de sólidos, Lodos activados, lagunas de almacenamiento	Difusa
3	Las Cabras	Criadero de cerdos	Agrosuper-Corrales- sector El Litre	Separación de sólidos, Lodos activados, lagunas de almacenamiento	Difusa
4	Las Cabras	Criadero de cerdos	Agrosuper-Corrales- sector El Álamo	Separación de sólidos, Lodos activados, lagunas de almacenamiento	Difusa
5	Las Cabras	Planta de	Planta de	Lodos Activados	Brazo río

Nº	Comuna	Tipo de Industria	Descripción o Nombre de la Industria	Tipo de Tratamiento	Descarga Residuos Líquidos
		Tratamiento de Aguas	Tratamiento de AS María Eliana		Cachapoal
6	Las Cabras	Planta de Tratamiento de Aguas	Planta de Tratamiento de AS Villa O'Higgins	Lodos Activados	Canal de riego y luego embalse
7	Pichidegua	Criadero de cerdos	Agrícola Lyon (El Espino)	Biodigestores	Difusa
8	Pichidegua	Criadero de cerdos	Agrícola Lyon (El Peumo)	Biodigestores	Difusa
9	Pichidegua	Criadero de cerdos	Agrícola Lyon (San Guillermo)	Biodigestores	Difusa
10	Pichidegua	Vitivinícolas	Viña Lyon Ltda.	Remoción de sólidos suspendidos, tanque de acumulación y neutralización.	Difusa
11	Pichidegua	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Planta de Tratamiento de AS Patagua Cerro	Lodos Activados	Río Cachapoal
12	Pichidegua	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	Planta de Tratamiento de AS Mal Paso Lamahue	Lodos Activados	Canal de regadío
13	Pichidegua	Criadero de cerdos	Faenadora de cerdos Las Pataguas-Comercial MAXAGRO Ltda.	Laguna de ecualización, laguna de funcionamiento SBR y laguna digestora de lodos. Lodos: Deshidratación mediante filtro de banda	Utilizado para riego
14	La Estrella	Criadero de cerdos	San Manuel (Los Llanos)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque, lodos activados	Difusa
15	La Estrella	Criadero de cerdos	San Manuel (Los Clonquis)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque, lodos activados	Difusa
16	La Estrella	Criadero de cerdos	San Manuel (Barrancas)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque, lodos activados	Difusa
17	La Estrella	Criadero de cerdos	San Manuel (Los Cururos)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque, lodos activados	Difusa
18	La Estrella	Criadero de cerdos	San Manuel (Las Murallas)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque, lodos activados	Difusa
19	La Estrella	Criadero de cerdos	San Manuel (El Capricho)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque, lodos activados	Difusa
20	La Estrella	Criadero de cerdos	San Manuel (Las Varillas)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque, lodos activados	Difusa
21	La Estrella	Criadero de cerdos	San Manuel (San Manuel)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque, lodos activados	Difusa
22	La Estrella	Criadero de cerdos	Plantel de Cerdos Quebrada Honda	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque, lodos activados	Difusa
23	La Estrella	Criadero de cerdos	Plantel de Cerdos Santa	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación,	Difusa

Nº	Comuna	Tipo de Industria	Descripción o Nombre de la Industria	Tipo de Tratamiento	Descarga Residuos líquidos
			lotilde	estanque, lodos activados	
24	La Estrella	Criadero de aves	Crianza de Aves Broiler, Los Huilles (plantel 1)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque, lodos activados	Difusa
25	La Estrella	Criadero de aves	Crianza de Aves Broiler, Los Huilles (plantel 2)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque, lodos activados	Difusa
26	La Estrella	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	lustre Municipalidad La Estrella	Laguna de estabilización	Estero Alonso Morales

De los datos de la tabla anterior se observa que la mayoría de las actividades realiza descargas difusas y sólo las plantas de tratamiento de aguas servidas descargan directamente a aguas superficiales que llegan al embalse

Adicionalmente, y de acuerdo a antecedentes del estudio UDEC EULA 2011, existen también descargas al Estero Carén y Alhué, provenientes de aguas claras de relaves del embalse Carén, perteneciente a Codelco-Chile, División El Teniente y de otras instalaciones mineras presentes en la zona de Alhué..

Actividades económicas y emisiones generadas

Según lo indicado previamente, en las comunas en estudio destaca el rubro de cría de ganado porcino con 32 empresas dedicadas a la actividad, al igual que cría de aves para producción de carne y huevos con 19 empresas y packing de fruta con 17 empresas dedicadas al rubro.

La cría de ganado porcino y de aves, genera importantes cantidades de residuos sólidos (guano) y también líquidos, en función de los sistemas de limpieza de las instalaciones. De acuerdo a la información recabada, la mayoría de las instalaciones que poseen descargas de residuos industriales líquidos (RILes) por lavado de pisos de los corrales, cuentan con sistemas de tratamiento que incluyen un tratamiento primario de separación de sólidos (que se recupera como guano) y floculación, pasando posteriormente por un tratamiento secundario de lodos activados para reducir la carga orgánica.

Estos RILes si no son tratados adecuadamente pueden generar un impacto importante al ambiente, no solo por su carga orgánica, sino también por la presencia de compuestos de nitrógeno.

Un problema adicional puede generarse con las acumulaciones de residuos sólidos recuperados de los sistemas de tratamiento. Si el material no es manejado adecuadamente o secado rápidamente es fuente de olores desagradables que se dispersan en la dirección del viento predominante (que en la zona es en dirección oeste y nor oeste), además de ser atrayente de vectores como moscas.

En la zona, existe sólo una faenadora de cerdos, en la comuna de Pichidegua. En este tipo de procesos, el residuo líquido generado contiene elevadas concentraciones de materia orgánica, sólidos suspendidos y aceites y grasas. Estos residuos líquidos son producidos en varias etapas del proceso (mantención en corrales, área de sangría, remoción de partes no comestibles, y procesamiento de la carne). La información recabada indica que esta empresa cuenta con un sistema de tratamiento de equalización, seguido de un tratamiento biológico modalidad SBR complementado con una laguna de digestión de lodos. Finalmente los lodos son secados mediante filtros de banda.

En el caso de los packing, de uva en general no hay generación de residuos líquidos ya que la actividad se orienta básicamente a la clasificación y envasado de la materia prima para posteriormente llevarla a proceso de frío. Para otros tipos de fruta eventualmente se pueden generar RILES por operaciones de lavado.

Las actividades vitivinícolas (bodega de vinificación) generan tanto residuos líquidos como sólidos. Los residuos sólidos en general son reutilizados en las mismas plantaciones, en tanto, los residuos líquidos son tratados sólo mediante remoción de sólidos y neutralización, siendo la tendencia actual reutilizarlo para riego de las mismas viñas.

Las actividades agrícolas, también predominantes en la zona, son fuente importante de contaminación por compuestos inorgánicos el tipo amonio, fósforo y nitrógeno, debido al uso de fertilizantes acumulados en los suelos, además de la presencia de plaguicidas (medido como DQO). Por otra parte, las aguas de riego presentan normalmente una alta carga de sólidos suspendidos y coliformes fecales.

Respecto a lo anterior, el estudio de la UDEC EULA (2011) indica la existencia de una relación entre los resultados obtenidos en las estaciones de muestreo de calidad de agua y el uso de suelo agrícola asociado a sus cuencas, observándole una correlación entre los altos valores de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos, compuestos inorgánicos y coliformes fecales y el uso predominantemente agrícola del área.

Finalmente, las actividades mineras, que si bien no se desarrollan predominantemente en las comunas evaluadas, también afectan al lago, debido a que llegan a través de las descargas del Estero Alhué, aportan con sulfatos y metales. Para esta actividad, el estudio UDEC EULA, indica que las explotaciones en la cuenca del Estero Alhué, y la presencia del tranque de relaves Carén, aguas arriba del estero, sugieren un aumento de las concentraciones de sulfatos, sólidos suspendidos, molibdeno y conductividad en el embalse Rapel. Estos impactos fueron validados con los datos de calidad de agua obtenidos en las estaciones de muestreo del estero Alhué, donde los valores máximos para los parámetros mencionados están asociados exclusivamente a dichas estaciones.

Tabla 2-3A . Características de las actividades productivas que realizan descargas

	Criaderos de cerdos (CIU 11125)	Criaderos de aves (CIU 11127)	Packing (CIU 31112)	Cultivos agrícolas	Plantas tratamiento aguas servidas (PTAS)	Otras actividades (act. mineras)
Descargas líquidas	Aguas de lavado tratadas Descarga difusa desde sistemas de tratamiento	Difusas (depende de sistema de limpieza)	Potencial por aguas de lavado de frutas	Arrastre de restos fertilizantes y plaguicidas	Aguas tratadas	Descarga aguas ácidas con metales a tranques relave
Características de la descarga	Orgánica (DBO, N)	Orgánica (DBO, N)	Orgánica (DBO) orgánica	Inorgánica (amonio , N, P) + sólidos y coliformes fecales	Orgánica (DBO, N, P)	Inorgánica (Mo, Cu, sulfatos)
Residuos sólidos	lodos	Lodos	mínimo	-	lodos	-
Otros potenciales impactos	Olores	Olores		Eutrofización		Acumulación de metales en sedimentos y organismos

3 IMPACTO DE LA POBLACIÓN Y ACTIVIDADES TURÍSTICAS

Existe en la zona una serie de situaciones que generan un impacto negativo al entorno, relacionadas al manejo de residuos sólidos y descargas de aguas servidas, que se ven agravadas, producto del aumento de la población en temporada turística, las que se describen a continuación, sin que a la fecha se les haya dado una solución integral.

3.1 Gestión de Residuos sólidos

La gestión de los residuos sólidos es considerada un problema no resuelto dentro de las cuatro comunas en estudio, principalmente debido al aumento que se presenta en la temporada de afluencia de turistas. Un primer indicio de ello es que, a la fecha, ninguna comuna sabe a ciencia cierta cual es la cantidad de turistas (o población flotante) que los visita. Aun cuando todas las comunas presentan esta situación, el caso más crítico se encuentra en Las Cabras. Según la información recabada², la comuna congrega la mayor afluencia de turistas en temporada alta.

La cantidad de residuos sólidos generado aumenta al doble en temporada alta (de 400 a 800 ton/mes), lo que permite inferir que la población flotante, a lo menos, iguala a la población de la comuna (valor equivalente a la generación de entre 13.000 y 20.000 personas, considerando una generación per cápita de entre 0,5 y 1 kg/persona-día) . El servicio de recolección de residuos lo realiza directamente el municipio, para lo cual cuenta con 2 camiones propios. El retiro se realiza en la zona urbana y rural, y los camiones operan en 2 turnos toda la semana (lo cual según la población consultada no es suficiente). Este año, como medida paliativa para

² Comunicación personal Dirección de Obras de la municipalidad

controlar la acumulación de basura en temporada alta, se contrató un camión adicional para cubrir la mayor demanda del periodo.

Estos residuos son llevados a un relleno sanitario en Teno Curicó, (a 4 horas de distancia). Hasta el momento es la única solución ya que se evaluó, en algún momento, el enviarlos a Rancagua pero no fue posible ya que dicho sitio de disposición estaría colapsado. Asimismo, se indicó que hace unos años existió un proyecto de relleno sanitario en la comuna de San Vicente de Tagua Tagua, Provincia de Cachapoal.

El proyecto indicado correspondió al “Relleno Sanitario Punta Alta”, cuyo objetivo era proporcionar a la población de la comuna de San Vicente de Tagua Tagua, Peumo, Las Cabras y Pichidegua una solución técnica para el manejo y disposición de los residuos sólidos.

Este proyecto se presentó inicialmente mediante una Declaración de Impacto Ambiental el año 2003 pero luego fue sometido a modificación presentándose nuevamente en Diciembre de 2007; como un Estudio de Impacto Ambiental, denominado “Centro de Gestión de Residuos Sólidos Punta Alta”, ya que el proyecto anterior contemplaba sólo la disposición de residuos sólidos domésticos, mientras que el nuevo consistía en la disposición de residuos sólidos domésticos (y asimilables) provenientes de las áreas domiciliarias e industriales de la zona; y lodos provenientes de la agroindustria y plantas de tratamiento de aguas. Sin embargo en Noviembre de 2008 el proyecto fue desistido.

Respecto a la modalidad de recolección de basura, esta se realiza fuera de las casas o camping, aún cuando en ocasiones se debe entrar a retirar porque no se le deja cerca de los ingresos según lo establece la ordenanza municipal (Decreto 301 de abril 1991). Actualmente no existe recolección diferenciada o sistemas de segregación de residuos reciclables, aunque existe interés en el tema. Las únicas iniciativas existentes son privadas, como el huerto familiar de Cefam en las Cabras, quienes trabajan con el reciclaje de residuos orgánicos (en convenio con la Universidad Mayor), un proyecto del Fondo de Protección Ambiental de reciclaje en el cual participan 3 colegios y un grupo ecológico en LLallauquen.

Con respecto a la presencia de microbasurales y vertederos se indica desconocer la existencia de microbasurales definidos (aunque se reconoce que, en ocasiones, se forman en lugares donde se acumula basura no retirada). El único lugar reconocido como vertedero, pero que básicamente recibe escombros, se encuentra cerca del río Cachapoal, en la comuna, pero no se reconoce ninguno alrededor del embalse.

La municipalidad actualmente no cuenta con un departamento de medio ambiente, por lo que la Dirección de Obras Municipales, Aseo y Ornato se encarga en forma parcial de los temas ambientales. Por ende hasta ahora no hay mayor fiscalización en temas de esta área, ya que solo existen dos inspectores que se dedican a temas de urbanismo, pues el tiempo no les es suficiente. Para la incorporación de un departamento o profesional se necesita una decisión de alcaldía.

Ratificando la situación anteriormente expuesta, se realizó una investigación en terreno, principalmente en los sectores de El Manzano, El Estero y Las Balsas. En toda la zona se observó restos de residuos expuestos (papeles, bolsas, botellas, restos de podas), en los costados del camino principal y en pequeños terrenos así como contenedores repletos en las afueras de camping y casas residenciales (ver figura 2.6).

Según información entregada por los dueños de camping, algunos decidieron generar una solución particular, depositando la basura al interior de terrenos propios ya que indican no haber recibido una solución por parte de la municipalidad. Ninguno ha considerado soluciones alternativas de separación o reciclaje.

En muchos de los campings se observó a simple vista una gran acumulación de residuos domiciliarios, lo que provoca un impacto visual negativo dentro o fuera de la instalación (ver figura 2.7), además de potenciales problemas por olores desagradables, producto de descomposición, y de atracción de vectores (moscas, roedores).

Es importante mencionar que, al consultar sobre el manejo de basura a los turistas en los campings, la mayoría no lo percibe como un problema.

Como tema adicional, dentro de los mismos campings se evaluó si existían potenciales problemas de ruidos molestos, pero se determinó que su presencia era más bien esporádica y puntual, producto de las mismas actividades recreacionales.



Residuos en caminos de terrenos privados.



Acumulación en sitio privado



Camino principal



Residuos en orillas del lago

Figura--3-1 Acumulación de residuos en caminos y orillas del lago



Figura--3-2 Acumulación de residuos en campings

3.2 Gestión de Aguas servidas

De acuerdo a la información recabada, parte de las aguas servidas de la población así como de algunas instalaciones turísticas que no poseen alcantarillado estaría afectando directamente al embalse. La solución sanitaria más común es el uso de fosas sépticas, pero no hay claridad en la mantención de las mismas. Por otra parte en varias de las instalaciones el agua de consumo se extrae de pozos o norias muy cercanos a las fosas sépticas, desconociéndose a la fecha si existe algún grado de contaminación aunque la probabilidad puede ser alta.

Existen a la fecha sólo 5 plantas de tratamiento de aguas servidas en las comunas bajo estudio, pero su cobertura es limitada, dos se ubican en Las Cabras, dos en Pichidegua y una en La Estrella.

Por otra parte no existe claridad si todas las instalaciones de turismo están cumpliendo actualmente con el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias Mínimas de los Campings o Campamentos de Turismo, D.S. Nº 301/84 o con el Reglamento de Hoteles y Establecimientos Similares (DS 194/78), según corresponda.

Estos reglamentos establecen las condiciones sanitarias mínimas que deben cumplir los recintos públicos o privados, ubicados preferentemente en zonas no urbanas, destinados a albergar personas que hace vida al aire libre con fines de recreación o que reciben alojamiento por periodos determinados e indican como requerimiento el obtener autorización sanitaria para su funcionamiento, lo que es requisito previo para la otorgación de patentes por parte de la municipalidad correspondiente.

Para obtener autorización sanitaria se requiere incluir el proyecto de abastecimiento de agua potable, proyecto de disposición de aguas servidas y de basuras.

Por otra parte, la Seremi de Salud de la Región de O'Higgins realiza monitoreos periódicos, previo a la temporada de alta afluencia de turistas (aproximadamente entre julio y noviembre) para determinar si la calidad del agua del embalse cumple para ser usada con fines recreacionales en base a las normas NCh 1333, Calidad de Agua para distintos Usos y el DS 143, Norma de Calidad Primaria Para Aguas Continentales Superficiales Aptas Para Recreación Con Contacto Directo. Los resultados obtenidos en los últimos 3 años se presentan en la siguiente tabla, observándose que en general se encuentran dentro de los límites permitidos aunque igualmente aparecen puntos que superan los mismos.

Tabla 3-1 . Resumen de resultados de mediciones de calidad de agua en zonas aledañas a campings

Año	Instalaciones evaluadas	Instalaciones que exceden norma coliformes	Ubicación
2009	27	2	Sector Cachapoal
2010	36	2	Sector Alhue
2011	20	1	Sector Cachapoal

Fuente Seremi de Salud Región de O'Higgins

Como se indicó previamente, en las comunas evaluadas existen 5 plantas de tratamiento de aguas servidas que capturan parte del residuo generado por la población. Algunas descargan al lago directamente, mientras que otras lo hacen a esteros o ríos que finalmente desembocan en el lago. Los efluentes deben cumplir con la Norma de Emisión de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado, D.S. N°609/98. Las características principales de las mismas se detallan a continuación.

Planta de tratamiento de aguas servidas Pichidegua³ (Patagua)

Las aguas tratadas tienen como curso receptor final el **río Cachapoal**. La planta cuenta con pretratamiento (remoción de sólidos), laguna aireada seguida de dos lagunas facultativas parcialmente aireadas con sedimentación y sistema de extracción y deshidratado de lodos.

Planta tratamiento de aguas servidas localidad El Manzano⁴ (María Eliana)

Corresponde a servicio de alcantarillado y tratamiento de Aguas Servidas de la Población María Eliana. La planta de tratamiento opera en base a un sistema biológico de lodos activados con aeración extendida, con descarga del efluente al embalse Rapel mediante un zanjón natural previa desinfección por cloración y luego de cloración.. Los lodos son deshidratados, estabilizados y transportados a un relleno sanitario autorizado.

Planta de tratamiento de aguas servidas de Las Cabras⁵ (Villa oHiggins)

El sistema de tratamiento corresponde al tipo laguna aireada, seguida por dos lagunas de sedimentación y desinfección final de efluente mediante gas cloro; los lodos son deshidratados y llevados a sitio de disposición final. Las aguas tratadas tienen como curso receptor final al **canal Lo Pereira**.

Planta de tratamiento de aguas servidas de La Estrella⁶

Al año 2007 el sistema de tratamiento existente consistía en una laguna de estabilización de tipo facultativo y una cámara de contacto para la desinfección por hipoclorito de sodio, el que se encontraba fuera de servicio, por lo cual se descargaban las aguas servidas sin tratamiento al estero Alonso Morales, a unos 3 Km aguas abajo de la localidad de La Estrella.

También la planta presentaba una gran proliferación de algas superficiales, lo cual disminuía su eficiencia y, existía una gran acumulación de lodos por falta de

³ Fuente: DIA “Mejoramiento planta de tratamiento de aguas servidas de la localidad de Pichidegua”. Empresa de servicios Sanitarios del Bio-Bio

⁴ Fuente DIA “Instalación servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para la localidad de El Manzano : Municipalidad de Las Cabras

⁵ Fuente DIA “Mejoramiento planta de tratamiento de aguas servidas de Las Cabras” Empresa de servicios Sanitarios del Bio-Bio

⁶ Fuente DIA “Mejoramiento planta de tratamiento de aguas servidas de La Estrella” Municipalidad de La Estrella

mantención. Por lo anterior, el año 2008 se presentó un proyecto de mejoramiento considerando un sistema del tipo *Laguna Aireada Multicelular*. El tratamiento se realiza en un estanque único, rectangular, abierto a la atmósfera. Las etapas de tratamiento consideradas fueron: separación de sólidos gruesos y arenas (previo a la entrada a la planta de tratamiento), laguna aireada, laguna de sedimentación y desinfección del agua clarificada. Los lodos generados serían deshidratados en canchas de secado para su posterior disposición final en relleno autorizado.

Planta de tratamiento de aguas servidas Malpaso

No se encontró información de esta planta en el sistema de evaluación ambiental. Sin embargo, se trata de una planta que cuenta con un sistema de tratamiento por lodos activados y sistema de desinfección, descargando sus efluentes a un canal de riego que posteriormente desemboca en el embalse.

Dentro del estudio EULA (2011) se realizó una caracterización físico-químico y microbiológica de las descargas de cuatro de las plantas de tratamiento de aguas servidas, correspondientes a las comunas de Las Cabras (Villa O'Higgins y María Eliana), Pichidegua (Malpaso y Patagua). No se efectuó la caracterización de la PTAS de La Estrella, debido a que su llegada al embalse no es directa.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se determinó que solamente la descarga de la Planta de Tratamiento Malpaso Larmahue cumplía con los valores máximos de coliformes fecales establecidos en el D.S. N°90 (Tabla 1), mientras que las descargas de las PTAS de Villa O'Higgins, Pichidegua (Patagua Cerro) y María Eliana sobrepasan los 1000 NMP/100 ml de coliformes fecales, permitidos por el D.S. N°90. Por otra parte, las descargas de la PTAS María Eliana superaron los límites de DBO y presentaron valores bastante más altos para prácticamente todos los parámetros, comparando con el resto de las PTAS.

Tabla 3-2 . Evaluación calidad descargas plantas de tratamiento de aguas servidas

Parámetros	Límites DS 90 Tabla 1	PTAS Villa O'Higgins	PTAS Mal Paso Larmahue	PTAS Pichidegua Patagua Cerro	PTAS María Eliana
Amonio mg/L)	-	0,65	0,1	0,1	39,25
Conductividad (uS/cm)	-	737	598	625	1069
DBO (mgO/mL)	35	3,2	1,3	2,3	72,2
DQO (mgO/ mL)	-	14,6	7	6,8	94
Fósforo total (mg/L)	-	1,38	2,51	0,94	7
Fósforo soluble (mg/L)	10	1,28	0,84	0,59	6
Nitratos (mg/L)	-	9,2	7,85	8,3	22,49
Nitritos (mg/L)	-	2,199	0,1	0,097	4,02
Nitrógeno total (mg/L)	-	10,36	8,88	3,85	51,07
Orto fosfato (mg/L)	-	3,031	0,898	0,397	16,853
pH	6,0-8,5	7,21	7,68	7,58	7,49
Sólidos Suspendidos totales (mg/L)	80	13,2	7,68	12,9	66
Sulfatos (mg/L)	1000	127	98	100	99
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	1000	9200	79	>16000	7000

Fuente: basado en estudio EULA 2011

4 CALIDAD DEL AGUA

De acuerdo a estudios de la Dirección General de Aguas, DGA, los factores incidentes en la calidad el agua del embalse Rapel son de dos tipos: naturales y humanos⁷.

Dentro de los primeros se consideran procesos de lixiviación superficial y subterránea de filones de minerales y escorrentías de arcillas (alúmino-silicatos) con pH básico que generan complejos de aluminio en solución.

Como factores humanos se indican las aguas de proceso de actividades mineras, drenajes de aguas de minas, contaminación difusa por aguas servidas, drenajes difusos de relaves mineros, contaminación difusa por actividad industrial, descarga de RILes., aplicación de fertilizantes y plaguicidas, contaminación difusa por ganadería y derrames desde canoa de relaves

Otros estudios indican además una contaminación de napas subterráneas por actividades mineras, industriales y la población en general⁸, pero no se encontraron datos de mediciones al respecto.

La DGA mantuvo en los últimos años 3 estaciones de monitoreo de calidad de agua, ubicadas en las zonas denominadas zona brazo Alhue, zona Las Balsas (o cubeta Cachapoal) y zona Muro. En la figura siguiente y el Anexo 3 se muestran detalles de la ubicación de dichos puntos, en tanto el Anexo 4 entrega un resumen de los resultados de mediciones disponibles, realizadas en los 3 sectores entre los años 2000 y 2008.

Adicionalmente, el año 2010 el Centro EULA desarrollo un programa de monitoreo de calidad de agua y sedimentos en 14 puntos del embalse, 3 de los cuales eran muy cercanos a los definidos por la DGA (ver figura 3.1)

⁷ Fuente: Diagnostico de la gestión de los recursos hídricos, DGA 2011 Anexo A

⁸ Fuente Acuña 2010

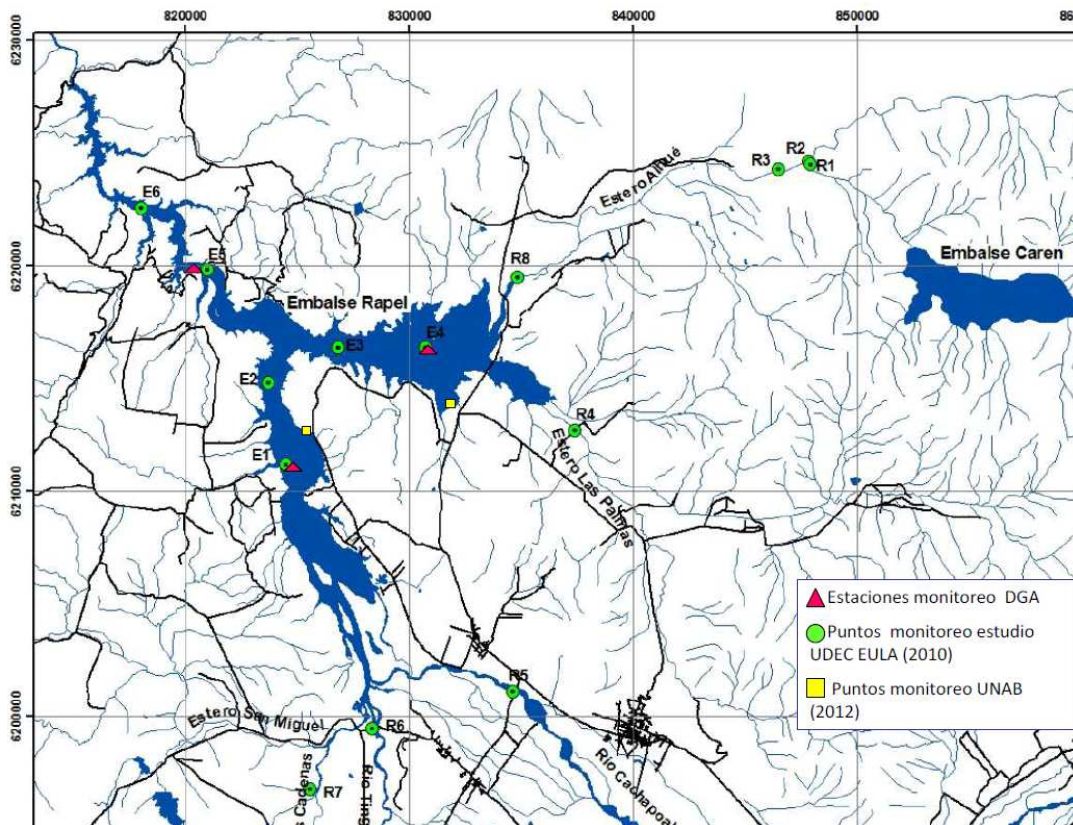


Figura--4-1 Ubicación de puntos de monitoreo de calidad del agua

Los principales resultados obtenidos del estudio del EULA fueron los siguientes:

- En relación a las **cargas** que llegan al embalse a través de los tributarios, es posible concluir que los mayores aporte de sulfatos y molibdeno provienen del estero Alhué, que recibe las descargas de aguas claras de relaves del embalse Carén. Por otra parte, el estero Las Palmas y los ríos Cachapoal y Tinguirica son los que contienen las mayores aportes de nutrientes (nitrógeno y fósforo total) y coliformes fecales al embalse Rapel.
- Los principales aportes de nutrientes al embalse Rapel se encuentran determinados por los ríos Cachapoal y Tinguirica. Las cargas provenientes de estos aportes son luego distribuidas en el embalse, manteniendo la dirección de escurrimiento de dichos ríos. Cabe destacar que una parte importante de los aportes de nutrientes generados en la cubeta Cachapoal (zona LasBalsas) son conducidos hacia la cubeta Alhué donde son retenidos debido a los mayores tiempos de residencia de ésta cubeta. Lo anterior determina además que **las mayores concentraciones de nutrientes se localicen en la zona central del embalse, es decir, cerca de la unión de las cubetas, donde además se producen las temperaturas más elevadas, generándose condiciones que puedan ser favorables para la proliferación de microalgas.**
- La relación N/P utilizada para determinar el nutriente limitante del crecimiento de las algas y plantas acuáticas, estableció que el fósforo es el elemento limitante para el

desarrollo de las floraciones algales⁹, por lo tanto sería necesario implementar medidas para controlar las cargas que ingresan al embalse, especialmente a través de los ríos Cachapoal y Tinguiririca.

- En términos comparativos; en promedio, el río Cachapoal aporta aproximadamente un 68% del fósforo total que llega al embalse proveniente de los tributarios directos, seguido del río Tinguiririca, con cerca de un 30 %, siendo marginal el aporte del resto de los esteros.
- En general, los coliformes fecales estuvieron debajo el límite establecido por la NCh 1333/78, para agua del embalse destinada a Uso Recreativo con Contacto Directo (1.000 NMP/100ml). Al contrario de lo observado en las estaciones del embalse, en los tributarios regularmente se midieron niveles por sobre los 1.000 coliformes fecales (NMP/100ml) señalados por la Norma Chilena (N°1333/78), especialmente en las estaciones ubicadas en el estero las Palmas y el río Tinguiririca . Esta contaminación tendría origen difuso y estaría asociada a las actividades productivas que se desarrollan en estas cuencas.
- Desde un punto de vista microbiológico se puede indicar que la contaminación fecal en el embalse Rapel al igual que sus tributarios principalmente es de origen animal¹⁰. Sin embargo fue posible observar contaminación puntual de origen presumiblemente humano en la cubeta Alhué, asociado a la descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas servida de la población María Elia (sector de El Durazno) pero con valores menores a 1000 NMP/100 ml.
- El río Cachapoal es también el principal aportante de nitrógeno total con aproximadamente un 70%, seguido del río Tinguiririca con cerca de un 28 %, siendo también marginal el aporte de los esteros.
- De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis del estado trófico, es posible señalar que todas las cubetas del embalse presentan una condición eutrófica e hipertrófica, siendo la cubeta Alhué la que presenta los mayores niveles de productividad (por lo indicado previamente en cuanto a mayor tiempo de residencia de las aguas. Este aspecto es de suma importancia porque en dicha zona se concentra un importante número de instalaciones turísticas.
- En general los valores de DBO₅ son bajos y homogéneos para los 3 sectores del embalse e indican buenas condiciones biológicas de la calidad del agua. El pH tiende a valores alcalinos en la mayoría de los puntos.

⁹ En ocasiones un cociente N/P de 20 o mayor corresponde a lagos limitados por fósforo y un cociente de 5 o menor refleja sistemas limitados por nitrógeno.

¹⁰ El empleo de la relación CF/EF (Coliformes Fecales/Estreptococos Fecales) puede ser de gran utilidad para la determinación del origen humano o animal de la contaminación. Cuando el cociente CF/EF es mayor de 4 se trataría de una contaminación fecal de origen humano; cuando CF/EF es menor de 0,7 la contaminación es de origen animal; y en el intervalo entre 4 y 0,7 no se puede interpretar el origen de la contaminación, e incluso puede tratarse de una contaminación mixta humana-animal

- En relación con el análisis de los sedimentos del embalse están compuestos principalmente por fracciones finas (fango), observándose escasa variación entre monitoreos. El contenido de materia orgánica y de nitrógeno orgánico, siguieron siendo más altos en la cubeta Alhué, seguido por las concentraciones registradas en la cubeta Rapel. Los niveles más bajos fueron reportados en la cubeta Cachapoal.
- La comunidad fitoplanctónica del Embalse Rapel, indicó una clara condición de aguas eutróficas, al corresponder a ensambles dominados por diatomeas céntricas, algas chlorophyceae (particularmente Chlorococcales y algunos representantes de Desmidiaceae). Aún cuando siendo aguas de calidad eutrófica, el grupo de las algas cianofíceas están pobremente representadas, lo cual podría explicarse por las altas concentraciones de compuestos nitrogenados en la columna de agua.
- Los componentes de la comunidad zooplanctónica son bioindicadores del estado de los ambientes pelágicos. Su importancia radica en que son importantes consumidores de organismos de pequeño tamaño como fitoplancton o bacterias dentro de la zona pelágica, y a su vez son parte fundamental de la dieta de muchos peces pelágicos. Los muestreos mostraron que existen diferencias entre el componente zooplanctónico de las tres cubetas, siendo siempre la más diversa la cubeta Cachapoal.
- Los ensayos de biotoxicidad realizados con *Daphnia magna*, no registraron resultado de toxicidad aguda o crónica.

Las tablas 3.1 a 3.3 resumen los resultados de las mediciones realizadas en el embalse por la Dirección general de Aguas (año 2000 a 2008) y el Centro-EULA, seleccionándose los parámetros considerados más relevantes. Los valores de la DGA corresponden a los valores promedio de cada año. La identificación de cada punto y su ubicación es la siguiente (ver figura 3.1)

E1	Embalse Rapel brazo Cachapoal
E2	Embalse Rapel brazo Cachapoal
E3	Embalse Rapel brazo Alhué
E4	Embalse Rapel brazo Alhué
E5	Embalse Rapel brazo Cortina
E6	Embalse Rapel brazo Cortina
1	Sector Muro
2	Sector Brazo Alhué
3	Sector Las Balsas

Las tablas 3.5 y 3.6 resumen los resultados obtenidos en las estaciones de monitoreo del Centro-EULA en los ríos y esteros tributarios al Embalse Rapel además de la única estación vigente de la DGA al año 2011, denominada Estero Alhué en Quilamuta. La identificación de cada punto y su ubicación es la siguiente:

R1	Estero Carén después del muro del embalse Carén.
R2	Estero Alhué antes de la confluencia con estero Carén.
R3	Estero Alhué en Quilamuta, después confluencia Carén.
R4	Estero las Palmas camino al Durazno.
R5	Río Cachapoal en puente Arqueado

- R6 Río Tinguirica en Los Olmos
- R7 Estero Las Cadenas-San Miguel
- R8 Estero Alhué desembocadura embalse Rapel

Los parámetros indicados en las tablas se comparan con los límites establecidos en el DS 90, Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, Tabla , destacándose en color los valores que sobrepasan los siguientes valores máximos permitidos:

Contaminante	Unidad	Valor Máximo Permitido
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1000
DBO5	mg O2/L	35
Molibdeno	mg/L	1
pH	Unidad de pH	6,0 – 8,5
Temperatura	Cº	35

Tabla 4-1 . Resultados de análisis de calidad de agua Embalse Rapel Sector El Muro.

Año	Institución	T(C°)	Ph	N total (mg/L)	P total (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO5 (mgO2/L)	Coliformes total. NMP/100 ml	Coliformes fecal. NMP/100ml	Cobre (mg/L)	Molibdeno (mg/L)
	DGA										
2000		15,92	7,58	NI	NI	20,02	NM	NM	NM	---	---
2001		19,04	7,54	NI	NI	9,22	NM	NM	NM	---	---
2002		16,32	7,66	1,39	0,03	10,58	NM	NM	NM	---	---
2003		19,79	7,95	0,99	0,04	22	NM	NM	NM	---	---
2004		16,52	7,81	1,73	0,09	9,38	NM	NM	NM	---	---
2005		17,9	7,93	1,52	0,2	20,56	NM	NM	NM	---	---
2006		16,43	8,06	1,34	0,18	14,36	NM	NM	NM	---	---
2007		14,12	7,92	NI	0,07	29,6	NM	NM	NM	---	---
2008		17,22	7,65	NI	0,05	25,39	NM	NM	NM	---	---
2009/2010		17,17	7,9	2,49	0,09	6,58	NM	NM	NM	---	---
2009	EULA (E-5) Ago.	12,3	7,3	2,52	0,14	6,9	<0,1	46	6,8	0,012	0,016
	(E-5) Nov.	19,6	8,21	1,55	0,15	3,7	<0,1	17	2	<0,005	0,006
	EULA (E-6) Ago.	12,1	7,3	2,72	0,13	6	<0,1	79	7,8	0,012	<0,006
	(E-6) Nov.	19,7	8,22	1,42	0,1	3	<0,1	4	<1,8	0,008	<0,006
2010	EULA (E-5) Ene.	25,34	7,26	2,43	0,06	5,5	1	70	<1,8	0,006	<0,006
	(E-5) May.	15,97	7,53	1,55	0,06	8,5	1,2	4,5	2	0,006	<0,006
	(E-5) Jul.	12,09	8,55	3,76	0,13	4,7	1,5	170	33	0,007	<0,006
	(E-5) Oct.	18,4	8,93	4,01	0,07	6,3	1,5	23	<1,8	0,006	0,021
	EULA (E-6) Ene.	25	7,31	2,8	0,04	5,9	<1,0	110	<1,8	0,011	<0,006
	(E-6) May.	15,7	7,49	2,32	0,05	16,8	1,1	<1,8	<1,8	<0,005	<0,006
	(E-6) Jul.	11,51	8,08	2,97	0,11	6,8	1,1	240	240	0,009	<0,006
	(E-6) Oct.	18,3	8,59	1,88	0,06	4,8	<1,0	23	<1,8	0,007	0,021

Fuente: basado en Eula 2011, Registros DGA (datos 2000.2008)

Tabla 4-2 Resultados de análisis de calidad de agua Embalse Rapel Sector Brazo Alhué.

Año	Institución	T(C°)	Ph	N total (mg/L)	P total (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO5 (mgO2/L)	Coliformes total. NMP/100 ml	Coliformes fecal. NMP/100ml	Cobre (mg/L)	Molibdeno (mg/L)
	DGA										
2000		17,55	8,27	NI	NI	31,11	NM	NM	NM	---	---
2001		17,33	8,13	NI	NI	16,5	NM	NM	NM	---	---
2002		17,74	8,43	1,53	0,02	14,13	NM	NM	NM	---	---
2003		20,87	8,83	1,52	0,02	37,33	NM	NM	NM	---	---
2004		17,62	8,85	1,51	0,09	16,84	NM	NM	NM	---	---
2005		18,69	8,58	1,46	0,2	24,17	NM	NM	NM	---	---
2006		17,3	8,17	1,43	0,2	19,72	NM	NM	NM	---	---
2007		16,19	8,67	NI	0,06	40,31	NM	NM	NM	---	---
2008		17,72	8,66	NI	0,06	29,79	NM	NM	NM	---	---
2009/2010		17,84	7,94	1,63	0,09	12,33	NM	NM	NM	---	---
2009	EULA (E-3) Ago.	12,5	7,3	1,77	0,13	5,5	2,5	240	33	0,008	0,038
	(E-4) Nov.	20,6	8,57	1,19	0,07	12,1	5,5	33	6,8	0,008	0,023
	EULA (E-3) Ago.	15	7,6	1,89	0,1	5,8	1,9	130	13	0,009	0,021
	(E-4) Nov.	20,7	8,46	1,04	0,06	6,7	1,6	9,3	<1,8	0,008	<0,006
2010	EULA (E-3) Ene.	25,52	7,57	1,74	0,08	11,6	1,1	22	<1,8	0,005	<0,006
	(E-3) May.	16,47	7,3	1,8	0,07	17,1	1,7	33	7,8	0,006	0,016
	(E-3) Jul.	11,21	8,47	2,37	0,1	10,8	2,4	27	7,8	0,007	0,021
	(E-3) Oct.	18,09	8,77	1,3	0,1	8,6	1,5	23	<1,8	0,006	0,04
	EULA (E-4) Ene.	26,91	7,28	1,44	0,07	18,5	2,5	22,3	<1,8	0,005	<0,006
	(E-4) May.	16,69	6,96	1,51	0,08	26,1	7,6	7,8	2	<0,005	0,01
	(E-4) Jul.	11,44	8,78	2	0,17	14,4	3,8	130	130	0,005	0,056
	(E-4) Oct.	18,8	8,2	1,45	0,09	10,7	1,2	23	2	0,006	0,047

Fuente: basado en Eula 2011, Registros DGA (datos 2000.2008)

Tabla 4-3 Resultados de análisis de calidad de agua Embalse Rapel Sector Las Balsas.

Año	Institución	T(C°)	Ph	N total (mg/L)	P total (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO5 (mgO2/L)	Coliformes total. NMP/100 ml	Coliformes fecal. NMP/100ml	Cobre (mg/L)	Molibdeno (mg/L)
	DGA										
2000		15,63	7,72	NI	NI	19,98	NM	NM	NM	---	---
2001		19,14	7,87	NI	NI	5,94	NM	NM	NM	---	---
2002		18,11	7,9	1,15	0,02	12	NM	NM	NM	---	---
2003		19,42	8,08	1,17	0,04	24,11	NM	NM	NM	---	---
2004		16,39	7,99	2,13	0,18	19,47	NM	NM	NM	---	---
2005		17,84	8,07	2,02	0,22	17,48	NM	NM	NM	---	---
2006		16,23	8	1,14	0,2	9,55	NM	NM	NM	---	---
2007		15,14	8,23	NI	0,11	33,82	NM	NM	NM	---	---
2008		16,65	7,97	NI	0,07	18,32	NM	NM	NM	---	---
2009/2010		17,36	7,82	2,56	0,15	7,59	NM	NM	NM	---	---
2009	EULA (E-1) Ago.	14,2*	7,40*	2,26*	0,13*	<2,5*	<1,0*	3.500*	540*	0,008*	<0,006*
	(E-2) Nov.	20,5	8,57	2,69	0,1	7,7	2,7	130	130	0,006	<0,006
	EULA (E-1) Ago.	12,4	7,4	3,92	0,13	3,7	<1,0	170	11	0,011	<0,006
	(E-2) Nov.	20,3	8,52	1,66	0,07	5,3	<1,0	33	7,8	0,006	<0,006
2010	EULA (E-1) Ene.	29,16	6,79	1,67	0,11	2,8	2,3	<1,8	<1.8	0,008	<0,006
	(E-1) May.	14,48	7,64	2,63	0,13	9,6	2	220	33	0,005	<0,006
	(E-1) Jul.	10,87	7,85	3,55	0,39	11,6	2,6	>1600	>1600	0,015	<0,006
	(E-1) Oct.	16,4	8,13	3,1	0,14	14,9	6,6	310	20	0,007	0,009
	EULA (E-2) Ene.	26,16	7,54	1,6	0,1	6,2	1,8	13	2	0,009	<0,006
	(E-2) May.	14,95	7,59	2,34	0,09	9,4	3,1	46	4,5	0,01	<0,006
	(E-2) Jul.	11,72	8,04	3,13	0,35	9,6	2,2	>1600	>1600	0,012	<0,006
	(E-2) Oct.	17,2	8,41	2,15	0,09	7,8	<1,0	330	<18	0,006	0,016

Fuente: basado en Eula 2011, Registros DGA (datos 2000.2008)

NI: No Informa

Nota: La estación E-1 se cambió debido a las características del sector.

NM: No Muestreado

*: Valores muestreados en la estación E-1 (agosto 09).

--- : Sin Información

Tabla 4-4 Resultados análisis calidad de agua Tributarios Embalse Rapel Sector Las Balsas.

Año	Institución	T(C°)	Ph	N total (mg/L)	P total (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO5 (mgO2/L)	Coliformes total. NMP/100 ml	Coliformes fecal. NMP/100ml	Cobre (mg/L)	Molibdeno (mg/L)
	EULA										
2009	(R-5) Ago.	16,3	7,71	2,78	0,25	<2,5	<1,0	5400	350	0,012	<0,006
	(R-5) Nov.	18,6	7,98	3,48	0,21	2,5	<1,0	3500	490	<0,005	<0,006
2009	(R-6) Ago.	18,6	7,08	1,42	0,13	<2,5	<1,0	3500	920	<0,005	<0,006
	(R-6) Nov.	19	7,67	1,49	0,16	9,9	9,9	16000	5400	<0,005	<0,006
2009	(R-7) Ago.	17,8	7,57	3,82	0,23	20,1	3,1	2400	170	0,006	<0,006
	(R-7) Nov.	19,6	7,44	0,66	0,13	10,8	<1,0	330	330	<0,005	<0,006
2010	(R-5) Ene.	23,9	7,96	3,46	0,69	<2,5	<1,0	>1600	920	0,007	<0,006
	(R-5) May.	15,4	8,59	4,71	0,15	4,8	1,3	1100	310	0,008	<0,006
	(R-5) Jul.	12,45	7,86	3,86	0,15	5,9	1,1	3500	1300	0,01	<0,006
	(R-5) Oct.	18,2	7,96	2,83	0,1	4,8	1,7	3500	490	0,008	0,008
2010	(R-6) Ene.	25,9	7,63	1,26	0,16	<2,5	1,2	1600	1600	0,008	<0,006
	(R-6) May.	15	8,09	2,48	0,16	11,6	2,3	>16000	3500	<0,005	<0,006
	(R-6) Jul.	11,25	7,34	2,99	0,17	9,1	1,2	5400	2200	<0,005	<0,006
	(R-6) Oct.	17,5	7,86	2,77	0,21	9,8	2,4	790	330	<0,005	0,006
2010	(R-7) Ene.	27,8	7,75	0,74	0,1	18,2	1,4	920	23	<0,005	<0,006
	(R-7) May.	16,4	7,76	0,4	0,02	13,1	<1,0	460	310	<0,005	<0,006
	(R-7) Jul.	10,75	7,18	5,78	0,32	28,5	4	3500	3500	0,006	<0,006
	(R-7) Oct.	16,5	7,32	0,62	0,23	9,3	<1,0	490	170	<0,005	<0,006

Fuente: basado en Eula 2011, Registros DGA (datos 2000.2008)

Tabla 4-5 Resultados análisis calidad de agua Tributarios del Embalse Rapel a Sector Brazo Alhué.

Año	Institución	T(C°)	Ph	N total (mg/L)	P total (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO5 (mgO2/L)	Coliformes total. NMP/100 ml	Coliformes fecal. NMP/100ml	Cobre (mg/L)	Molibdeno (mg/L)
	EULA										
2009	(R-1) Ago.	17,3	8,07	1,47	0,02	4,5	<0,1	540	130	<0,005	<0,006
	(R-1) Nov.	19,2	7,21	0,21	<0,01	5,1	<0,1	170	130	<0,005	<0,006
2009	(R-2) Ago.	17,9	6,9	0,38	0,08	12,2	2,2	79	<1,8	0,007	0,396
	(R-2) Nov.	20,7	8,47	0,49	0,02	8,8	1,3	110	6,8	0,01	0,485
2009	(R-3) Ago.	NI	7,67	0,34	0,05	9,3	<1,0	1600	920	0,006	0,222
	(R-3) Nov.	20,7	8,41	0,37	0,02	7,6	<1,0	70	17	0,009	0,412
2009	(R-4) Ago.	18,6	7,82	3,17	0,11	5,9	<1,0	3500	2400	<0,005	<0,006
	(R-4) Nov.	18,3	7,76	2,41	0,2	5,8	<1,0	16000	3500	<0,005	<0,006
2009	(R-8) Ago.	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
	(R-8) Nov.	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
2010	(R-1) Ene.	26,3	8,13	0,63	0,03	15,3	<1,0	540	79	0,01	0,261
	(R-1) May.	17	7,65	0,58	0,04	13,2	9,8	220	10	0,01	0,311
	(R-1) Jul.	12,05	6,81	0,5	0,08	13,6	2,1	70	<1,8	0,009	0,517
	(R-1) Oct.	19,3	8,75	0,76	0,05	11,8	<1,0	23	4,5	0,01	0,553
2010	(R-2) Ene.	26,5	6,75	0,52	0,02	6,3	<1,0	540	79	0,006	0,105
	(R-2) May.	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C
	(R-2) Jul.	11,25	7,18	0,88	0,02	6,9	1,4	>1600	>1600	<0,005	<0,006
	(R-2) Oct.	20,9	8,31	0,31	0,03	7,1	<1,0	230	130	<0,005	<0,006
2010	(R-3) Ene.	26,9	8,04	0,62	0,05	15	<1,0	540	240	0,01	0,28
	(R-3) May.	15,8	7,21	0,51	0,05	12,3	<1,0	27	12	0,009	0,312
	(R-3) Jul.	11,85	7,13	0,71	0,05	10,5	1,7	>1600	920	<0,005	0,288
	(R-3) Oct.	20,6	8,29	0,42	0,04	8,8	<1,0	230	45	0,008	0,375
2010	(R-4) Ene.	23	7,8	2,28	0,17	5,3	<1,0	>1600	>1600	0,012	<0,006
	(R-4) May.	13,8	7,82	2,08	0,16	8,8	6,5	240	49	0,006	<0,006
	(R-4) Jul.	11,75	7,41	3,15	0,18	14,6	1,4	>1600	920	0,007	<0,006
	(R-4) Oct.	18,5	7,96	2,91	0,16	7,5	1,7	3500	1700	0,007	<0,006
2010	(R-8) Ene.	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
	(R-8) May.	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
	(R-8) Jul.	11,75	7,11	0,87	0,07	10,5	1,4	1600	350	NI	NI
	(R-8) Oct.	20,9	8,18	1,84	0,06	7,8	<1,0	79	37	0,009	0,437
2011	DGA	9,31	7,35	NI	NI	3	NM	NM	NM	NI	0,566

Fuente: basado en Eula 2011, Registros DGA (datos 2000.2011)

NI: No Informa

S/C: Sin Caudal

NM: No Muestrea

Con el fin de complementar información de algunos sitios utilizados como camping por los turistas (pero que no cuentan con infraestructura sanitaria), además de una playa pública, en el mes de febrero del 2012 (temporada alta) se realizaron 2 muestreos cuyos resultados fueron se indican en la tabla siguiente. Se observa que los valores obtenidos presentan tendencias similares a los estudios realizados previamente.

Tabla 4-6 Resultados de Análisis 2012 sector las Balsas y Población Maria Elena.

Parámetros	Muestreo 1 sector las Balsas playa pública (21/02/2012)	Muestreo 1 sector las Balsas playa pública (28/02/2012)	Muestreo Playa Pob Maria Elena (El Manzano) (21/02/2012)	Muestreo Playa Pob Maria Elena (El Manzano) (28/02/2012)
DBO (mg/L)	2,4	3,9	<1	6,4
pH	8,19	7,49	7,47	7,41
Nitrógeno orgánico (mg/L)	2,2	0,5	3,5	0,5
Fósforo (mg/L)	<0,01	0,02	<0,01	0,02
Cobre (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Coliformes fecales NMP/100 mL	1600	220	21	40

Sitio muestreo sector
El Manzano
coordenadas
6217444 N 278781E



Sitio muestreo sector
Las Balsas
coordenadas
6216159 N 272047 E

Figura--4-2 Fotografías puntos de muestreo 2012

Se concluye en forma preliminar que, si bien los resultados en concentración de la mayoría de los puntos muestrados en diversos estudios muestran valores bastante bajos, es fundamental evaluar los mismos bajo el criterio de carga aportada (gr/día).

4.1 Evaluación de la eutrofización del embalse Rapel

En la actualidad el embalse Rapel presenta problemas de contaminación por eutrofización. Esta condición se relaciona con las elevadas concentraciones de materia orgánica y nutrientes, especialmente fósforo y nitrógeno, tanto en masa de agua como en sus sedimentos, que bajo determinadas condiciones ambientales (meteorológicas, hidrológicas y ecológicas), posibilita el desarrollo de eventos ecológicos extremos, entre otros: (1) crecimiento explosivo de microalgas, (2) disminución de las concentraciones de oxígeno disuelto en la columna de agua, (3) incremento de la concentración de algunos iones disueltos como amonio¹¹.

Como se ha indicado en las secciones anteriores, el origen de la materia orgánica y los nutrientes N y P, proviene de actividades antrópicas que llegan al embalse por diversos procesos, principalmente como contaminación difusa y cuyo mayor aporte provendría de actividades agrícolas. Por otro lado, los asentamientos humanos, que no poseen un adecuado tratamiento de sus aguas servidas, aportan de igual manera a la eutrofización del embalse.

Se denomina eutrofización al efecto que produce la entrada de nutrientes (nitrógeno, fósforo) a los lagos y embalses por acción humana. En los lagos y embalses la producción primaria está a cargo sobre todo de algas unicelulares flotantes y tiene lugar en superficie, donde hay luz. Cuando las algas mueren tienden a caer por gravedad, siendo consumidas y descompuestas por los detritívoros y descomponedores del fondo del lago y de los sedimentos. En superficie se consumen sales minerales (amonio, nitrato, fosfato), CO₂ y H₂O y se producen compuestos orgánicos y O₂. En el fondo se consumen compuestos orgánicos y O₂ y se producen CO₂, H₂O, amonio y fosfato¹².

La entrada de nutrientes aumenta la producción primaria en la zona iluminada. Como los vertidos humanos tienen una proporción de fósforo muy superior a la de nitrógeno y muchísimo mayor que la que existe en la naturaleza, donde es siempre deficitario, el aumento de la producción algal no se frena con el agotamiento del nitrógeno, sino que prosigue con la proliferación de cianobacterias fijadoras de nitrógeno hasta que se agota el fósforo.

El incremento de la producción primaria incrementa la caída de detritos al fondo y como consecuencia aumenta la respiración de los detritívoros, consumiéndose O₂ y liberándose mucho CO₂ lo que acidifica el medio. Como el oxígeno es poco soluble en agua se agota y se produce anoxia. Si la masa de agua presenta estratificación térmica (el agua en superficie está más caliente que en el fondo, es menos densa y no se mezcla), como ocurre en lagos y embalses durante el verano en nuestras latitudes, el oxígeno que se genera en superficie no se difunde al fondo sino que se libera hacia la atmósfera, evitando que la anoxia del fondo desaparezca.

La falta de oxígeno produce muerte de peces por asfixia y favorece la proliferación de microorganismos anaerobios, muchos de los cuales producen compuestos tóxicos (sulfhídricos,

¹¹ Fuente UDEC EULA 2011

¹² Fuente: Fernández, Leiva; 2004.

óxidos de nitrógeno, metano, entre otros). Al acidificarse el medio se solubilizan el hierro y manganeso, también tóxicos. El agua por tanto pierde calidad para uso humano.

La eutrofización es a menudo un fenómeno natural; por ejemplo, es básicamente responsable por la formación de enormes depósitos de carbón y de turba. Sin embargo, la actividad humana puede acelerar el proceso grandemente. Los elementos “fertilizantes”: nitrógeno, fósforo y potasio están presentes en las aguas residuales y, por supuesto, se encuentran en las aguas de escorrentía de los campos fuertemente fertilizados. También son constituyentes de varios tipos de desechos industriales. En la mayoría de los casos de agua dulce, el único nutriente de las plantas que puede ser limitante es el fósforo y generalmente se señala como el culpable de la eutrofización excesiva, en ambos casos la presencia del nutriente limitante determina la velocidad de crecimiento de las algas.. (Manahan, 2007)

De acuerdo a los resultados entregados en el estudio del EULA todas las cubetas del embalse se encuentran en un estado Eutrófico, condición que indicaría la existencia de una gran cantidad de nutrientes disueltos en la columna de agua y que pueden ser utilizados por las microalgas. Se observa una mayor concentración en la zona central del lago producto del mayor tiempo de residencia de las aguas.

Para evidenciar el estado del embalse rapel de forma visual, se realizó un registro fotográfico entre el periodo enero a febrero del año 2012 en zonas aledañas a algunos campings en diversas zonas del embalse, donde se observa claramente la presencia de algas.

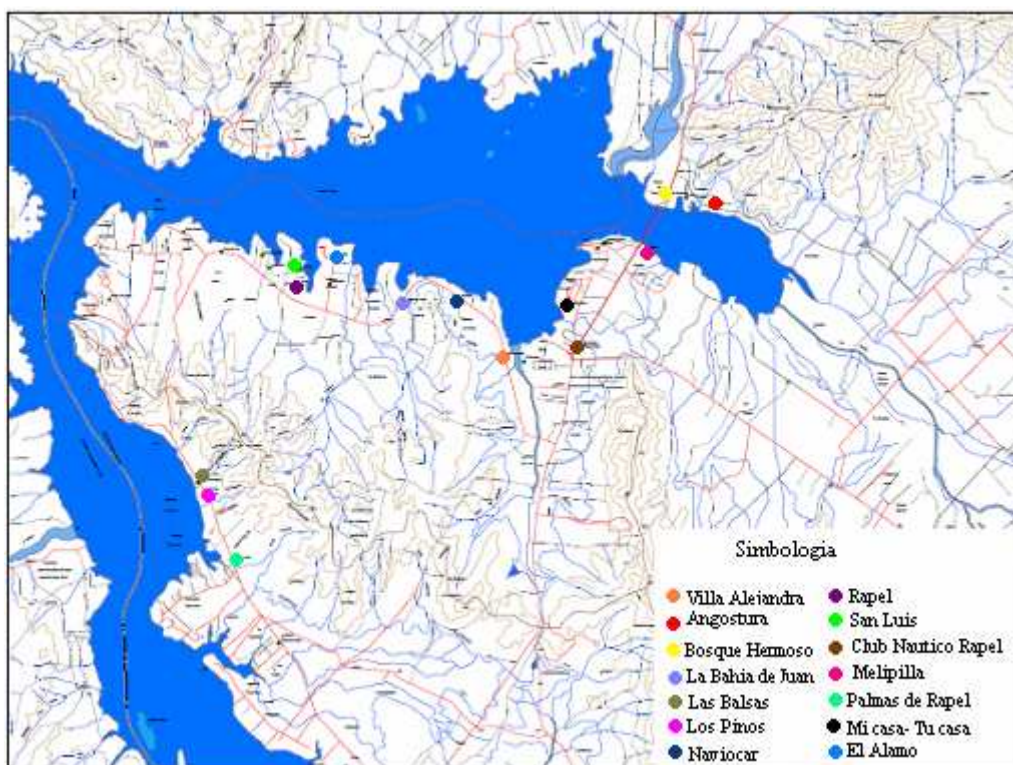


Figura--4-3 Ubicación de sitios con identificación de eutrofización



Cabañas villa Alejandra



Camping Angostura



Camping Bosque Hermoso

Figura--4-4 Fotografías sitios con identificación de eutrofización (1)



Figura--4-5 Fotografías sitios con identificación de eutrofización (2)



Club Náutico Rapel



Camping El Alamo

Figura--4-6 Fotografías sitios con identificación de eutrofización (3)

5 BIBLIOGRAFÍA

ACUÑA D., M. MENDOZA. 2010 Dimensión Ambiental de la Dinámica de Desarrollo del Secano Interior de la Región de O'Higgins. Rimisp – Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural

BANCO MUNDIAL 2011. **Chile. Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos**

DGA – POCH AMBIENTAL. 2009. Redefinición de la red mínima de lagos.-

DGA 2011 Diagnostico de la gestión de los recursos hídricos

EULA 2004. Informe: Estudio de los efectos ambientales de los relaves del embalse Carén sobre el embalse Rapel

EULA, Unidad de Sistemas Acuáticos. 2011.. Diagnostico y Plan de Gestión para la Calidad del Agua del Embalse Rapel. Universidad de Concepción, Chile.

FERNANDEZ, LEIVA (2004). [En Línea] *Ecología para la Agricultura*. Madrid, Mundi-Prensa.

[Fecha de consulta: 14 de marzo de 2012], disponible en:

<http://books.google.cl/books?id=GefbAl5mJh4C&pg=PA134&dq=ECOLOGIA+PARA+LA+AGRICULTURA+eutrofizaci%C3%B3n+de+lago+y+embalses&hl=es-419&sa=X&ei=tX5qT5bcN6jL0QHHp9H6Bg&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>

MANAHAN, Stanley (2007). [En Línea] *Introducción a la Química Ambiental*. México, Reverté.

[Fecha de consulta: 14 de marzo de 2012], disponible en:

<http://books.google.cl/books?id=5NR8DIk1n68C&pg=PA159&dq=nutrientes+de+algas+y+eutrofizaci%C3%B3n.+Introducci%C3%B3n+a+la+qu%C3%ADmica+ambiental&hl=es&sa=X&ei=LI9qT-nsFYXy0gHx79zmBg&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>

MINSAL D.S. Nº 301/84. Reglamento sobre Condiciones Sanitarias Mínimas de los Campings o Campamentos de Turismo.

MINSAL DS 194/78. Reglamento de Hoteles y Establecimientos Similares

SAG Catastro de los planteles de cerdos existentes en la VI región.

SEA-Servicio de Evaluación Ambiental (búsqueda de proyectos) disponible en www.sea.cl.

ANEXOS

Anexo 1 Total de actividades productivas en el área de estudio

N°	COMUNA	RUBRO O SECTOR ECONOMICO	TIPO DE INDUSTRIA	CIU	DESCRIPCION O NOMBRE DE LA INDUSTRIA	TIPO DE TRATAMIENTO	DESCARGA
1	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de Vacuno	11121	Crianza de Ganado Llallauquen	No genera descarga	Sin descarga
2	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrosuper - Corrales - sector El Estero	Separación de sólidos, Lodos activados, lagunas de almacenamiento	Difusa
3	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Piscina	11125	Agrosuper - Piscina - sector Rapel-Cerdos	Separación de sólidos, Lodos activados, lagunas de almacenamiento	Difusa
4	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrosuper - Corrales - sector Alhué	No genera descarga	Sin descarga
5	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrosuper - Corrales - sector El Litre	Separación de sólidos, Lodos activados, lagunas de almacenamiento	Difusa
6	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrosuper - Corrales - sector El Alamo	Separación de sólidos, Lodos activados, lagunas de almacenamiento	Difusa
7	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Agrosuper - Corrales - sector Don Forster	No genera descarga	Sin descarga
8	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Agrosuper - Corrales - Sector Don Forster	No genera descarga	Sin descarga
9	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Sectores Agrosuper Sexta Región	No genera descarga	Sin descarga
10	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Sectores Agrosuper Sexta Región	No genera descarga	Sin descarga
11	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Sectores Agrosuper Sexta Región	No genera descarga	Sin descarga
12	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Choike Carnes File Limitada	No genera descarga	Sin descarga
13	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Fundo San Luis (Angel Salas L. Y Emilio Salas L.)	No genera descarga	Sin descarga
14	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Agrícola Rancho Ave Prima Ltda.	No genera descarga	Sin descarga
15	Las Cabras	Manufacturera	Vitivinicola	31321	Viña Ortiz y Ortiz Ltda.	No genera descarga	Sin descarga
16	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing Ortiz	No genera descarga	Sin descarga
17	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing (El Durazno)	No genera descarga	Sin descarga
18	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing (La Cabana)	No genera descarga	Sin descarga
19	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing Agrícola Pencahue	No genera descarga	Sin descarga
20	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing Ortiz	No genera descarga	Sin descarga
21	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing Kilamuta	No genera descarga	Sin descarga
22	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing Patricio Fresno	No genera descarga	Sin descarga
23	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing raul guajardo parcela 20	No genera descarga	Sin descarga
24	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing san antonio (frigorifico)	No genera descarga	Sin descarga
25	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing San José	No genera descarga	Sin descarga
26	Las Cabras	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Soc. Agric. Fdo. El	No genera descarga	Sin descarga

		silvicultura y pesca			Porvenir (Verfrut)		
27	Las Cabras	Manufactureras	Fabricas de madera	33121	Fábrica de cajón (Pérez Campos)	No genera descarga	Sin descarga
28	Las Cabras	Manufactureras	Productos de la Madera	33121	Fábrica cajones (Pérez Campos)	No genera descarga	Sin descarga
29	Las Cabras	Gobierno Central y Administración Pública	Planta de Tratamiento de Aguas	900050	Planta de Tratamiento de AS María Eliana	Lodos Activados	Brazo río Cachapoal
30	Las Cabras	Gobierno Central y Administración Pública	Planta de Tratamiento de Aguas	900050	Planta de tratamiento de AS Villa O'Higgins	Lodos Activados	Canal de riego y luego embalse
31	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Sociedad Agrícola	11121	Soc. Agríc. y Ganadera Sta. Angela	No genera descarga	Sin descarga
32	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Chancheras El Sauce (Juan Solís)	No genera descarga	Sin descarga
33	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrícola Lyon (El Boldo)	No genera descarga	Sin descarga
34	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrícola Lyon (Las Pampas)	No genera descarga	Sin descarga
35	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrícola Lyon (El Espino)	Biodigestores	Difusa
36	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrícola Lyon (El Peumo)	Biodigestores	Difusa
37	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrícola Lyon (San Guillermo)	Biodigestores	Difusa
38	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Orlando Cabello	No genera descarga	Sin descarga
39	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Huevos Cinta Azul	No genera descarga	Sin descarga
40	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Juan Soto	No genera descarga	Sin descarga
41	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Huevos Cinta Azul	No genera descarga	Sin descarga
42	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Huevos Cinta Azul	No genera descarga	Sin descarga
43	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Huevos Cinta Azul	No genera descarga	Sin descarga
44	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Huevos Cinta Azul	No genera descarga	Sin descarga
45	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Huevos Cinta Azul	No genera descarga	Sin descarga
46	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Marcelo Comejo Barriere	No genera descarga	Sin descarga
47	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Sociedad Avícola y Comercial El Toco Limitada	No genera descarga	Sin descarga
48	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Productor de frutas, verduras y/u hortalizas	11132	Agríc. San Ismael Ltda.	No genera descarga	Sin descarga
49	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Productor de frutas, verduras y/u hortalizas	11132	Enrique Serrano (tomates para Malloa)	No genera descarga	Sin descarga
50	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Sociedad Agrícola	11132	Soc. Agríc. Los álamos	No genera descarga	Sin descarga
51	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Productor de frutas, verduras y/u hortalizas	11132	Lyon Amand Juan José	No genera descarga	Sin descarga
52	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Productor de frutas, verduras y/u hortalizas	11132	Lyon Besa Pedro	No genera descarga	Sin descarga
53	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Viveros	11171	Vivero de Flores Manuel Bustamante Contreras	No genera descarga	Sin descarga

54	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	No Especificado	11191	Parin Hemán Leiva	No genera descarga	Sin descarga
55	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	No Especificado	11191	Quiroz ranabales orlando	No genera descarga	Sin descarga
56	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	No Especificado	11191	Sánchez Rivas Gonzalo	No genera descarga	Sin descarga
57	Pichidegua	Minas y Canteras	Minería metálica	23041	Minería Oro	No genera descarga	Sin descarga
58	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Orlando Fredez Packing	No genera descarga	Sin descarga
59	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing (Quiroz)	No genera descarga	Sin descarga
60	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing Ismael Pereira Lyon	No genera descarga	Sin descarga
61	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing Juan Pancho	No genera descarga	Sin descarga
62	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing Quiwis, Perales	No genera descarga	Sin descarga
63	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Packing Serrano Guerra	No genera descarga	Sin descarga
64	Pichidegua	Manufactureras	Lácteos	31121	Fabrica de queso (Coop. El Toco)	No genera descarga	Sin descarga
65	Pichidegua	Manufactureras	Maderas, Aserraderos y Barracas	33111	Barraca y Aserradero Oscar Nuñez	No genera descarga	Sin descarga
66	Pichidegua	Manufactureras	Procesamiento mineral no metálico	36911	Fábrica de Ladrillo	No genera descarga	Sin descarga
67	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrícola Santa Lucía Ltda. (punto 1)	No genera descarga	Sin descarga
68	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrícola Santa Lucía Ltda. (punto 2)	No genera descarga	Sin descarga
69	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrícola Santa Lucía Ltda. (punto 3)	No genera descarga	Sin descarga
70	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrícola Santa Lucía Ltda. (punto 4)	No genera descarga	Sin descarga
71	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrícola Santa Lucía Ltda. (punto 5)	No genera descarga	Sin descarga
72	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Agrícola Santa Amelia	No genera descarga	Sin descarga
73	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criaderos sin funcionamiento	11125	Agrosuper - Corrales	No genera descarga	Sin descarga
74	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Luz Ximena Ford Toro (Criadero Los Sauces)	No genera descarga	Sin descarga
75	Pichidegua	Manufactureras	Vitivinicola	31321	Viña Lyon Ltda.	Remoción de sólidos suspendidos, tanque de acumulación y neutralización.	Difusa
76	Pichidegua	Gobierno Central y Administración Pública	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	900050	Planta de Tratamiento de AS Patagua Cerro	Lodos activados	Río Cachapoal
77	Pichidegua	Gobierno Central y Administración Pública	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	900050	Planta de Tratamiento de AS Mal Paso Lamahue	Lodos activados	Canal de regadío
78	Pichidegua	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Faenadora de cerdos Las Pataguas – Comercial MAXAGRO Ltda.	Laguna de ecualización, laguna de funcionamiento SBR y laguna digestora de lodos. Lodos: deshidratación mediante filtro de banda	Utilizado para riego
79	La Estrella	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	San Manuel(Los Llanos)	Sistema Pit y Flush, separación de	Difusa

						sólidos, floculación, estanque de ecualización, lodos activados	
80	La Estrella	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	San Manuel (Los Clonquis)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque de ecualización, lodos activados	Difusa
81	La Estrella	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	San Manuel (barrancas)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque de ecualización, lodos activados	Difusa
82	La Estrella	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	San Manuel (Los Cururos)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque de ecualización, lodos activados	Difusa
83	La Estrella	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	San Manuel (Las Murallas)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque de ecualización, lodos activados	Difusa
84	La Estrella	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	San Manuel (El Capricho)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque de ecualización, lodos activados	Difusa
85	La Estrella	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	San Manuel (Las Varillas)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque de ecualización, lodos activados	Difusa
86	La Estrella	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	San Manuel (San Manuel)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque de ecualización, lodos activados	Difusa
87	La Estrella	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Plantel de cerdos Quebrada Honda	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque de ecualización, lodos activados	Difusa
88	La Estrella	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de cerdos	11125	Plantel de Cerdos Santa Clotilde	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque de ecualización, lodos activados	Difusa
89	La Estrella	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Crianza de Aves Broiler, Los Huilles (plantel 1)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque de ecualización, lodos activados	Difusa
90	La Estrella	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Crianza de Aves Broiler, Los Huilles (plantel 2)	Sistema Pit y Flush, separación de sólidos, floculación, estanque de ecualización, lodos	Difusa

						activados	
91	La Estrella	Gobierno Central y Administración Pública	Planta de tratamiento de aguas servidas	900050	Ilustre Municipalidad La Estrella	Laguna de estabilización	Estero Alonso Morales
92	Peumo	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Productor de frutas, verduras y/u hortalizas	11132	Frutas Escobar	No genera descarga	Sin descarga
93	Peumo	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Productor de frutas, verduras y/u hortalizas	11132	Fruto Fredes	No genera descarga	Sin descarga
94	Peumo	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Productor de frutas, verduras y/u hortalizas	11132	Huertos Cachapoal	No genera descarga	Sin descarga
95	Peumo	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Productor de frutas, verduras y/u hortalizas	11132	Soc. Huertos los molinos Ltda.	No genera descarga	Sin descarga
96	Peumo	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Viveros	11171	Invernadero de tomates (Codao)	No genera descarga	Sin descarga
97	Peumo	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	No Especificado	11191	Valdés Valdés Ismael	No genera descarga	Sin descarga
98	Peumo	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Packing	31112	Soc. Agric. La Rosa Sofruco S.A.	Sistemas de separación de sólidos, Estanque neutralizador y tanque acumulador.	Difusa
99	Peumo	Manufactureras	Productos de la Madera	33121	Fábrica Cajones Cachapoal	No genera descarga	Sin descarga
100	Peumo	Manufactureras	Procesamiento mineral no metálico	36911	Fábrica Ladrillos Cuota Vieja	No genera descarga	Sin descarga
101	Peumo	Manufactureras	Vitivinicola	31321	Viña Concha y Toro	Sistema de separación de sólidos, estanque acumulador, pretratamiento, tratamiento biológico (reactor), clarificadores biológicos y manejo de lodos	Canal Cabrino
102	Peumo	Explotación de minas	Minería no metálica	29011	Cantera (cementerio)	No genera descarga	Sin descarga
103	Litueche	Explotación de minas	Minería no metálica	29011	Minera Pacifico Ltda.	No genera descarga	Sin descarga
104	Litueche	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Avefina Ursula Burket F.	No genera descarga	Sin descarga
105	Litueche	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Criadero de aves	11127	Plantel de Aves Reproductoras San Miguel	No genera descarga	Sin descarga

Fuentes de información: Estudio Centro Eula 2011 basado en

Informe: "Estudio complementario del AGIES: análisis De emisiones con descarga a cuerpos superficiales en la cuenca del río Tinguiririca" (CENMA 2008).

Informe: "Análisis de emisiones con descarga a cuerpos superficiales en la cuenca del río Cachapoal" (CENMA 2008).

Industrias ubicadas en el área comprendida por las comunas de Litueche, La Estrella, Marchigüe, Navidad, Pichidegua, Las Cabras y Peumo, que cuentan con un programa de monitoreo aprobado por la SISS.

Levantamiento, Estudio y Evaluación de los cursos superficiales ubicados en la VI Región, y que tributan a la cuenca del embalse Rapel. (CUENCA INGENIEROS CONSULTORES LTDA, 2010).

Catastro de los planteles de cerdos existentes en la VI región.

Informe: "Estudio de los efectos ambientales de los relaves del embalse Carén sobre el embalse Rapel" (EULA, 2004).

Catastro de actividades económicas por comuna en la cuenca del Rapel y observaciones en terreno proyecto: Diagnóstico Indicadores Biológicos en la Cuenca Rapel. (EULA, 2009).

Anexo 2 Proyectos presentados en las comunas de interés que ingresaron al SEA (2003-2011)

Nº	COMUNA	NOMBRE INDUSTRIA	RAZON SOCIAL O TITULAR	COORDENADAS GEOGRAFICAS	TIPO DE COORDENADAS	AÑO	ESTADO (*)
1	Pichidegua	Bodega Casas Viejas, Viña Lyon	Viña Lyon Ltda	N 23.534 E 19.156	UTM 19 WGS 84	2007	A
2	Pichidegua	Plantel de cerdos Las Pampas	Agrícola Santa Lucía Ltda.	N 6.194.550 E 278.960	UTM 19 PSAD 56	2006	D
3	Pichidegua	Plantel de cerdos El Espino	Agrícola Santa Lucía Ltda.	N6.198.510 E 280.220	UTM 19 PSAD 56	2005	A
4	Pichidegua	Plantel de cerdos San Guillermo	Agrícola Santa Lucía Ltda.	N 6.193.980 E 281.700	UTM 19 PSAD 56	2005	A
5	Pichidegua	Faenadora de cerdos Las Pataguas	Agrícola Santa Lucía Ltda.	N 6.199.417 E 280.031 N 6.199.294 E 280.272 N 6.199.554 E 280.405 N 6.199.677 E 280.164	UTM 19 PSAD 56	2004	A
6	Pichidegua	Planta de Tratamiento de AS Pichidegua	Empresa de Servicios Sanitarios del Bio Bio S.A.	N 6.197.300 E 290.350	UTM 18 PSAD 56	2005	A
7	Las Cabras	Planta El Porvenir	Sociedad Agrícola El Porvenir S. A.	N 6.224.855,6 E 280.956 N 6.224926,6 E 280.803,3 N 6.225.228,8 E 280.864,7 N 6.225.210,5 E 281.011,4	UTM 19 WGS 84	2011	A
8	Las Cabras	Viña Ortiz y Ortiz	Ortiz y Ortiz Limitada	N 6.210.200 E 279.300	UTM 19 PSAD 56	2006	A
9	Las Cabras	Planta de Tratamiento de AS Las Cabras	Empresa de Servicios Sanitarios del Bio Bio S.A.	N 6.241.374 E 292.260	UTM 18 PSAD 56	2006	A
10	Las Cabras	Plantel de cerdo Los Álamos	Agrícola Super Limitada	N 6.224.388 E 285.656	UTM 19 PSAD 56	2004	A
11	Las Cabras	Plantel de cerdo Rapel	Agrícola Super Limitada	N 6.224.010 E 284.013	UTM 19 PSAD 56	2004	A
12	Las Cabras	Plantel de cerdo El Litre	Agrícola Super Limitada	N 6.221.957 E 283.213	UTM 19 PSAD 56	2004	A

Nº	COMUNA	NOMBRE INDUSTRIA	RAZON SOCIAL O TITULAR	COORDENADAS GEOGRAFICAS	TIPO DE COORDENADAS	AÑO	ESTADO (*)
13	Las Cabras	Plantel de cerdo El Mirador	Agrícola Super Limitada	N 6.223.556 E 285.556	UTM 19 PSAD 56	2004	A
14	Las Cabras	Planta de Tratamiento de AS Maria Eliana	Empresa de Servicios Sanitarios del Bio-Bio S.A	N 6.215.190,5 E 278.724,2 Obra de descarga N 6.215.251,8 E 278.640	Datum SAD 69.	2004	A
15	Marchigue	Planta aceite de oliva Mirador de Alcones	Hornillas S.A.	N 6.190.989,4 E 250.288,7 N 6.191.063,4 E 250.288,7 N 6.191.063,4 E 250.163,7 N 6.190.989,4 E 250.163,7	UTM 19 WGS 84	2009	A
16	Marchigue	Viñedos Errázuriz Ovalle	Viñedos Errázuriz Ovalle S.A.	N 6.200.710 E 266.898	UTM 19 PSAD 56	2004	A
17	Marchigue	Viña Canepa	José Canepa y Cía Ltda.	N 6.191.0 E 264.6	UTM según Carta I.G.M	1999	A
18	Marchigue	Planta de Tratamiento de AS Marchigue	Ilustre Municipalidad de Marchigue	Latitud 34º,24' Longitud 71º 36'	Geográficas	2003	A
19	La Estrella	Plantel de cerdos Quebrada Honda	Agrícola Santa Lucía Ltda.	N 6.216.809 E 257.528 N 6.216.809 E 259.537 N 6.218.033 E 259.537 N 6.218.033 E 257.528	UTM 19 WGS 84	2011	EC
20	La Estrella	Planta aceite de oliva Agrícola Pobeña	Agrícola Pobeña S.A.	S 6.208.441 E 252.146 S 6.208.380 E 252.102 S 6.208.262 E 252.248 S 6.208.320 E 252.294	WGS 84	2011	A
21	La Estrella	Planta aceite de oliva San Jose	Agromarchigüe S.A.	N 6.202.059 E 274.041 N 6.202.043 E 273.990 N 6.202.168 E 273.956 N 6.202.195 E 274.043	UTM 19 WGS 84	2010	A

Nº	COMUNA	NOMBRE INDUSTRIA	RAZON SOCIAL O TITULAR	COORDENADAS GEOGRAFICAS	TIPO DE COORDENADAS	AÑO	ESTADO (*)
				N 6.202.213 E 274.115			
21	La Estrella	Planta de Tratamiento de AS La Estrella	Ilustre Municipalidad de La Estrella	Latitud 34°19'60'' Longitud 71° 64'60''	Geográficas	2008	A
23	La Estrella	Planta aceite de oliva	Olivos del Sur S.A.	N 6.204.134,04 E 270.417,38 N 6.204.180,08 E 270.627,52 N 6.203.985,43 E 270.732,97 N 6.203.897,54 E 270.609,95 N 6.204.003,46 E 270.482,83	UTM 19 WGS 84	2007	A
24	La Estrella	Plantel de cerdos Los Llanos Sector I	Agrícola Super Limitada	N 6.208.448 E 261.323	UTM 19 PSAD 56	2005	A
25	La Estrella	Plantel de cerdos Los Llanos Sector II	Agrícola Super Limitada	N 6.208.813 E 261.308	UTM 19 PSAD 56	2005	A
26	La Estrella	Plantel de cerdos San Manuel	Agrícola Super Limitada	N 6.208.919 E 262.554	UTM 19 PSAD 56	2005	A
27	La Estrella	Plantel de cerdos Los Clonquis	Agrícola Super Limitada	N 6.209.808 E 261.715	UTM 19 PSAD 56	2005	A
28	La Estrella	Plantel de cerdos Barrancas	Agrícola Super Limitada	N 6.207.905 E 262.993	UTM 19 PSAD 56	2005	A
29	La Estrella	Crianza de pollos broiler, Los Huilles	Agrícola Super Limitada	P1 N 6.209.704 E 263.300 P2 N 6.211.577 E 262.625	UTM 19 PSAD 56	2005	A
30	La Estrella	Crianza de pollos broiler Las Murallas	Agrícola Super Limitada	P1 N 6.206.700 E 262.614 P2 N 6.207.538 E 260.455	UTM 19 SAD 69	2004	A
31	La Estrella	Crianza de pollos broiler las Cardillas	Agrícola Super Limitada	P1 N 6.210.720 E 263.066 P2 N 6.210.386 E 261.868	UTM 19 SAD 69	2004	A

Nº	COMUNA	NOMBRE INDUSTRIA	RAZON SOCIAL O TITULAR	COORDENADAS GEOGRAFICAS	TIPO DE COORDENADAS	AÑO	ESTADO (*)
32	La Estrella	Crianza de pollos broiler las Correhuelas	Agrícola Super Limitada	P1 N 6.212.142 E 262.894 P2 N 6.212.134 E 261.503	UTM 19 PSAD 56	2004	A
33	La Estrella	Planta procesadora de aceitunas	Olivícola La Estrella S.A.	N 6.213.67 E 255.367	UTM 18 PSAD 56	2004	A
34	Peumo	Packing SOFRUCO	SOFRUCO ALIMENTOS LTDA	N 6.192.628 E 297.916	UTM 19 PSAD 56	2006	A
35	Peumo	Bodega de viña Concha y Toro de Peumo	Viña Concha y Toro S.A.	N 6.195.018 E 298.196	UTM 19 PSAD 56	2005	A
36	Peumo	Bodega de vinos La Rosa	Vinos La Rosa S.A.	N 6.199.555 E 293.521	UTM 19 PSAD 56	2004	A
37	Peumo	Planta de Tratamiento de AS Peumo	Empresa de Servicios Sanitarios del Bio Bio (ESSBIO S.A.)	Latitud 34º 24' Longitud 71º12'	Geográfica	2003	A
38	Litueche	Plantel de aves reproductoras San Miguel	Agrícola Ariztia Ltda.	N 6.235.500 E 267.000 N 6.235.500 E 271.500 N 6.233.000 E 271.500 N 6.233.000 E 267.000	UTM 19 PSAD 56	2003	A

(*) A: Aprobado

D: Desistido

EC: En Calificación

El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) es un organismo público funcionalmente descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio. Su función central es tecnificar y administrar el instrumento de gestión ambiental denominado "Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental" (SEIA), cuya gestión se basa en la evaluación ambiental de proyectos ajustada a lo establecido en la norma vigente, fomentando y facilitando la participación ciudadana en la evaluación de los proyectos. Mediante información entregada por proyectos sometidos a este instrumento.

Nuevo proyecto **“Plantel de Cerdos Quebrada Honda”**

Presentado el año 2011 como una Declaración de Impacto Ambiental, por Agrícola Santa Lucía Ltda. y se encuentra en calificación en el SEA . El proyecto será habilitado en un terreno perteneciente al Titular, localizado en la comuna de La Estrella. Cabe señalar que el Titular se encuentra suscrito al Acuerdo de Producción Limpia (APL II) de productores de cerdos de Chile.

El proyecto consiste en la construcción y operación de un plantel de crianza y engorda de cerdos destinados para la producción de productos cárnicos. Se contemplará un sistema de tratamiento de purines con efluentes que serán utilizados para riego.

Se indica que si bien el terreno presenta sectores de quebradas de cauces intermitentes, estas no serán intervenidas en ninguna etapa del proyecto y no se descargará ningún tipo de efluente a estos manteniendo un estricto de aplicación para asegurar que las aguas de riego no alcancen las quebradas.

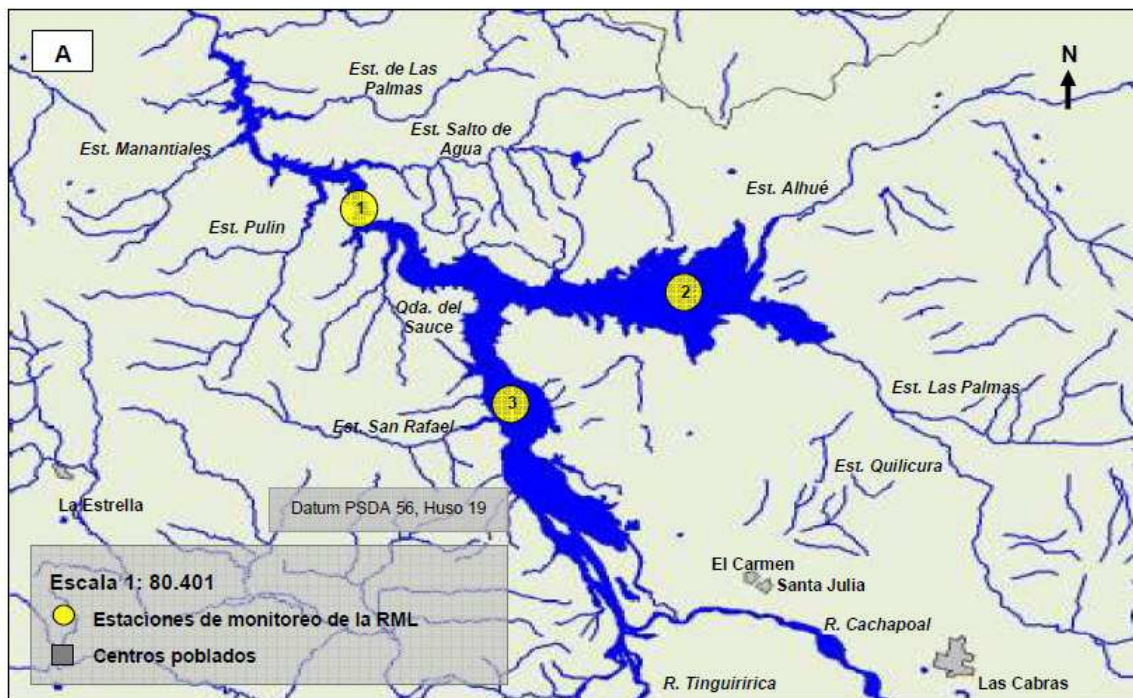
Anexo 3 Estaciones de Monitoreo Calidad de Agua

Estaciones de Monitoreo DGA

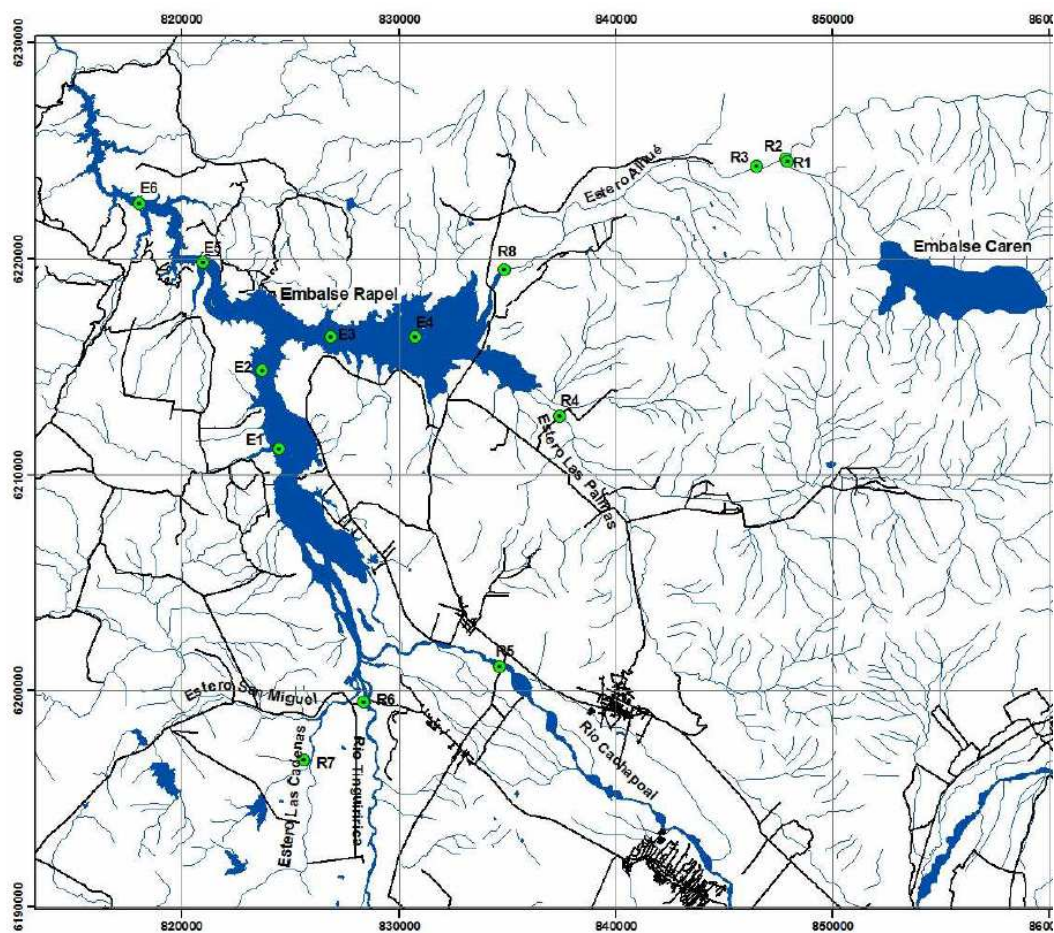
EMBALSE RAPEL (Z _{MAX} = 90 m) ¹	MONITOREO ACTUAL			
	Estaciones	Código	Coordenadas UTM Datum PSDA 56, Huso 19	Número de estación
Estación de muestreo	Sector Muro	06054001-2	261487 E - 6231078 N	1 (Fig. 34 A)
	Sector Brazo Alhué	06045001-3	278009 E - 6220506 N	2 (Fig. 34 A)
	Sector Las Balsas	06019017-8	272002 E - 6215523 N	3 (Fig. 34 A)
Periodos y profundidad de muestreo	Invierno Otoño Primavera Verano	Superficie (0 m) / Medio 1 (2-3,9) / Medio 2 (4 - 6,9) / Medio 3 (7 -29,9) / Fondo (30 m)		

Puntos de monitoreo Estudio Eula 2011

Código	Coordenadas UTM Datum WGS84 huso 18		Descripción
R – 1	847683,5	6224278,3	Estero Carén después del muro del embalse Carén.
R – 2	847762,1	6224153,2	Estero Alhué antes de la confluencia con estero Carén.
R – 3	846338,9	6223927,8	Estero Alhué en Quilamuta, después confluencia Carén.
R – 4	837240,2	6212347,3	Estero las Palmas camino al Durazno.
R – 5	834489,2	6200746,5	Río Cachapoal en puente Arqueado
R – 6	828205,6	6199091,7	Río Tinguirica en Los Olmos
R – 7	825447,4	6196410,8	Estero Las Cadenas-San Miguel
R – 8	809945,0	6209351,0	Estero Alhué desembocadura embalse Rapel
E – 1	808789,1	6198243,0	Embalse Rapel brazo Cachapoal
E – 2	808772,5	6198299,1	Embalse Rapel brazo Cachapoal
E – 3	808792,0	6198331,8	Embalse Rapel brazo Alhué
E – 4	808819,6	6198330,9	Embalse Rapel brazo Alhué
E – 5	808747,1	6198366,6	Embalse Rapel brazo Cortina
E – 6	808691,8	6198368,4	Embalse Rapel brazo Cortina



Ubicación estaciones de monitoreo DGA lago Rapel



Ubicación puntos de monitoreo Estudio Eula

Anexo 4 Resumen estadístico de los datos del programa de monitoreo de la Dirección General de Agua (DGA) para los años 2000 – 2008 para Cubeta Cachapoal.

Año	Resumen	T (°C)	Conduct. (mS/cm)	pH	O.D. (mg/l)	Disco Secchi (m)	NO ₃ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	N Total (mg/l)	PO ₄ (mg/l)	P Total (mg/l)	Chl. a (µg/l)	DQO (mg/l)	STS (mg/l)	SO ₄ (mg/l)
2000	n	4	4	4	4	4	4	4	4		4		2	4	2	2
	Media	15,63	364,09	7,72	8,4	0,28	2,04	0,06	0,22		0,16		2,62	19,98	140,45	52
	D,E,	5,9	114,61	0,35	0,66	0,16	2,02	0,01	0,17		0,13		1,25	8,81	80,02	
	Mín	10,5	242,7	7,42	7,59	0,12	0,13	0,06	0,06		0,03		1,73	11,33	83,87	52
	Máx	21,23	471,33	8,13	9,07	0,5	4,45	0,07	0,44		0,28		3,5	32	197,03	52
2001	n	3	3	3	3	3	3	3	3		3		4	3		3
	Media	19,14	364,22	7,87	8,86	0,64	3,55	0,05	0,09		0,12		11	5,94		77,44
	D,E,	5,54	87,8	0,09	1,05	0,13	1,57	0,03	0,1		0,13		19,26	3,59		16,77
	Mín	12,75	294	7,77	7,68	0,5	2,19	0,03	0,01		0,03		0,5	2,5		63
	Máx	22,63	462,67	7,93	9,66	0,75	5,26	0,09	0,2		0,26		39,87	9,67		95,83
2002	n	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	1	4	4		4
	Media	18,11	401,36	7,9	8,12	0,59	4,54	0,05	0,19	1,15	0,16	0,02	7,22	12		74,54
	D,E,	5,74	85,52	0,3	1,36	0,28	2,32	0,03	0,11	0,82	0,16	0	12,09	3,98		20,27
	Mín	9,5	290,1	7,66	6,56	0,4	2,52	0,02	0,03	0,57	0,02	0,02	0,1	7		55
	Máx	21,23	471,33	8,32	9,73	1	7,88	0,1	0,29	1,73	0,3	0,02	25,2	16,33		98,33
2003	n	4	4	4	4	4	3	4	4	1	3	3	4	3		4
	Media	19,42	410,69	8,08	8,6	0,34	4,94	0,06	0,23	1,17	0,18	0,04	9,04	24,11		100,17
	D,E,	5,31	44,97	0,32	0,67	0,11	1,78	0,04	0,15		0,14	0,05	9,88	14,3		25,87
	Mín	11,5	348,93	7,71	7,99	0,2	2,89	0,02	0,02	1,17	0,03	0,01	0,87	13,33		68
	Máx	22,74	444,07	8,44	9,5	0,48	6,02	0,1	0,34	1,17	0,28	0,1	21,7	40,33		125
2004	n	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4		3
	Media	16,39	444,27	7,99	8,65	0,29	4,64	0,07	0,17	2,13	0,2	0,18	28,72	19,47		109,72
	D,E,	4,66	31,97	0,43	0,74	0,14	2,79	0,03	0,13	0,21	0,12	0,06	35,32	26,84		30,07
	Mín	10,83	400,27	7,54	7,82	0,14	1,15	0,04	0,08	1,98	0,06	0,12	5,33	0,1		75
	Máx	21,25	476,9	8,5	9,35	0,42	7,39	0,11	0,35	2,28	0,34	0,26	80,2	57,02		127,5
2005	n	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	Media	17,84	415,43	8,07	8,54	0,68	3,32	0,05	0,23	2,02	0,19	0,22	25,97	17,48		
	D,E,	4,54	164,24	0,3	0,68	0,36	1,82	0,01	0,18	0,27	0,17	0,05	29,47	6,75		
	Mín	11,88	198,73	7,65	7,84	0,24	1,53	0,04	0,05	1,8	0,04	0,16	3,4	8,26		
	Máx	22,78	579,67	8,31	9,18	1,05	5,74	0,06	0,46	2,42	0,36	0,26	68,85	24,37		
2006	n	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4		
	Media	16,23	383,83	8	8,68	0,52	3,64	0,05	0,02	1,14	0,16	0,2	4,28	9,55		
	D,E,	4,47	94,31	0,31	0,63	0,21	2,34	0,04	0,02	0,34	0,05	0,09	3,4	8,57		
	Mín	11,01	320	7,57	8,02	0,25	2	0,02	0,01	0,81	0,1	0,12	0,87	0,1		
	Máx	21,36	521	8,32	9,39	0,77	7,11	0,12	0,05	1,48	0,2	0,31	8,9	18,23		
2007	n	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3	3	3		

	Media	15,14	489,17	8,23	9,27	0,48	4,67	0,1	0,11		0,18	0,11	18,88	33,82		
	D,E,	5,1	38,03	0,24	1,13	0,23	4,5	0,02	0,03		0,12	0,03	24,62	20,89		
	Mín	9,55	445,5	7,99	7,98	0,25	0,47	0,07	0,09		0,07	0,09	3,1	9,76		
	Máx	19,54	515	8,46	10,07	0,7	9,41	0,12	0,15		0,3	0,15	47,25	47,38		
2008	n	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3	3	2		1
	Media	16,65	480,78	7,97	8,64	0,62	5,31	0,08	0,13		0,11	0,07	13,89	18,32		92,5
	D,E,	6,37	45,5	0,06	1,8	0,34	2,99	0,05	0,07		0,09	0,04	14,68	7,03		
	Mín	11,28	439,95	7,92	6,6	0,36	2,15	0,04	0,08		0,03	0,03	3,05	13,36		92,5
	Máx	23,69	529,83	8,04	9,99	1	8,1	0,13	0,21		0,2	0,11	30,6	23,29		92,5
2009-2010	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5	6	6	6
	Media	17,36	441,22	7,82	10,2	0,42	6,78	0,1	0,14	2,56	0,11	0,15	12,63	7,59	42,88	86,67
	D,E,	5,93	96,31	0,53	0,86	0,17	2,47	0,03	0,13	0,62	0,17	0,11	10,03	3,4	37,74	17,84
	Mín	11,3	294	7,17	9,4	0,15	3,55	0,08	0,03	1,64	0,01	0,09	1,13	3,1	17,75	65,5
	Máx	27,66	547	8,55	11,75	0,6	10,99	0,16	0,39	3,34	0,41	0,37	21,75	11,35	116,25	114,5

Anexo 5. Resumen estadístico de los datos del programa de monitoreo de la Dirección General de Agua (DGA) entre los años 2000 – 2008 para la Cubeta Alhué.

Año	Resumen	T (°C)	Conduct. (mS/cm)	pH	O.D. (mg/l)	Disco Secchi (m)	NO ₃ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	N Total (mg/l)	PO ₄ (mg/l)	P Total (mg/l)	Chl. a (µg/l)	DQO (mg/l)	STS (mg/l)	SO ₄ (mg/l)
2000	n	4	4	4	4	4	4	4	4		4		2	4	3	2
	Media	17,55	449,95	8,27	8,66	0,38	0,93	0,05	0,19		0,06		29,73	31,11	101,48	110
	D.E.	6,64	85,56	0,44	0,47	0,13	1,41	0,02	0,16		0,04		28,25	13	47,82	0
	Mín	11,65	334,3	7,89	8	0,2	0,1	0,02	0,06		0,03		9,75	19,5	52,9	110
	Máx	23,95	520,5	8,86	9,11	0,5	3,03	0,08	0,42		0,11		49,7	49	148,5	110
2001	n	3	3	3	3	3	3	3	3		3		4	3		3
	Media	17,33	468,33	8,13	8,87	0,67	1,63	0,03	0,07		0,04		17,36	16,5		135,43
	D.E.	4,89	87,73	0,21	1,41	0,29	1,21	0,03	0,09		0,05		8,48	5,41		11,36
	Mín	13,75	370,5	7,89	7,3	0,5	0,28	0,02	0,01		0,01		9,05	12		122,5
	Máx	22,9	540	8,29	10,01	1	2,6	0,06	0,17		0,09		28,9	22,5		143,8
2002	n	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	4	4		4
	Media	17,74	440,25	8,43	9,63	0,69	2,02	0,02	0,08	1,53	0,03	0,02	10,76	14,13		139,63
	D.E.	6,14	48,48	0,53	1,62	0,36	2,41	0,02	0,02	0,52	0,04		6,18	2,59		66,55
	Mín	10,5	372,5	7,66	8,5	0,4	0,13	4,70E-03	0,06	1,18	0,01	0,02	3,85	11		64,5
	Máx	23,21	487,5	8,86	11,97	1,2	5,36	0,04	0,1	2,13	0,08	0,02	17,8	16,5		226,5
2003	n	4	4	4	4	4	3	4	4	2	4	3	4	3		4
	Media	20,87	487,05	8,83	10,09	0,68	2,2	0,04	0,13	1,52	0,01	0,02	60,16	37,33		137,25
	D.E.	5,9	50,24	0,17	1,61	0,29	1,73	0,03	0,09	0,5	0,01	0,02	27,91	9,24		29,71
	Mín	12,17	427	8,65	8,38	0,46	0,2	3,10E-03	0,02	1,16	0,01	3,00E-03	35	32		94
	Máx	25,29	550	9,05	12,02	1,1	3,24	0,08	0,23	1,87	0,03	0,05	93,55	48		160
2004	n	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4		3
	Media	17,62	557,75	8,65	9,6	0,78	0,67	0,02	0,15	1,51	0,03	0,09	52,33	16,84		210,83
	D.E.	5,33	46,44	0,25	1,42	0,27	1,13	0,03	0,1	0,12	0,02	0,03	21,88	17,73		39,87
	Mín	10,7	492,95	8,34	7,65	0,48	0,01	3,10E-03	0,08	1,43	0,01	0,05	36,5	1,59		177,5
	Máx	22,46	601,45	8,95	10,91	1	2,36	0,06	0,29	1,65	0,05	0,12	77,3	37,65		255
2005	n	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4		
	Media	18,69	521,71	8,58	8,63	1,84	1,63	0,03	0,15	1,46	0,04	0,2	35,31	24,17		
	D.E.	4,48	96,88	0,46	1,93	2,19	1,88	0,02	0,08	0,39	0,07	0,09	19,24	8,88		
	Mín	12,74	413,85	8,18	6,62	0,44	0,24	3,10E-03	0,05	1,22	0,01	0,1	7,1	12,13		
	Máx	23,46	631,5	9,07	10,91	5,1	4,27	0,05	0,25	2,05	0,14	0,27	48,8	32,34		

2006	n	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4		
	Media	17,3	507,75	8,17	8,91	0,78	0,23	0,01	0,03	1,43	0,03	0,2	24,18	19,72		
	D.E.	5,87	64,6	0,71	1,75	0,27	0,12	0,01	0,02	0,18	0,03	0,12	4,47	17,62		
	Mín	11,72	455,5	7,19	6,5	0,39	0,08	3,10E-03	0,01	1,23	0,01	0,04	19,4	6,3		
	Máx	24,27	599	8,86	10,42	1	0,34	0,03	0,04	1,57	0,08	0,32	30,2	45,27		
2007	n	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3	3	4		
	Media	16,19	589,33	8,67	10,82	0,73	2,05	0,06	0,04		0,01	0,06	36,2	40,31		
	D.E.	6,31	72,15	0,17	2,21	0,06	1,59	0,02	0,03		0	0,03	28,59	25,96		
	Mín	9,84	539	8,55	8,4	0,7	1,11	0,04	0,03		0,01	0,02	4,3	14,45		
	Máx	22,45	672	8,86	12,73	0,8	3,89	0,08	0,08		0,01	0,09	59,5	63,05		
2008	n	4	4	4	3	4	4	4	4		3	3	4	2		2
	Media	17,72	477,03	8,66	8,91	0,72	3,85	0,03	0,06		0,01	0,06	29,45	29,79		141,25
	D.E.	5,32	31,44	0,37	1,42	0,38	4,14	0,02	0,04		0	0,02	24,84	6,95		30,05
	Mín	11,74	447,75	8,28	7,41	0,37	0,44	4,70E-03	0,03		0,01	0,05	6,99	24,88		120
	Máx	24,17	513,45	9,17	10,23	1,17	9,62	0,05	0,11		0,01	0,08	62,4	34,71		162,5
2009-2010	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5	6	6	6
	Media	17,84	519,02	7,94	9,55	0,58	3,54	0,1	0,11	1,63	0,02	0,09	20,59	12,33	19,75	142
	D.E.	5,28	110,17	0,67	1,27	0,09	2,16	0,03	0,05	0,37	0,01	0,03	10,59	5,55	3,15	31,54
	Mín	11,33	332	7,13	7,4	0,45	0,94	0,06	0,06	1,12	0,01	0,07	6,7	5,65	14,75	103,5
	Máx	26,22	612	8,63	11,35	0,7	6,92	0,13	0,2	2,19	0,03	0,14	34,55	21,6	23,45	172

Anexo 6. Resumen estadístico de los datos del programa de monitoreo de la Dirección General de Agua (DGA) entre los años 2000 – 2008 para la Cubeta Muro.

Año	Resumen	T (°C)	Conduct. (mS/cm)	pH	O.D. (mg/l)	Disco Secchi (m)	NO ₃ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	N Total (mg/l)	PO ₄ (mg/l)	P Total (mg/l)	Chl. a (µg/l)	DQO (mg/l)	STS (mg/l)	SO ₄ (mg/l)
2000	n	4	4	4	4	4	4	4	4		3		2	4	1	2
	Media	15,92	344,78	7,58	7,87	0,5	1,95	0,07	0,2		0,12		5,27	20,02	220,33	51,67
	D.E.	6,38	99,39	0,4	1,24	0,39	1,91	0,02	0,15		0,13		1,13	8,6		
	Mín	10,23	224,1	7,17	6,25	0,1	0,12	0,05	0,05		0,02		4,47	9	220,33	51,67
	Máx	21,8	448,67	8,11	9,1	1	3,96	0,1	0,38		0,27		6,07	30	220,33	51,67
2001	n	3	3	3	3	3	3	3	3		3		4	3		2
	Media	19,04	359,64	7,64	7	0,73	2,72	0,06	0,08		0,07		5,52	9,22		87,6
	D.E.	5,53	78,61	0,34	1,36	0,4	1,37	0,03	0,12		0,1		1,8	1,84		26,3
	Mín	12,66	306,93	7,26	5,58	0,5	1,44	0,03	0,01		0,01		3,9	8		69
	Máx	22,53	450	7,87	8,29	1,2	4,17	0,08	0,22		0,19		8,1	11,33		106,2
2002	n	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	1	4	4		4
	Media	16,32	345,47	7,66	7,86	0,51	4,09	0,04	0,17	1,39	0,09	0,03	3,33	10,58		81,92
	D.E.	5,69	71,97	0,28	1,47	0,1	2,16	0,01	0,16	0,78	0,12		4,69	4,19		18,38
	Mín	10,03	291,53	7,45	5,93	0,4	2,58	0,03	0,01	0,84	0,03	0,03	0,13	6,33		65,67
	Máx	21,57	451	8,05	9,12	0,6	7,25	0,05	0,38	1,94	0,28	0,03	10,3	16,33		105

2003	n	4	4	4	4	4	3	4	4	1	3	3	4	3		4
	Media	19,79	382,15	7,95	7,53	0,75	4,39	0,09	0,29	0,99	0,14	0,04	10,35	22		99,67
	D,E,	5,34	63,38	0,32	0,93	0,55	1,79	0,04	0,21	0	0,19	0,03	8,75	12,71		31,13
	Mín	11,9	315,07	7,56	6,28	0,2	2,33	0,05	0,03	0,99	0,03	0,02	1,17	14,33		73
	Máx	23,68	436,27	8,24	8,53	1,4	5,52	0,12	0,53	0,99	0,37	0,07	20,1	36,67		135
2004	n	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4		3
	Media	16,52	478,93	7,81	7,55	0,83	3,72	0,07	0,17	1,73	0,1	0,09	36,43	9,38		148,89
	D,E,	5,07	34,45	0,56	1,46	0,36	2,24	0,03	0,08	0,53	0,1	0,04	17,4	13,64		25,51
	Mín	10,3	432,07	6,99	6,09	0,5	2,17	0,03	0,07	1,17	0,02	0,05	11,4	0,1		133,33
	Máx	22,43	511	8,22	8,95	1,3	6,28	0,1	0,26	2,21	0,24	0,14	51,73	29		178,33
2005	n	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4		
	Media	17,9	444,78	7,93	7,1	1,2	3,46	0,05	0,22	1,52	0,18	0,2	14,57	20,56		
	D,E,	4,41	136,71	0,42	1,94	0,71	1,07	0,01	0,08	0,06	0,17	0,11	12,56	5,56		
	Mín	12,08	279,47	7,55	4,78	0,55	1,86	0,03	0,15	1,45	0,05	0,07	5,33	13,49		
	Máx	22,8	588	8,53	9,01	1,95	4,03	0,07	0,3	1,56	0,43	0,35	33,13	27,06		
2006	n	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4		
	Media	16,43	368,5	8,06	8,2	1,12	3,31	0,05	0,08	1,34	0,1	0,18	7,89	14,36		
	D,E,	5,28	102,62	0,42	1,37	0,67	1,44	0,03	0,12	0,4	0,11	0,12	6,23	6,71		
	Mín	11,23	274	7,55	6,5	0,19	1,89	0,02	0,01	0,91	0,04	0,08	2	8,37		
	Máx	21,79	512,33	8,48	9,63	1,79	5,31	0,1	0,26	1,71	0,27	0,34	16,7	23,93		
2007	n	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3	3	3		
	Media	14,12	566,44	7,92	7,01	2,36	3,97	0,1	0,18		0,11	0,07	9,14	29,6		
	D,E,	3,72	28,99	0,16	2,26	1,02	3,37	0,03	0,09		0,11	0,04	5,71	15,22		
	Mín	9,87	533	7,73	4,6	1,18	0,44	0,07	0,12		0,02	0,03	5,83	12,37		
	Máx	16,75	584,33	8,02	9,08	3	7,17	0,13	0,28		0,24	0,11	15,73	41,18		
2008	n	4	4	4	4	4	3	4	4		3	3	4	3		1
	Media	17,22	455,46	7,65	6,63	1,46	3,55	0,08	0,14		0,11	0,05	5,26	25,39		95
	D,E,	4,69	55,43	0,21	2,3	0,93	2,64	0,02	0,13		0,17	0,01	2,72	2,23		
	Mín	10,94	391,6	7,41	4,07	0,43	1,44	0,05	0,03		0,01	0,04	2	24,05		95
	Máx	22,22	522,17	7,86	9,46	2,38	6,51	0,1	0,32		0,31	0,07	8,47	27,96		95
2009-2010	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5	6	6	6
	Media	17,17	447,13	7,9	9,23	1,11	5,96	0,13	0,14	2,49	0,08	0,09	3,21	6,58	15,72	97,75
	D,E,	5,04	92,22	0,62	0,98	0,59	2,39	0,05	0,07	0,68	0,08	0,04	3,21	3,16	8,18	16,51
	Mín	11,8	293	7,29	7,86	0,48	3,14	0,08	0,04	1,49	0,01	0,05	1,18	3,35	8,65	78,5
	Máx	25,17	550,3	8,76	10,3	2,15	10,23	0,24	0,22	3,37	0,2	0,14	8,86	12,65	30,85	119,5