



206

ORD. : N° 18 de mayo de 2021

ANT. : - ORD. N° CE 068 SEA Región de Coquimbo, de fecha 07.04.2021.
- ORD. DGOP N°179, de fecha 28.04.2021. Solicita ampliación de plazo
- Resolución Ex. N° CE 079 de fecha 29.04.2021, de la Comisión de Evaluación de la Región de Coquimbo que se pronuncia sobre la solicitud de ampliación de plazo.

MAT. : Entrega antecedentes solicitados.

SANTIAGO,


DE: **SR. CARLOS GUZMÁN JARA**
DIRECTOR GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS

A: **SRA. CLAUDIA MARTÍNEZ GUAJARDO**
DIRECTORA REGIONAL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
REGIÓN DE COQUIMBO

Por medio del presente, y en el marco de la revisión excepcional de la RCA N° 004/2012 de fecha 04 de enero de 2012 que calificó favorablemente el proyecto "Embalse Valle Hermoso" y en atención a lo solicitado en el oficio ordinario indicado en el antecedente, en el siguiente link, se incluye Minuta UMA-DOH y sus anexos que dan respuesta a la información solicitada.

Link: <https://1drv.ms/u/s!AroiXVxSnJfqqk2leZ0obc9FIJD9g?e=oR0a0J>

Saluda atentamente a usted,

**CARLOS GUZMAN J**
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DIRE
Dirección General de Obras Públicas
2021-05-18 11:36

  **DISTRIBUCIÓN:**

- Destinatario: Avenida Gabriela Mistral N°2862 - La Serena, Tel: (56-52) 227273153 – 232708270, correo electrónico: oficinapartes.sea.coquimbo@sea.gob.cl
- cc. Sr. Mauricio Lavín V. / Secretario Ejecutivo SEMAT DGOP
- cc. Sr. Luis Muñoz L. / Director Regional DOH Región de Coquimbo
- cc. Sr. Pedro Rojas O. / SEREMI MOP Región de Coquimbo
- cc. Sra. Ivonne Marchant L. / Jefe de la División de Riego DOH.
- cc. Sr. Juan Carmona R. / Jefe Depto. Construcción de Riego DOH
- cc. Sr. Mario Abarca V. / Depto. Construcción de Riego DOH
- cc. Sr. Daniel Rivera T. / Jefe Dpto. Medio Ambiente y Territorio DOH
- cc. Srta. Loreto Gallegos C. / Jefa Unidad de Medio Ambiente DOH
- cc. Srta. Katerin Rojo H. / Unidad de Medio Ambiente DOH
- Oficina de Partes DGOP

Proceso N° 14901743 /

DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS Morandé 59, piso 3, Santiago | Chile
Teléfono (56-2) 2449 3952 | www.dgop.cl | www.mop.cl





MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS
UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE

MINUTA UMA-DOH

SOLICITUD REVISIÓN RCA N° 004/2012, PROYECTO "EMBALSE VALLE HERMOSO" CONFORME AL ART. 25 QUINQUIES DE LA LEY 19.300 SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE

Mayo 2021

I. INTRODUCCIÓN:

En el Marco de la solicitud de revisión de la RCA N° 004/2012 del proyecto embalse Valle hermoso, conforme al Art. 25 quinquies de la Ley 19.300, para la modificación del Caudal Ecológico, ingresada por la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) con fecha 02 de noviembre de 2020 y la posterior acreditación de la calidad de "directamente afectado" efectuada el 04 de diciembre de 2020 mediante el ORD DGOP N° 101, la Comisión de Evaluación de Coquimbo da inicio al proceso de revisión de la RCA del Embalse Valle Hermoso, ordena la publicación en el Diario Oficial y oficia a los servicios con competencias respecto de la variable ambiental objeto de la revisión para su pronunciamiento mediante la Resolución Exenta N° CE 0016 de fecha 05 de febrero de 2021.

Una vez emitidos los pronunciamientos por parte de los servicios con competencia ambiental, el Servicio de Evaluación Ambiental, mediante el ORD N° CE 068 de fecha 07 de abril de 2021 solicita lo siguiente:

1. Presentar antecedentes que permitan concluir fundadamente que aguas abajo del embalse no se generará un impacto significativo sobre las poblaciones de componentes ambientales tales como: biota acuática, bentos, fauna íctica u otra, flora como también respecto de los usos de riego establecidos considerando los antecedentes presentados en el EIA y seguimiento ambiental del proyecto.
2. De igual manera, y según corresponda, se solicita evaluar la pertinencia de proponer nuevos compromisos de carácter ambiental que pudiesen complementar lo actualmente aprobado en pos del objetivo consultado previamente.

A continuación, se presentan los antecedentes que fueron objeto de análisis y sus principales resultados, los que están basados en el documento "Antecedentes Adicionales Solicitados por el Servicio de Evaluación Ambiental de la Región de Coquimbo para pronunciarse ante la Solicitud de revisión de la RCA del Proyecto "Embalse Valle Hermoso", Conforme al Artículo 25 quinquies de la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente" de mayo de 2021, encargado a la empresa ATM SpA que se anexa como documento complementario a esta Minuta.

II. MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE CAUDALES:

a. Medición de Caudales Estación Río Pama

A partir de los registros de Caudal Medio Mensual (m³/s) obtenidos a través de descarga libre de la Dirección General de Aguas (DGA) para la estación Río Pama en Valle Hermoso (Coordenadas UTM

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS
UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE

Norte: 6539119 y Coordenadas UTM Este: 309832) se obtuvieron las series de Caudales medios para el periodo 1991-2020 y que se presentan en la tabla 1 siguiente.

Tabla 1. Caudales medios (m³/s) Río Pama en Valle Hermoso, Periodo 1991-2020.

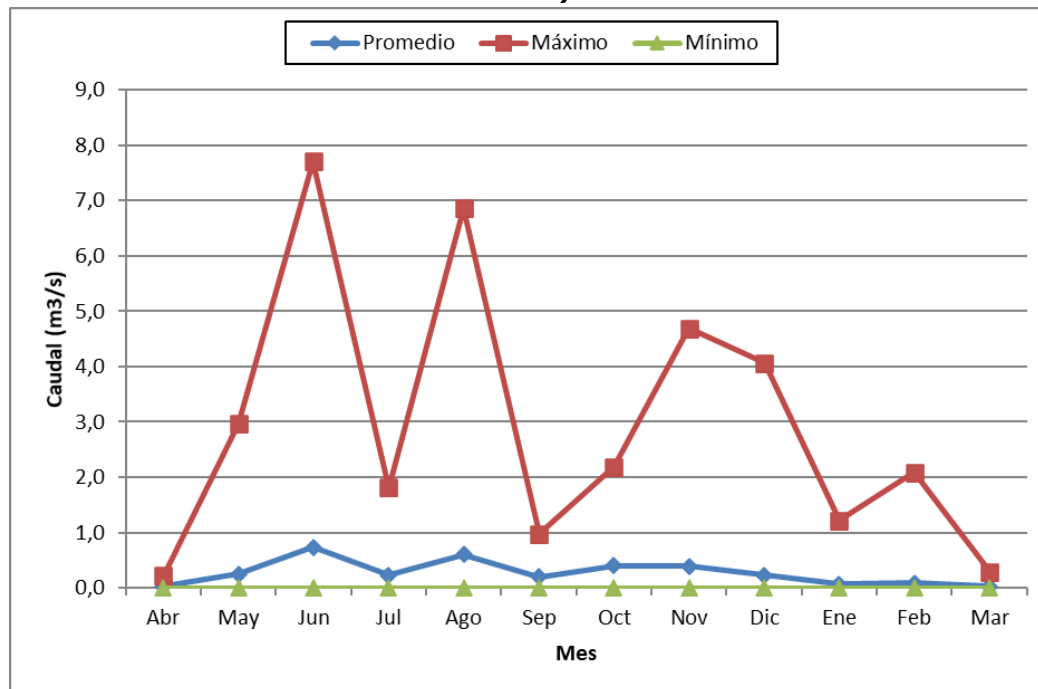
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
1991	0,010	0,000	0,000	0,000	0,034	2,123	0,544	0,271	0,600	0,862	0,774	0,244
1992	0,064	0,038	0,095	0,145	0,200	2,317	0,433	1,867	0,978	1,794	1,325	0,443
1993	0,192	0,124	0,068	0,159	1,925	0,315	0,220	0,180	0,283	0,600	0,240	0,096
1994	0,049	0,009	0,012	0,016	0,041	0,030	0,061	0,051	0,029	0,025	0,007	0,002
1995	0,006	0,005	0,003	0,002	0,006	0,011	0,007	0,009	0,008	0,010	0,009	0,003
1996	0,001	0,000	0,000	0,006	0,009	0,015	0,037	0,066	0,054	0,056	0,018	0,006
1997	0,002	0,003	0,003	0,003	0,000	7,708	0,597	5,318	0,321	2,186	4,694	4,065
1998	1,216	2,088	0,288	0,218	0,227	0,110	0,085	0,133	0,095	0,078	0,046	0,017
1999	0,012	0,005	0,005	0,005	0,006	0,008	0,011	0,014	0,066	0,072	0,053	0,021
2000	0,010	0,005	0,002	0,002	0,005	0,572	0,287	0,030	0,943	1,240	0,925	0,377
2001	0,049	0,021	0,021	0,022	0,014	0,014	1,710	0,101	0,068	0,470	0,232	0,025
2002	0,007	0,007	0,006	0,006	1,817	3,596	1,814	1,281	0,810	1,631	1,740	0,766
2003	0,298	0,105	0,069	0,070	0,093	0,111	0,070	0,059	0,080	0,068	0,043	0,026
2004	0,017	0,022	0,005	0,027	0,045	0,020	0,037	0,501	0,268	0,142	0,066	0,045
2005	0,030	0,031	0,016	0,019	0,056	0,046	0,046	0,108	0,237	0,510	0,415	0,088
2006	0,026	0,046	0,026	0,020	0,011	0,015	0,024	0,071	0,042	0,029	0,073	0,032
2007	0,015	0,007	0,006	0,006	0,007	0,010	0,017	0,016	0,010	0,018	0,015	0,008
2008	0,007	0,005	0,006	0,005	0,005	0,010	0,007	0,552	0,073	0,239	0,121	0,021
2009	0,006	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,009	0,007	0,031	0,019	0,006
2010	0,005	0,005	0,005	0,005	0,013	0,008	0,014	0,015	0,009	0,007	0,005	0,005
2011	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	1,966	0,100	0,044	0,212	0,371	0,057	0,007
2012	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,000	0,005	0,005	0,005
2013	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
2014	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
2015	0,005	0,005	0,000	0,000	0,002	0,002	0,001	6,855	0,000	0,703	0,802	0,203
2016	0,030	0,020	0,015	0,011	0,018	0,432	0,000	0,152	0,394	0,341	0,167	0,054
2017	0,024	0,000	0,016	0,011	2,961	2,646	0,641	0,426	0,444	0,460	0,000	0,324
2018	0,025	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,021	0,209	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: ATM, 2021.

A partir de lo anterior, es posible establecer que el caudal de río Pama depende directamente de las precipitaciones, comenzando a incrementar su caudal a partir del mes de abril, con el inicio de las lluvias para mantenerse con caudales variables en función de las precipitaciones de cada año, extendiéndose para aquellos años más lluviosos y/o de lluvias tardías hasta el mes de diciembre y presentando valores nulos o muy cercanos a cero entre enero y mediados de abril de cada año, hasta que comience nuevamente el periodo de lluvias.

En el Gráfico 1, muestra la variación de caudales mensuales promedios, máximos y mínimos durante el periodo 1991 y 2020. Los meses que presentan un caudal medio mayor corresponden a los meses de junio, agosto y octubre.

Gráfico 1. Curva de variación estacional de caudal del río Pama en Valle Hermoso (1991 - 2020)



Fuente: ATM, 2021

b. Medición de Caudal Ecológico

Durante el proceso de evaluación el EIA del embalse Valle Hermoso, se analizó la variable hidrología-determinación de caudal ecológico con el objetivo de asegurar las condiciones de hábitat para la sobrevivencia de las especies aguas abajo de la presa y a partir de ello, se estableció como compromiso en la RCA N° 04/2012 en los considerandos 7.1.2 b) Entrega de Caudal Ecológico y 12.1.1.3 d) Régimen de Caudal Ecológico. En ambos casos se consideró el registro diario al pie de presa durante toda la vida útil del embalse (etapa de operación). Esta medición se hará mediante un flujómetro ubicado en la sala de válvulas, según establecido en el Anexo D.10 del EIA.

El régimen de caudal ecológico mínimo aconsejable (m³/s), definido para el área de estudio se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Régimen de Caudal Ecológico Mensual establecido en RCA N° 004/2012.

Mes	Caudal (m³/s)
Enero	0,029
Febrero	0,017
Marzo	0,017
Abril	0,016
Mayo	0,045
Junio	0,065
Julio	0,080

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS
UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE

Mes	Caudal (m ³ /s)
Agosto	0,064
Septiembre	0,061
Octubre	0,086
Noviembre	0,069
Diciembre	0,027

Fuente: RCA N°004/2012

Como se señaló anteriormente, el Caudal Ecológico es parte del Plan de Seguimiento Ambiental y como tal, se han registrado sus mediciones desde octubre 2019 en adelante y en el mes de marzo 2021 fueron obtenidos los valores más bajos registrados para esta medida. Estos registros actualizados desde noviembre 2019 al mes de marzo 2021 se presentan en la tabla 3.

A lo anterior, es importante señalar, que el embalse Valle Hermoso si bien ha informado que se encuentra en fase de operación de la RCA, no ha podido operar. Se encuentra bajo una condición de "cota de aguas muertas", entregando un volumen variable en el mes, donde el agua entregada por el embalse corresponde a un volumen similar al agua que ingresa a éste. En dicho escenario no es posible registrar el caudal ecológico a través de un flujómetro puesto que el equipo no capta caudales tan pequeños. Dado lo anterior, se realizan las mediciones del caudal de entrada en la estación fluviométrica ubicada en la cola del embalse, para posteriormente entregar el mismo caudal desde el embalse.

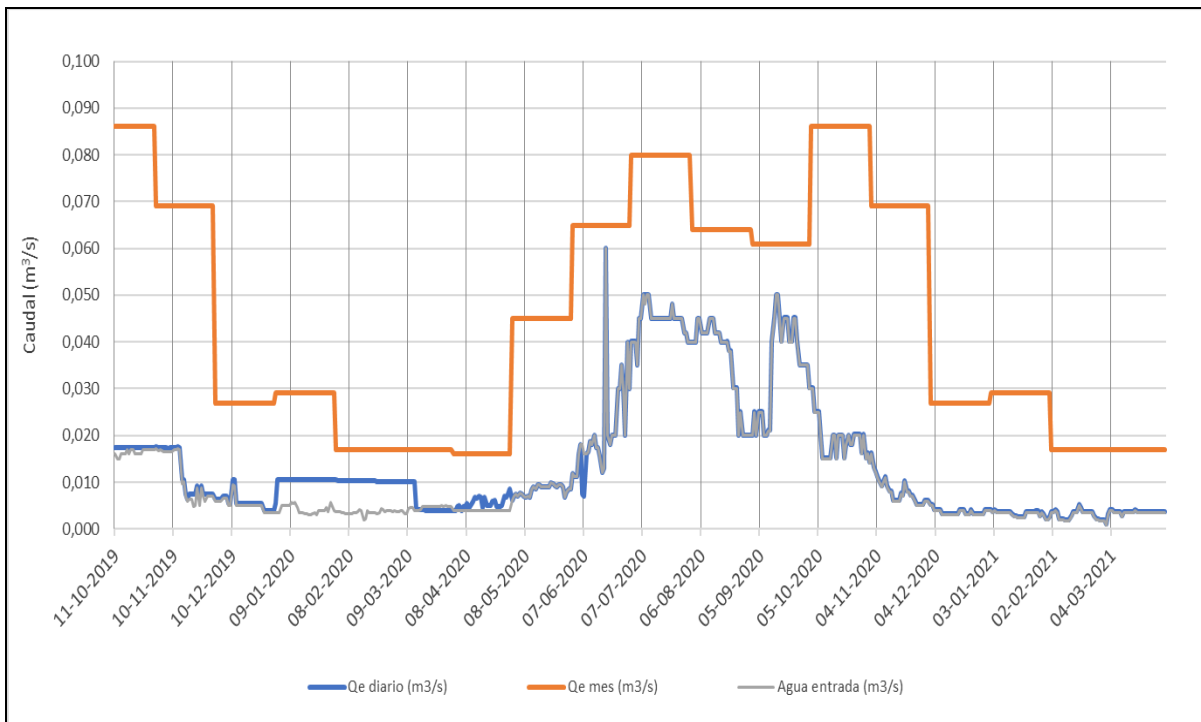
Tabla 3. Caudal diario m³/s registrados por Embalse Valle Hermoso

Fecha	Caudal RCA (m ³ /s)	Agua de entrada MÁX (m ³ /s)	Agua de entrada MÍN (m ³ /s)	Caudal medio entrada (m ³ /s)	Caudal MÁX (m ³ /s)	Caudal MÍN (m ³ /s)	Caudal medio Salida (m ³ /s)
octubre-2019	0,086	0,017	0,015	0,016	0,017	0,017	0,017
noviembre-2019	0,069	0,017	0,005	0,011	0,018	0,006	0,012
diciembre-2019	0,027	0,009	0,004	0,005	0,010	0,004	0,006
enero-2020	0,029	0,006	0,003	0,004	0,010	0,005	0,010
febrero-2020	0,017	0,004	0,002	0,004	0,010	0,010	0,010
marzo-2020	0,017	0,005	0,003	0,004	0,010	0,004	0,006
abril-2020	0,016	0,004	0,004	0,004	0,009	0,004	0,006
mayo-2020	0,045	0,010	0,006	0,008	0,010	0,006	0,008
junio-2020	0,065	0,060	0,011	0,021	0,060	0,007	0,021
julio-2020	0,080	0,050	0,035	0,044	0,050	0,035	0,044
agosto-2020	0,064	0,045	0,020	0,036	0,045	0,020	0,036
septiembre-2020	0,061	0,050	0,020	0,035	0,050	0,020	0,035
octubre-2020	0,086	0,030	0,014	0,019	0,030	0,014	0,019
noviembre-2020	0,069	0,016	0,005	0,008	0,016	0,005	0,008
diciembre-2020	0,027	0,005	0,003	0,003	0,005	0,003	0,004
enero-2021	0,029	0,004	0,002	0,003	0,004	0,002	0,003
febrero-2021	0,017	0,005	0,002	0,003	0,005	0,002	0,003
marzo-2021	0,017	0,004	0,001	0,003	0,004	0,001	0,004

Fuente: ATM, 2021.

A continuación, se presenta en el Gráfico 2 las variaciones de los caudales de entrada y salida del embalse y el Caudal Ecológico establecido por RCA.

Gráfico 2. Variaciones de caudales de entrada y salida del embalse y el Caudal Ecológico establecido por RCA.



Fuente: ATM,2021.

III. ANÁLISIS DE COMPONENTES AMBIENTALES:

Para análisis de los componentes ambientales solicitados, se consideró la información levantada en la Línea de Base del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el periodo primavera 2009- invierno 2010 y la información que se ha generado entre los monitoreos durante la fase de construcción y de operación del embalse en el marco del Seguimiento Ambiental del componente Flora y Fauna Acuática que considera el Monitoreo de la Biota Acuática y Sistema Léntico (considerando 13.1.3, literal a) de la RCA).

Es importante señalar que esta medida considera como parámetros de inspección:

- i. Verificar el monitoreo de la flora acuática, bentos, peces y parámetros físico- químicos y biológicos del agua para los usos de riego y vida acuática en cada estación,
- ii. Verificar que se incluya la determinación de diversidad, abundancia relativa y estructura poblacional de peces y
- iii. Condición de Riqueza, abundancia y diversidad de los ensamblajes biológicos, lo que permitirá determinar cambios cualitativos y cuantitativos de la flora y fauna;

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS
UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE

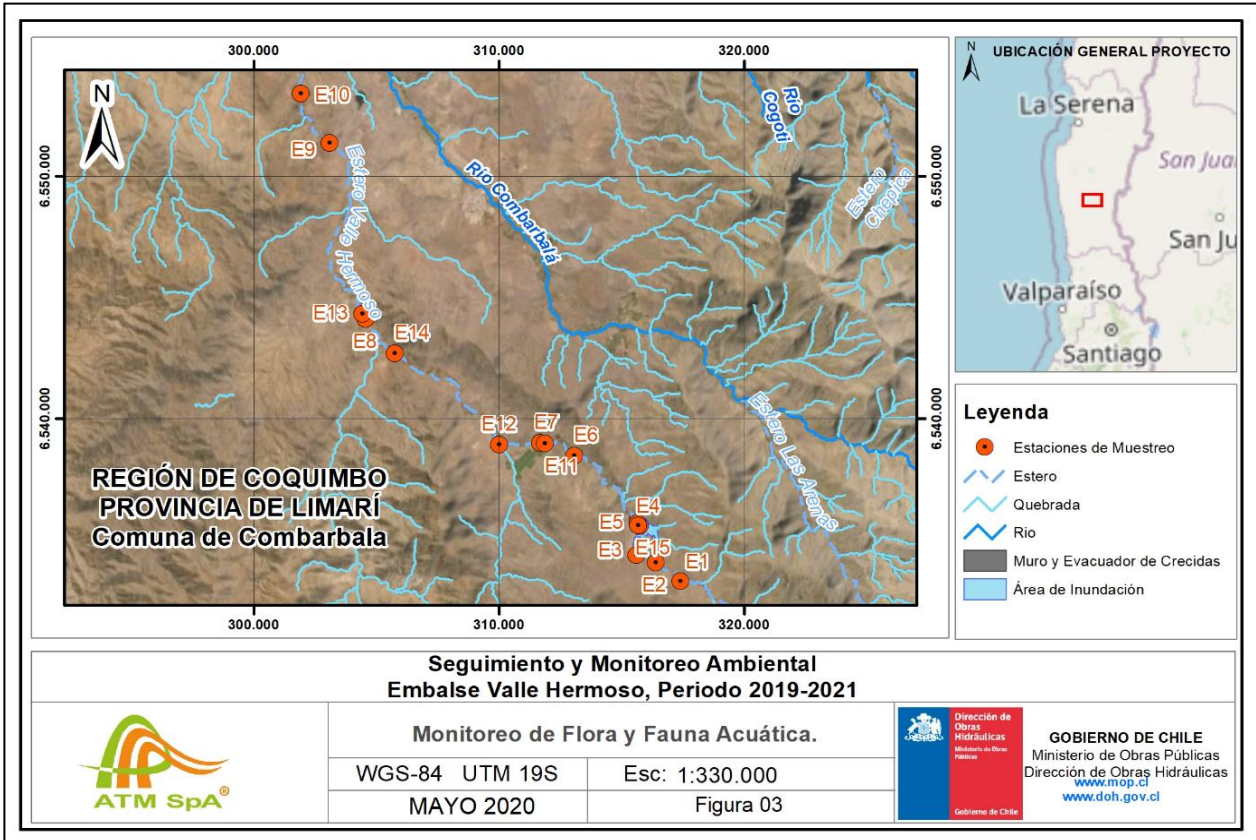
Las estaciones de muestreo definidas consideran los 10 puntos de muestreo utilizados en el levantamiento de la Línea de Base del EIA y 4 puntos adicionales que fueron considerados como Zonas de Restricción Ecológica (ZRE) para especies "Objeto de Conservación" durante el proceso de evaluación. Los puntos de muestreo se presentan en la tabla 4 y su representación cartográfica se muestra en la figura 1.

Tabla 4. Estaciones de Monitoreo Flora y Fauna Acuática

Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS-84, HUSO 19S		Altura m.s.n.m
		Este	Norte	
E1	Río Pama en refugio Las Hualtatas	317.401	6.533.315	1.767
E2	Río Pama en zona de inundación	316.396	6.534.072	1.705
E3	Quebrada afluente Sur	315.607	6.534.388	1.729
E4	Quebrada afluente Norte	315.739	6.535.571	1.604
E5	Río Pama abajo muro presa	315.654	6.535.704	1.568
E6	Río Pama en Fundo Valle Hermoso	313.073	6.538.479	1.186
E7	Río Pama en Valle Hermoso	311.685	6.539.007	1.102
E8	Río Pama antes ruta D-71	304.542	6.544.111	881
E9	Río Pama en puente Pama	303.072	6.551.364	803
E10	Río Pama antes confluencia río Combarbalá	301.903	6.553.384	788
E11	ZRE-3 área 1 (<i>Alsodes nodosus</i> , <i>Basilichthys microlepidotus</i> y <i>Trichomycterus areolatus</i>)	311.865	6.538.979	1.107
E12	ZRE-3 área 1 (<i>Alsodes nodosus</i> , <i>Basilichthys microlepidotus</i> y <i>Trichomycterus areolatus</i>)	309.992	6.538.941	1.038
E13	ZRE-3 área 2 (<i>Pleurodema thaul</i> y <i>Rhinella arunco</i>)	304.421	6.544.321	877
E14	ZRE-3 área 2 (<i>Pleurodema thaul</i> y <i>Rhinella arunco</i>)	305.746	6.542.688	908

Fuente: RCA N° 004/2012; Tabla 10.24 EIA.

Figura 1. Puntos de Monitoreo Flora y Fauna Acuática



A continuación, se desarrollan cada uno de los componentes:

a) Fauna Íctica:

La ictiofauna se ha monitoreado desde otoño de 2016 a la fecha. Sin embargo, durante la etapa de construcción del embalse, sólo se monitorearon los 10 puntos que se contemplaron en la Línea de Base y una vez que el embalse entró en fase de operación, se sumaron los 4 puntos de Zona de Restricción Ecológica (ZRE). Los resultados de los monitoreos en términos de presencia de las especies *Basilichthys microlepidotus* (pejerrey del Norte chico) y *Trichomycterus areolatus* (bagrecito) se presentan en la tabla 5.

Los estudios de línea base registraron dos especies correspondientes a *Basilichthys microlepidotus* y a *Trichomycterus areolatus*. Sin embargo, la especie *Trichomycterus areolatus* no había sido registrada desde los estudios de monitoreo de julio de 2016 hasta el monitoreo de invierno de 2020. Para posteriormente registrar su presencia en los monitoreos de primavera 2020 y verano 2021, evidenciando una resiliencia ambiental del ecosistema acuático en la sección media del estero Valle Hermoso (E6-E7-E11-E12)

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS
UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE

Tabla 5. Presencia de las especies *Basilichthys microlepidotus* y *Trichomycterus areolatus*

ID	Línea base primavera 2009	Línea base invierno 2010	Monitoreo abril 2016	Monitoreo julio 2016	Monitoreo septiembre 2016	Monitoreo febrero 2017	Monitoreo junio 2017	Monitoreo septiembre 2017	Monitoreo diciembre 2017	Monitoreo marzo 2018	Monitoreo junio 2018	Monitoreo septiembre 2018	Monitoreo diciembre 2018	Monitoreo marzo 2019	Monitoreo junio 2019	Monitoreo septiembre 2019	Monitoreo octubre 2019	Monitoreo noviembre 2019	Monitoreo marzo 2020	Monitoreo abril 2020	Monitoreo julio 2020	Monitoreo noviembre 2020	Monitoreo febrero 2021
E1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E6	P	-	-	-	-	P	-	-	-	-	P	P	P	P	-	-	-	P	-	-	-	-	-
E7	P	P	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	P	P	P	P	-
E8	P	-	P	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E9	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E10	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	P	P	P	P
E12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-
E13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P: Presencia; -: sin registro

Fuente:ATM, 2021.

Las estaciones ubicadas en la sección baja del Río Pama, que corresponden a las estaciones E8, E9 y E10 (aguas abajo del embalse Valle Hermoso), que registraron aguas superficiales y fauna íctica durante el estudio de línea base realizado entre primavera 2009 e invierno 2010 en los monitoreos posteriores se han registrado como "puntos secos", sin aguas superficiales, a consecuencia de la sequía en la zona y se han reflejado en los monitoreos como una acotada distribución de las especies *Basilichthys microlepidotus* y *Trichomycterus areolatus* en las estaciones medias del río E6, E7 y en la ZRE área 1 (E11 y E12), zona aledaña del Fundo Valle Hermoso a unos 3,5 km de distancia del muro del embalse Valle Hermoso. Esta situación se ilustra en las figuras 2 y 3 que muestran la distribución de fauna íctica durante los estudios de línea base y la distribución actual de la fauna íctica en el área aguas abajo del embalse Valle Hermoso.

Figura 2. Distribución de fauna íctica durante los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno de 2010).



Fuente: ATM, 2021.

En relación con la abundancia de fauna íctica registrada, los resultados indican una amplia variabilidad de la abundancia de individuos en todas las campañas de monitoreo. Ver gráfico 3. Sin embargo, se observa una disminución en la distribución de la ictiofauna, dado que, en los estudios de primavera de 2009, los peces se distribuían en varias estaciones, en general aguas abajo del embalse Valle Hermoso. Además, los estudios de monitoreo de la fauna íctica registran la presencia acotada a algunas estaciones e incluso se registran mayormente en los puntos E6 y E7, ubicados en la zona aledaña del Fundo Valle Hermoso.

Figura 3. Distribución actual de la fauna íctica en el área de influencia del embalse Valle Hermoso.

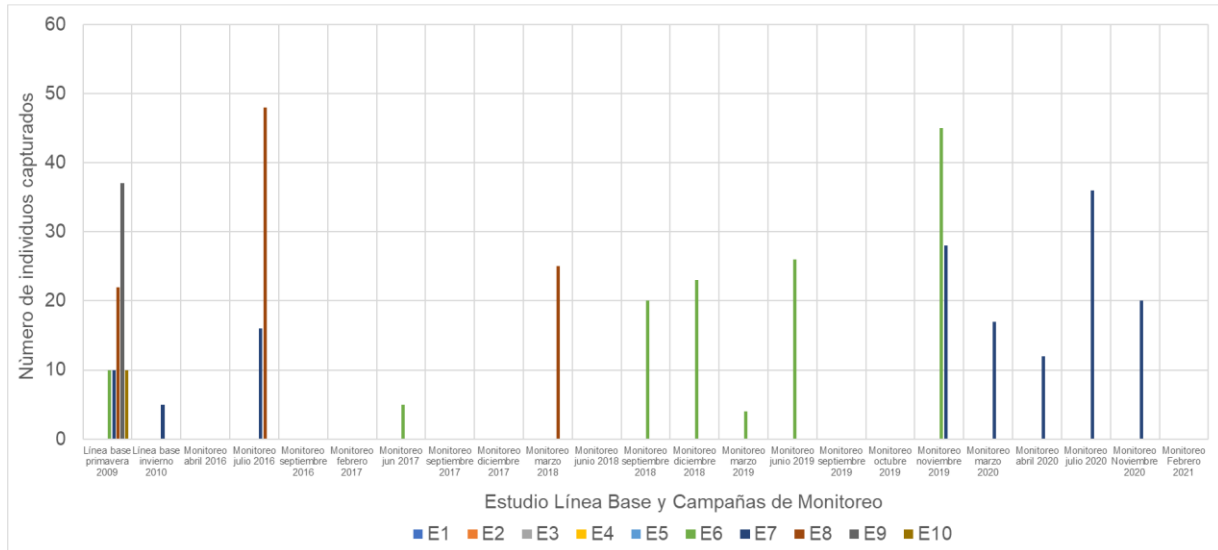


Fuente: ATM, 2021.

Cabe señalar que, durante los monitoreos de verano, otoño, invierno y primavera de 2020, solamente se ha registrado fauna íctica en la estación E7, debido principalmente a la escases hídrica, que disminuye los espacios y desplazamiento para la fauna íctica. Sin embargo, durante la campaña de verano 2021, se registró la estación E7 sin aguas superficiales (punto seco), disminuyendo la abundancia de individuos y perdiéndose la biota acuática en dicho punto, especialmente la fauna íctica que habitaba en obra de restitución del hábitat acuático.

Sin perjuicio de lo anterior, los estudios de línea base registran dos especies correspondientes a *Basilichthys microlepidotus* (pejerrey del Norte chico) y *Trichomycterus areolatus* (bagrecito). Sin embargo, desde los estudios de monitoreo de julio de 2016, la especie *Trichomycterus areolatus* no había sido registrada en esta área, la que se volvió a registrar durante la campaña de primavera de 2020 y en la campaña de verano 2021, siendo un hito importante para la diversidad de la fauna íctica presente en el estero Valle Hermoso y evidenciando una resiliencia ambiental en la zona bajo estudio aguas abajo del embalse. Estos ejemplares, fueron registrados en las estaciones E11 y E12 (ZRE-3 área 1), sección del estero Valle Hermoso donde temporalmente se ha registrado la fauna íctica.

Gráfico 3. Abundancia temporal de fauna íctica en el período de primavera 2009 a verano 2021 por campaña de muestreo

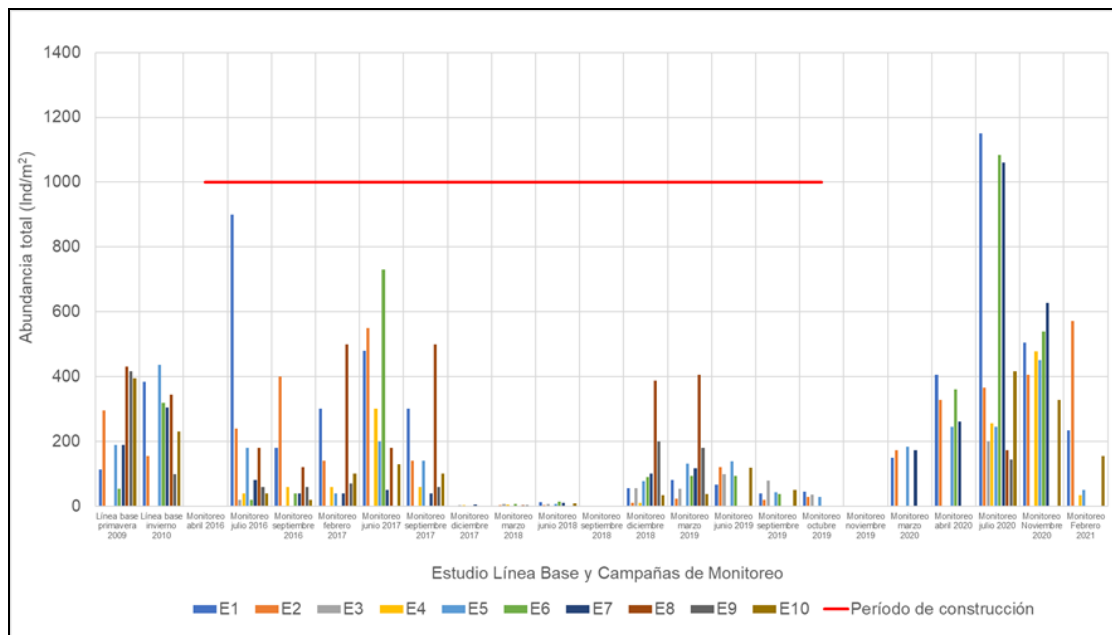


Fuente: ATM, 2021.

b) Bentos:

Los monitoreos temporales indican una disminución de la abundancia y riqueza de especies hasta el monitoreo de noviembre de 2019, en comparación a los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010). Sin embargo, se evidenció un aumento de la abundancia de individuos desde marzo de 2020 hasta julio de 2020, incorporándose abundancia en todas las estaciones de monitoreo, debido a la presencia de agua superficial. Además, se observan mayores abundancias en las estaciones E1, E6 y E7 con densidades mayores a los 1.000 ind/m², evidenciando la resiliencia ambiental de los puntos de monitoreo frente al período de sequía acontecido en la zona de Combarbalá y sus alrededores. No obstante, durante el monitoreo de verano 2021 se registró nuevamente una disminución del ensamble biológico en la mayoría de las estaciones, debido principalmente a la escasez hídrica de la zona, disminuyendo el hábitat acuático en los puntos de monitoreo.

Gráfico 4. Abundancia temporal de macroinvertebrados bentónicos dulceacuícolas desde los estudios de línea base (2009 y 2010) hasta el monitoreo de verano 2021



Fuente: ATM, 2021.

c) Anfibios:

Los monitoreos temporales sobre los anfibios no presentan cambios significativos en la distribución y abundancia de las especies, en comparación a los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010). Además, la riqueza de esta fauna de baja movilidad no ha disminuido, observándose a las especies tanto aguas arriba como aguas abajo del embalse Valle Hermoso. Cabe señalar que, este subcomponente biológico no fue evaluado desde abril de 2016 a noviembre de 2019 para el monitoreo de flora y fauna acuática. Además, no fue registrado ningún individuo durante la campaña de línea base invierno de 2010, situación similar a lo registrado en julio de 2020.

A continuación, se presenta una breve síntesis de los resultados obtenidos en los monitoreos desde el verano 2020 al verano 2021.

Verano 2020: Los anfibios en fase acuática fueron observados en las estaciones E2 (aguas arriba del embalse Valle Hermoso), estación E5 (aguas abajo del muro del embalse), la estación E7 (Fundo Valle Hermoso) y la estación E15 (punto adicional asociado a la cubeta del embalse), correspondiendo a individuos (larvas y juveniles) de los géneros *Rhinella sp.* y *Alsodes sp.*

Otoño 2020: Los anfibios en fase acuática fueron observados en las estaciones E2 (aguas arriba del embalse Valle Hermoso), estación E5 (aguas abajo del muro del embalse) y la estación E15 (punto adicional asociado a la cubeta del embalse), correspondiendo a individuos (juveniles) de las especies *Rhinella atacamensis* y *Alsodes nodosus*.



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS
UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE

- Invierno 2020:** Los anfibios en fase acuática no fueron observados en ninguna estación de monitoreo durante la campaña de invierno de 2020, a pesar de los esfuerzos de búsqueda de estos anuros y posiblemente los grupos de anfibios hayan finalizado su proceso reproductivo antes de la época de lluvias (invierno), ya que fueron registrados durante las épocas de verano y otoño 2020.
- Primavera 2020:** Los anfibios en fase acuática fueron observados en abundancia durante la presente campaña de primavera 2020, registrando su presencia en toda el área de estudio. La especie *Rhinella atacamensis* fue observada en larvas y juveniles. Las especies *Alsodes nodosus* y *Pleurodema thaul* fueron observadas en larvas y adultos, evidenciando una resiliencia ambiental del ecosistema acuático y la época de reproducción de las especies en categoría de conservación.
- Verano 2021:** Los anfibios en fase acuática fueron observados en menor abundancia durante la presente campaña de verano 2021 y registrando su presencia en sección alta y media el área de estudio. La especie *Rhinella atacamensis* fue observada en las estaciones E2 y E15. La especie *Alsodes nodosus* fue observada en las estaciones E1, E2 y E11, mientras que, la especie *Pleurodema thaul* fue registrada solamente en las estaciones E1, E4, E11 y E15, evidenciando una disminución del ecosistema acuático y con pérdida de biota acuática en algunas estaciones.

A partir de lo anterior, se puede concluir, que los monitoreos temporales sobre los anfibios no presentan cambios significativos en la distribución y abundancia de las especies, en comparación a los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010). Además, la riqueza de esta fauna de baja movilidad no ha disminuido, observándose a las especies tanto aguas arriba como aguas abajo del embalse Valle Hermoso.

d) Flora Acuática y Vegetación de Ribera:

Los monitoreos temporales de la flora acuática y vegetación de ribera han presentado una mayor riqueza y distribución de especies aguas abajo del embalse Valle Hermoso, en comparación a los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010). Estos monitoreos establecieron que no se observan cambios significativos en la distribución y abundancia de especies de la flora acuática.

e) Usos de riego:

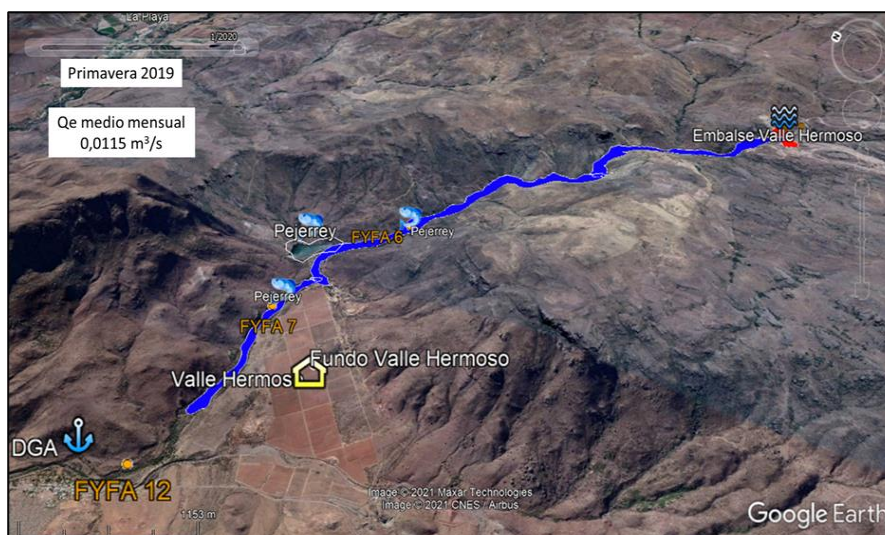
Respecto de los Usos de Riego establecidos aguas abajo del embalse, la Junta de vigilancia del Río Pama y sus afluentes es la organización que administra los derechos de aprovechamiento de aguas de uso consuntivo y ejercicio continuo en 1.453 acciones de ejercicio permanente y 581,6 de ejercicio eventual, inscritos el año 1928, por lo que no existe afectación a los usos de riego aguas abajo del embalse al ser ellos los dueños de las aguas y los principales interesados en la tramitación y aprobación de la modificación.

IV. RELACIÓN ENTRE CAUDAL ECOLÓGICO Y POBLACIÓN DE FAUNA ÍCTICA, AGUAS ABAJO DEL EMBALSE:

A continuación, se realiza un análisis de los caudales entregados a pie de presa y su disponibilidad aguas abajo durante los monitoreos de Flora y Fauna Acuática realizados entre primavera 2019 y verano 2021.

Primavera 2019: Durante este periodo el caudal liberado a pie de presa fue de 11,5 l/s, los cuales alcanzan a cubrir el cauce del estero Valle Hermoso hasta las estaciones E7 y E11 (ZRE A1). Sin embargo, las estaciones aguas abajo (E8, E9, E10, E12 (ZRE A1), E13 y E14 (ZRE A2), quedan sin caudal suficiente y fueron registrados como puntos secos (sin agua superficial).

Figura 4. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante la primavera 2019.



Fuente: ATM, 2021.

Verano 2020: El caudal liberado en la época estival fue de 6,4 l/s, los cuales alcanzan a cubrir el cauce del estero Valle Hermoso hasta las estaciones E7 y E11 (ZRE A1). Sin embargo, las estaciones aguas abajo (E8, E9, E10, E12 (ZRE A1), E13 y E14 (ZRE A2), quedan sin caudales suficientes y fueron registrados como puntos secos (sin agua superficial).

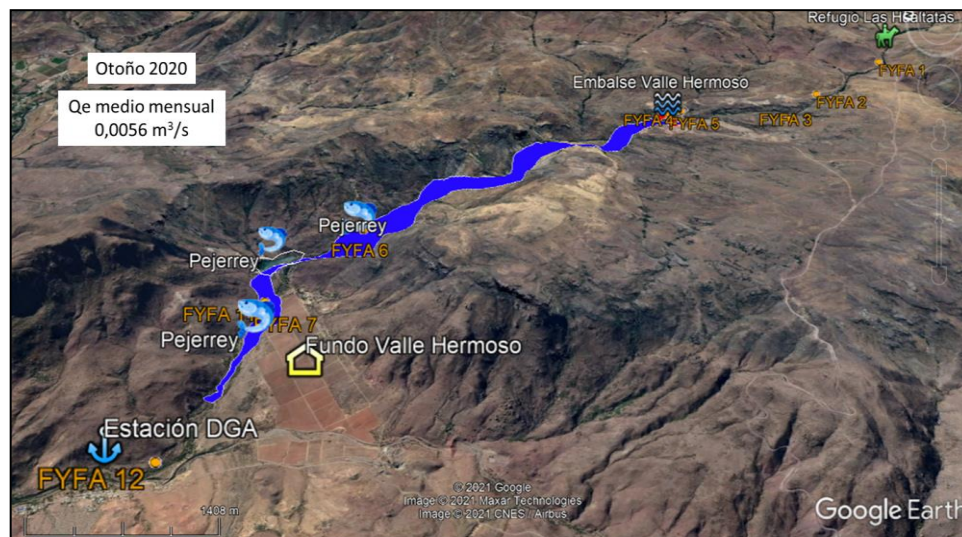
Figura 5. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante la Verano 2020.



Fuente: ATM, 2021.

Otoño 2020: Durante este periodo el caudal liberado a pie de presa fue de 5,6 l/s los cuales alcanzan a cubrir el cauce del estero Valle Hermoso hasta las estaciones E7 y E11 (ZRE A1). Sin embargo, las estaciones aguas abajo (E8, E9, E10, E12 (ZRE A1), E13 y E14 (ZRE A2), quedan sin caudales suficientes y fueron registrados como puntos secos (sin agua superficial).

Figura 6. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante la Otoño 2020.

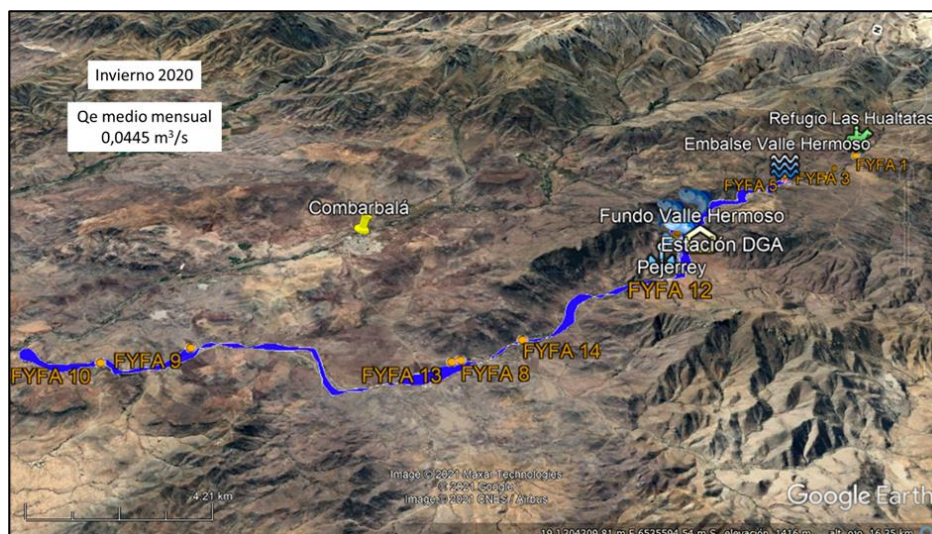


Fuente: ATM, 2021.

Invierno 2020: El Caudal liberado a pie de presa superó los 44 l/s, alcanzado a cubrir la totalidad del cauce del estero Valle Hermoso y río Pama, hasta su confluencia con el río Combarbalá.

Además, las precipitaciones acontecidas en junio de 2020 ayudaron a disminuir el estrés hídrico, aumentando los caudales y reestableciendo la flora y fauna acuática en aquellos tramos (tramo inferior estero Valle Hermoso (E12 y E14) y río Pama (E8, E13, E9 y E10)) y quebradas afluentes (E3 y E4), que no habían presentado aguas superficiales en las campañas de verano y otoño de 2020. Ver figura x. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante el invierno 2020.

Figura 7. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante la Invierno 2020.



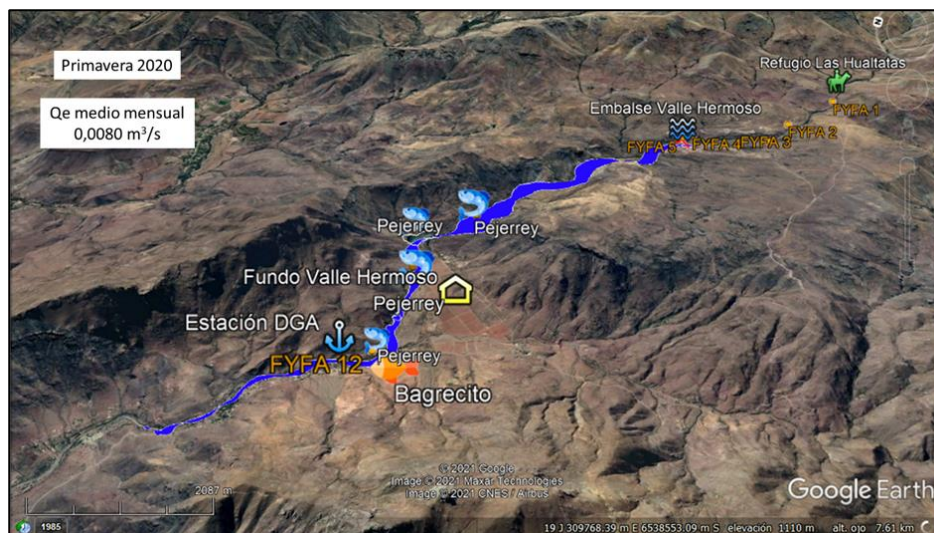
Fuente: ATM, 2021.

Primavera 2020: El caudal ecológico liberado a pie de presa es de 8 l/s, alcanzado a cubrir el cauce del estero Valle Hermoso hasta las estaciones E7, E11 y E12 (ZRE A1). Sin embargo, las estaciones aguas abajo (E8, E9, E10, E13 y E14 (ZRE A2), quedan sin caudales suficientes y fueron registrados como puntos secos (sin agua superficial). Ver figura x. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante la primavera 2020.

Verano 2021: El caudal ecológico liberado a pie de presa es de 3 l/s el cual alcanza a cubrir el cauce del estero Valle Hermoso hasta la estación E5 (punto a 100 m aguas abajo del muro del embalse) y una cierta cantidad de metros aguas abajo, dejando sin caudales suficientes a la mayoría de las estaciones del estero Valle Hermoso y río Pama.

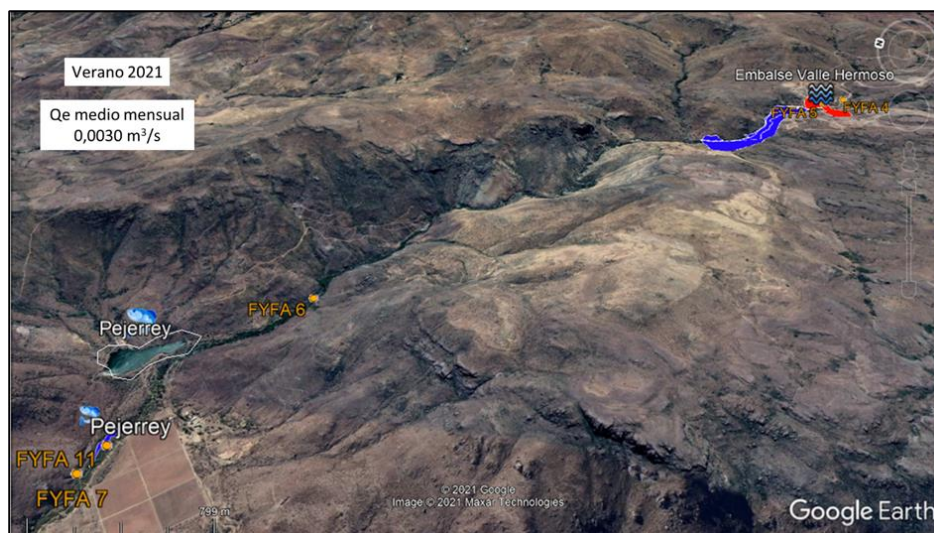
Cabe señalar que, este escenario es el peor registrado durante los monitoreos al proyecto Embalse Valle Hermoso, debido a la escasez hídrica de la zona, disminuyendo el ecosistema acuático y con pérdida de biota acuática (fauna íctica).

Figura 8. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante la Primavera 2020.



Fuente: ATM, 2021.

Figura 9. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante la Verano 2021.



Fuente: ATM, 2021.

V. ALCANCE A LA MODIFICACIÓN DE LA REGLA OPERACIONAL

Con relación a la propuesta presentada en octubre de 2020 por DGOP, que señalaba: “El Caudal Ecológico debe ser el 10% del Caudal Afluente medido en la Estación Fluviométrica de la cola del Embalse Valle Hermoso, con un mínimo de 10 l/s (0,010 m³/s) y un valor máximo mensual igual al de la Tabla N°1 del considerando 7.1.2 b) Entrega de Caudal Ecológico de la RCA N°4/2012, lo que



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS
UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE

significa que en el caso que el caudal del Río Pama tenga el caudal suficiente, ese 10% propuesto cumplirá el mismo régimen de la RCA N°4/2012."

Es necesario precisar que a propósito de la revisión de los datos de Caudal Medio Anual y los registros de Caudal del Río Pama que registra el embalse, se han medido caudales inferiores a los 10 l/s por lo que es necesario señalar que, en los casos en que el Caudal Afluente al embalse sea inferior a los 10 l/s, se dejará pasar la totalidad del caudal registrado. El resto de la propuesta queda en los mismos términos que fue presentada.

Cabe mencionar que cuando el embalse Valle Hermoso tenga agua acumulada, los regantes harán uso de sus derechos de uso y con ello, el caudal liberado aguas abajo del embalse será superior a 10 l/s, siendo mayor a lo que se plantea dejar pasar como mínimo, favoreciendo así la biota.

VI. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE IMPACTO SOBRE COMPONENTES AMBIENTALES AGUAS ABAJO DEL MURO POR MODIFICACIÓN DE CAUDAL ECOLÓGICO.

Los datos hidrológicos de los caudales de entrada al embalse Valle Hermoso, evidencian una intensa sequía durante los últimos 10 años y una disminución del caudal del río Pama a partir del año 2018, dejando sin aguas superficiales a la sección media e inferior del río Pama y a las quebradas afluentes ubicadas aguas arriba del embalse. Sin embargo, se debe considerar que, los ríos de la Región de Coquimbo se secan por algún período y en algunos casos, sólo llevan aguas cuando llueve en época de invierno hasta mediados de primavera, siendo este tipo de río, común en zonas de clima tipo estepárico de interior o semiárido.

La ictiofauna presente aguas abajo del embalse, está adaptada y depende de las pozas permanentes y/o tramos fluviales que tienen agua superficial todo el año (E11 (ZRE A1)) y que son utilizados como refugios durante la época seca (estiaje) y recolonizan los tramos secos una vez que el agua vuelve a discurrir por ellos. Cabe señalar que, se observan dos reservorios de fauna íctica en la sección media del estero Valle Hermoso, siendo una la estación E11 y de manera extraordinaria, el tranque del Fundo Valle Hermoso, el que ha acumulado un mayor volumen que el embalse Valle Hermoso.

A pesar de que, durante la época de verano 2021 se presentan bajos caudales de entrada y salida del embalse, se mantiene aguas abajo la presencia de la fauna íctica (*Basilichthys microlepidotus* y *Trichomycterus areolatus*) en la estación E11 (Zona de Restricción Ambiental). Además, es posible que la fauna íctica se mantenga en estos reservorios hasta que aumenten los caudales nuevamente en el estero Valle Hermoso o haya presencia de agua superficial, evento evidenciable en junio y septiembre de 2019, donde la estación E6 se registró sin aguas superficiales, y que posteriormente en noviembre de 2019 nuevamente registró agua superficial y presencia de fauna íctica.

Por otro lado, la fauna bentónica (zoobentos) ha presentado temporalmente una disminución en la abundancia y riqueza de especies en comparación a los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010). Sin embargo, se ha evidenciado que los eventos de lluvias (precipitaciones) permiten la recuperación (resiliencia ambiental) del hábitat acuático en los puntos de monitoreo, debido a la presencia de agua superficial, momento que, el ensamble biológico aprovecha para aumentar la riqueza de especies y abundancia de individuos, lo cual ha sido evidenciado en invierno y primavera de 2020, presentado abundancias mayores a lo registrado en los estudios de línea base.



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS
UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE

En el caso de los anfibios, estos fueron registrados en los estudios de línea base del EIA (primavera 2009 e invierno 2010), solamente en estaciones aguas abajo del embalse Valle Hermoso (E5, E6, E7, E8, E9, E10). Mientras que, durante los últimos monitoreos (2020 y 2021), han sido registrados tanto aguas arriba como aguas abajo del embalse y con mayor presencia durante la época de primavera, situación similar a lo registrado en primavera 2009. Las especies presentes se encuentran tanto aguas arriba como aguas abajo y se mantienen en la zona de restricción ambiental (E11).

Entretanto, la flora acuática ha presentado una mayor riqueza y distribución de especies aguas abajo del embalse Valle Hermoso, en comparación a los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010), y a pesar de que, los eventos de sequía disminuyen la disponibilidad del hábitat acuático, no se observan cambios significativos en la distribución y abundancia de especies de la flora acuática.

Los usos de riego al igual que el resto de los componentes analizados puesto que tal y como se indicó en la Presentación del 25 quinquies, los derechos del Río Pama y que se desea embalsar son propiedad de la Junta de vigilancia y que justamente son los que han solicitado esta modificación.

Finalmente es posible señalar que la modificación solicitada no generará impactos significativos sobre las poblaciones de las componentes fauna íctica, bentos, anfibios, flora y vegetación de ribera debido a que en la actualidad los caudales liberados por el embalse han fluctuado en valores inferiores a los propuestos y a la fecha no se ha evidenciado un efecto adverso, por el contrario, se ha podido evaluar la dinámica natural y la resiliencia de los ecosistemas. Asimismo, respecto a los usos de riego se descarta un impacto significativo puesto que los propietarios de los derechos de agua son los que han solicitado esta modificación.

Tal como se señaló anteriormente, cuando el Embalse Valle Hermoso pueda operar, es decir, tenga un volumen de agua embalsado que pueda regular para entrega a riego, el caudal del Río Pama aguas abajo del muro será mucho mayor a los 10 l/s aportando a la biota.

VII. PERTINENCIA DE NUEVOS COMPROMISOS DE CARÁCTER AMBIENTAL

Si bien se descarta la generación de impactos significativos producto de la modificación que se pretende introducir al régimen del caudal ecológico, en atención a la información analizada y como una medida precautoria basada en la situación de sequía presente, se considera extender el Seguimiento Ambiental del componente Flora y Fauna Acuática, Monitoreo de Biota Acuática y Sistema Léptico (considerando 13.1.3, literal a) por un periodo de 2 años adicionales al tiempo establecido en la RCA. Por lo tanto, este monitoreo se extenderá en total por un periodo de 5 años desde el inicio de la fase de operación.

VIII. REFERENCIAS

AT-EME. Mayo 2021. Antecedentes adicionales solicitados por el Servicio de Evaluación Ambiental de la Región de Coquimbo para pronunciarse ante la solicitud de revisión de la RCA del EIA del proyecto "Embalse Valle Hermoso", conforme Artículo 25 quinquies ley Nº 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente. 37 p

AT-EME. 2021. Informe de Etapa IV "Seguimiento y Monitoreo Ambiental Embalse Valle Hermoso, Periodo 2019-2021". 75 p.



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS
UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE

AT-EME. 2020. Informe de Etapa III "Seguimiento y Monitoreo Ambiental Embalse Valle Hermoso, Periodo 2019-2021". 75 p.

AT-EME. 2020. Informe de Etapa II "Seguimiento y Monitoreo Ambiental Embalse Valle Hermoso, Periodo 2019-2021". 110 p.

AT-EME. 2020. Informe de Etapa I "Seguimiento y Monitoreo Ambiental Embalse Valle Hermoso, Periodo 2019-2021". 64 p.

GESAM CONSULTORES LTDA. 2020. Monitoreo Ambiental Embalse Valle Hermoso, campaña primavera 2019. 76 p.

RCA N° 0004/2012. Resolución de Calificación Ambiental para el Proyecto "Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto, Embalse Valle Hermoso". Servicio de Evaluación Ambiental, IV Región de Coquimbo. República de Chile.

DRT/LGC/krh

**ANTECEDENTES ADICIONALES SOLICITADOS POR EL SERVICIO DE
EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA REGIÓN DE COQUIMBO PARA
PRONUNCIARSE ANTE LA SOLICITUD DE REVISIÓN DE LA RCA DEL
DEL PROYECTO “EMBALSE VALLE HERMOSO”, CONFORME ARTÍCULO
25 QUINQUIES LEY N° 19.300 DE BASES GENERALES DEL MEDIO
AMBIENTE.**



Comuna de Combarbalá, Provincia de Limarí, Región de Coquimbo

Mayo 2021



ÍNDICE GENERAL

1	RESUMEN	4
2	INTRODUCCIÓN	5
3	OBJETIVOS	6
4	MATERIALES Y MÉTODOS	7
4.1	ÁREA DE ESTUDIO	7
4.2	METODOLOGÍA	8
4.2.1	REVISIÓN REGLA OPERACIONAL EVENTOS DE PRECIPITACIONES (10 MM/24 HRS)	9
4.2.2	EVALUACIÓN DE COMPONENTES BIÓTICOS	10
4.2.3	PROCESO DE EVALUACIÓN DEL CAUDAL AMBIENTAL	10
5	RESULTADOS	12
5.1.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	12
5.2	CAUDALES ESTERO VALLE HERMOSO (RÍO PAMA)	12
5.2.1	CAUDALES ESTACIÓN RÍO PAMA EN VALLE HERMOSO	12
5.2.2	CAUDALES ECOLÓGICOS EMBALSE VALLE HERMOSO	14
5.3	EVALUACIÓN DE CAUDALES PARA LA BIOTA ACUÁTICA DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN	19
5.3.1	FAUNA ÍCTICA	20
5.3.2	FAUNA BENTÓNICA	24
5.3.3	FLORA ACUÁTICA	24
5.3.4	ANFIBIOS	25
5.4	EVALUACIÓN DE LOS CAUDALES LIBERADOS DESDE EL MURO DEL EMBALSE	27
5.4.1	PRIMAVERA 2019	27
5.4.2	VERANO 2020	28
5.4.3	OTOÑO 2020	29
5.4.4	INVIERNO 2020	30
5.4.5	PRIMAVERA 2020	31
5.4.6	VERANO 2021	32
5.5	EVALUACIÓN DE USOS DE RIEGO ESTABLECIDOS	33
5.6	ANÁLISIS INTEGRAL	33
6	REGLA OPERACIONAL DE CAUDAL ECOLÓGICO	35
7	CONCLUSIONES	36
8	REFERENCIAS	37

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 5-1. CAUDALES MEDIOS (M ³ /s) RÍO PAMA EN VALLE HERMOSO, PERIODO 1991-2020.....	12
TABLA 5-2. VARIACIÓN ESTACIONAL CAUDAL MEDIO MENSUAL (M ³ /s), RÍO PAMA EN VALLE HERMOSO, PERÍODO 1991-2020 ...	13
TABLA 5-3. CAUDAL ECOLÓGICO MÍNIMO ACONSEJABLE POR MES.....	15
TABLA 5-4. CAUDAL DIARIO M ³ /S REGISTRADOS POR EMBALSE VALLE HERMOSO	15
TABLA 5-5. FRECUENCIA EN DÍAS POR CAUDAL A 10 L/S PERIODO OCTUBRE 2019 A MARZO 2019	18
TABLA 5-6. ESTACIONES DE MONITOREO FLORA Y FAUNA ACUÁTICA	19
TABLA 5-7. PRESENCIA DE LAS ESPECIES <i>BASILICHTHYS MICROLEPIDOTUS</i> Y <i>TRICHOMYCTERUS AREOLATUS</i>	21
TABLA 5-8. PRESENCIA DE ANFIBIOS.....	25
TABLA 5-9. PRESENCIA DE AGUA EN ESTACIONES DE MONITOREO DE FLORA Y FAUNA ACUÁTICA.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 4-1. ÁREA DE ESTUDIO EMBALSE VALLE HERMOSO	7
FIGURA 4-2. PROCESO DE EVALUACIÓN DEL CAUDAL AMBIENTAL	11
FIGURA 5-1. PUNTOS DE MONITOREO FLORA Y FAUNA ACUÁTICA.....	20
FIGURA 5-2. DISTRIBUCIÓN DE FAUNA ÍCTICA DURANTE LOS ESTUDIOS DE LÍNEA BASE (PRIMAVERA 2009 E INVIERNO DE 2010).....	22
FIGURA 5-3. DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA FAUNA ÍCTICA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL EMBALSE VALLE HERMOSO.	22
FIGURA 5-4. DIAGRAMA UNIFILAR SEGUIMIENTO AMBIENTAL RÍO PAMA – PRESENCIA DE FAUNA ÍCTICA.....	23
FIGURA 5-5. DIAGRAMA UNIFILAR SEGUIMIENTO AMBIENTAL RÍO PAMA – PRESENCIA DE ANFIBIOS.....	26
FIGURA 5-6. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS ABAJO DEL MURO DEL EMBALSE DURANTE LA PRIMAVERA 2019.	28
FIGURA 5-7. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS ABAJO DEL MURO DEL EMBALSE DURANTE EL VERANO 2020.	29
FIGURA 5-8. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS ABAJO DEL MURO DEL EMBALSE DURANTE EL OTOÑO 2020.	30
FIGURA 5-9. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS ABAJO DEL MURO DEL EMBALSE DURANTE EL INVIERNO 2020.	31
FIGURA 5-10. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS ABAJO DEL MURO DEL EMBALSE DURANTE EL PRIMAVERA 2020.	32
FIGURA 5-11. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS ABAJO DEL MURO DEL EMBALSE DURANTE EL VERANO 2021.....	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 5-1. CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL DE CAUDAL DEL RÍO PAMA EN VALLE HERMOSO (1991 - 2020)	13
GRÁFICO 5-2. CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL DE CAUDAL DEL RÍO PAMA EN VALLE HERMOSO (1991 - 2020), SEGÚN PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA.....	14
GRÁFICO 5-3. CAUDALES EMBALSE VALLE HERMOSO.....	16
GRÁFICO 5-4. RELACIÓN ENTRE CAUDALES EMBALSE VALLE HERMOSO Y PRECIPITACIONES	17
GRÁFICO 5-5. ABUNDANCIA TEMPORAL DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DULCEACUÍCOLAS DESDE LOS ESTUDIOS DE LÍNEA BASE (2009 Y 2010) HASTA EL MONITOREO DE VERANO 2021	24

1 RESUMEN

El Proyecto Embalse Valle Hermoso fue ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) por el Ministerio de Obras Públicas con fecha 21 de enero de 2011, mediante un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), obteniendo su aprobación mediante Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 0004 de fecha 04 de enero de 2012 por la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) de la Región de Coquimbo.

El proyecto “Embalse Valle Hermoso”, se localiza en la Región de Coquimbo, en la comuna de Combarbalá, provincia de Limarí. El proyecto es una obra de regulación de los recursos hídricos del río Pama, y tiene como principal finalidad mejorar las condiciones del riego en el valle.

El presente documento corresponde a la entrega de antecedentes para dar respuesta al ORD. N° CE: 068, con fecha 07 de abril de 2021, emitido por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) de la Región de Coquimbo, mediante el cual se solicita al Ministerio de Obras Públicas (MOP) antecedentes adicionales para poder pronunciarse ante la Solicitud de revisión RCA EIA del proyecto “Embalse Valle Hermoso”, conforme artículo 25 quinquies Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente realizada por dicho Ministerio.

La materia sujeta a revisión corresponde a lo referente a los caudales ecológicos y a los antecedentes de caudales obtenidos durante la Fase de Operación del embalse Valle Hermoso.

2 INTRODUCCIÓN

El Proyecto Embalse Valle Hermoso fue ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) por el Ministerio de Obras Públicas con fecha 21 de enero de 2011, mediante un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), obteniendo su aprobación mediante Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 0004 de fecha 04 de enero de 2012 por la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) de la Región de Coquimbo.

Posteriormente, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) mediante la resolución N° 115 de fecha 22 de diciembre de 2015, cambió la Titularidad de la RCA N° 0004/2012 desde el Ministerio de Obras Públicas (MOP) al Consorcio Valle Hermoso S.A (CVH). Entretanto, el Consorcio Valle Hermoso S.A. como Titular de la RCA N° 0004/2012, informó a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) el cambio a fase de operación el 23 de mayo de 2019.

El proyecto “Embalse Valle Hermoso”, se localiza en la Región de Coquimbo, en la comuna de Combarbalá, provincia de Limarí. El proyecto es una obra de regulación de los recursos hídricos del río Pama, y tiene como principal finalidad mejorar las condiciones del riego en el valle.

El presente documento corresponde a la entrega de antecedentes para dar respuesta al ORD. N° CE: 068, con fecha 07 de abril de 2021, emitido por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) de la Región de Coquimbo, mediante el cual se solicita al Ministerio de Obras Públicas (MOP) antecedentes adicionales para poder pronunciarse ante la Solicitud de revisión RCA del proyecto “Embalse Valle Hermoso”, conforme artículo 25 quinquies Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente realizada por dicho Ministerio.

Según lo establecido en la RCA N° 0004/2012, en el considerando 7.1.2 b) y considerando 12.1.1.3 d) durante la fase de operación se debe dar cumplimiento al Caudal ecológico. Por lo anterior, durante la fase de operación, se ha medido diariamente el caudal ecológico al pie de la presa. Sin embargo, el caudal del estero Valle Hermoso afluente a la cola del embalse o caudal de entrada, durante los últimos 11 meses ha sido inferior al régimen del caudal ecológico comprometido en la RCA, evidenciando una importante escasez hídrica en la zona de Combarbalá.

El proyecto se encuentra en fase de operación. El embalse, sin embargo, no se encuentra operando como tal, ya que desde mayo de 2020 se encuentra liberando la totalidad del flujo que escurre por el estero Valle Hermoso, no pudiendo cumplir con el régimen de Caudal Ecológico Mensual establecido en la RCA N° 0004/2012.

3 OBJETIVOS

Dar respuesta a la solicitud emanada por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en el Ordinario CE N° 068, el cual indica presentar antecedentes que permitan concluir fundadamente que:

- Aguas abajo del embalse no se generará un impacto significativo sobre las poblaciones de componentes ambientales tales como: biota acuática, bentos, fauna íctica u otra, flora;
- Como también respecto de los usos de riego establecidos.

Además, se tendrá en consideración las observaciones emanadas por cada Servicio de modo de dar una respuesta integral a todos los requerimientos, por lo tanto, se integrarán respuestas para fundamentar las siguientes consideraciones:

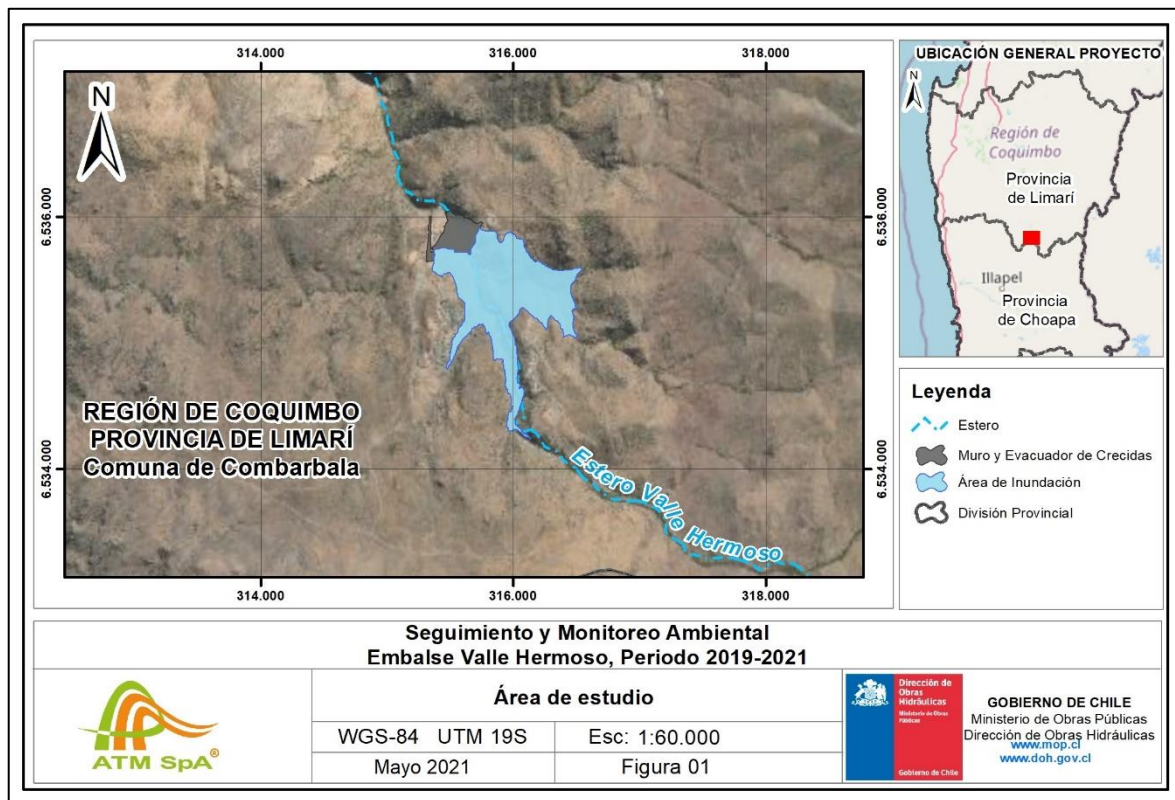
- Definir regla operacional para la condición de meses con caudal menor a 10 l/s;
- Definir regla operacional en ocurrencia de eventos con precipitaciones 10 mm en 24 horas y demostrar que la cuenca aportante bajo presa entrega el Qec;
- Argumentar que la nueva regla operacional propuesta no genera de impactos significativos sobre:
 - ✓ Fauna íctica;
 - ✓ Flora y fauna bentónica;
 - ✓ Flora;
 - ✓ Anfibios.
 - ✓ Derechos de aprovechamiento de aguas constituidos

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de Estudio

El embalse Valle Hermoso se emplaza a unos 16 km al Sureste de la comuna de Combarbalá, Provincia de Limarí en la Región de Coquimbo. El acceso al embalse Valle Hermoso es por el camino D-775, en el sector denominado Paso Buey y se sitúa a una altitud de 1.671 m.s.n.m., ocupando una superficie total de aproximadamente 499,5 ha, de las cuales 117 ha corresponden al área de inundación con el nivel máximo de llenado. Las obras del embalse se proyectan en el estero Valle Hermoso, afluente de los ríos Pama y Combarbalá.

Figura 4-1. Área de Estudio embalse Valle Hermoso



Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2 Metodología

De modo de generar una regla operacional acorde con la estadística hidrológica del río Pama, se procederá a integrar los últimos registros que se posean en la estación cola de embalse Valle Hermoso. Con todos los registros se procederá a calcular los caudales mínimos ambientales (CMA) en las mismas estaciones definidas en el Estudio de Impacto Ambiental.

Para la revisión del caudal ecológico, propuesto en la solicitud de revisión de la Resolución de Calificación Ambiental N° 0004/2012 conforme al artículo 25 quinquies de la Ley N° 19.300, del 20 de noviembre del 2020, se realizará una evaluación sobre los afluentes el embalse, tanto aguas arriba como aguas abajo del proyecto, se aplicará la legislación vigente indicada en D.S. N°14/2013 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), donde se aprueba el Reglamento para la Determinación del Caudal Ecológico Mínimo, en conformidad a lo establecido en el artículo 129 bis 1 del Código de Aguas. Incluyéndose su modificación, mediante D.S. N° 71/2014 del MMA. De este modo la metodología indica que, para cada mes del año, el caudal ecológico mínimo en el punto de captación solicitado se determinará considerando los siguientes criterios:

- a) Para aquellos cauces donde se constituyeron derechos con un caudal ecológico mínimo, considerando como fórmula de cálculo el criterio del diez por ciento del caudal medio anual, se considerará el cincuenta por ciento del caudal de probabilidad de excedencia de noventa y cinco por ciento, para cada mes, con las restricciones siguientes:
 - Para aquellos meses, en los cuales el cincuenta por ciento del caudal con noventa y cinco por ciento de probabilidad de excedencia es menor al diez por ciento del caudal medio anual, el caudal ecológico mínimo para ese mes será el diez por ciento del caudal medio anual;
 - Para aquellos meses, en los cuales el cincuenta por ciento del caudal con noventa y cinco por ciento de probabilidad de excedencia es mayor a diez por ciento del caudal medio anual y menor al veinte por ciento del caudal medio anual, el caudal ecológico mínimo será el cincuenta por ciento del caudal con noventa y cinco por ciento de probabilidad de excedencia;
 - Para aquellos meses, en los cuales el cincuenta por ciento del caudal con noventa y cinco por ciento de probabilidad de excedencia es mayor al veinte por ciento del caudal medio anual, el caudal ecológico mínimo será el veinte por ciento del caudal medio anual;
- b) Para aquellos cauces donde se constituyeron derechos con un caudal ecológico mínimo del menor cincuenta por ciento del caudal con noventa y cinco por ciento de probabilidad de excedencia, se considerará como caudal ecológico mínimo el cincuenta por ciento del caudal con noventa y cinco por ciento de probabilidad de excedencia, para cada mes, con las restricciones siguientes:
 - Para aquellos meses, en los cuales el cincuenta por ciento del caudal con noventa y cinco por ciento de probabilidad de excedencia es menor al veinte

por ciento del caudal medio anual, el caudal ecológico mínimo será el cincuenta por ciento del caudal con probabilidad de excedencia del noventa y cinco por ciento.

- Para aquellos meses, en los cuales el cincuenta por ciento del caudal con noventa y cinco por ciento de probabilidad de excedencia es mayor al veinte por ciento del caudal medio anual, el caudal ecológico mínimo, en esos meses, será el veinte por ciento del caudal medio anual.
- c) Para aquellos cauces donde no existen derechos con caudal ecológico mínimo, se aplicará, para los nuevos derechos, el criterio establecido en la letra b) con las mismas restricciones.
- d) Respecto a los cauces que presenten un comportamiento hídrico que no se ajuste a las fórmulas señaladas en los literales a) y b), tales como vertientes, el criterio para establecer el caudal ecológico es el veinte por ciento del caudal del promedio de los aforos, como valor constante sin variación mensual.
- e) Para aquellos derechos de aprovechamiento de agua cuya captación se haga mediante un embalse, el cumplimiento del caudal ecológico mínimo calculado con los criterios definidos en las letras a) o b), según corresponda, se verificará inmediatamente aguas abajo de la barrera ubicada en el álveo.

Para la revisión de los cálculos, se utilizará la estadística hidrológica actualizada, considerando todos los registros junto con la información que se utilizó en el Estudio de Impacto Ambiental.

4.2.1 Revisión regla operacional eventos de precipitaciones (10 mm/24 hrs)

El caudal ecológico es una medida de mitigación que ha sido propuesta para preservar hábitats acuáticos valiosos y demandas ambientales antrópicas existentes en un curso de agua, debido a la implementación de una obra hidráulica. Se define como el mínimo caudal que debe mantenerse en un curso fluvial, de tal manera que los efectos abióticos (disminución del perímetro mojado, profundidad, velocidad de corriente, incremento en la concentración de nutrientes y otros) producidos por la reducción de caudal, no alteren las condiciones ecológicas del cauce, que limiten o impidan el desarrollo de los componentes bióticos del sistema (flora y fauna), como tampoco alterar la dinámica y las funciones del ecosistema, permitiendo así conservar la biodiversidad. Esta medida se aplica asociada a la obra en evaluación donde se pueda regular los caudales de salida de la regulación que genera la obra.

Teniendo este concepto presente por un lado y la necesidad de embalsar por otro, se definirá la regla operacional y su forma de seguimiento de modo de poder regular los caudales de salida del embalse ante eventos de precipitaciones intensas.

4.2.2 **Evaluación de componentes bióticos**

Para argumentar que la regla operacional propuesta, no afectará el hábitat ni los componentes ambientales hidrobiológicos presentes aguas abajo del embalse, se procederá a analizar temporalmente la variación de los distintos componentes y su correlación con los caudales entregados a pie de presa. En especial se caracterizarán fluvialmente las estaciones E7, E11 y E12 ya que estas estaciones son las que históricamente han presentado fauna íctica, por lo que corresponden a los ambientes sensibles a considerar con la estimación de los Caudales Mínimos Ambientales (CMA).

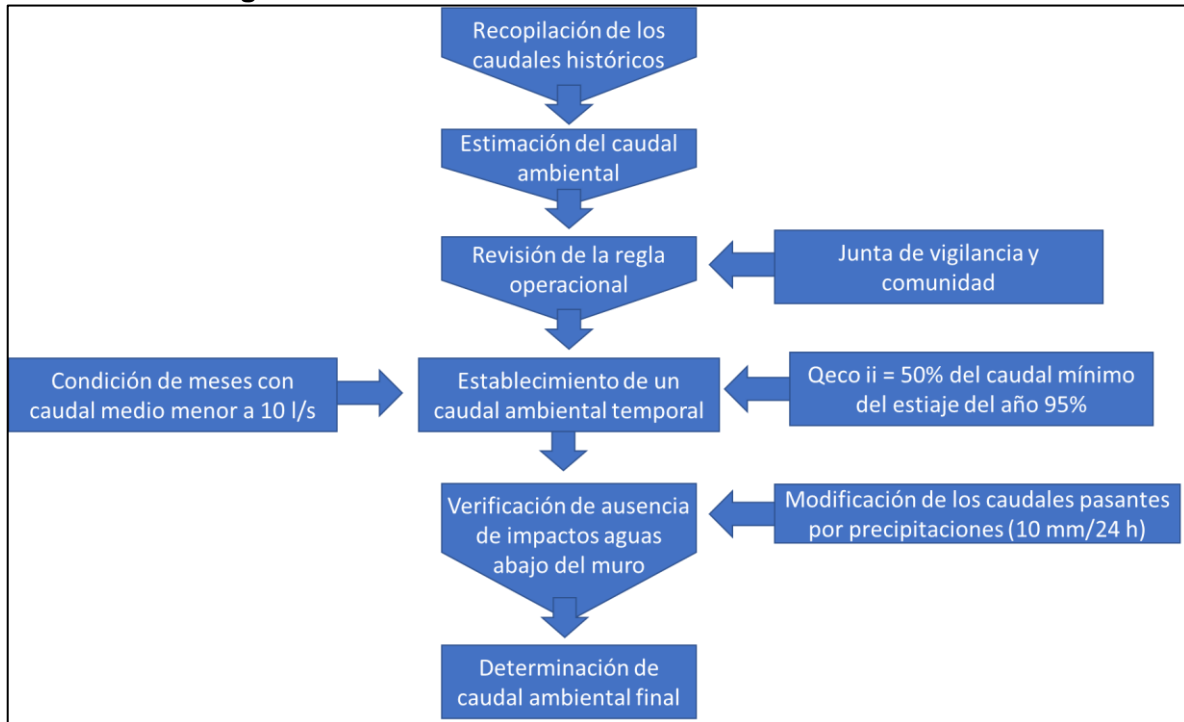
Además, se integrarán los registros de anfibios, para considerar la observación del Servicio Agrícola y Ganadero a través del Ordinario N° 310/2021, adicionando como estaciones de seguimiento de ser el caso a los lugares de liberación asociados a la carta CVH-EXT 7318 de 17.10.2018 la cual da cuenta de solicitud de rescate y relocalización de anfibios hacia aguas abajo de la zona de inundación, lo que fue informado a SMA mediante acta de inspección ambiental de fecha 30.10.2018.

4.2.3 **Proceso de evaluación del caudal ambiental**

En el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) el Titular de un proyecto puede comprometerse a respetar un régimen de caudal ambiental distinto al caudal ecológico mínimo otorgado por la DGA, considerando criterios técnicos de carácter ecológico, social, hidrológico u otros, dependiendo del caso (Guía Metodológica para Determinar el Caudal Ambiental para Centrales Hidroeléctricas, 2016). No obstante, este EIA fue evaluado y obtuvo su RCA en enero del año 2012.

A continuación, pero a modo general ya que el Proyecto ya tiene RCA, la Figura 4-2 muestra de manera general el complejo proceso para la evaluación de un caudal ambiental, que cubra las necesidades de la comunidad de Valle Hermoso y Pama, además, que permita establecer que las comunidades biológicas aguas abajo del muro del embalse Valle Hermoso, no se vean disminuidas o perturbadas por el nuevo régimen de caudales.

Figura 4-2. Proceso de evaluación del caudal ambiental



Fuente: Elaboración propia, 2021.

5 RESULTADOS

5.1.1 Análisis estadísticos

5.2 Caudales estero Valle Hermoso (Río Pama)

5.2.1 Caudales Estación Río Pama en Valle Hermoso

A partir de los registros de Caudal medio mensual (m^3/s) obtenidos a través de descarga libre de la Dirección General de Aguas (DGA) para la estación Río Pama en Valle Hermoso, se obtuvo la serie de Caudales medios para el periodo 1991-2020 (ver Tabla 5-1).

Tabla 5-1. Caudales medios (m^3/s) Río Pama en Valle Hermoso, Periodo 1991-2020

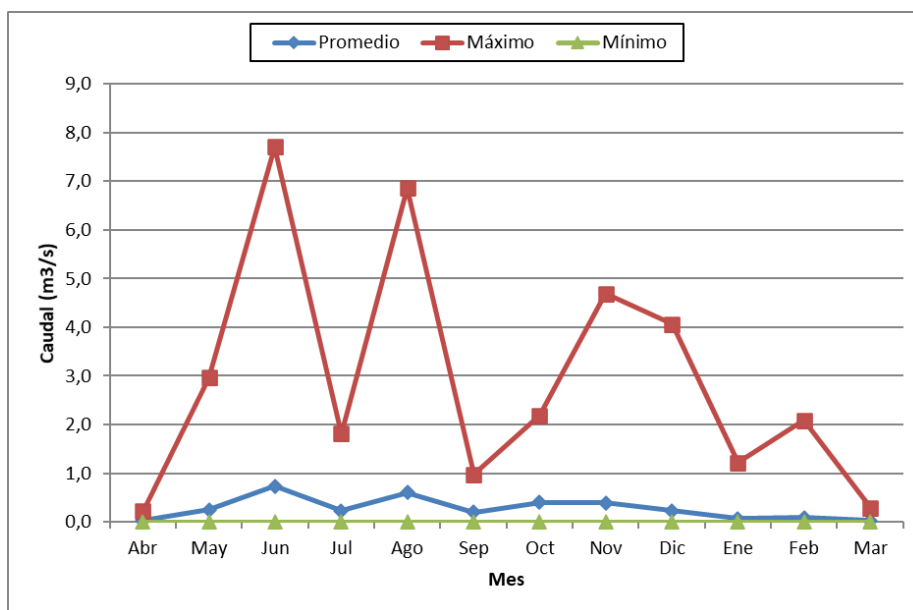
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1991	0,010	0,000	0,000	0,000	0,034	2,123	0,544	0,271	0,600	0,862	0,774	0,244
1992	0,064	0,038	0,095	0,145	0,200	2,317	0,433	1,867	0,978	1,794	1,325	0,443
1993	0,192	0,124	0,068	0,159	1,925	0,315	0,220	0,180	0,283	0,600	0,240	0,096
1994	0,049	0,009	0,012	0,016	0,041	0,030	0,061	0,051	0,029	0,025	0,007	0,002
1995	0,006	0,005	0,003	0,002	0,006	0,011	0,007	0,009	0,008	0,010	0,009	0,003
1996	0,001	0,000	0,000	0,006	0,009	0,015	0,037	0,066	0,054	0,056	0,018	0,006
1997	0,002	0,003	0,003	0,003	0,000	7,708	0,597	5,318	0,321	2,186	4,694	4,065
1998	1,216	2,088	0,288	0,218	0,227	0,110	0,085	0,133	0,095	0,078	0,046	0,017
1999	0,012	0,005	0,005	0,005	0,006	0,008	0,011	0,014	0,066	0,072	0,053	0,021
2000	0,010	0,005	0,002	0,002	0,005	0,572	0,287	0,030	0,943	1,240	0,925	0,377
2001	0,049	0,021	0,021	0,022	0,014	0,014	1,710	0,101	0,068	0,470	0,232	0,025
2002	0,007	0,007	0,006	0,006	1,817	3,596	1,814	1,281	0,810	1,631	1,740	0,766
2003	0,298	0,105	0,069	0,070	0,093	0,111	0,070	0,059	0,080	0,068	0,043	0,026
2004	0,017	0,022	0,005	0,027	0,045	0,020	0,037	0,501	0,268	0,142	0,066	0,045
2005	0,030	0,031	0,016	0,019	0,056	0,046	0,046	0,108	0,237	0,510	0,415	0,088
2006	0,026	0,046	0,026	0,020	0,011	0,015	0,024	0,071	0,042	0,029	0,073	0,032
2007	0,015	0,007	0,006	0,006	0,007	0,010	0,017	0,016	0,010	0,018	0,015	0,008
2008	0,007	0,005	0,006	0,005	0,005	0,010	0,007	0,552	0,073	0,239	0,121	0,021
2009	0,006	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,009	0,007	0,031	0,019	0,006
2010	0,005	0,005	0,005	0,005	0,013	0,008	0,014	0,015	0,009	0,007	0,005	0,005
2011	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	1,966	0,100	0,044	0,212	0,371	0,057	0,007
2012	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,000	0,005	0,005	0,005
2013	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
2014	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
2015	0,005	0,005	0,000	0,000	0,002	0,002	0,001	6,855	0,000	0,703	0,802	0,203
2016	0,030	0,020	0,015	0,011	0,018	0,432	0,000	0,152	0,394	0,341	0,167	0,054
2017	0,024	0,000	0,016	0,011	2,961	2,646	0,641	0,426	0,444	0,460	0,000	0,324
2018	0,025	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,021	0,209	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia, 2021. A partir de datos descargados en Dirección General de Aguas (<https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>)

En el Gráfico 5-1, se puede apreciar la variación de caudales mensuales promedios, máximos y mínimos durante el periodo 1991 y 2020. Los meses que presentan un caudal medio mayor corresponden a junio, agosto y octubre.

Se puede observar que el caudal de río Pama depende directamente de las precipitaciones, comenzando a incrementar su caudal a partir del mes de abril, con el inicio de las lluvias para mantenerse con caudales variables en función de las precipitaciones de cada año, extendiéndose para aquellos años más lluviosos y/o de lluvias tardías hasta el mes de diciembre y presentando valores nulos o muy cercanos a cero entre enero y mediados de abril de cada año, hasta que comience nuevamente el periodo de lluvias.

Gráfico 5-1. Curva de variación estacional de caudal del río Pama en Valle Hermoso (1991 - 2020)



Fuente: Elaboración propia, 2021.

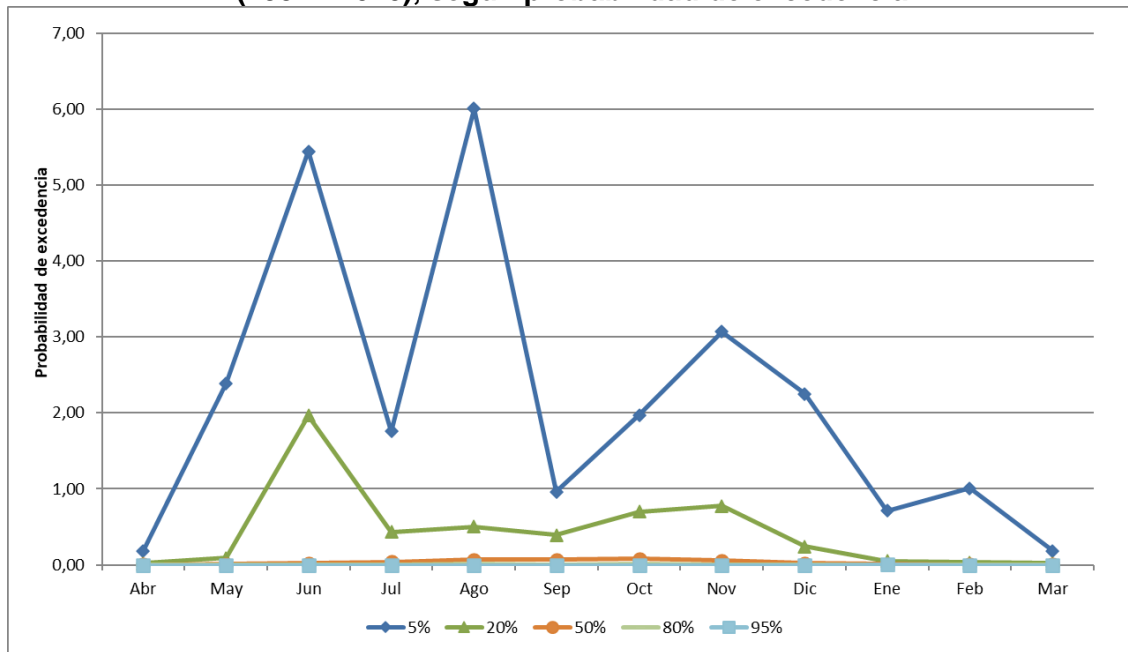
A través de la serie de datos provenientes de la estación fluviométrica río Pama en Valle Hermoso para un período de 30 años, se construyó la curva de variación estacional para probabilidades de excedencia de 5%, 20%, 50%, 80% y 95% para cada uno de los meses del año. En la Tabla 5-2 se presentan los caudales asociados, y el Gráfico 5-2 muestra la tendencia de dichos datos.

Tabla 5-2. Variación Estacional Caudal Medio Mensual (m³/s), Río Pama en Valle Hermoso, período 1991-2020

Pex	Caudal Medio Mensual (m³/s)											
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
5%	0,19	2,39	5,45	1,76	6,01	0,96	1,97	3,07	2,25	0,71	1,01	0,18
20%	0,02	0,09	1,97	0,43	0,50	0,39	0,70	0,77	0,24	0,05	0,03	0,02
50%	0,01	0,01	0,02	0,04	0,07	0,07	0,08	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01
80%	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
95%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Gráfico 5-2. Curva de variación estacional de caudal del río Pama en Valle Hermoso (1991 - 2020), según probabilidad de excedencia



Fuente: Elaboración propia, 2021.

La Dirección General de Aguas (DGA) considera como caudal ecológico mínimo un determinado porcentaje del caudal del río, establecido en forma constante, utilizando para ello, el cincuenta por ciento (50%) del caudal mínimo de estiaje del año con noventa y cinco por ciento (95%) de probabilidad de excedencia. Sin embargo, la sustentabilidad e integridad de un ecosistema hídrico no se asegura con el mantenimiento de un caudal mínimo constante a través de todo el año, ya que los requerimientos para la preservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente está dada principalmente por el régimen natural de caudales los que responden a una estacionalidad de las fuentes.

5.2.2 Caudales ecológicos Embalse Valle Hermoso

En el EIA se establece el régimen de caudal ecológico que permita asegurar las condiciones de hábitat para la sobrevivencia de las especies aguas abajo de la presa. Este caudal ecológico debe contar con un monitoreo continuo (diario) al pie de presa durante toda la vida útil del embalse (etapa de operación). Esta medición se hará mediante un flujómetro ubicado en la sala de válvulas, según establecido en el Anexo D.10 del EIA.

Se estableció como compromiso en la RCA N° 04/2012 en los considerandos 7.1.2 b) Entrega de Caudal Ecológico y 12.1.1.3 d) Régimen de Caudal Ecológico el registro diario y monitoreo de los valores determinados para el Caudal Ecológico. El régimen de

caudal ecológico mínimo aconsejable (m^3/s), definido para el área de estudio se presenta en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3. Caudal ecológico mínimo aconsejable por mes

Mes	Caudal (m^3/s)
Enero	0,029
Febrero	0,017
Marzo	0,017
Abril	0,016
Mayo	0,045
Junio	0,065
Julio	0,080
Agosto	0,064
Septiembre	0,061
Octubre	0,086
Noviembre	0,069
Diciembre	0,027

Fuente: RCA N° 0004/2012.

Los datos de caudal ecológico recogidos por la consultoría (ATM SpA) entre octubre 2019 y marzo 2021 fueron obtenidos a partir de las mediciones de entrega del embalse Valle Hermoso.

Se debe mencionar que el embalse Valle Hermoso se encuentra bajo una condición de “cota de aguas muertas”, entregando un volumen variable en el mes, donde el agua entregada por el embalse corresponde a un volumen similar al agua que ingresa a éste. En dicho escenario no es posible registrar el caudal ecológico a través de un flujómetro puesto que el equipo no capta caudales tan pequeños. Dado lo anterior, se realizan las mediciones del caudal de entrada en la estación fluviométrica, para posteriormente entregar el mismo caudal desde el embalse.

A partir de los registros obtenidos, los cuales se presentan en la Tabla 5-4, se evidencia que éstos se encuentran por debajo del régimen de caudal ecológico, según lo establecido en la RCA N° 0004/2012 para la totalidad de los meses presentados.

Tabla 5-4. Caudal diario m^3/s registrados por Embalse Valle Hermoso

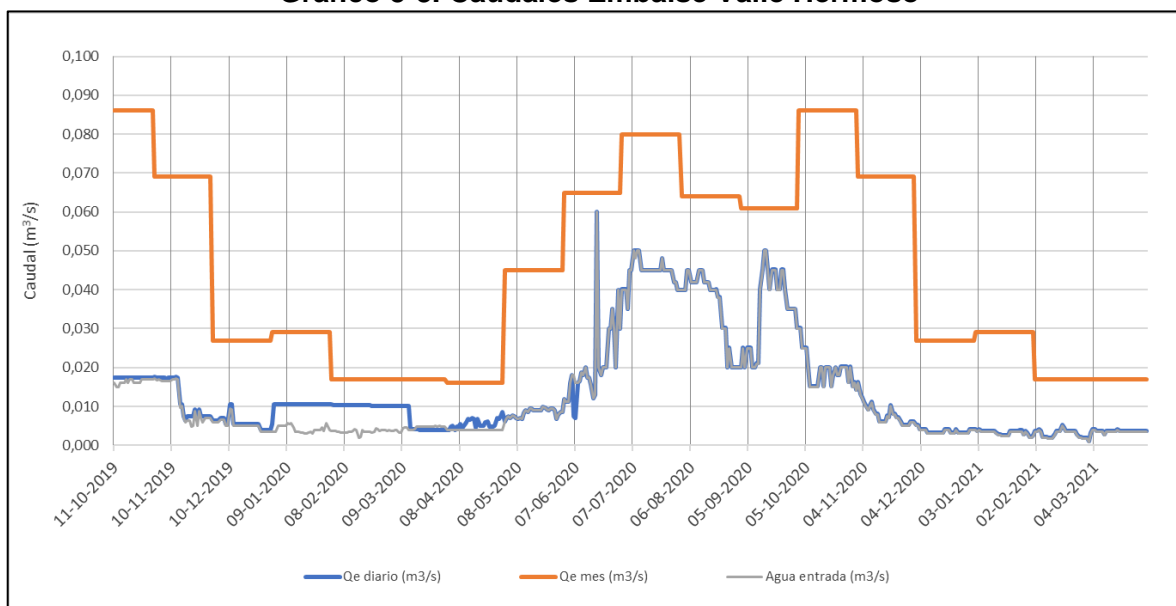
Fecha	Caudal RCA (m^3/s)	Agua de entrada MÁX (m^3/s)	Agua de entrada MÍN (m^3/s)	Caudal medio entrada (m^3/s)	Caudal MÁX (m^3/s)	Caudal MÍN (m^3/s)	Caudal medio Salida (m^3/s)
Agosto 2019	0,064	-	-	0,017	-	-	0,016
Septiembre 2019	0,061	-	-	0,017	-	-	0,016
octubre-2019	0,086	0,017	0,015	0,016	0,017	0,017	0,017
noviembre-2019	0,069	0,017	0,005	0,011	0,018	0,006	0,012
diciembre-2019	0,027	0,009	0,004	0,005	0,010	0,004	0,006
enero-2020	0,029	0,006	0,003	0,004	0,010	0,005	0,010

Fecha	Caudal RCA (m ³ /s)	Agua de entrada MÁX (m ³ /s)	Agua de entrada MÍN (m ³ /s)	Caudal medio entrada (m ³ /s)	Caudal MÁX (m ³ /s)	Caudal MÍN (m ³ /s)	Caudal medio Salida (m ³ /s)
febrero-2020	0,017	0,004	0,002	0,004	0,010	0,010	0,010
marzo-2020	0,017	0,005	0,003	0,004	0,010	0,004	0,006
abril-2020	0,016	0,004	0,004	0,004	0,009	0,004	0,006
mayo-2020	0,045	0,010	0,006	0,008	0,010	0,006	0,008
junio-2020	0,065	0,060	0,011	0,021	0,060	0,007	0,021
julio-2020	0,080	0,050	0,035	0,044	0,050	0,035	0,044
agosto-2020	0,064	0,045	0,020	0,036	0,045	0,020	0,036
septiembre-2020	0,061	0,050	0,020	0,035	0,050	0,020	0,035
octubre-2020	0,086	0,030	0,014	0,019	0,030	0,014	0,019
noviembre-2020	0,069	0,016	0,005	0,008	0,016	0,005	0,008
diciembre-2020	0,027	0,005	0,003	0,003	0,005	0,003	0,004
enero-2021	0,029	0,004	0,002	0,003	0,004	0,002	0,003
febrero-2021	0,017	0,005	0,002	0,003	0,005	0,002	0,003
marzo-2021	0,017	0,004	0,001	0,003	0,004	0,001	0,004

Fuente: Elaboración propia, 2021.

A continuación, se presenta en el Gráfico 5-3 las variaciones de los caudales de entrada y salida del embalse y el Caudal Ecológico establecido por RCA.

Gráfico 5-3. Caudales Embalse Valle Hermoso

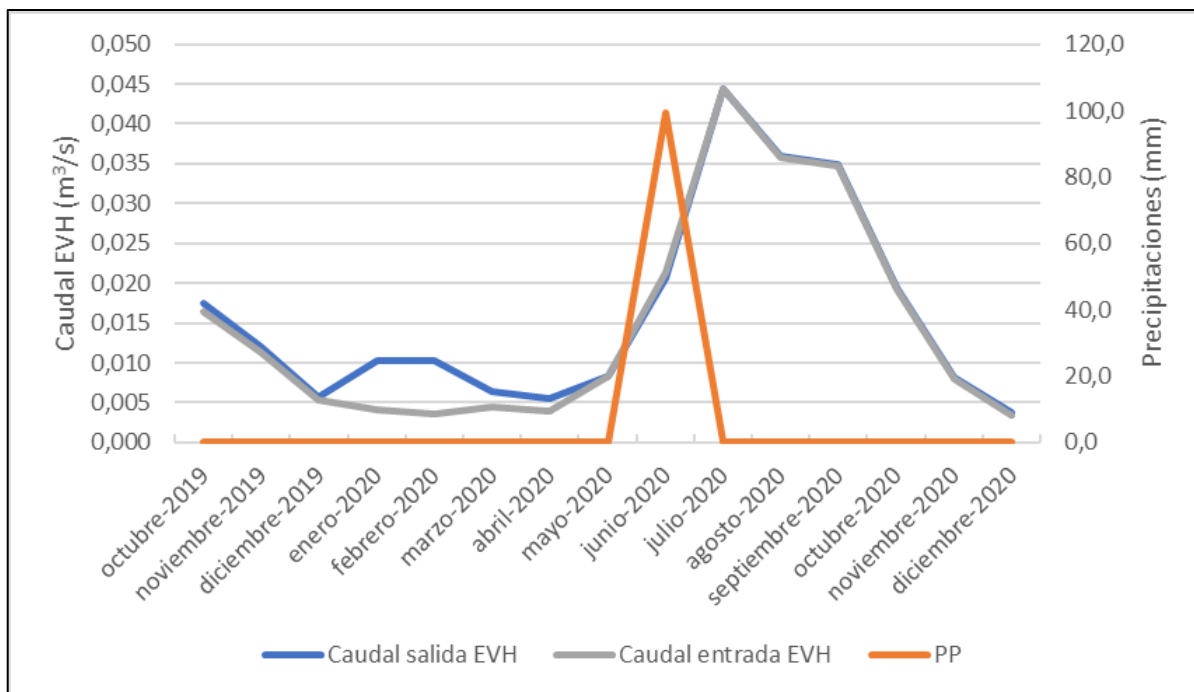


Fuente: Elaboración propia, 2021.

Las precipitaciones registradas en la zona de estudio responden y dan cuenta de la escasez hídrica presente en los últimos años, concentrándose las precipitaciones en la temporada de otoño – invierno. Se considera, que las precipitaciones pueden ser un aporte considerable para la acumulación de agua en el embalse, sin embargo, estas no

bastan para ser embalsadas y poder liberar caudales establecidos por RCA. A continuación, se presenta en el Gráfico 5-4 con los caudales entrada y salida del embalse Valle Hermoso y las precipitaciones mensuales, evidenciando que si bien, existe un desfase entre los eventos de lluvias y la entrega de mayores caudales por parte del estero Valle Hermoso, estas no son suficiente para aumentar la entrega hasta lo exigido como caudal ecológico según RCA por sí solas.

Gráfico 5-4. Relación entre Caudales Embalse Valle Hermoso y precipitaciones



Fuente: Elaboración propia, 2021. Precipitaciones desde estación Meteorológica Combarbalá (DGA).

En base a los datos proporcionados por la Inspección Fiscal del embalse Valle Hermoso, que hacen referencia al caudal ecológico, es posible señalar que:

- Los registros de caudal ecológico se encuentran por debajo del régimen de caudal ecológico definidos mensualmente en la RCA N° 0004/2012.
- En términos generales, el embalse se encuentra entregando un volumen de agua similar al caudal que ingresa a éste.
- Las mediciones se realizan al caudal de entrada a través de la estación fluviométrica para posteriormente suministrar el mismo caudal de salida por el sistema de entrega del embalse.
- Los mayores caudales ecológicos establecidos en la RCA N° 0004/2012, se asocian con los mayores caudales de entrada al embalse, disminuyendo durante el período de estiaje en verano.

- Los caudales de entrada son mayores, luego de un evento de lluvia y con un desfase de 1 mes aproximadamente.
- Las precipitaciones ocurridas durante el periodo de octubre de 2019 y diciembre 2020 son escasas y no superan los 100 mm. Además, han ocurrido solamente en período de otoño - invierno (junio y julio).
- La acumulación de nieve en la precordillera permite mantener caudales de entrada sobre los 10 l/s durante el período agosto-noviembre y disminuyendo drásticamente durante la época de estiaje (verano).

A continuación, se observa en la Tabla 5-5, que para el período comprendido entre octubre de 2019 y marzo del 2021 los caudales bajo los 10 l/s representan el 64,3% de los registros expresados en días de ocurrencia de determinado caudal. En esta misma tabla se presenta que, el valor con mayor frecuencia de ocurrencia corresponde a un caudal de 4 l/s con 110 días representando un 20,4% de los días analizados en el período (538 días). Le sigue el caudal de 3 l/s con 85 días de ocurrencia en el período, representando el 15,8% del total de días del periodo analizado (538 días).

Tabla 5-5. Frecuencia en días por caudal a 10 l/s periodo octubre 2019 a marzo 2021

Caudal m ³ /s	Mes /Año																	Total días	%	
	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sept-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21			mar-21
0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,2%
0,002	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	11	0	20	3,7%
0,003	0	0	0	8	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	18	8	13	27	85	15,8%
0,004	0	0	6	12	18	11	30	0	0	0	0	0	0	0	11	16	3	3	110	20,4%
0,005	0	3	16	7	0	18	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	0	51	9,5%
0,006	0	4	4	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	21	3,9%
0,007	0	6	3	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	21	3,9%
0,008	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	8	1,5%
0,009	0	2	2	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	18	3,3%
0,01	0	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	11	2,0%
>0,01	21	13	0	0	0	0	0	0	30	31	31	30	31	5	0	0	0	0	192	35,7%
Total	21	30	31	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	538	100%

Fuente: Elaboración propia, 2021

5.3 Evaluación de caudales para la biota acuática durante la fase de operación

Durante la fase de operación del proyecto entre agosto de 2019 y abril de 2021, todos los caudales entregados a pie de presa han sido inferiores a los caudales ecológicos mensuales establecido en la RCA N° 0004/2012.

Sin perjuicio de lo anterior, los caudales de entrada (aguas arriba del muro del embalse Valle Hermoso) también han sido inferiores a los caudales ecológicos mensuales, evidenciando una escasez hídrica en la zona de Combarbalá.

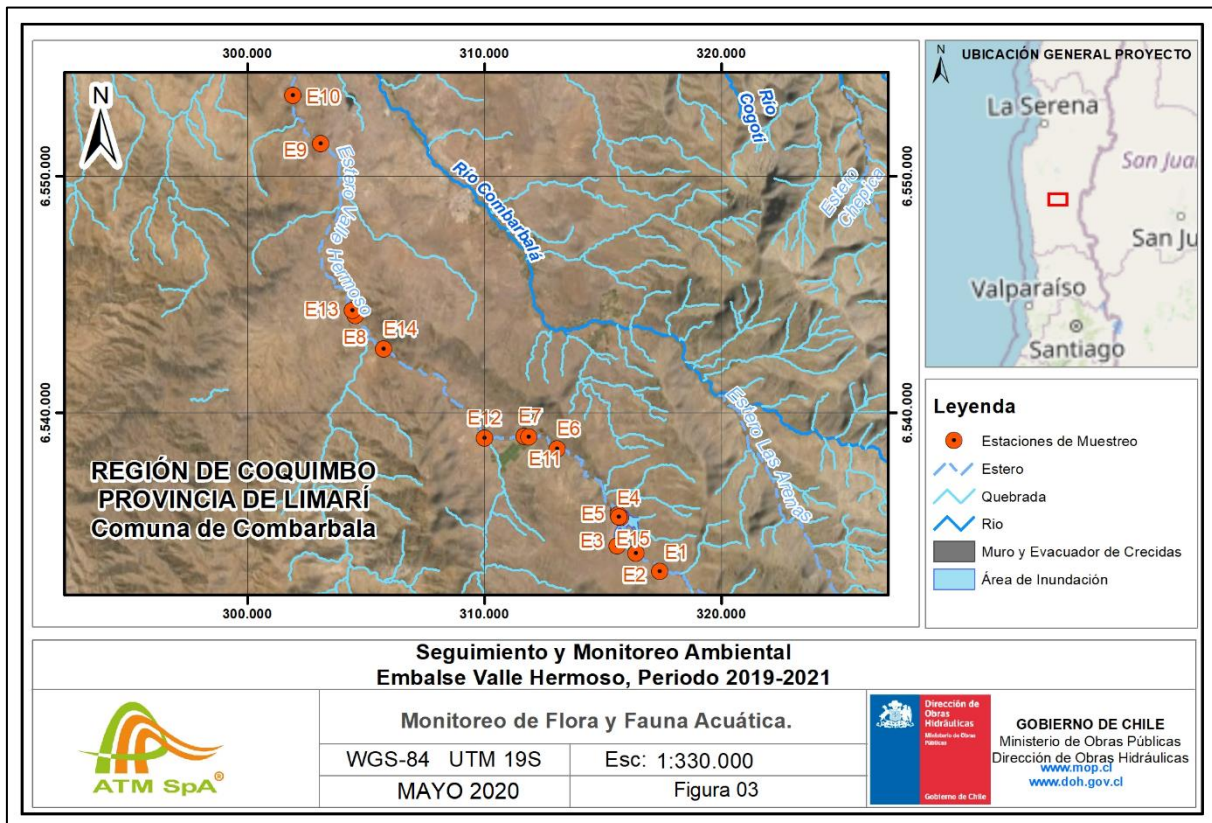
El Monitoreo Periódico de Flora y Fauna Acuática del proyecto Embalse Valle Hermoso, se desarrolla según lo señalado en el numeral 13.1.3 del EIA según lo especificado en la Resolución de Calificación Ambiental. Las estaciones de monitoreo se presentan en la Tabla 5-6 y la Figura 5-1, donde se presentan su distribución y ubicación.

Tabla 5-6. Estaciones de Monitoreo Flora y Fauna Acuática

Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS-84, HUSO 19S		Altura m.s.n.m
		Este	Norte	
E1	Río Pama en refugio Las Hualtatas	317.401	6.533.315	1.767
E2	Río Pama en zona de inundación	316.396	6.534.072	1.705
E3	Quebrada afluyente Sur	315.607	6.534.388	1.729
E4	Quebrada afluyente Norte	315.739	6.535.571	1.604
E5	Río Pama abajo muro presa	315.654	6.535.704	1.568
E6	Río Pama en Fundo Valle Hermoso	313.073	6.538.479	1.186
E7	Río Pama en Valle Hermoso	311.685	6.539.007	1.102
E8	Río Pama antes ruta D-71	304.542	6.544.111	881
E9	Río Pama en puente Pama	303.072	6.551.364	803
E10	Río Pama antes confluencia río Combarbalá	301.903	6.553.384	788
E11	ZRE-3 área 1 (<i>Alsodes nodosus</i> , <i>Basilichthys microlepidotus</i> y <i>Trichomycterus areolatus</i>)	311.865	6.538.979	1.107
E12	ZRE-3 área 1 (<i>Alsodes nodosus</i> , <i>Basilichthys microlepidotus</i> y <i>Trichomycterus areolatus</i>)	309.992	6.538.941	1.038
E13	ZRE-3 área 2 (<i>Pleurodema thaul</i> y <i>Rhinella arunco</i>)	304.421	6.544.321	877
E14	ZRE-3 área 2 (<i>Pleurodema thaul</i> y <i>Rhinella arunco</i>)	305.746	6.542.688	908

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Figura 5-1. Puntos de Monitoreo Flora y Fauna Acuática



Fuente: Elaboración propia, 2021.

5.3.1 Fauna íctica

Los monitoreos temporales de la ictiofauna indican una disminución en la distribución de la ictiofauna, en comparación a los estudios de primavera de 2009, donde los peces se distribuían en varias estaciones aguas abajo del embalse Valle Hermoso. Además, los monitoreos temporales de este ensamble biológico han evidenciado una acotada distribución de las especies (*Basilichthys microlepidotus* y *Trichomycterus areolatus*) en las estaciones E6, E7 y en la zona de restricción ambiental (ZRE) área 1 (E11 y E12), zona aledaña del Fundo Valle Hermoso a unos 3,5 km de distancia del muro del embalse Valle Hermoso.

En la Tabla 5-7 se presenta la presencia de las especies *Basilichthys microlepidotus* y *Trichomycterus areolatus* en las estaciones monitoreadas en el estudio de Línea de Base y desde abril 2016 a febrero 2021, considerando las etapas de construcción y operación del Embalse Valle Hermoso.

Tabla 5-7. Presencia de las especies *Basilichthys microlepidotus* y *Trichomycterus areolatus*

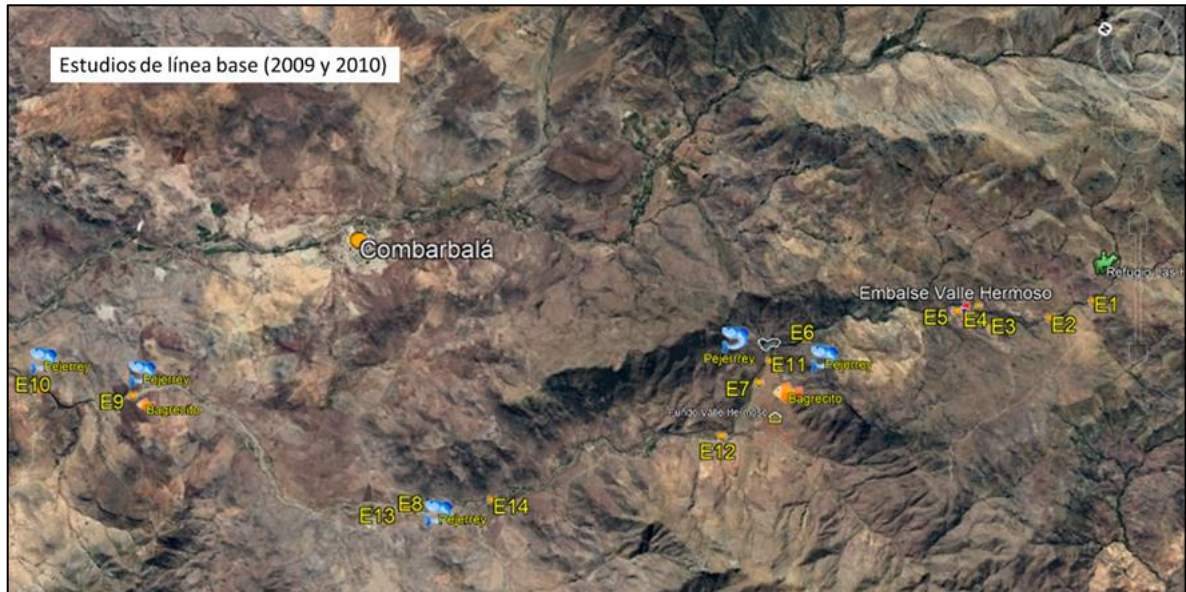
ID	Línea base primavera 2009	Línea base invierno 2010	Monitoreo abril 2016	Monitoreo julio 2016	Monitoreo septiembre 2016	Monitoreo febrero 2017	Monitoreo junio 2017	Monitoreo septiembre 2017	Monitoreo diciembre 2017	Monitoreo marzo 2018	Monitoreo junio 2018	Monitoreo septiembre 2018	Monitoreo diciembre 2018	Monitoreo marzo 2019	Monitoreo junio 2019	Monitoreo septiembre 2019	Monitoreo octubre 2019	Monitoreo noviembre 2019	Monitoreo marzo 2020	Monitoreo abril 2020	Monitoreo julio 2020	Monitoreo noviembre 2020	Monitoreo febrero 2021
E1																							
E2																							
E3																							
E4																							
E5																							
E6	P					P				P	P	P	P					P					
E7	P	P	P															P	P	P	P	P	
E8	P		P						P														
E9	P																						
E10	P																						
E11																			P	P	P	P	P
E12																						P	
E13																							
E14																							

Fuente: Elaboración propia, 2021. (P): Presencia.

Cabe mencionar que, el bajo caudal registrado durante los últimos años ha disminuido los espacios y desplazamiento para la fauna íctica. Además, las estaciones E8, E9 y E10 (aguas abajo del embalse Valle Hermoso), que registraron aguas superficiales y fauna íctica durante el estudio de línea base de primavera 2009, se han registrado durante los monitoreo posteriores como “puntos secos”, sin aguas superficiales, a consecuencia de la sequía del área de estudio.

Por otro lado, la influencia del muro del embalse Valle Hermoso como efecto de barrera para fauna íctica, es prácticamente nula, ya que desde los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010), la ictiofauna solamente ha sido registrada aguas abajo del muro del embalse, a partir de las estaciones E6 y E7 (Fundo Valle Hermoso) (EIA Cap. 6), situación que ha sido evidenciada durante los monitoreos posteriores y en la última campaña de verano 2021.

Figura 5-2. Distribución de fauna íctica durante los estudios de Línea Base (primavera 2009 e invierno de 2010).



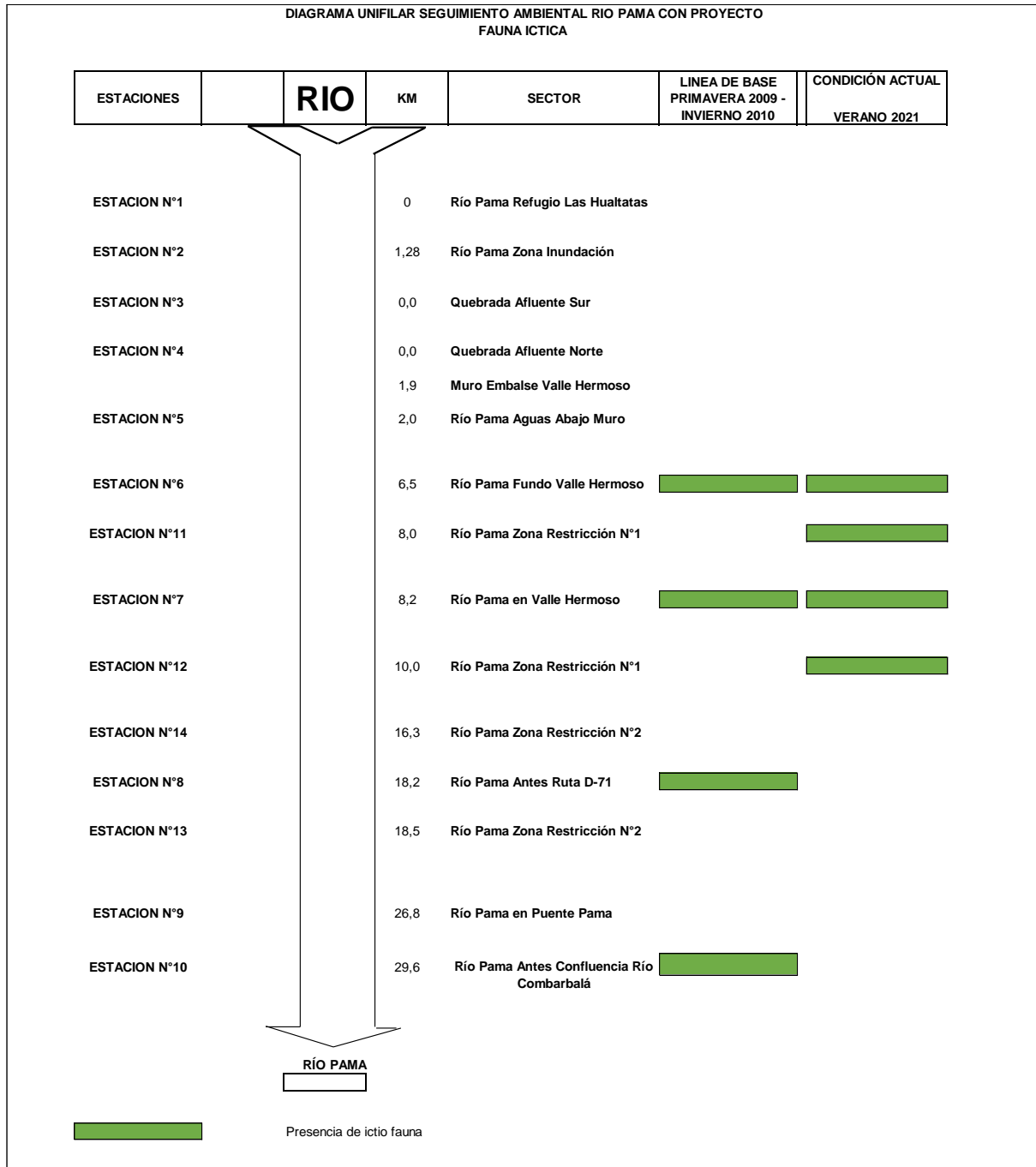
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Figura 5-3. Distribución actual de la fauna íctica en el Área de Influencia del embalse Valle Hermoso.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Figura 5-4. Diagrama Unifilar Seguimiento Ambiental Río Pama – Presencia de fauna íctica

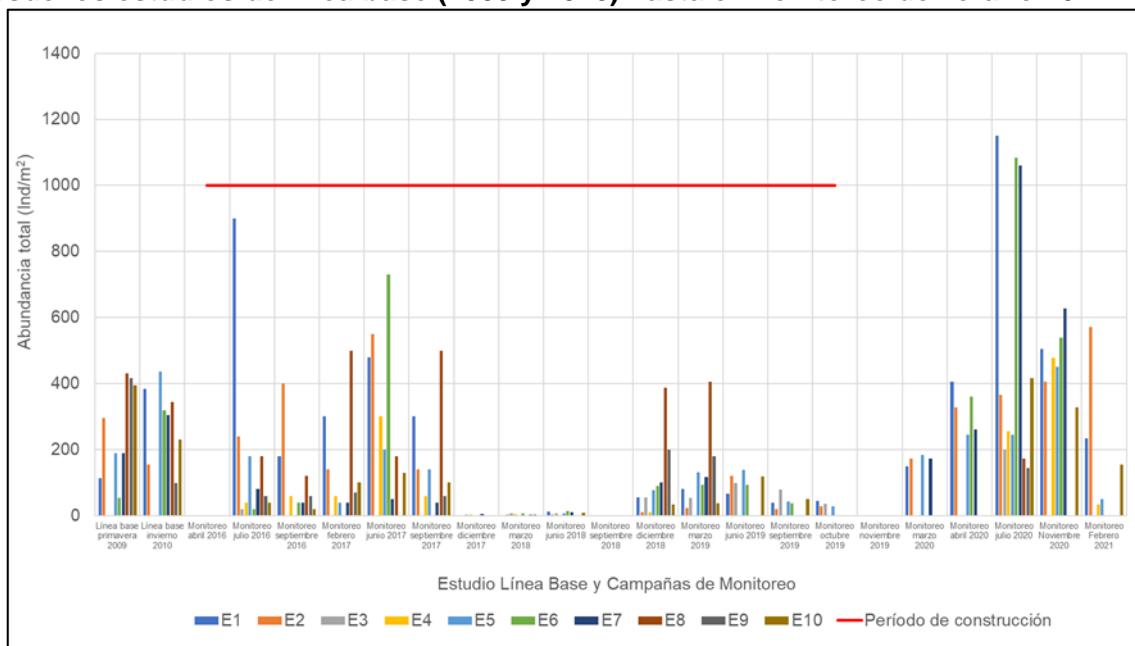


Fuente: Elaboración propia, 2021.

5.3.2 Fauna bentónica

Los monitoreos temporales de indican una disminución de la abundancia y riqueza de especies hasta el monitoreo de noviembre de 2019, en comparación a los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010). Sin embargo, se evidenció un aumento de la abundancia de individuos desde marzo de 2020 hasta julio de 2020, incorporándose abundancia en todas las estaciones de monitoreo, debido a la presencia de agua superficial. Además, se observan mayores abundancias en las estaciones E1, E6 y E7 con densidades mayores a los 1.000 ind/m², evidenciando la resiliencia ambiental de los puntos de monitoreo frente al período de sequía acontecido en la zona de Combarbalá y sus alrededores. No obstante, durante el monitoreo de verano 2021 se registró nuevamente una disminución del ensamble biológico en la mayoría de las estaciones, debido principalmente a la escasez hídrica de la zona, disminuyendo el hábitat acuático en los puntos de monitoreo.

Gráfico 5-5. Abundancia temporal de macroinvertebrados bentónicos dulceacuícolas desde los estudios de línea base (2009 y 2010) hasta el monitoreo de verano 2021



Fuente: Elaboración propia, 2021.

5.3.3 Flora acuática

Los monitoreos temporales de la flora acuática han presentado una mayor riqueza y distribución de especies aguas abajo del embalse Valle Hermoso, en comparación a los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010). Estos monitoreos establecieron que no se observan cambios significativos en la distribución y abundancia de especies de la flora acuática.

5.3.4 Anfibios

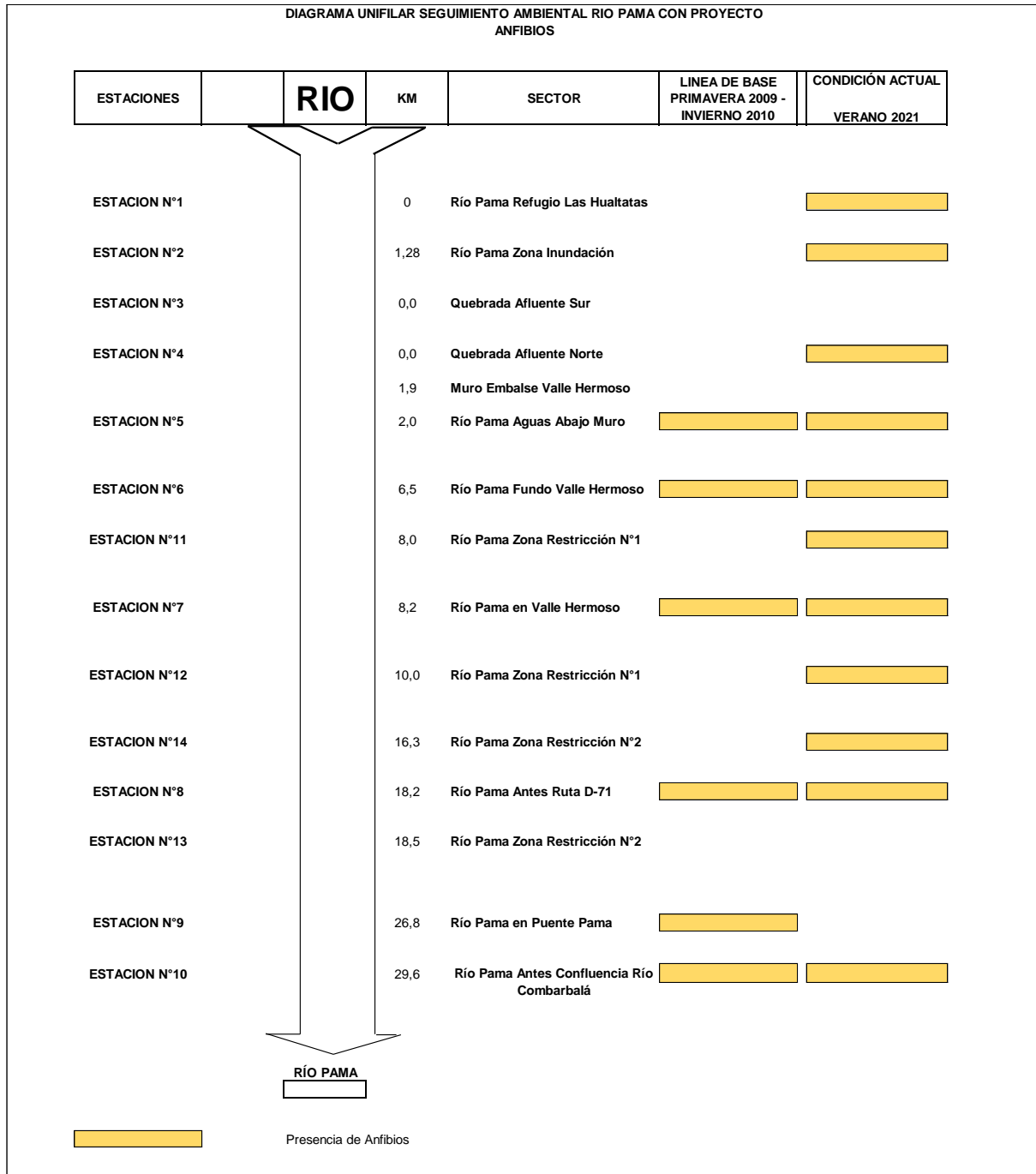
Los monitoreos temporales sobre los anfibios no presentan cambios significativos en la distribución y abundancia de las especies, en comparación a los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010). Además, la riqueza de esta fauna de baja movilidad no ha disminuido, observándose a las especies tanto aguas arriba como aguas abajo del embalse Valle Hermoso. Cabe señalar que, este subcomponente biológico no fue evaluado desde abril de 2016 a noviembre de 2019 para el monitoreo de flora y fauna acuática. Además, no fue registrado ningún individuo durante la campaña de línea base invierno de 2010, situación similar a lo registrado en julio de 2020.

Tabla 5-8. Presencia de anfibios

ID	Línea base primavera 2009	Línea base invierno 2010	Monitoreo abril 2016	Monitoreo julio 2016	Monitoreo septiembre 2016	Monitoreo febrero 2017	Monitoreo junio 2017	Monitoreo septiembre 2017	Monitoreo diciembre 2017	Monitoreo marzo 2018	Monitoreo junio 2018	Monitoreo septiembre 2018	Monitoreo diciembre 2018	Monitoreo marzo 2019	Monitoreo junio 2019	Monitoreo septiembre 2019	Monitoreo octubre 2019	Monitoreo noviembre 2019	Monitoreo marzo 2020	Monitoreo abril 2020	Monitoreo julio 2020	Monitoreo noviembre 2020	Monitoreo febrero 2021
E1																						P	P
E2																			P	P		P	P
E3																							
E4																						P	P
E5	P																		P	P		P	
E6	P																					P	
E7	P																		P			P	
E8	P																					P	
E9	P																						
E10	P																					P	
E11																						P	P
E12																						P	
E13																							
E14																						P	

Fuente: Elaboración propia, 2021. (P): Presencia.

Figura 5-5. Diagrama unifilar Seguimiento Ambiental Río Pama – Presencia de Anfibios



Fuente: Elaboración propia, 2021.

5.4 Evaluación de los caudales liberados desde el muro del embalse

Se tiene registro de caudales liberados por el embalse Valle Hermoso desde agosto 2019 a la fecha, sin embargo, debido a la poca disponibilidad de aguas a embalsar desde mayo de 2020 se optó por entregar un caudal igual al de entrada.

Las estaciones aguas abajo del embalse en el tiempo han tenido variaciones respecto a la disponibilidad del recurso, a continuación, se presenta en la Tabla 5-9 el registro de las estaciones donde se ha evidenciado la presencia de agua superficial. Las estaciones corresponden a las definidas en el EIA como estaciones de Monitoreo de Flora y Fauna Acuática.

Tabla 5-9. Presencia de agua en estaciones de Monitoreo de Flora y Fauna Acuática

ID	Línea base primavera 2009	Línea base invierno 2010	Monitoreo abril 2016	Monitoreo julio 2016	Monitoreo septiembre 2016	Monitoreo febrero 2017	Monitoreo junio 2017	Monitoreo septiembre 2017	Monitoreo diciembre 2017	Monitoreo marzo 2018	Monitoreo junio 2018	Monitoreo septiembre 2018	Monitoreo diciembre 2018	Monitoreo marzo 2019	Monitoreo junio 2019	Monitoreo septiembre 2019	Monitoreo noviembre 2019	Monitoreo marzo 2020	Monitoreo abril 2020	Monitoreo julio 2020	Monitoreo noviembre 2020	Monitoreo febrero 2021
E1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
E2	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
E3		P						P	P	P	P	P	P	P	P					P		
E4				P	P	P	P	P	P		P	P								P	P	P
E5	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
E6	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			P		P	P	P	
E7	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P					P	P	P	P	
E8	P	P	P	P	P	P	P	P	P		P	P								P		
E9	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P							P		
E10	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P						P	P	P
E11																	P	P	P	P	P	P
E12																				P	P	
E13																				P		
E14																				P		

Fuente: Elaboración propia, 2021. (P): Presencia.

A continuación, se realiza un análisis de los caudales entregados a pie de presa y su disponibilidad aguas abajo durante los monitoreos de Flora y Fauna Acuática.

5.4.1 Primavera 2019

La Figura 5-6 muestra que, los caudales liberados a pie de presa no superaron los 12 l/s, los cuales alcanzan a cubrir el cauce del estero Valle Hermoso hasta las estaciones E7 y E11 (ZRE A1). Sin embargo, las estaciones aguas abajo (E8, E9, E10, E12 (ZRE

A1), E13 y E14 (ZRE A2), quedan sin caudales suficientes y fueron registrados como puntos secos (sin agua superficial).

Figura 5-6. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante la primavera 2019.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

5.4.2 Verano 2020

La Figura 5-7 muestra que, los caudales liberados a pie de presa no superaron los 6 l/s, los cuales alcanzan a cubrir el cauce del estero Valle Hermoso hasta las estaciones E7 y E11 (ZRE A1). Sin embargo, las estaciones aguas abajo (E8, E9, E10, E12 (ZRE A1), E13 y E14 (ZRE A2), quedan sin caudales suficientes y fueron registrados como puntos secos (sin agua superficial).

Figura 5-7. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante el verano 2020.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

5.4.3 Otoño 2020

La Figura 5-8 muestra que, los caudales liberados a pie de presa no superaron los 6 l/s, los cuales alcanzan a cubrir el cauce del estero Valle Hermoso hasta las estaciones E7 y E11 (ZRE A1). Sin embargo, las estaciones aguas abajo (E8, E9, E10, E12 (ZRE A1), E13 y E14 (ZRE A2), quedan sin caudales suficientes y fueron registrados como puntos secos (sin agua superficial).

Figura 5-8. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante el otoño 2020.



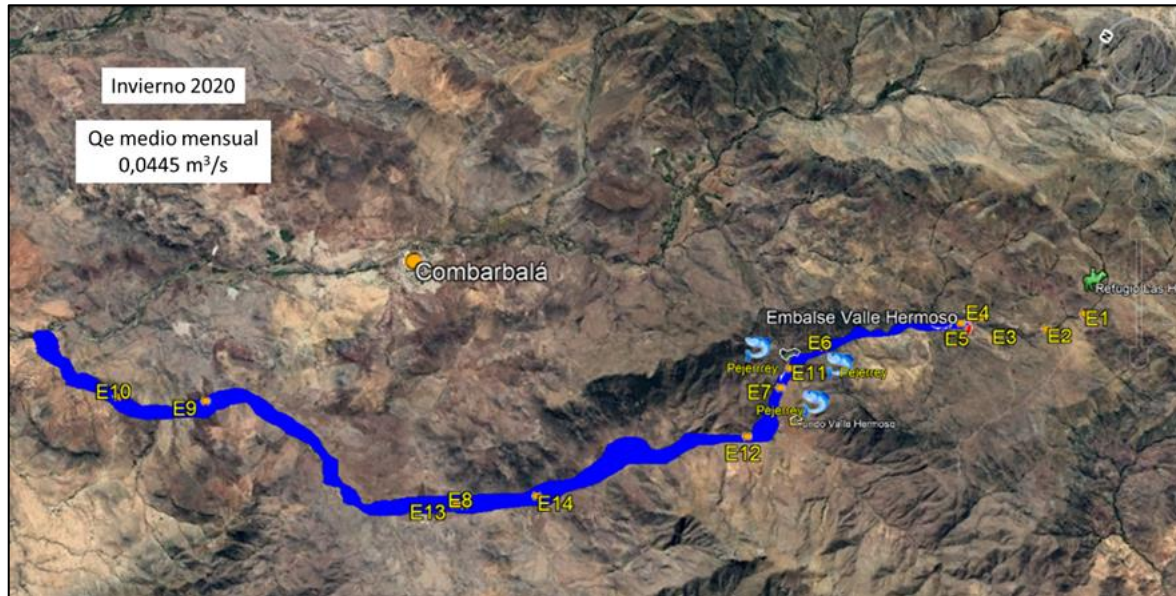
Fuente: Elaboración propia, 2021.

5.4.4 Invierno 2020

La Figura 5-9 muestra que, los caudales liberados a pie de presa superaron los 44 l/s, los cuales alcanzan a cubrir la totalidad del cauce del estero Valle Hermoso y río Pama, hasta su confluencia con el río Combarbalá.

Además, las precipitaciones acontecidas en junio de 2020 ayudaron a disminuir el estrés hídrico, aumentando los caudales y reestableciendo la flora y fauna acuática en aquellos tramos (tramo inferior estero Valle Hermoso (E12 y E14) y río Pama (E8, E13, E9 y E10)) y quebradas afluentes (E3 y E4), que no habían presentado aguas superficiales en las campañas de verano y otoño de 2020.

Figura 5-9. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante el invierno 2020.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

5.4.5 Primavera 2020

La Figura 5-10 muestra que, los caudales liberados a pie de presa no superaron los 8 l/s, cuales alcanzan a cubrir el cauce del estero Valle Hermoso hasta las estaciones E7, E11 y E12 (ZRE A1). Sin embargo, las estaciones aguas abajo (E8, E9, E10, E13 y E14 (ZRE A2), quedan sin caudales suficientes y fueron registrados como puntos secos (sin agua superficial).

Figura 5-10. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante el primavera 2020.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

5.4.6 Verano 2021

La Figura 5-11 muestra que, los caudales liberados para el a pie de presa no superaron los 3 l/s, los cuales alcanzan a cubrir el cauce del estero Valle Hermoso hasta la estación E5 (punto a 100 m aguas abajo del muro del embalse) y una cierta cantidad de metros aguas abajo, dejando sin caudales suficientes a la mayoría de las estaciones del estero Valle Hermoso y río Pama.

Cabe señalar que, este escenario es el peor registrado durante los monitoreos al proyecto Embalse Valle Hermoso, debido a la escasez hídrica de la zona, disminuyendo el ecosistema acuático y con pérdida de biota acuática (fauna íctica).

Figura 5-11. Disponibilidad del recurso hídrico aguas abajo del muro del embalse durante el verano 2021.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

5.5 Evaluación de usos de riego establecidos

De acuerdo con lo establecido en el EIA “Los Sectores de Riego establecidos por la Comunidad de Aguas del Río Pama, responden a una forma operativa de distribuir el agua entre la red de canales existentes, y no al concepto clásico de “Secciones”, ya que en ninguna de ellas es posible agotar los derechos existentes. Además, como ya se mencionó, se reconoce la existencia de dos tipos de usuarios: permanente y eventuales”. En cuanto al Usos de riego establecidos aguas abajo del embalse, es la Junta de vigilancia del Río Pama y sus afluentes, la organización que administra los derechos de aprovechamiento de aguas de uso consuntivo y ejercicio continuo.

Los derechos de aprovechamiento de agua permanente corresponden a 1.453 acciones, estableciéndose que cada sección del río corresponde a 1,0 l/s, la cual se distribuye en conformidad de los caudales existentes mes a mes. Por su parte, los derechos de aprovechamiento de agua eventuales corresponden a 581 acciones, donde estos solo operan cuando el río supera el caudal de los 1.500 l/s. Estos derechos tienen data de inscripción desde 1928, por lo que no existe afectación a los usos de riego aguas abajo del embalse al ser ellos los propietarios de las aguas.

5.6 Análisis integral

Los datos hidrológicos de los caudales de entrada al embalse Valle Hermoso, permiten evidenciar una intensa sequía durante los últimos 10 años y una disminución del caudal del río Pama a partir del año 2018, dejando sin aguas superficiales a la sección media e inferior del río Pama y a las quebradas afluentes ubicadas aguas arriba del embalse. Sin embargo, se debe considerar que, los ríos de la Región de Coquimbo se secan por algún período y en

algunos casos, sólo llevan aguas cuando llueve en época de invierno hasta mediados de primavera, siendo este tipo de río, común en zonas de clima tipo estepárico de interior o semiárido.

A pesar de que, durante la época de verano 2021 se presentan bajos caudales de entrada y salida del embalse, se mantiene aguas abajo la presencia de la fauna íctica (*Basilichthys microlepidotus* y *Trichomycterus areolatus*) en la estación E11 (Zona de Restricción Ambiental). Además, es posible que la fauna íctica se mantenga en estos reservorios hasta que aumenten los caudales nuevamente en el estero Valle Hermoso o haya presencia de agua superficial, evento evidenciable en junio y septiembre de 2019, donde la estación E6 se registró sin aguas superficiales, y que posteriormente en noviembre de 2019 nuevamente registró agua superficial y presencia de fauna íctica. Además, la ictiofauna presente en el área de influencia del proyecto está adaptada y depende de las pozas permanentes y/o tramos fluviales que tienen agua superficial todo el año, como es el caso de la sección de la estación E11 (ZRE A1). En este contexto, los peces usan estos tramos permanentes como refugios durante la época seca (estiaje) y recolonizan los tramos secos una vez que el agua vuelve a discurrir por ellos. Cabe señalar que, se observan dos reservorios de fauna íctica en la sección media del estero Valle Hermoso, siendo una la estación E11 y de manera extraordinaria, el tranque del Fundo Valle Hermoso, el cual ha acumulado un mayor volumen que el embalse Valle Hermoso.

Por otro lado, la fauna bentónica (zoobentos) ha presentado temporalmente una disminución en la abundancia y riqueza de especies en comparación a los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010). Sin embargo, se ha evidenciado que los eventos de lluvias (precipitaciones) permiten la recuperación (resiliencia ambiental) del hábitat acuático en los puntos de monitoreo, debido a la presencia de agua superficial, momento que, el ensamble biológico aprovecha para aumentar la riqueza de especies y abundancia de individuos, lo cual ha sido evidenciado en invierno y primavera de 2020, presentado abundancias mayores a lo registrado en los estudios de línea base.

Entretanto, la flora acuática ha presentado una mayor riqueza y distribución de especies aguas abajo del embalse Valle Hermoso, en comparación a los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010), y a pesar de que, los eventos de sequía disminuyen la disponibilidad del hábitat acuático, no se observan cambios significativos en la distribución y abundancia de especies de la flora acuática.

Escenario similar para los anfibios, los cuales fueron registrados en los estudios de línea base (primavera 2009 e invierno 2010), solamente en estaciones aguas abajo del embalse Valle Hermoso (E5, E6, E7, E8, E9, E10). Mientras que, durante los últimos monitoreos (2020 y 2021), estos anuros han sido registrados tanto aguas arriba como aguas abajo del embalse y con mayor presencia durante la época de primavera, situación símil a lo registrado en primavera 2009. Y a pesar de que, se observaron bajos caudales de entrada y salida durante el verano de 2021 (0,003 m³/s), las especies en categoría de conservación, se encuentran tanto aguas arriba como aguas abajo e inclusive en la zona de restricción ambiental (E11).

6 REGLA OPERACIONAL DE CAUDAL ECOLÓGICO

El proyecto Embalse Valle Hermoso cuenta con RCA aprobatoria del año 2012, sin embargo, se revisó a modo de referencia la legislación vigente para evaluar el comportamiento de la estadística fluvial actualizada del Río Pama. En este sentido se analizaron las opciones que definen el Qec se refieren al 50% del caudal entrante en un año de 95% de excedencia y al 10 % del caudal entrante, sin embargo, en este caso, el 50% del caudal de un año 95% de excedencia resulta para todos los meses en un caudal de 0,00 m³/s. Por lo tanto, se utilizará como base de análisis el 10% del caudal de entrada.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, el régimen natural del río Pama, como afluente del embalse Valle Hermoso, presenta una variabilidad estacional e interanual que depende directamente de las precipitaciones y es por ello que la factibilidad de comprometer un caudal bajo el criterio de “caudal ecológico” no se puede considerar como a todo evento, considerando escenarios en los que cual sea la cantidad de agua comprometida, ésta físicamente no existe.

Así, se propuso una regla operacional para la entrega de aguas del embalse Valle Hermoso que considera lo siguiente:

I. Propuesta de ajuste Caudal Ecológico (Qec)

- Se propuso que el Caudal Ecológico debe ser el 10% del Caudal Afluente medido en la Estación Fluviométrica de la cola del Embalse Valle Hermoso, con un mínimo de 10 l/s (0,010 m³/s) y un valor máximo mensual igual al de la tabla N° 1 del considerando 7.1.2 b) Entrega de Caudal Ecológico de la RCA N° 0004/2012. Es decir, en el caso que el caudal del río Pama tenga el caudal suficiente, ese 10% propuesto cumplirá el mismo régimen de la RCA N° 0004/2012.
- Por su parte, el ajuste, considera que cuando el Caudal Afluente medido en la Estación Fluviométrica de la cola del Embalse Valle Hermoso sea menor a 10 l/s (0,010 m³/s) se dejará pasar la totalidad del Caudal Afluente.

II. Eventos de precipitaciones sobre 10 mm en 24 horas

- Se propuso que durante los Frentes meteorológicos (Lluvias sobre 10 mm en 24 hrs.), se permita cerrar la entrega del embalse en consideración a que el río Pama tomará toda el agua lluvia del resto de la cuenca aportante (aguas abajo del muro) ofreciendo disponibilidad hídrica al curso del Río Pama durante este periodo.

Cabe mencionar que cuando el embalse Valle Hermoso tenga agua acumulada, los requerimientos de los regantes serán cubiertos ya que el río tendrá un caudal superior a 10 l/s, siendo mayor a lo que se plantea dejar pasar como mínimo.

7 CONCLUSIONES

La ictiofauna presente aguas abajo del embalse, se encuentra adaptada y depende de las pozas permanentes y/o tramos fluviales que tienen agua superficial todo el año, estos son utilizados como refugios durante la época seca (estiaje) y recolonizan los tramos secos una vez que el agua vuelve a fluir por ellos. Cabe señalar que, se observan dos reservorios de fauna íctica en la sección media del estero Valle Hermoso, siendo una la estación E11 y de manera extraordinaria, el tranque del Fundo Valle Hermoso.

La fauna bentónica (zoobentos) ha presentado fluctuaciones en abundancia y riqueza de especies entre primavera 2009 e invierno 2010. Sin embargo, se ha evidenciado que los eventos de precipitaciones permiten la recuperación (resiliencia ambiental) del hábitat acuático en los puntos de monitoreo.

En el caso de los anfibios las especies presentes se encuentran tanto aguas arriba como aguas abajo e inclusive en la zona de restricción ambiental (E11).

El componente la flora acuática y vegetación ribereña ha presentado una mayor riqueza y distribución de especies aguas abajo del embalse Valle Hermoso, en comparación a los estudios de línea base.

Finalmente es posible señalar que la modificación solicitada no generará impactos significativos sobre las poblaciones de las componentes fauna íctica, bentos, anfibios, flora y vegetación de ribera y usos de riego debido a que en la actualidad los caudales liberados por el embalse han fluctuado en valores inferiores a los propuestos y a la fecha no se ha evidenciado un efecto adverso, por el contrario, se ha podido evaluar la dinámica natural y la resiliencia de los ecosistemas.

Se debe destacar que no existe un efecto adverso en cuanto a los derechos de aprovechamiento de aguas, puesto que tal y como se indicó en la Presentación del 25 Quinquies, los derechos del Río Pama y que se desea embalsar son propiedad de la Junta de vigilancia y que justamente son los que han solicitado esta modificación.

Sin desmedro de lo anterior, y teniendo en cuenta que no se presentan efectos adversos con la medida presentada, se propone como medida de seguimiento extender el monitoreo de Flora y Fauna Acuática, establecido en el Considerando 13.1.3 de la RCA en dos (2) años adicionales a lo establecido como Plan de Seguimiento Ambiental, pasando de 3 a 5 años de seguimiento de la componente en la etapa de operación del embalse Valle Hermoso. Lo anterior, manteniendo las estaciones y frecuencia de monitoreo establecidas por RCA.

8 REFERENCIAS

AMBAR S.A. 2009-2010. Estudio de Impacto Ambiental, Proyecto Embalse Valle Hermoso. Capítulo 6. 171 p.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (D.G.A). 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Limarí, 121 p.

GESAM CONSULTORES LTDA. 2020. Monitoreo ambiental embalse Valle Hermoso, campaña primavera 2019. 76 p.

RCA N° 0004/2012. Resolución de Calificación Ambiental para el Proyecto "Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto, Embalse Valle Hermoso". Servicio de Evaluación Ambiental, IV Región de Coquimbo. República de Chile.