CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

MÁS Y MEJOR
RIEGO PARA CHILE

ESTUDIO BÁSICO
DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS TRANQUES CORA VIII Y IX REGIÓN

INFORME FINAL

RESUMEN EJECUTIVO

AGOSTO DE 2017

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

MÁS Y MEJOR
RIEGO PARA CHILE

ESTUDIO BÁSICO
DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS TRANQUES CORA VIII Y IX REGIÓN

INFORME FINAL

RESUMEN EJECUTIVO

REALIZADO POR

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

AGOSTO DE 2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. RESUMEN 5
2. INTRODUCCIÓN 6
3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO 7
3.1 OBJETIVO GENERAL 7
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7
4. COBERTURA TERRITORIAL Y METODOLOGÍA DE TRABAJO 8
5. DESARROLLO DEL ESTUDIO 10
5.1 UBICACIÓN GEORREFERENCIADA DE TRANQUES 10
5.2 LEVANTAMIENTO DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA. 16
5.3 IDENTIFICACIÓN DE POTENCIALES USUARIOS Y CULTIVOS 19
5.4 SITUACIÓN LEGAL DE LOS TRANQUES 21
5.5 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE REHABILITACIÓN 22
5.6 PRIORIZACIÓN PARA LA REHABILITACIÓN DE TRANQUES 23
5.7 ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO (SIG). 25
6. CONSIDERACIONES FINALES 28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cobertura territorial del estudio. 8
Tabla 2. Etapas del estudio y productos asociados a cada una de ellas. 8
Tabla 3. Tranques de la VIII región. 12
Tabla 4. Tranques de la IX región. 15
Tabla 5. Tranques con potencial y su capacidad de almacenamiento y volumen embancado para cada una de las provincias beneficiarias del estudio. 18
Tabla 6. Lista para chequear documentos administrativos y legales que verifican diagnóstico de cada tranque. 21
Tabla 7. Costos de rehabilitación de tranques con potencial para cada una de las provincias. 23
Tabla 8. Priorización de tranques a rehabilitar para la región del Bío Bío. 24
Tabla 9. Priorización de tranques a rehabilitar para la región del La Araucanía. 25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología de trabajo. 9
Figura 2. Clasificación de tranques. 11
Figura 3. SIG, sus capas y visualización de las provincias que son parte del estudio. 26
Figura 4. SIG, visualización de la capa de roles prediales. 26
Figura 5. SIG, visualización de la capa parcelaciones. 27
Figura 6. SIG, visualización de la capa tranques. 27

ÍNDICE DE APÉNDICES DIGITALES

Apéndice digital 1. Fichas de levantamiento de información ..... FICHAS
Apéndice digital 2. Mapas provincias y tranques con áreas potenciales y regadas ..... MAPAS
Apéndice digital 3. Análisis de precios unitarios ..... COSTOS
Apéndice digital 4. Verificadores diagnóstico legal ..... VERIFICADORES
Apéndice digital 5. Usuarios y potenciales usuarios ..... USUARIOS
Apéndice digital 6. Matriz de cálculos de priorización ..... PRIORIZACIÓN
Apéndice digital 7. Sistema de información geográfico ..... SIG
Apéndice digital 8. Consideraciones culturales y étnicas ..... ÉTNICAS
Apéndice digital 9. Presentación y minuta de reunión CRR del Bío Bío ..... CRR-VIII
Apéndice digital 10. Pauta entrevista preliminar ..... ENTREVISTA

1. RESUMEN

El ESTUDIO BÁSICO DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS TRANQUES CORA VIII Y IX REGIÓN tiene una duración de 5 meses contados desde el 5 de agosto de 2016. Es desarrollado por la Comisión Nacional de Riego (CNR) en el marco de una serie de diagnósticos regionales de tranques construidos y/o gestionados por la Corporación de la Reforma Agraria (CORA); y definir los medios y recursos necesarios para su rehabilitación.

El objetivo del estudio es realizar un completo diagnóstico y catastro de tranques CORA, determinando las condiciones y el estado actual en que se encuentran estas obras, estimando además los costos de reparación y/o rehabilitación, con el fin de generar un listado priorizado de iniciativas para la región, que beneficien principalmente a pequeños productores y que puedan ser presentadas a futuros concursos de la Ley N° 18.450, concursos CNR-GORE u otro tipo de instrumento de financiamiento.

La ejecución está a cargo de la Universidad de Concepción, específicamente el Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, que para tales efectos ha reunido un equipo con vasta experiencia en todas las materias que competen al estudio.

De acuerdo con el contrato que rige la consultoría, los productos específicos comprometidos son:

- Ubicación georreferenciada de tranques CORA.
- Levantamiento del estado de la infraestructura.
- Identificación de potenciales usuarios y cultivos.
- Situación legal de los tranques.
- Estimación de costos de rehabilitación.
- Priorización para la rehabilitación de tranques.
- Elaboración de un sistema de información geográfico (SIG).

A continuación, se describe el desarrollo del estudio.

2. INTRODUCCIÓN

Durante la década de 1960 y principio de los 70', mediante la Corporación de la Reforma Agraria (CORA) se construyeron una gran cantidad de tranques de diferentes tamaños cuyo propósito era abastecer de agua de riego a los proyectos de parcelación creados durante esos años mediante las leyes de Reforma Agraria. Muchos de estos tranques se encuentran en desuso debido al crecimiento de las ciudades, modificaciones en los usos de suelo y a las modificaciones propias al paso de los años.

Por otro lado, la situación de escases hídrica que aqueja al país está generando una serie de dificultades productivas en los diferentes sectores usuarios del agua principalmente el riego, que utiliza sobre el 75% de los derechos de aprovechamiento de aguas de tipo consuntivo.

En función de lo anterior, tanto el INDAP como la Dirección de Obras Hidráulicas han desarrollado proyectos de mejoramiento de algunos de estos tranques, aportando de ese modo al mejoramiento de la gestión de las aguas en la región.

El Servicio Agrícola y ganadero (SAG) informa un total de 77 tranques CORA, de los cuales 63 corresponden a la región del Bío Bío y otros 14 en La Araucanía.

En consecuencia, parece pertinente el desarrollo de un catastro y diagnóstico de la situación actual de dichos tranques, de modo de priorizar su reparación en función de criterios técnicos y operacionales, de modo que mediante el uso adecuado de la ley de fomento a la inversión privada en riego y drenaje N° 18.450, se contribuya a mejorar la situación de escasez hídrica del territorio, mejorando con ello la seguridad de riego y la productividad agrícola, lo que conlleva un alza en la calidad de vida de las personas.

3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un diagnóstico y catastro de tranques CORA, determinando las condiciones y el estado actual en que se encuentran estas obras, estimando además los costos de reparación y/o rehabilitación, con el fin de generar un listado priorizado de iniciativas para la región, que beneficien principalmente a pequeños productores.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Identificar y georreferenciar los tranques CORA en la zona de estudio.
b) Levantar el estado actual de los tranques estimando sus costos de reparación, volumen embancado, estado de obras civiles, fuente de abastecimiento de agua (cauce principal y canal alimentador), entre otros.
c) Identificar las organizaciones de regantes o particulares a cargo de los tranques, Analizar el estado legal de los derechos de aguas asociados a estos y la situación legal de la ubicación del tranque.
d) Determinar los usuarios beneficiados, los cultivos asociados y la superficie plantada de estos.
e) Definir una priorización de reparación de tranques.
f) Elaborar un sistema de información geográfico (SIG) con toda la información recopilada.

4. COBERTURA TERRITORIAL Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

La cobertura territorial corresponde a la totalidad de las regiones del Bío Bío y La Araucanía, las que contienen 4 provincias y 67 comunas, tal como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Cobertura territorial del estudio.

Región	Provincia	Comunas
Bío Bío	Bío Bío	Alto Biobío, Antuco, Cabrero, Laja, Los Ángeles (capital provincial), Mulchén, Nacimiento, Negrete, Quilaco, Quilleco, San Rosendo, Santa Bárbara, Tucapel y Yumbel
	Ñuble	Bulnes, Chillán, Chillán Viejo, Cobquecura, Coelemu, Coihueco, El Carmen, Ninhue, Ñiquén, Pemuco, Pinto, Portezuelo, Quillón, Quirihue, Ránquil, San Carlos, San Fabián, San Ignacio, San Nicolás, Trehuaco y Yungay
La Araucanía	Malleco	Angol, Collipulli, Curacautín, Ercilla, Lonquimay, Los Sauces, Lumaco, Purén, Renaico, Traiguén y Victoria
	Cautín	Temuco, Carahue, Cholchol, Cunco, Curarrehue, Freire, Galvarino, Gorbea, Lautaro, Loncoche, Melipeuco, Nueva Imperial, Padre Las Casas, Perquenco, Pitrufquén, Pucón, Saavedra, Teodoro Schmidt, Toltén, Vilcún y Villarrica.

Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo del estudio comienza el 5 de agosto de 2016, mediante la resolución que aprobó el contrato que rige el estudio, el cual se ha dividido en cinco etapas secuenciales, tal como se observa en la tabla 2.

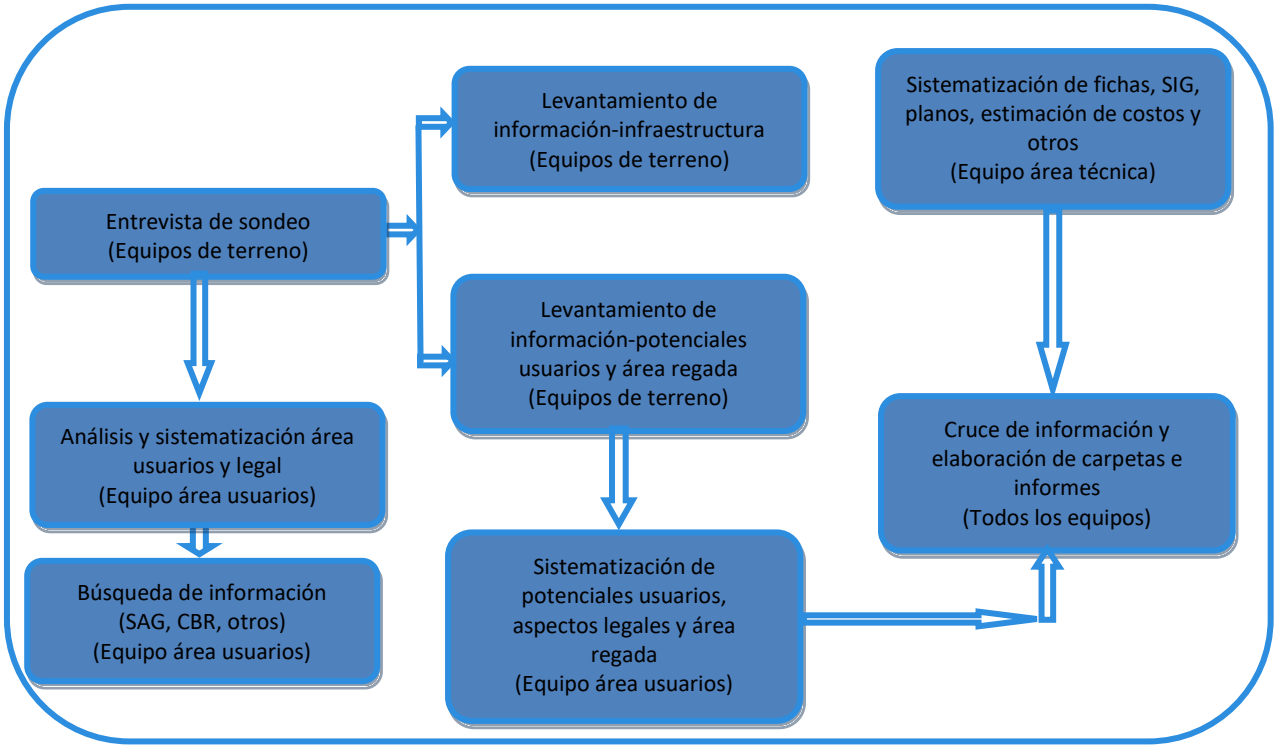
Tabla 2. Etapas del estudio y productos asociados a cada una de ellas.

Etapa	Periodo	Productos desarrollados
I	Agosto a septiembre de 2016	• Ubicación y georreferenciación de tranques. • Propuesta y validación de metodología para levantar información.
II	Octubre de 2016	• Levantamiento del estado de infraestructura (fichas con información parcial). • Identificación de potenciales usuarios y cultivos. • Metodologías para estimar costos y diagnóstico de la situación legal.
III	Noviembre a diciembre de 2016	• Situación legal de los tranques. • Costos de rehabilitación. • Entrega de fichas definitivas. • Priorización de rehabilitación. • Plataforma SIG.
IV	Enero de 2017	Elaboración del Borrador de Informe Final con el 100% de los productos.
V	Aprobado el BIF En adelante	Elaboración del Informe Final con el 100% de los productos aprobados.

Fuente: Elaboración propia.

Desde un punto de vista operativo, se trabajó con: 2 equipos de terreno encargados de la toma de datos, un equipo de gabinete ubicado en Chillán, responsables del diseño de instrumentos de diagnóstico y la sistematización de la información, una encargada del área legal y un jefe de estudio y coordinador del trabajo y responsable de la ejecución del estudio en todas sus áreas.

La figura 1 muestra un esquema con la lógica y procesos metodológicos desarrollados en el estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Metodología de trabajo.

5. DESARROLLO DEL ESTUDIO

De acuerdo con el contrato que rige la consultoría, los productos específicos comprometidos son:

- Ubicación georreferenciada de tranques CORA.
- Levantamiento del estado de la infraestructura.
- Identificación de potenciales usuarios y cultivos.
- Situación legal de los tranques.
- Estimación de costos de rehabilitación.
- Priorización para la rehabilitación de tranques.
- Elaboración de un sistema de información geográfico (SIG).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada uno de éstos.

5.1 Ubicación georreferenciada de tranques

La identificación de tranques comenzó con la revisión del listado denominado “TRANQUES EN PROYECTOS DE PARCELACIÓN, COOPERATIVAS DE REFORMA AGRARIA Y COLONIAS” del SAG.

Luego, se contrastó el listado con la información “RECOPILACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE DERECHOS DE AGUA OTORGADOS POR EL SAG”, elaborado por la Dirección General de Aguas (DGA) el año 2013.

La información recopilada es analizada por los diferentes equipos de trabajo para los propósitos que cada uno tiene.

Luego de la revisión de la información antes mencionada, se han identificado 77 tranques CORA, 63 en la región del Bío Bío y 14 en la de La Araucanía.

Con posterioridad a la identificación de los tranques, basándose en las entrevistas realizadas y el trabajo de campo, se procedió a clasificar cada uno de los tranques según los siguientes conceptos:

Muy Bueno: *Se refiere a tranques que han sido rehabilitados recientemente, razón por la cual se encuentran en buen estado y no ameritan considerarlos para una eventual rehabilitación.*

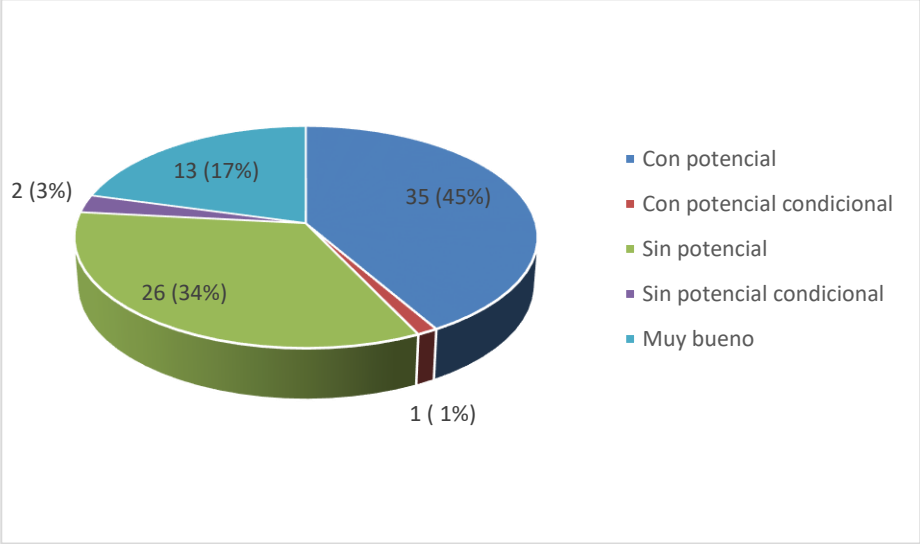
Sin Potencial: *Se refiere a tranques que no cuentan con las condiciones mínimas para considerarlos en un proyecto de rehabilitación. Las razones de ello pueden ser por su inexistencia, falta de derechos de aprovechamiento de aguas, cambios en el uso de suelos en que está se emplazado, falta de interés por parte de los usuarios u otras razones.*

Con Potencial: *Se refiere a tranques que cumplen con las condiciones mínimas para ser considerados en un proyecto de rehabilitación a través de la ley de fomento al riego y drenaje N° 18.450.*

Con Potencial condicional: *Se refiere a tranques que, en primera instancia parece relevante su rehabilitación, pero se requiere de estudios adicionales para afirmarlo.*

Sin Potencial condicional: *Se refiere a tranques que, en primera instancia no parece pertinente su rehabilitación, pero se requiere de estudios adicionales para afirmarlo.*

La figura 2 presenta la cantidad y porcentaje de tranques para cada tipo y en las tablas 3 y 4 se observa cada uno de los tranques identificados, su clasificación y principales características.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Clasificación de tranques.

Tabla 3. Tranques de la VIII región.

N°	ID	Comuna	Coordenadas UTM		Clasificación	Para tranques con potencial de rehabilitación					
			Este	Norte		N° de potenciales usuarios	Superficie factible de regar (há)	Cultivos principales	Volumen máximo (m^3)	Volumen embancado (m^3)	Costo de rehabilitación (UF)
1	8_BB01	LOS ANGELES	216643	5858228	Con potencial	5	70	No corresponde. Tranque no está en uso.	16.490	7.480	5.290
2	8_BB02	LOS ANGELES	188345	5850644	Sin Potencial	-	-	-	-	-	-
3	8_BB03	LOS ANGELES	217822	5849688	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
4	8_BB04	LAJA	184672	5848928	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
5	8_BB05	LOS ANGELES	188522	5848574	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
6	8_BB06	LOS ANGELES	191128	5848533	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
7	8_BB07	LOS ANGELES	186115	5847427	Sin Potencial	-	-	-	-	-	-
8	8_BB08	NEGRETE	182293	5837857	Con potencial	10	35	Cereales y remolacha.	18.299	0	859
9	8_BB09	NEGRETE	180556	5834487	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
10	8_BB10	MULCHEN	210258	5831239	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
11	8_BB11	NEGRETE	181274	5830220	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
12	8_BB12	QUILACO	226160	5829402	Con potencial	22	101	Trigo, avena, alfalfa, empastadas, frejol, trébol.	34.130	6.131	3.350
13	8_BB13	MULCHEN	212350	5828359	Con potencial	8	245	Maíz, trigo, maravilla, trébol.	63.880	8.801	3.506
14	8_BB14	MULCHEN	200764	5816028	Con potencial	4	111	Trigo, empastadas, eucaliptus.	87.431	22.644	7.487
15	8_BB15	MULCHEN	237544	5815995	Con potencial	15	358	Pradera y algo de Hortalizas, papas, cebollas.	246.155	118.507	35.577
16	8_ÑU01	SAN CARLOS	227269	5979240	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
17	8_ÑU02	ÑIQUEN	245706	5978323	Con potencial	22	35	Cultivos Anuales.	15.375	0	909
18	8_ÑU03	ÑIQUEN	245222	5975831	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
19	8_ÑU04	ÑIQUEN	246453	5974760	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
20	8_ÑU05	ÑIQUEN	243219	5973481	Con potencial	9	4	Pastos, cultivos anuales.	43.655	15.734	6.241
21	8_ÑU06	SAN FABIAN	254306	5970956	Con potencial	11	192	Frambuesas, arandanos, trigo, maiz	45.592	21.484	6.578
22	8_ÑU07	ÑIQUEN	253407	5968535	Con potencial	9	84	Trigo, maíz, praderas, hortalizas.	13.163	2.864	1.968
23	8_ÑU08	SAN NICOLAS	204518	5967912	Con potencial	6	442	Maíz, sandías, hortalizas.	799.664	550.712	154.748
24	8_ÑU09	SAN CARLOS	238692	5967857	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
25	8_ÑU10	SAN CARLOS	238149	5966983	Con potencial	9	127	Cultivos Anuales.	30.099	18.566	6.159
26	8_ÑU11	ÑIQUEN	250206	5966290	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
27	8_ÑU12	ÑIQUEN	251473	5965349	Con potencial	10	20	Trigo, remolacha, porotos, maíz, zanahoria, pepino, alfalfa.	4.646	0	843

Tabla 3 (continuación). Tranques de la VIII región.

N°	ID	Comuna	Coordenadas UTM		Clasificación	Para tranques con potencial de rehabilitación					
			Este	Norte		N° de potenciales usuarios	Superficie factible de regar (há)	Cultivos principales	Volumen máximo (m^3)	Volumen embancado (m^3)	Costo de rehabilitación (UF)
28	8_ÑU13	SAN CARLOS	247103	5960965	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
29	8_ÑU14	SAN CARLOS	231036	5959916	Sin potencial		-	-	-	-	-
30	8_ÑU15	SAN CARLOS	228716	5959644	Con potencial	11	283	Frutales y Cultivos anuales.	67.017	20.752	7.999
31	8_ÑU16	COIHUECO	254405	5957978	Con potencial	14	102	Praderas, trigo, avena.	31.526	16.913	6.428
32	8_ÑU17	SAN CARLOS	230721	5956861	Con potencial	10	38	Praderas, trigo, avena.	11.574	2.894	2.289
33	8_ÑU18	SAN CARLOS	229440	5954949	Con potencial	35	106	Praderas, cereales, frejoles, hortalizas, frutillas, frutales	25.081	0	852
34	8_ÑU19	CHILLÁN	225032	5948390	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
35	8_ÑU20	CHILLÁN	225368	5947470	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
36	8_ÑU21	CHILLÁN	218978	5947172	Con potencial	10	4	Alfalfa.	1.329	957	1.225
37	8_ÑU22	COIHUECO	245003	5947045	Con potencial	9	223	Arándanos, frambuesas, moras, maíz, trigo, berries, praderas.	118.859	87.945	25.243
38	8_ÑU23	COIHUECO	246605	5946859	Con potencial	10	86	Arándanos, frambuesas, moras, maiz, trigo, praderas	20.496	4.032	2.682
39	8_ÑU24	COIHUECO	231809	5944440	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
40	8_ÑU25	COIHUECO	243539	5943222	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
41	8_ÑU26	CHILLÁN	230074	5943025	Con potencial	11	78	Choclo, remolacha, maíz grano, hortalizas, praderas.	18.386	1.702	1.789
42	8_ÑU27	COIHUECO	240800	5941842	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
43	8_ÑU28	COIHUECO	246654	5940204	Con potencial	2	6	Cultivos Anuales.	1.420	875	960
44	8_ÑU29	COIHUECO	245345	5934644	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
45	8_ÑU30	BULNES	202876	5930509	Con potencial	6	252	Maíz, avena, trigo, avellanos.	90.720	68.640	20.010
46	8_ÑU31	BULNES	194957	5930168	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
47	8_ÑU32	BULNES	195686	5928521	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
48	8_ÑU33	BULNES	209821	5924350	Con potencial	8	67	Maíz, trigo, praderas.	20.728	9.147	4.402
49	8_ÑU34	BULNES	212592	5921052	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
50	8_ÑU35	BULNES	216828	5919801	Sin Potencial	-	-	-	-	-	-
51	8_ÑU36	BULNES	199788	5919489	Con potencial	2	64	Trigo, maíz.	15.162	9.506	3.580
52	8_ÑU37	BULNES	221055	5918233	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
53	8_ÑU38	BULNES	211505	5918147	Con potencial	5	224	Remolacha, maiz, canola, ganadería, trigo	53.134	4.718	1.741
54	8_ÑU39	BULNES	220102	5917918	Con potencial	16	107	Trigo, praderas, maíz, papas.	25.384	1.216	1.873
55	8_ÑU40	BULNES	215676	5917449	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
56	8_ÑU41	BULNES	204292	5917053	Sin potencial	-	-	-	-	-	-

Tabla 3 (continuación). Tranques de la VIII región.

N°	ID	Comuna	Coordenadas UTM		Clasificación	Para tranques con potencial de rehabilitación					
			Este	Norte		N° de potenciales usuarios	Superficie factible de regar (há)	Cultivos principales	Volumen máximo (m^3)	Volumen embancado (m^3)	Costo de rehabilitación (UF)
57	8_ÑU42	BULNES	213420	5916741	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
58	8_ÑU43	BULNES	210589	5915620	Con potencial	3	108	Cultivos anuales.	25.535	926	1.602
59	8_ÑU44	BULNES	204545	5915261	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
60	8_ÑU45	BULNES	214826	5915094	Con potencial	29	140	Maíz, trigo, arándanos, manzanos, perales, semilleros.	33.297	6.153	4.062
61	8_ÑU46	SAN IGNACIO	216859	5914980	Con potencial	9	136	Maíz, trigo papas, praderas, invernaderos.	32.218	26.700	8.874
62	8_ÑU47	SAN IGNACIO	219249	5913468	Muy bueno	-	-	-	-	-	-
63	8_ÑU48	SAN IGNACIO	221261	5912876	Con potencial	1	146	Nogales.	34.696	7.669	3.300

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Tranques de la IX región.

N°	ID	Comuna	Coordenadas UTM		Clasificación	Para tranques con potencial de rehabilitación					
			Este	Norte		N° de potenciales usuarios	Superficie factible de regar (há)	Cultivos principales	Volumen máximo (m^3)	Volumen embancado (m^3)	Costo de rehabilitación (UF)
1	9_CA05	LAUTARO	712323	5725356	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
2	9_CA06	CARAHUE	664590	5711179	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
	9_CA07	CARAHUE	665419	5710897	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
3	9_CA08	FREIRE	696140	5692128	Sin potencial condicional	-	-	-	-	-	-
4	9_CA09	FREIRE	697361	5686425	Sin potencial condicional	-	-	-	-	-	-
5	9_CA10	FREIRE	755668	5675313	Sin potencial	-			-	-	-
6	9_MA01	ANGOL	707219	5824251	Con potencial	1	50	Alfalfa; chacra	504.662	149.198	41.852
7	9_MA02	ANGOL	712106	5811462	Con potencial	41	53	No corresponde. Tranque no está en uso.	1.211.145	484.458	135.424
8	9_MA03	RENAICO	719170	5811008	Con potencial condicional	-	-	-	-	-	-
9	9_MA04	ANGOL	713040	5799183	Con potencial	3	9	Praderas, chacra	133.070	55.942	18.025
10	9_MA05	COLLIPULLI	735480	5794970	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
11	9_MA06	ERCILLA	716197	5790728	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
12	9_MA07	ERCILLA	716084	5789858	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
13	9_MA08	ERCILLA	717720	5789646	Sin potencial	-	-	-	-	-	-
14	9_MA09	TRAIGUEN	705334	5767231	Con potencial	2	132	Praderas, trigo, viñas, chacra	2.104.725	0	3.506

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Levantamiento del estado de la infraestructura.

El punto de partida metodológico es la ubicación del tranque según las coordenadas establecidas en la etapa anterior, para lo cual el SIG es de fundamental importancia. Una vez en el sector del tranque se procede a encontrar una persona responsable del tranque y se le realiza una entrevista preliminar (ver apéndice digital: Entrevista Preliminar), la que tiene como objetivo informar del estudio y obtener información relacionada con el tranque, los usuarios o potenciales usuarios y alguna organización de usuarios que tenga relación con la obra.

En cuanto a la toma de datos en terreno, la primera información requerida corresponde a la ubicación de estructuras de funcionamiento del tranque: Entrada o toma, salida o entrega y vertedero. La cual se puede obtener en la entrevista preliminar de terreno.

Si al inicio de las mediciones no se cuenta con la información anterior, es imprescindible explorar completamente el tranque para ubicar dichos puntos. Antes de empezar la exploración se anota la geo-referenciación del tranque.

Se debe anotar la cantidad de árboles a extraer del tranque como porcentaje de superficie ocupada por árboles.

1) Identificar el muro y distinguirlo del límite geográfico. Medir la longitud del coronamiento usando el odómetro y/o distanciómetro.

Es imprescindible observar el estado actual del muro, grietas, deslizamientos, filtraciones, para estimar el porcentaje de muro a reparar o a reconstruir.

2) En los puntos elegidos para medición de cota sobre muro se debe medir:
    a) Ancho de coronamiento, utilizando la huincha o la regla topográfica.
    b) Ángulos de talud externo e interno utilizando la regla topográfica acostada sobre el talud y sobre ella descansar el Inclinómetro, respetando la norma elegida, esto es, el Inclinómetro apuntando hacia abajo del talud o hacia el lecho del tranque.
3) Medir la cota de talud interno y externo en ese punto, en el caso de ser necesario un cambio de estación, se recomienda medir la cota de talud en un lugar visible desde el

teodolito y tomar el desarrollo de talud hacia arriba y hacia debajo de la posición de la regla.

4) En cada punto sobre muro elegido se debe tomar la medida del desarrollo de talud externo utilizando el odómetro.
5) Cota sobre muro en el punto más bajo del muro, es decir, donde la altura del muro sobre el lecho sea la menor.
6) Observar a lo largo del talud interno la existencia de marcas claras de permanencia de altura de llenado de agua máxima y tomar la cota. En caso de no existir se debe buscar en la estructura de salida, ya sea en la regla o limnímetro, en sus vestigios o en su defecto en la superficie de la estructura de salida.
7) Para estimar el fondo actual del tranque se deben tomar lecturas de cota en varios puntos singulares y representativos en el lecho del tranque.
8) Dimensiones del tranque:

   Se debe utilizar el distanciómetro laser para estimar las dimensiones del tranque, en caso de tranques demasiado grandes para utilizar el odómetro, o sea que la vegetación y topografía impida lecturas de odómetro confiables.

En el caso de tranques con agua:

1) Se dibuja en el plano del tranque una matriz de puntos separados 10 metros (equidistantes), para tranques mayores a 5 hectáreas y 6 metros para tranques menores.
2) Se eligen aleatoriamente 5 puntos y se marcan.
3) En cada punto de la matriz dibujada en el plano del Tranque se deben tomar las siguientes dos medidas:
   a) Profundidad del lecho sin permitir que la plomada penetre el fango o si se usa la regla no permitir que ésta penetre en el lecho.
   b) Profundidad del lecho soltando completamente la plomada para estimar el grosor del sedimento o si se usa la regla permitir que ésta penetre en el fango.

   Estas dos medidas se transmiten por radio al Ingeniero de terreno que está en teodolito.

El Ingeniero de terreno debe pedir la leer la cota de espejo de agua en los 5 puntos aleatorios marcados, posicionando la regla topográfica en la superficie del bote o más precisamente en la superficie del agua sin permitir sumergimiento.

4) Se debe tomar la cota de los tres puntos singulares, para lo cual el Ingeniero en terreno debe estar atento a la posición del bote en el tranque, en caso de que el acceso al punto singular requiera llegar en bote.
5) Se debe tomar la profundidad máxima del lecho en las cercanías del muro, esto es, el bote debe estar cerca del muro y a su vez del punto de salida.

Una vez tomados los datos, se envía la información al equipo de gabinete quienes proceden al llenado de las fichas de levantamiento de información y la estimación de costos de rehabilitación.

En el caso de los tranques considerados con potencial, las fichas de levantamiento de información están completas al 100%, de modo de que permitan la correcta identificación y caracterización del respectivo tranque y su priorización para una eventual rehabilitación mediante la Ley N°18.450.

Al analizar la información de los tranques con potencial de rehabilitación se observa que suman una capacidad máxima de almacenamiento de 3.768.376 m^3, de los cuales 637.690 m^3 se encuentran embancados, tal como se observa en la tabla 5. Además, la tabla 1 presenta el volumen máximo de almacenamiento y embancamiento para cada uno de los tranques de ambas regiones beneficiarias del estudio.

Tabla 5. Tranques con potencial y su capacidad de almacenamiento y volumen embancado para cada una de las provincias beneficiarias del estudio.

Comuna	N° de Tranques con potencial	Volumen máximo de almacenamiento (m^3)	Volumen embancado (m^3)
Provincia del Bío Bío	6	218.023	30.824
Provincia de Ñuble	25	1.108.639	357.095
Provincia de Malleco	4	2.441.714	249.771
Total	**35**	**3.768.376**	**637.690**

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Identificación de potenciales usuarios y cultivos

Para efectos de este estudio, y como una forma de facilitar la comprensión del trabajo en desarrollo, se define lo siguiente:

Superficie regada o potencialmente regable: al área delimitada por todos los predios que están siendo regados actualmente o podrían serlo ante la eventualidad de rehabilitación o mejoramiento del tranque. No necesariamente se riega o podría regarse toda el área delimitada, simplemente delimita los predios usuarios del tranque en cuestión.

Superficie factible de regar: a la superficie máxima que se podría regar de acuerdo con la capacidad de almacenamiento del tranque respectivo. Para lo cual, la Comisión Nacional de Riego ha establecido los siguientes criterios:

- **Tranque de acumulación**: se considera que el tiempo de llenado es el fin de semana en 36 horas (1,5 días), lo que conlleva 5,5 días de riego en la semana. Además, considerando 10 horas de riego por día y una equivalencia de 1,2 l/s para cada hectárea, permite una equivalencia de 237 m^3/ha.
- **Embalses estacionales**: se considera un requerimiento de 10.000 m^3 por cada hectárea de riego.

Usuario: a la persona (natural o jurídica) que está haciendo uso de las aguas de un determinado tranque.

Potencial usuario: a la persona (natural o jurídica) que podría hacer uso de las aguas del tranque actualmente sin uso, ante la eventualidad de que éste sea rehabilitado.

En rigor, los usuarios y potenciales usuarios son las mismas personas, toda vez que, hacen uso del tranque quienes tienen derechos. Es decir, su rehabilitación no incorpora nuevos derechos de agua, ya sean inscritos o consuetudinarios (de uso y costumbre), razón por la cual se trata de las mismas personas. No obstante, ante la eventualidad de que en algún/os caso/s se presente una situación diferente, será informada y explicada detalladamente.

En consecuencia, cuando se trata de tranques en uso se habla de usuarios y si el tranque lleva algún tiempo sin uso se habla de potenciales usuarios.

Como punto de partida se realizó una entrevista preliminar a un representante del tranque, quien identifica a los usuarios y/o potenciales usuarios del tranque respectivo. Además, se delimitó el área regada, los tipos de cultivo asociados y la estratificación de los usuarios según tamaño. Para la entrevista en profundidad, el profesional de terreno llevó un notebook (o imágenes satelitales impresas con el área en cuestión) para delimitar el área regada o potencialmente regada, mediante el uso de Google Earth. En la misma entrevista se obtiene los tipos de cultivo y la clasificación de tipos de usuarios para toda el área beneficiaria del tranque respectivo.

Una vez obtenida la información de terreno, y con el objeto de tener todos los antecedentes de los usuarios de cada tranque, se cruzó esta información con la cartografía proporcionada por la CNR con los roles de predios y luego con los sitios Web del Servicio de Impuesto Internos y Rutificador.cl, generando así el listado de usuarios con el nombre completo, Rut, rol y nombre de la propiedad, comuna, estratificación y superficies.

Finalmente, con el cruce de los Rut de los usuarios de cada tranque con la base de datos proporcionada por el mandante “Clientes de INDAP”, se obtiene los usuarios de tranques con la calidad de cliente de INDAP y con ello el listado de usuarios y potenciales usuarios completo.

En relación con los cultivos y las áreas regadas, éstas son determinadas en la entrevista realizada y con la cartografía generada, respectivamente. En ambos casos la información se entrega en las fichas de levantamiento de información.

La tabla 1 muestra el número de potenciales usuarios, superficie potencialmente regable y principales cultivos en los tranques actualmente en uso para cada uno de los tranques con potencial de rehabilitación.

5.4 Situación legal de los tranques

La situación legal de los tanques considera dos aspectos: (1) la propiedad del predio en el que se emplaza el tranque; y (2) los derechos de aprovechamiento de aguas, fundamentalmente, lo que respecta a la organización de usuarios con competencia en las aguas que alimentan el tranque respectivo.

Para facilitar la recopilación de antecedentes comprometidos y la revisión del informe, se presenta una lista de chequeo de verificadores (tabla 6).

Tabla 6. Lista para chequear documentos administrativos y legales que verifican diagnóstico de cada tranque.

1. Respaldo de la propiedad del predio en que se emplaza el tranque	
Verificador	**Ruta a archivo**
En el caso de bien común, fotocopia simple de la inscripción de la propiedad, donde aparezca la parte y/o fracción correspondiente al bien común donde se emplaza el tranque, de alguno de los propietarios. En el caso de terreo privado, fotocopia simple de inscripción de la propiedad que acredite el dominio del predio, si el titular lo entrega al consultor.	APÉNDICE DIGITAL/VERIFICADORTES/ ID/INSCRIPCIÓN
Plano de roles del SII en que aparece el bien común o propiedad privada.	APÉNDICE DIGITAL/VERIFICADORTES/ ID/PLANO ROLES
Plano del respectivo proyecto de parcelación SAG.	APÉNDICE DIGITAL/VERIFICADORTES/ ID/PLANO SAG
Certificado del SII, que muestra el nombre asociado al rol[1].	APÉNDICE DIGITAL/VERIFICADORTES/ ID/CERTIFICADOS SII
2. Estado legal de la organización y los derechos de agua de los usuarios	
Verificador	**Ruta a archivo**
Certificado de la Dirección General de Aguas con la inscripción vigente en el CPA, para las comunidades de aguas constituidas o que acredite que la organización no se encuentra constituida.	APÉNDICE DIGITAL/VERIFICADORTES/ ID/CERTIFICADO DGA
Listado de usuarios del tranque con los derechos otorgados (reconocidos) por la OUA	APÉNDICE DIGITAL/VERIFICADORTES/ ID/LISTADO OUA

Fuente: Elaboración propia.

[1] El Número de RUN o RUT es obtenido desde www.rutificador.cl, dado que desde hace 6 meses la web del SII no entrega dicha información.

La situación legal de cada uno de los tranques se encuentra en las fichas de levantamiento de información, adjuntas a este informe en el apéndice digital: “FICHAS”.

Por otro lado, en el apéndice digital “VERIFICADORES”, se encuentran los antecedentes descritos en el listado para chequear indicado en el acápite anterior.

5.5 Estimación de costos de rehabilitación

La estimación de costos de rehabilitación ha sido realizada conforme a los antecedentes técnicos recopilados en terreno y en base a un desarrollo de Análisis de Precios Unitarios elaborado a partir de los Instructivos Técnicos de la Comisión Nacional de Riego, teniendo en consideración los precios unitarios utilizados para postular a la ley 18.450.

Desde un punto de vista metodológico, el equipo de terreno levantó la información necesaria en cada tranque identificando dimensiones y requerimientos técnicos de mejoramientos en el tranque y las obras de arte asociadas. Posteriormente esta información fue enviada al equipo de gabinete (ubicado en dependencias de la Universidad de Concepción Campus Chillán) quienes realizaron cubicaciones aproximadas de las partidas requeridas para la rehabilitación de cada tranque.

Para cada tranque se presenta un presupuesto detallado en el cual aparece el costo de todas las obras involucradas, específicamente obras preliminares, movimientos de tierra, canal de entrada, vertedero, obra de salida, canal de salida, obras anexas, gastos generales, imprevistos, utilidades, impuestos y costos del estudio.

En apéndice digital “ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS” se encuentra el detalle del análisis de precios unitarios considerados en cada ítem. Además, cada una de las fichas de tranques con potencial de rehabilitación tiene vinculadas hojas de cálculo para la estimación de costos de rehabilitación.

Los costos de rehabilitación de los tranques con potencial de rehabilitación alcanzan las 217.025 UF, tal como se observa en la tabla 7. Además, la tabla 1 presenta los costos estimados de rehabilitación de cada uno de los tranques con potencial de rehabilitación.

Tabla 7. Costos de rehabilitación de tranques con potencial para cada una de las provincias.

Provincia	N° de Tranques con potencial	Costo total de rehabilitación (UF)
Provincia del Bío Bío	6	18.427
Provincia de Ñuble	25	124.654
Provincia de Malleco	4	73.945
Total	**35**	**217.026**

Fuente: Elaboración propia.

5.6 Priorización para la rehabilitación de tranques

La priorización de tranques con potencial tiene poco sentido en la región de La Araucanía, toda vez que, son cuatro los tranques con potencial de rehabilitación.

Por su parte en la región del Bío Bío se hace más pertinente debido a los 28 tranques que se encuentran en esa condición. No obstante, se propone un proceso de priorización multicriterio aplicado a ambas regiones.

La metodología de priorización utilizada está conformada por 4 etapas secuenciales:

1. Definición de los criterios y variables de decisión con sus respectivos valores ponderados.

En conjunto con el mandante se establecieron los criterios y sub-criterios que conforman el modelo multicriterio de priorización. Además, a cada uno de ellos se les asoció el valor ponderado del peso que tiene en la priorización.

2. Definición de los tranques a incluir en el modelo multicriterio de priorización.

Durante el desarrollo de la segunda etapa del estudio, se clasificaron cada uno de los tranques, de modo de priorizar sólo aquellos que se encuentran “con potencial” de rehabilitación.

3. Ejecución del modelo multicriterio de priorización.

Los tranques definidos “con potencial” son introducidos al modelo multicriterio de priorización, de donde sale un indicador numérico que establece el valor ponderado y con ello se establece desde el más al menos importante según los criterios establecidos.

MODELO MULTICRITERIO DE PRIORIZACIÓN

El modelo de priorización multicriterio está compuesto por criterios y variables de decisión que, mediante su aplicación genera un índice que representa a cada tranque, mediante la expresión:

$$I_p = \sum_{j=1}^{J} G_j * \sum_{i=1}^{I} (C_{i,j} * Ind_{i,j}) \qquad \text{.....} \quad (1)$$

Donde:

- I_p : Corresponde al Índice representativo para el tranque p-ésimo.
- J : Número de grupos genéricos para los criterios de evaluación (J=1, 2, 3, 4 y 5).
- I : Número total de criterios para los grupos genéricos de la evaluación.
- G_j : Ponderación del grupo j-ésimo. La suma de los pesos de los grupos es 1,0.
- $C_{i,j}$: Ponderación del criterio de selección i-ésimo dentro del grupo genérico j-ésimo. La suma de los pesos de todos los indicadores i dentro de un componente j es 1,0.
- $Ind_{i,j}$: Nota o valor numérico de la variable de decisión i-ésima del grupo genérico j-ésimo.

En las tablas 8 y 9 se presenta la priorización de tranques a rehabilitar, según el modelo antes descrito.

Tabla 8. Priorización de tranques a rehabilitar para la región del Bío Bío.

N° de prioridad	ID Tranque	Comuna	Índice ponderado
1	8_BB12	Quilaco	3,44
2	8_ÑU28	Coihueco	3,34
3	8_BB13	Mulchen	3,24
4	8_ÑU33	Bulnes	3,14
5	8_ÑU16	Coihueco	2,86
6	8_ÑU30	Bulnes	2,86
7	8_ÑU38	Bulnes	2,83
8	8_ÑU39	Bulnes	2,83
9	8_ÑU06	San Fabián	2,78
10	8_ÑU17	San Carlos	2,69
11	8_ÑU12	Ñiquén	2,63
12	8_ÑU36	Bulnes	2,60
13	8_ÑU18	San Carlos	2,57
14	8_BB14	Mulchén	2,56
15	8_ÑU43	Bulnes	2,48
16	8_ÑU21	Chillán	2,43
17	8_ÑU22	Coihueco	2,42
18	8_BB15	Mulchén	2,40
19	8_ÑU23	Coihueco	2,30
20	8_ÑU10	San Carlos	2,29
21	8_ÑU07	Ñiquén	2,26
22	8_ÑU15	San Carlos	2,25
23	8_BB08	Negrete	2,19
24	8_ÑU45	Bulnes	2,16
25	8_ÑU46	San Ignacio	2,15
26	8_ÑU02	Ñiquén	2,14
27	8_ÑU26	Chillán	2,14
28	8_ÑU05	Ñiquén	2,14
29	8_ÑU08	San Nicolán	2,12
30	8_BB01	Los Ángeles	1,74
31	8_ÑU48	San Ignacio	1,70

Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Priorización de tranques a rehabilitar para la región del La Araucanía.

N° de prioridad	ID Tranque	Comuna	Índice ponderado
1	9_MA01	Angol	2,34
2	9_MA09	Traiguén	2,19
3	9_MA02	Angol	2,02
4	9_MA04	Angol	2,01

Fuente: Elaboración propia.

En el apéndice digital "PRIORIZACIÓN", se encuentra una planilla de cálculos de cada criterio y subcriterio con los resultados de la priorización.

5.7 Elaboración de un sistema de información geográfico (SIG).

Se ha elaborado un Sistema de Información Geográfica (SIG) con la información recabada durante el estudio, que facilita la visualización, gestión, edición y consulta de los datos geoespaciales procesados.

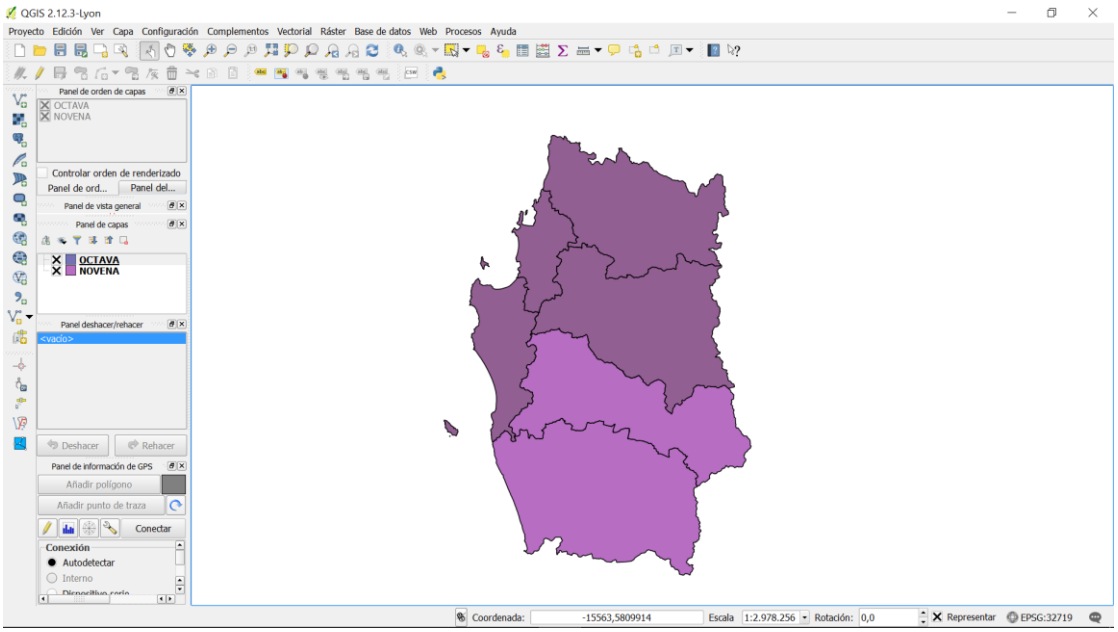
Mediante la utilización del SIG desarrollado, se generó cartografía en dos niveles: (1) mapas provinciales, que contienen para cada provincia los tranques identificados; y (2) mapas de parcelaciones, que contienen para cada parcelación los tranques identificados, roles prediales y las áreas regadas o potencialmente regables, cuando corresponde.

En el apéndice digital "MAPAS PROVINCIAS" se encuentran los mapas generados para cada una de las provincias beneficiarias del estudio. En el caso de la región de la Araucanía, debido al número de tranques existentes, se generó, adicionalmente, un mapa para toda la región, de modo que el mandante pueda utilizar el que le genere mayor comodidad, y en el apéndice digital "MAPAS TRANQUES" se hace entrega de los mapas generados para cada uno de los proyectos de parcelación.

Se presenta como producto el procesamiento de las capas temáticas de tipo vectorial (en formato shape) relacionadas con: Tranques catastrados, áreas de riego, red hidrográfica, límites de cuencas, divisiones administrativas (comuna, parcelación y roles de propiedades). Todos los archivos están georreferenciados en coordenadas UTM, referidas al Datum WGS 84 Huso 19 Sur.

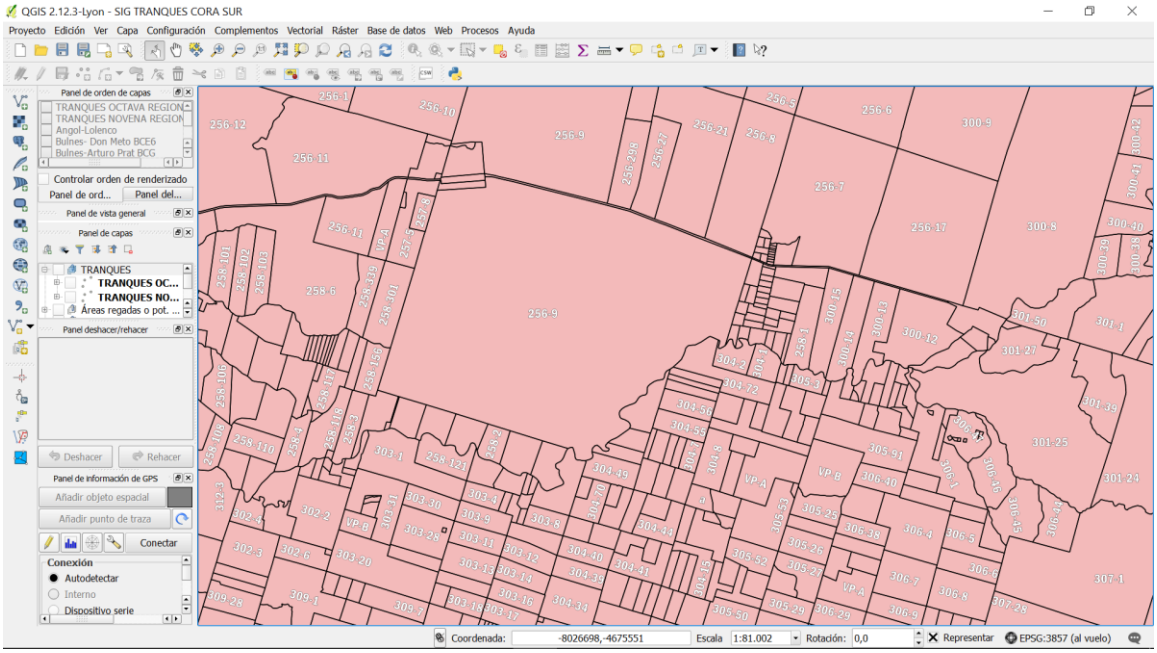
El SIG se encuentran adjunto a este informe en el apéndice digital: “SIG”.

Las figuras 3 a 6 muestran la visualización del SIG.



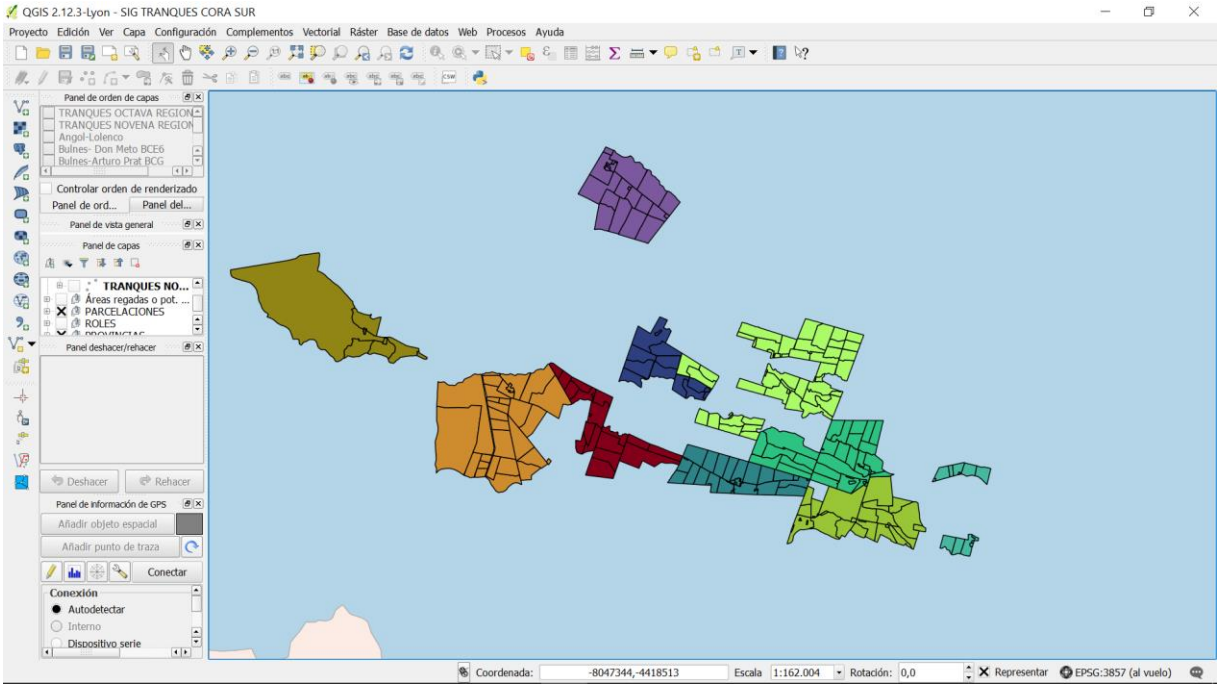
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. SIG, sus capas y visualización de las provincias que son parte del estudio.



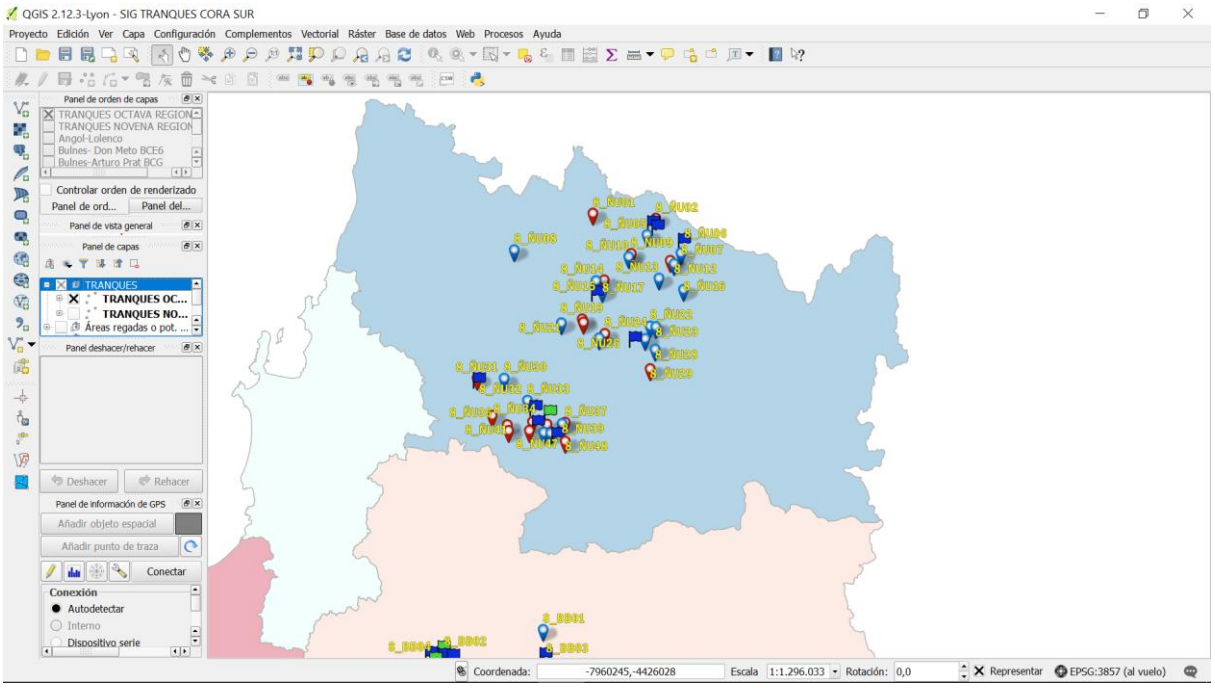
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. SIG, visualización de la capa de roles prediales.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. SIG, visualización de la capa parcelaciones.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. SIG, visualización de la capa tranques.

6. CONSIDERACIONES FINALES

Los tranques CORA de las regiones VIII y IX se encuentran en diferentes estados y condiciones, tanto desde un punto de vista de su infraestructura, como de los derechos de agua y el predio en el que se emplazan.

En ese sentido, el Servicio Agrícola y Ganadero proporcionó un listado con 64 tranques en la región del Bío Bío y otros 14 en la región de La Araucanía.

Por una parte, se observan algunos tranques en perfecto estado, debido a recientes rehabilitaciones y por otra, tranques inexistentes, producto de otros usos que se les ha dado al lugar en que se emplazaban originalmente, lo que conlleva que la clasificación según su potencialidad de rehabilitación sea variada. Además, se debe considerar que, dicha clasificación, es atingente para los objetivos de este estudio y de ninguna manera es una limitante para la rehabilitación de un tranque en específico, principalmente, por el hecho de que la clasificación se realiza mediante entrevistas a usuarios y/o representante del tranque respectivo e inspecciones técnicas que visualizan filtraciones, estado de las obras e infraestructura, lo que obviamente puede cambiar con el tiempo.

Los potenciales usuarios de cada tranque son identificados mediante el cruce de información proveniente de distintas fuentes de información (Representante del tranque, capas de roles de predios, www.sii.cl, www.rutificador.cl, base de datos de clientes de INDAP), que tienen diferentes fechas de actualización, lo que podría generar inconsistencias en cuanto a la condición de cliente de INDAP.

Por su parte, las superficies potenciales de riego indican la superficie delimitada por los predios potencialmente regables, según la visión del representante del respectivo tranque que fue entrevistado, razón por la cual, suele ser mayor (y mucho mayor) que la superficie factible de regar, que considera la capacidad de almacenamiento del tranque y algunos criterios y equivalencias generales.

Se investigó la situación legal de los terrenos y derechos de agua de los parceleros de los tranques en la época donde CORA realizó las expropiaciones de los fundos y terrenos para formar los proyectos de parcelación actuales.

Las estimaciones de volúmenes de acumulación, embanque y costos de rehabilitación no fueron hechas con topografía de detalles, y solo representa una aproximación de la realidad.

El modelo de priorización multicriterio permite contar con un instrumento que facilita la toma de decisiones, en base de variados criterios de selección preestablecidos según los intereses actuales del mandante. En el caso de La Araucanía, la baja cantidad de tranques "con potencial" hace poco necesaria su aplicación, a diferencia de la región del Bío Bío que cuenta con un mayor número de tranques con esta condición.

La región de la Araucanía presenta algunas particularidades relacionadas con la presencia de fuentes de acumulación (tranques CORA) cuyos aportes provienen en un 100% de aguas lluvia, derrames, vertientes y afloramientos, generando un escenario diferente de las regiones inmediatamente al norte de ésta.

En este sentido, se logró observar que, en estricto rigor, algunos tranques CORA son realmente lagunas naturales o afloramientos ("Ojos de agua" según lugareños), lo que dificulta su rehabilitación, toda vez que no existen obras relacionadas a la acumulación.

Por otro lado, la aplicación de la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Riego y Drenaje permite que, a partir de la región de la Araucanía, sean bonificados proyectos cuyos beneficiarios no cuenten con derechos de aprovechamiento de aguas inscritos; y, en el caso de los proyectos colectivos, no sea necesaria la existencia de una organización de usuarios del agua constituida.

En consecuencia, el desarrollo del estudio en la región de la Araucanía se desarrolló un análisis diferenciado, con participación de los profesionales de la región, quienes más conocen de la situación y necesidades en esta materia.