



CNR
Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
“CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RIEGO RÍO RAPEL, REGIÓN
DE O’HIGGINS”

Expositor:
Patricio Espinoza Caniullán

TEMARIO

A. ANTECEDENTES GENERALES Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

B. ETAPA 3 EN DESARROLLO

C. TRABAJOS DE TERRENO Y ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS



A. ANT. GENERALES – Estudio

NOMBRE DEL ESTUDIO:

Construcción Sistema de Riego Río Rapel, Región de O´Higgins

Código BIP:40014090-0

Inicio: 24-08-2020 Plazo:24 meses

PRESUPUESTO: \$662.861.880.-

CONTACTOS:

Coordinador CNR del Estudio:

Patricio Espinoza C.

patricio.espinoza@cnr.gob.cl

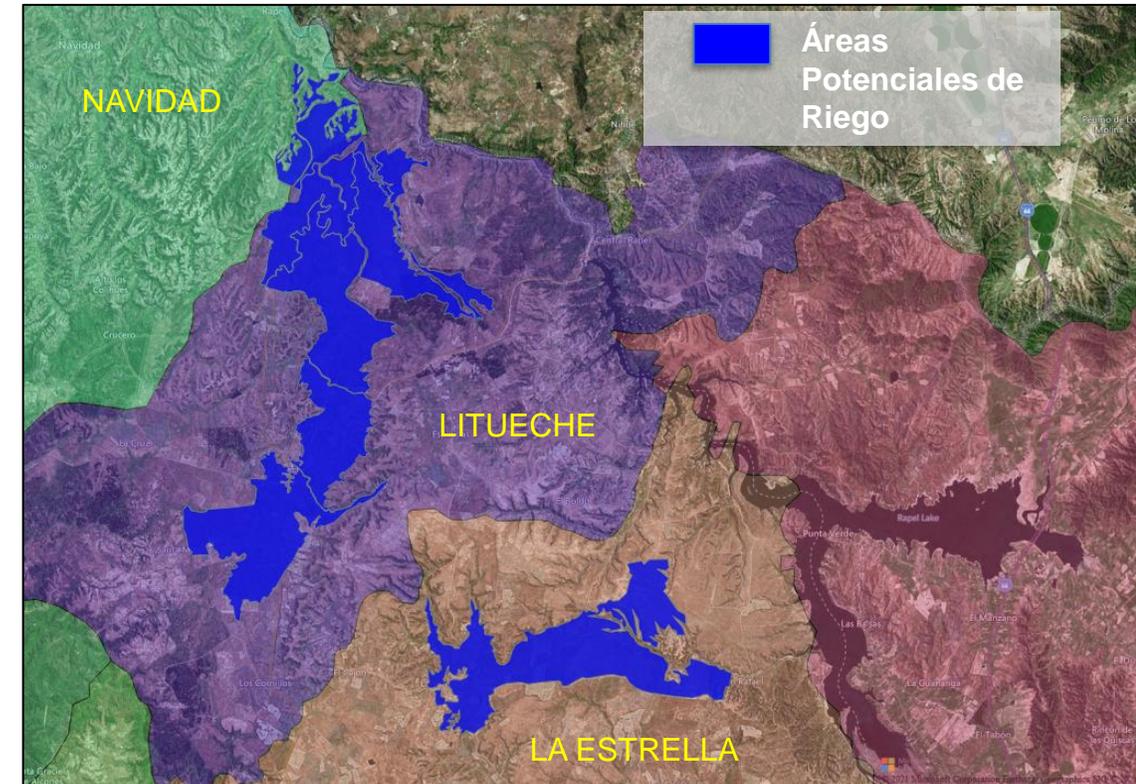
Jefe de Proyecto SMI Ingenieros:

Carlos Garrido S.

c.garrido@smi-chile.cl



A. ANT. GENERALES – Zona en Estudio



El área en estudio se enmarca a las comunas de **Navidad, Litueche y La Estrella**, correspondiente al secano costero e interior de la VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

A. ANT. GENERALES – Objetivos del Estudio

El objetivo general del presente estudio de Prefactibilidad es:

Evaluar y proponer **Alternativas de proyectos integrales**, que permitan dar solución al abastecimiento de agua para riego, principalmente a las comunas de Navidad, Litueche y La Estrella, generando los **diseños preliminares** de las obras necesarias de captación, conducción, acumulación y distribución del agua obtenida desde el río Rapel, estimado los costos, beneficios agroeconómicos y **rentabilidad privada y social** para cada alternativa propuesta.

A. ANT. GENERALES – Carta Gantt del estudio

Nº	Informe	Plazo de entrega (días corridos)	Fecha de entrega
1	Informe Técnico N° 1	60	23 de Octubre de 2020
2	Informe Técnico N° 2	140	11 de Enero de 2021
3	Informe Técnico N° 3	230	12 de Abril de 2021
4	Informe Técnico N° 4	345	04 de Agosto de 2021
5	Informe Técnico N° 5	440	08 de Noviembre de 2021
6	Informe Técnico N° 6	530	07 de Febrero de 2022
7	Borrador de Informe Final (BIF)	Se entregará a los 15 días hábiles posteriores a la aprobación del último informe de las etapas anteriores	
8	Informe Final Impreso	Se entregará a los 15 días hábiles posteriores a la aprobación del BIF	

15 de Diciembre 2020

Etapa 1: Análisis estudio de Perfil (Aprobado)

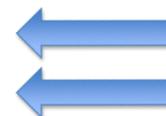
Etapa 2: Propuesta Alternativas Conceptuales (Aprobado)

Etapa 3: Estudios Básicos y Trabajos de Terreno (Parte 1)

Etapa 4: Estudios Básicos y Trabajos de Terreno (Parte 2)

Etapa 5: Estudios de Ingeniería

Etapa 6: Evaluación económica y recomendación del tamaño óptimo.



En revisión
En desarrollo

A. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y SELECCIONADAS

1. Alternativa estudio de perfil.

2. Estudio de cambio de bocatoma y **unificación embalses.**

3. Captación en río Rapel e impulsión a embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

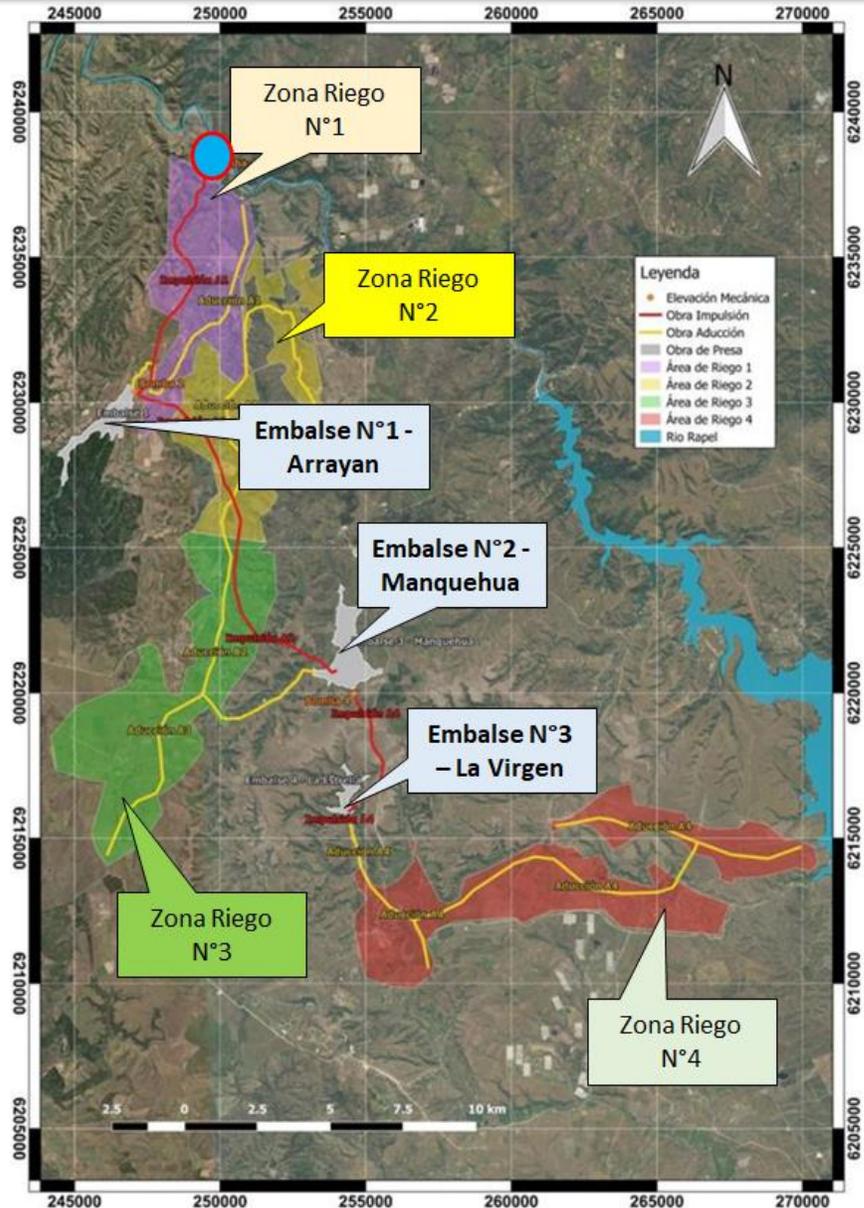
4. Almacenamiento directo en embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

5. Abastecer zona con Pozos de bombeo.

6. Desalación en Navidad e impulsión a zona de riego.

7. Alternativa optimizada estudio de perfil.

A. ALT. 1 Estudio de Perfil



Sector	Superficie Riego (ha)	N° de Predios	Comunas
1	1.779	59	Navidad y Litueche
2	1.880	77	Litueche
3	3.044	96	Litueche
4	3.514	136	La Estrella
Total	10.217	368	

Sector	Volumen Embalse (m ³)	Altura muro (m)	Superficie Riego (ha)
1	13.130.000	23	1.779
2	34.510.000	24	1.880
3			3.044
4	24.603.199	55	3.514
Total	72.243.199	-	10.217

- ✓ 1 bocatoma en río Rapel. 3 Embalses
- ✓ 4 sistemas de bombeo por un total de 30.180 kW con alimentación fotovoltaica.
- ✓ 30 Km tubería impulsión y 73 km tubería aducción. Ambas en acero.



A. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y SELECCIONADAS

1. Alternativa estudio de perfil.

2. Estudio de cambio de bocatoma y **unificación embalses.**

3. Captación en río Rapel e impulsión a embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

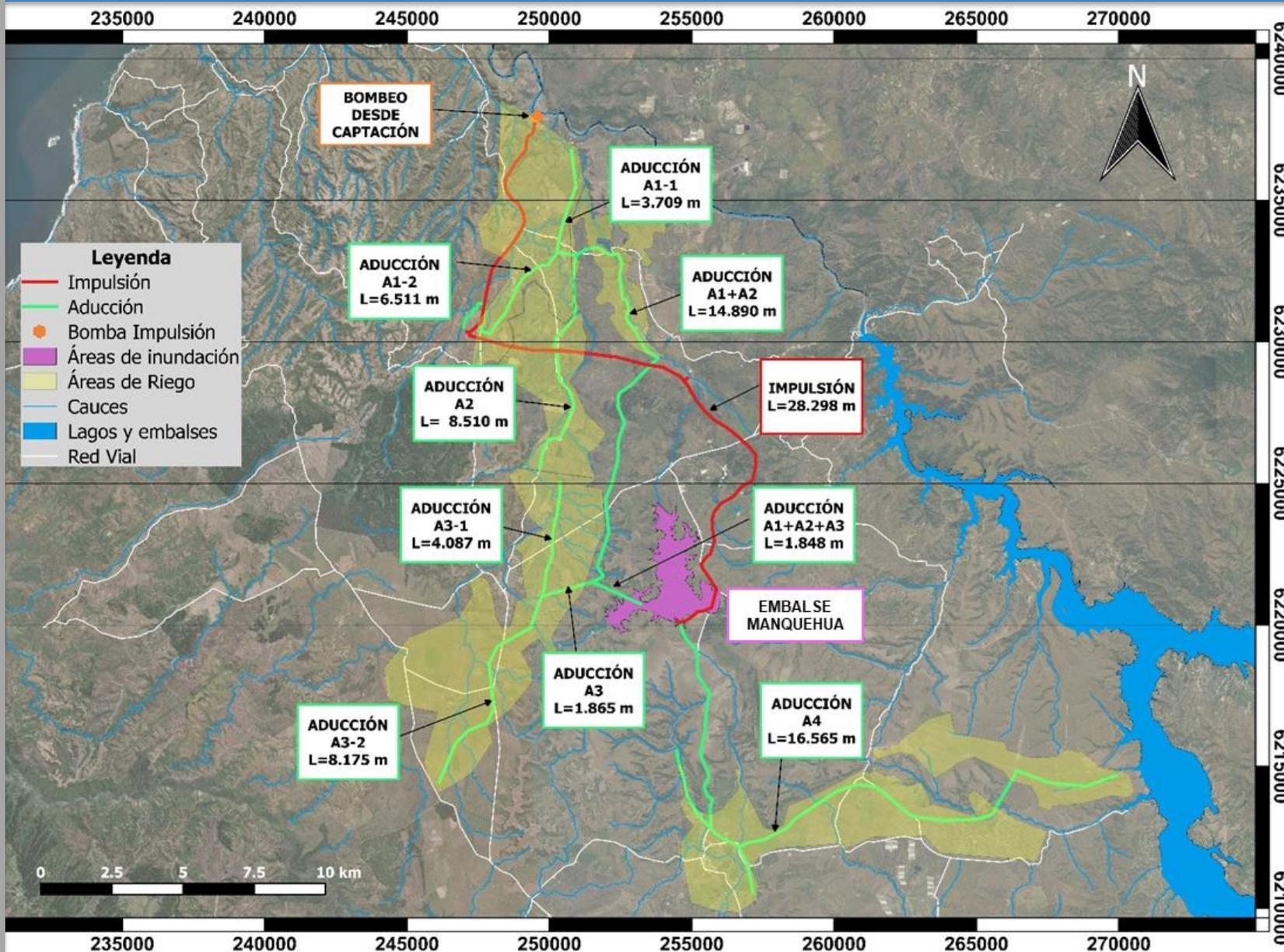
4. Almacenamiento directo en embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

5. Abastecer zona con Pozos de bombeo.

6. Desalación en Navidad e impulsión a zona de riego.

7. Alternativa optimizada estudio de perfil.

A. ALT. 2 Cambio Bocatoma y Unificación de Embalses



Área	Superficie Riego (ha)	N° de Predios	Comunas
1	1.779	59	Navidad y Litueche
2	1.880	77	Litueche
3	3.044	96	Litueche
4	3.514	136	La Estrella
Total	10.217	368	

1 embalse (Manquehua Bajo) de 50m de altura, 85 Hm³ capacidad aprox. y 1 túnel de 1km longitud aprox.

2 sistemas de bombeo por un total de 34.528 kW con alimentación fotovoltaica.

28 km tubería acero para impulsión y 66 km canales revestidos para aducción.

A. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y SELECCIONADAS

1. Alternativa estudio de perfil.

2. Estudio de cambio de bocatoma y **unificación embalses.**

3. Captación en río Rapel e impulsión a embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

4. Almacenamiento directo en embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

5. Abastecer zona con Pozos de bombeo.

6. Desalación en Navidad e impulsión a zona de riego.

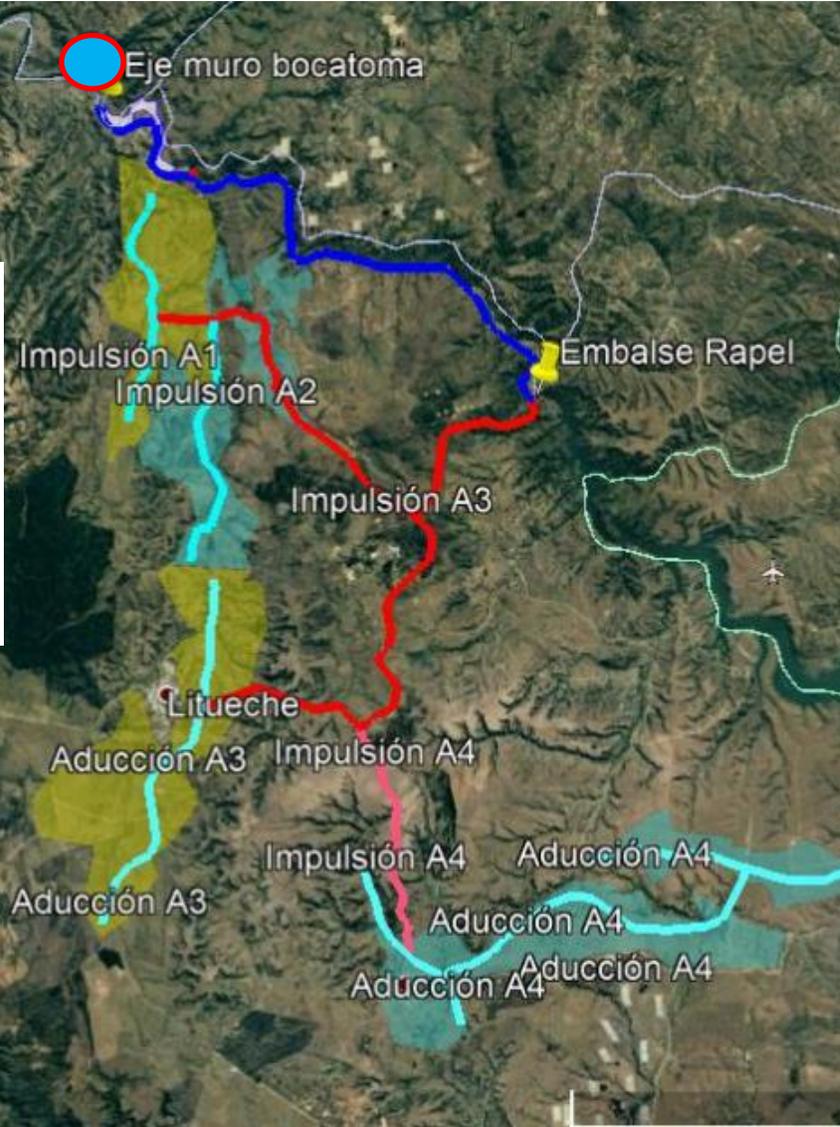
7. Alternativa optimizada estudio de perfil.

A. ALT. 3 Captación en río e Impulsión a Embalse Rapel

Alternativa N°3

Bocatoma Rapel y Almacenamiento en Embalse Rapel

Sector	Superficie Riego (ha)	N° de Predios	Comunas
1	1.779	59	Navidad y Litueche
2	1.880	77	Litueche
3	3.044	96	Litueche
4	3.514	136	La Estrella
Total	10.217	368	



1 bocatoma en río Rapel desde donde se bombea hacia el embalse Rapel. Potencia requerida de 18.000 kW

Sistema de bombeo desde embalse Rapel al sistema de riego. Potencia requerida de 30.000 kW

Potencia total estimada del sistema de 48.000 kW

1 bocatoma en río Rapel. Barrera de 5m de altura.

Impulsión principal de 22 Km
 Impulsiones secundarias de 40 Km
 Aducciones de 55 Km
 Todas en tuberías de acero

Google Earth

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
 ©2020 Google
 Image © 2020 Maxar Technologies



A. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y SELECCIONADAS

1. Alternativa estudio de perfil.

2. Estudio de cambio de bocatoma y **unificación embalses.**

3. Captación en río Rapel e impulsión a embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

4. Almacenamiento directo en embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

5. Abastecer zona con Pozos de bombeo.

6. Desalación en Navidad e impulsión a zona de riego.

7. Alternativa optimizada estudio de perfil.

A. ALT. 4 Almacenamiento Embalse rapel y Distribución

Alternativa N°4

Almacenamiento directo en Embalse Rapel y distribución a red de riego

Sistema de bombeo desde embalse Rapel al sistema de riego. Potencia requerida de 30.000 kW

Impulsiones secundarias de 40 Km
Aducciones de 55 Km
Todas en tuberías de acero

Sector	Superficie Riego (ha)	N° de Predios	Comunas
1	1.779	59	Navidad y Litueche
2	1.880	77	Litueche
3	3.044	96	Litueche
4	3.514	136	La Estrella
Total	10.217	368	

Google Earth

Image © 2020 Maxar Technologies

© 2020 Google

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Image © 2020 CNES / Airbus



A. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y SELECCIONADAS

1. Alternativa estudio de perfil.

2. Estudio de cambio de bocatoma y **unificación embalses.**

3. Captación en río Rapel e impulsión a embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

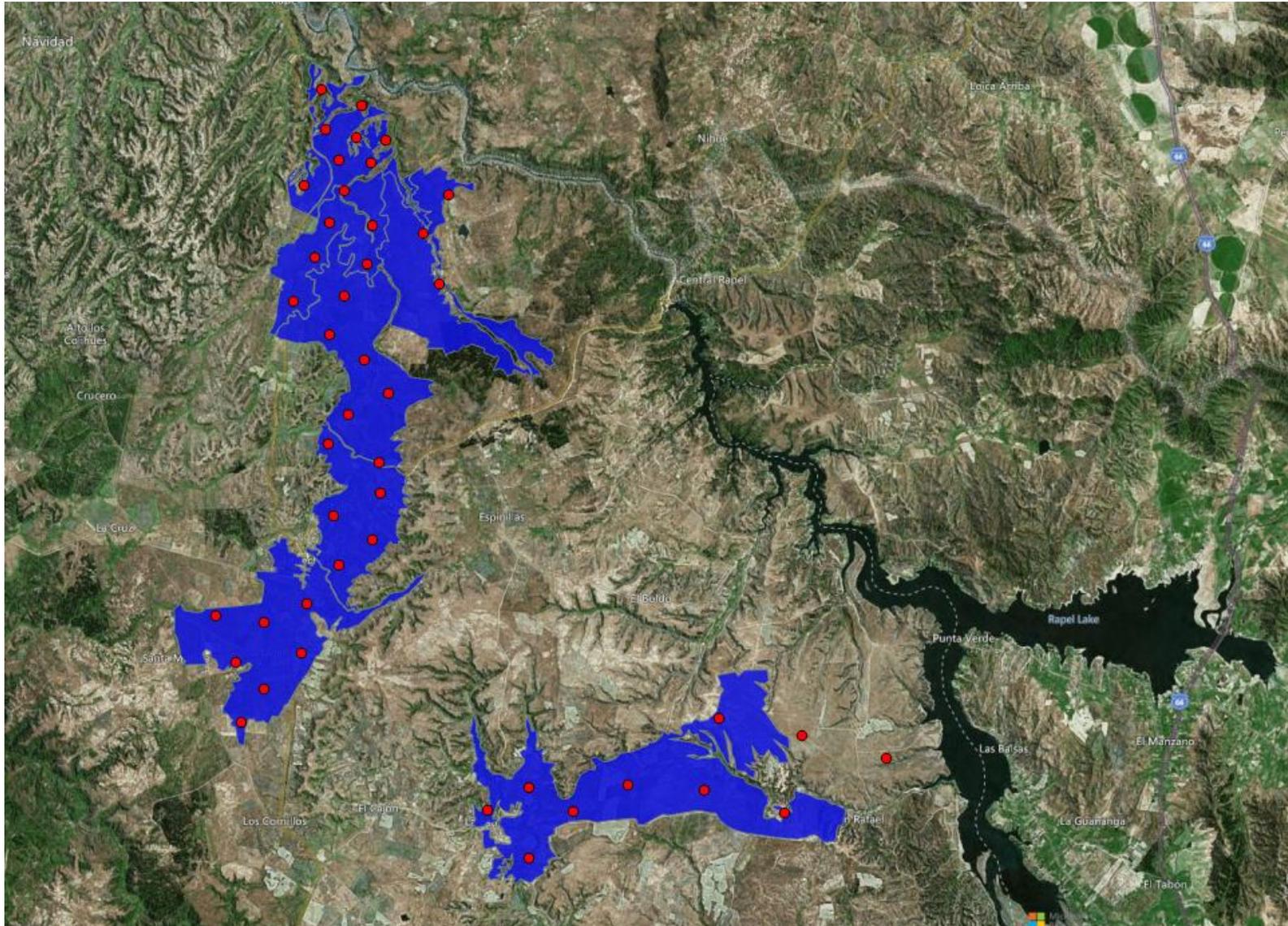
4. Almacenamiento directo en embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

5. Abastecer zona con Pozos de bombeo.

6. Desalación en Navidad e impulsión a zona de riego.

7. Alternativa optimizada estudio de perfil.

A. ALT. 5 Abastecimiento desde Acuífero con Pozos de Bombeo



**Volumen acuífero disponible:
3.523.565 m³/año**



**DMDA:
7.718 m³/ha/año**



**N° Has
Beneficiadas: 450**



**N° de pozos
aproximado: 45**



A. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y SELECCIONADAS

1. Alternativa estudio de perfil.

2. Estudio de cambio de bocatoma y **unificación embalses.**

3. Captación en río Rapel e impulsión a embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

4. Almacenamiento directo en embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

5. Abastecer zona con Pozos de bombeo.

6. Desalación en Navidad e impulsión a zona de riego.

7. Alternativa optimizada estudio de perfil.

A. ALT. 6 Desalación en Navidad y Distribución en Zona

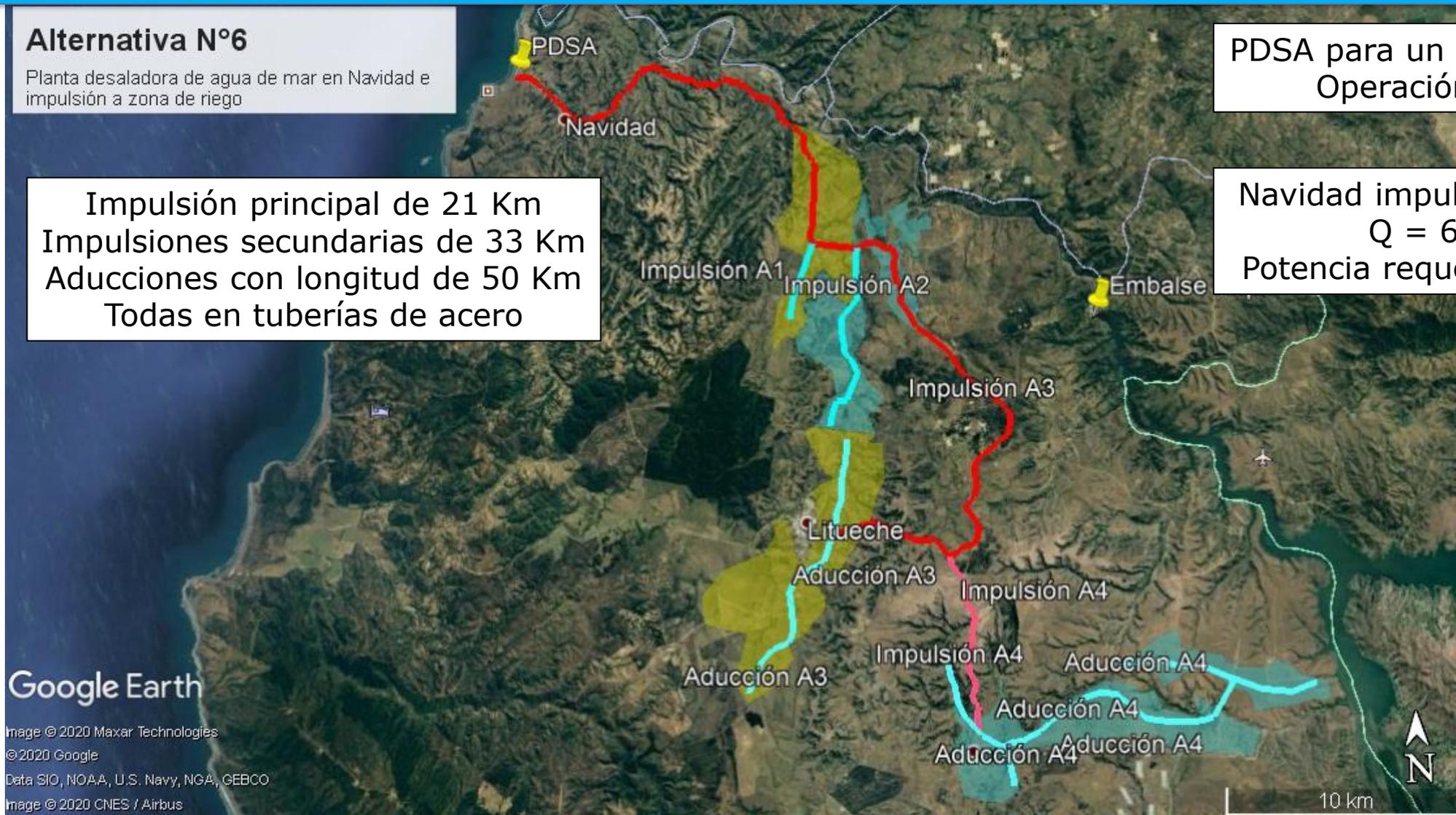
Alternativa N°6

Planta desaladora de agua de mar en Navidad e impulsión a zona de riego

Impulsión principal de 21 Km
Impulsiones secundarias de 33 Km
Aducciones con longitud de 50 Km
Todas en tuberías de acero

PDSA para un caudal de 6.700 l/s
Operación todo el año.

Navidad impulsa a 350msnm y
 $Q = 6.700 \text{ l/s}$.
Potencia requerida de 200 MW



Google Earth

Image © 2020 Maxar Technologies

© 2020 Google

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Image © 2020 CNES / Airbus



A. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y SELECCIONADAS

1. Alternativa estudio de perfil.

2. Estudio de cambio de bocatoma y **unificación embalses.**

3. Captación en río Rapel e impulsión a embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

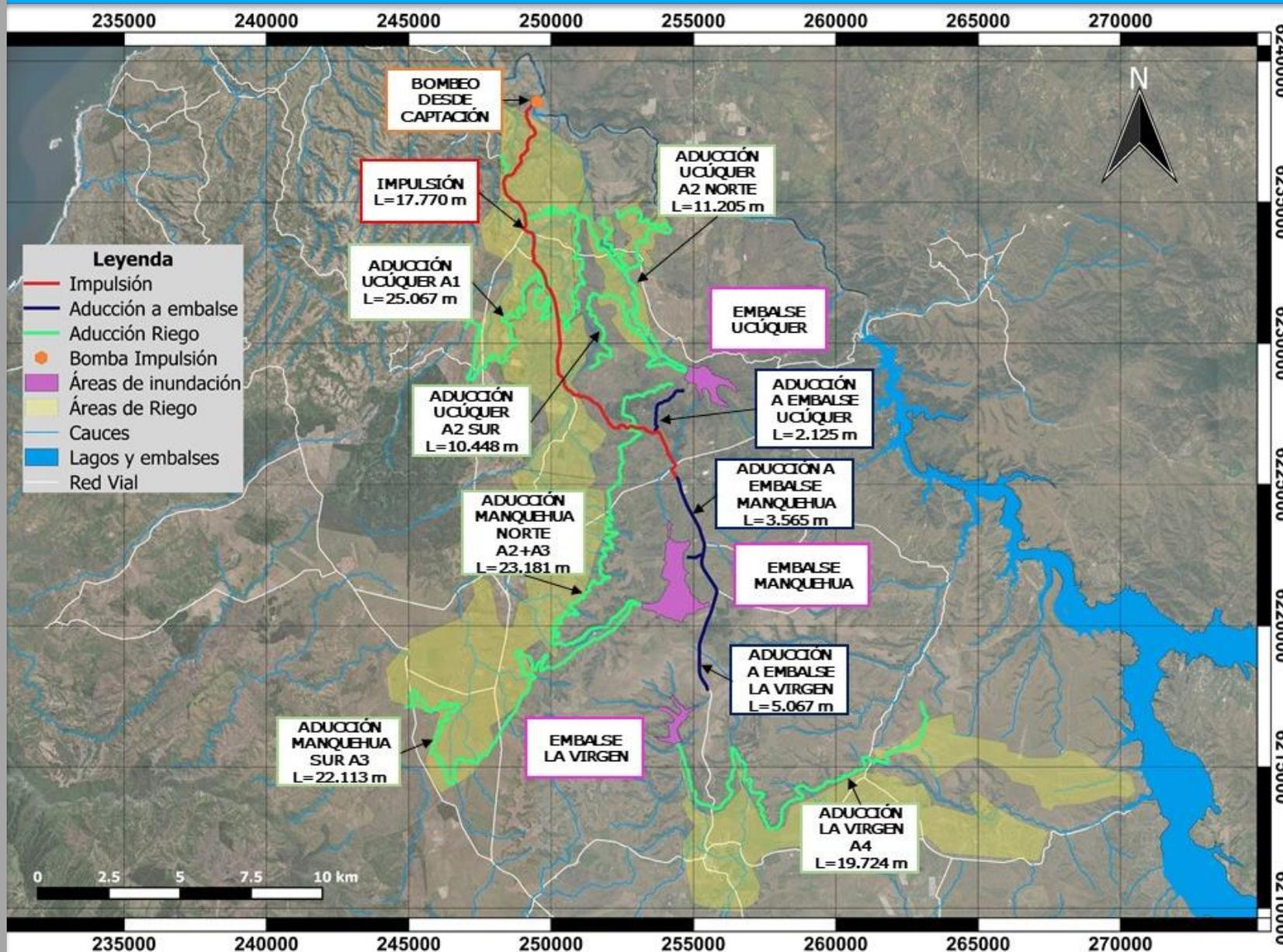
4. Almacenamiento directo en embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

5. Abastecer zona con Pozos de bombeo.

6. Desalación en Navidad e impulsión a zona de riego.

7. Alternativa optimizada estudio de perfil.

A. ALT. 7 Alternativa optimizada estudio de perfil



Área	Superficie Riego (ha)	Nº de Predios	Comunas
1	1.779	59	Navidad y Litueche
2	1.880	77	Litueche
3	3.044	96	Litueche
4	3.514	136	La Estrella
Total	10.217	368	

3 embalses:
 Ucuquer, 30m altura, 18 Hm³ capacidad.
 Manquehua Alto, 25m altura, 41 Hm³ capacidad.
 La Virgen, 60m altura, 28 Hm³ de capacidad.

2 sistemas de bombeo por un total de **42.170 kW** con alimentación fotovoltaica.

18 km tubería acero para impulsión y **122 km** canales revestidos para aducción y alimentación embalses.

A. Presupuestos Estimados Análisis Conceptual

Alternativa N°	Descripción	Costo Total (MM US\$)	N° Has Beneficiadas	Costo (\$) /ha
Alternativa N°1	Estudio de Perfil	431	10.217	33.606.990
Alternativa N°2	Unificación Embalses	353	10.217	27.493.798
Alternativa N°3	Impulsión a Rapel	385	10.217	29.985.753
Alternativa N°4	Almacenar en Rapel	288	10.217	22.473.325
Alternativa N°5	Bombeo Acuífero	21	485	36.528.794
Alternativa N°6	Planta Desaladora	1.129	10.217	87.924.247
Alternativa N°7	Optimizada del Perfil	431	10.217	33.606.990

Color Azul: Incerteza desde el punto de vista topográfico a revisar en este estudio.

Color Verde: Incerteza desde el punto de vista de disponibilidad del almacenamiento en Rapel y de acuerdo con ENEL.

Color Rojo: Incerteza desde el punto de vista de la disponibilidad de DAA, ya que estos son NC.



A. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y SELECCIONADAS

1. Alternativa estudio de perfil.

2. Estudio de cambio de bocatoma y **unificación embalses**.

3. Captación en río Rapel e impulsión a embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

4. Almacenamiento directo en embalse Rapel y desde aquí distribuir las aguas.

5. Abastecer zona con Pozos de bombeo.

6. Desalación en Navidad e impulsión a zona de riego.

7. Alternativa optimizada estudio de perfil.

B. ETAPA 3 EN DESARROLLO

Posterior al análisis de las alternativas de proyectos, se seleccionaron 3 para profundizar los siguientes trabajos. de terreno y sus respectivos estudios ambiental, agronómico junto con las actividades de participación ciudadana.

Trabajos de Terreno

Topografía, Prospecciones, Catastros de Interferencias.

Estudio de Análisis Ambiental

Flora, Fauna, Arqueología, Calidad de Agua, Flora y Fauna Acuática.

Estudio Agronómico

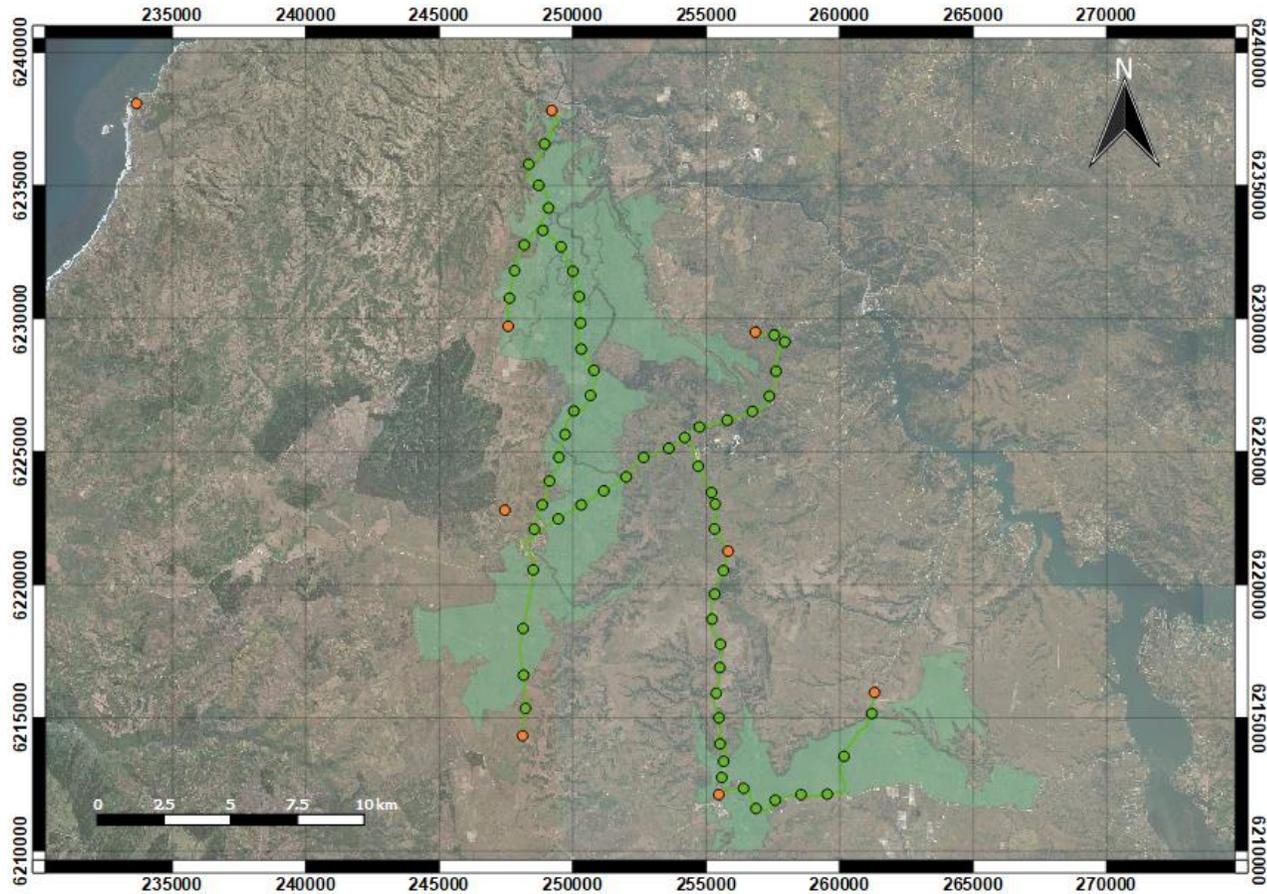
Estudio de Suelos, Estructura de propiedad agrícola, Encuestas simples, Estudio de casos.

Participación Ciudadana

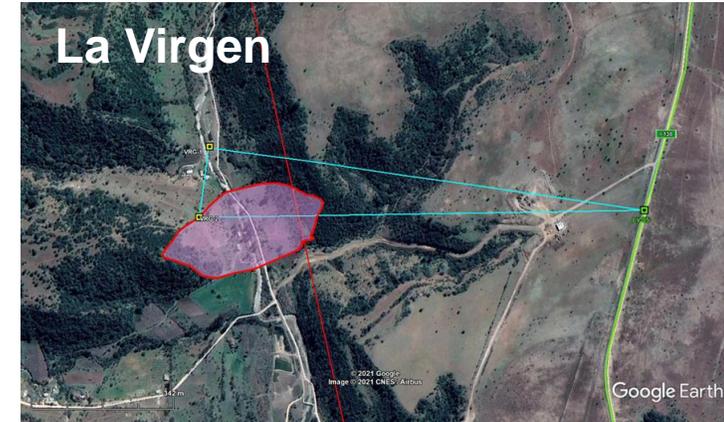
Trabajo en terreno, Seminario.

C. TRABAJOS DE TERRENO: TOPOGRAFIA

- Poligonal Secundaria



- Levantamientos sitios de presa



Pendiente Ucúquer por permisos de acceso (18Hm3).

C. TRABAJOS DE TERRENO: PROSPECCIONES

SITIO EMBALSE LA VIRGEN

Calicatas



- Sondaje



C. TRABAJOS DE TERRENO: PROSPECCIONES

SITIO EMBALSE MANQUEHUA ALTO

Calicatas



- Sondaje



C. TRABAJOS DE TERRENO: PROSPECCIONES

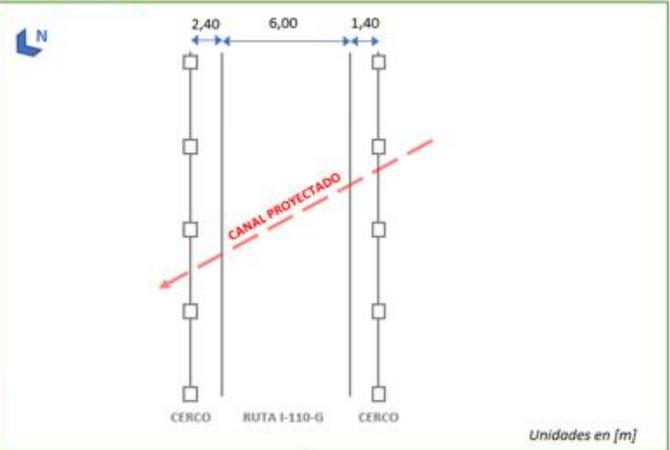
SITIO EMBALSE MANQUEHUA BAJO



C. TRABAJOS DE TERRENO: CATASTRO

Ficha

 **FICHA DE CATASTRO SINGULARIDADES**



Canal: CANAL MATRIZ UCÚQUER NORTE

Km o tramo:

Fecha: 18-03-2021

Obra N°:

Cantidad de fotos:



- 100 Km de la obras proyectadas
- 40 puntos de catastro:
 - 18 Caminos
 - 17 Cauces
 - 5 Servidumbre
- No se identificaron redes de alta tensión como interferencia

Labores de catastro se realizaron completamente

C. ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

Estado de los trabajos

- Flora y vegetación terrestre (Manquehua Alto, Bajo, La Virgen) realizadas. Ucuquer pendiente.
- Fauna terrestre suspendida por cuarentena
- Flora, fauna acuática y calidad de agua suspendida por sequía
- Arqueología suspendida por cuarentena



C. ESTUDIO AGROECONÓMICO

Estado de los trabajos

- Estudio complementario de suelos
 - Sectorización y estructura de propiedad agrícola
 - Encuesta simple
 - Estudio de casos
- Las encuestas e información levantada se encuentra en etapa de post proceso.



C. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

- Actividades de terreno suspendidas producto de la situación sanitaria, pero ya re programadas dada la nueva situación en el paso a paso.
- Organización de la reunión protocolar en conjunto con la CNR, con fecha estimada el día 03 de Junio en modalidad de seminario.



Zoom Reunión

B. Alternativa N°2 – Bocatoma y Unificación de Embalses

Alternativa N°2
Cambio ubicación bocatoma y Unificación embalses

1 bocatoma en río Rapel.

Embalse Manquehua

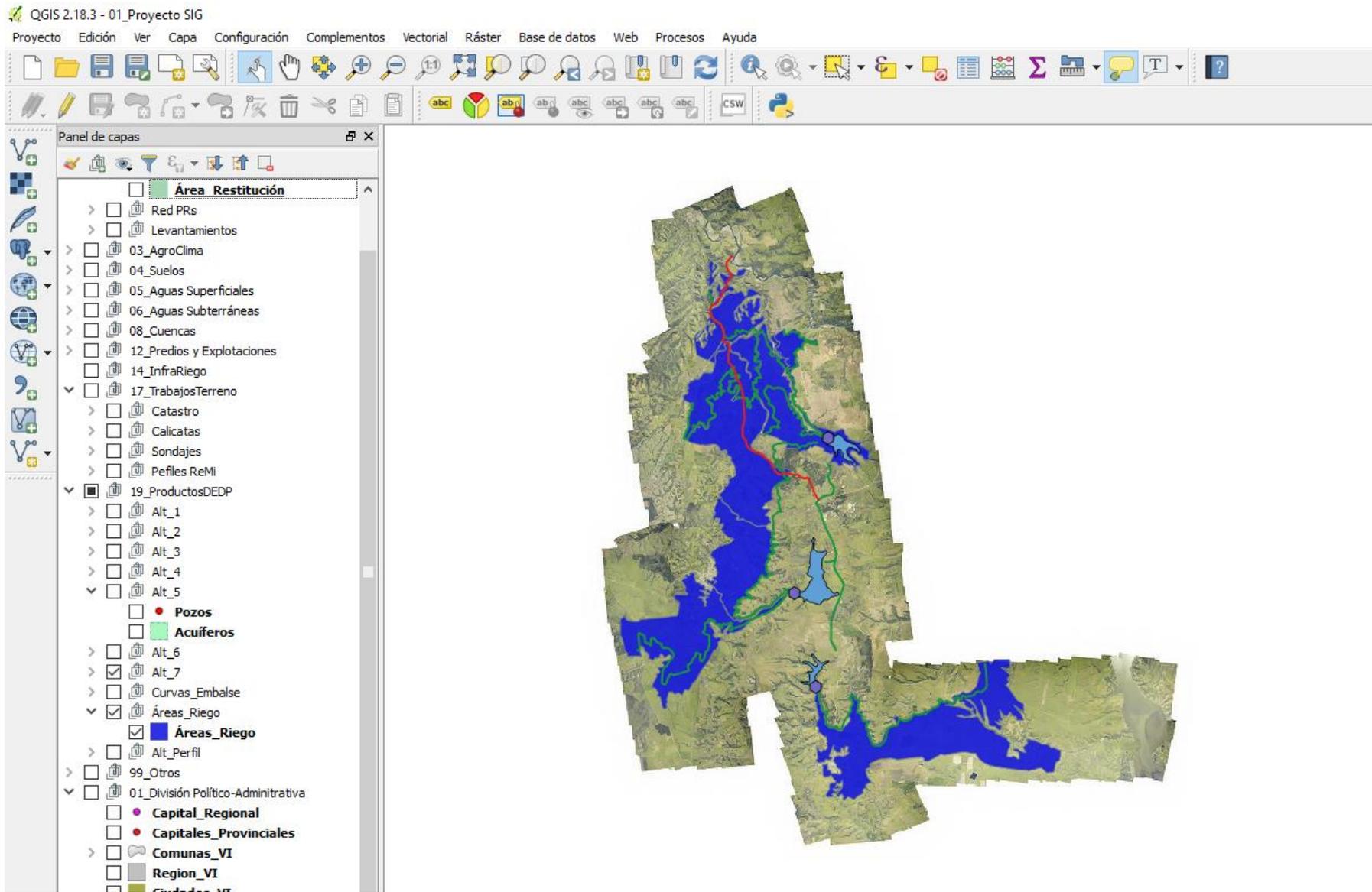
Sector	Superficie Riego (ha)	N° de Predios	Comunas
1	1.779	59	Navidad y Lituèche
2	1.880	77	Lituèche
3	3.044	96	Lituèche
4	3.514	136	La Estrella
Total	10.217	368	

1 embalse (Manquehua) de 56m de altura Aprox. Y 73 Hm³ capacidad.

2 sistemas de bombeo por un total de 30.180 kW con alimentación fotovoltaica.

37 Km tubería impulsión y 74 km tubería aducción. Ambas en acero. 1 túnel de 1km longitud.

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO





yo
cuido
el agua

www.cnr.gob.cl

A. ANT. GENERALES – Estudio

NOMBRE DEL ESTUDIO:

Construcción Sistema de Riego Río Rapel, Región de O´Higgins

Código BIP:40014090-0

Inicio: 24-08-2020 Plazo:24 meses

PRESUPUESTO: \$662.861.880.-

CONTACTOS:

Coordinador CNR del Estudio:

Patricio Espinoza C.

patricio.espinoza@cnr.gob.cl

Jefe de Proyecto SMI Ingenieros:

Carlos Garrido S.

c.garrido@smi-chile.cl

