



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
UNIDAD DE FISCALIZACIÓN**

**DIRECCION GENERAL DE AGUAS
Centro de Información Recursos Hídricos
Área de Documentación**

CATASTRO E INSPECCIÓN PRELIMINAR DE EMBALSES REGIÓN DE COQUIMBO

RESUMEN EJECUTIVO

REALIZADO POR:

AQUATERRA INGENIEROS LTDA.

S.I.T. N° 174

Santiago, Marzo de 2009

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Ingeniero Civil Industrial Sr. Sergio Bitar C.

Director General de Aguas
Abogado Sr. Rodrigo Weisner L.

Jefe Unidad de Fiscalización
Biólogo Marino Sr. Francisco Riestra M.

Inspector Fiscal
Ingeniero Agrónomo M. S. Sr. Guillermo Sepúlveda R.

AQUATERRA INGENIEROS LTDA.

Jefe de Proyecto
Ingeniero Civil Jaime Vargas Paysen

Profesionales

Ingeniero Civil Raúl Ugalde Parraguez
Ingeniero Civil Kricor Bzdigian Kazazian
Ingeniero Civil Javier Artal Láscar
Ingeniero Civil Joel Provoste Barrientos
Constructor Civil Benito Pérez Maldonado
Ingeniero Civil Juan Atán Díaz
Topógrafa María José Gutiérrez Auad
Topógrafa Liz Velázquez Rodríguez
Dibujante Cristian Ahrend Labbé

INDICE RESUMEN EJECUTIVO

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
	1.1 Introducción.....	1
	1.2 Objetivos.....	2
2	ÁREA DE ESTUDIO	2
3	FUENTES DE INFORMACIÓN	4
4	TRABAJO EN TERRENO	5
5	FICHAS DE REGISTRO	5
6	ANÁLISIS GEOTÉCNICO	6
	6.1 Propiedades Mecánicas.....	7
	6.2 Análisis de Estabilidad de Taludes.....	8
	6.3 Filtraciones.....	9
7	ESTUDIO DE CRECIDAS	9
8	HAZOP	12
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

Una de las principales atribuciones y funciones que el Código de Aguas le confiere a la Dirección General de Aguas es la Fiscalización, facultad matriz de la cual se derivan una serie de potestades de carácter normativo y regulador, respecto de los diferentes campos de acción del ámbito de los recursos hídricos.

El artículo 294 letra a) del Código de Aguas, establece que requerirán aprobación del Director General de Aguas, **los embalses de capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) o cuyo muro tenga más de 5 metros de altura.**

Por otra parte, el artículo 307 señala que la Dirección General de Aguas, inspeccionará las obras mayores, cuyo deterioro o eventual destrucción pueda afectar a terceros.

Comprobado el deterioro, la Dirección General de Aguas ordenará su reparación y podrá establecer, mediante resoluciones fundadas, normas transitorias de operación de las obras, las que se mantendrán vigentes mientras no se efectúe su reparación.

Si ello no se efectuase en los plazos que determine, dictará una resolución fundada, ratificando como permanente la norma de operación transitoria y además podrá aplicar a las Organizaciones que administren las obras una multa.

El Ministerio de Obras Públicas y en particular la Dirección General de Aguas, está iniciando un proceso de verificación del estado de las obras que pudieran afectar la vida y la salud de los habitantes de los sectores cercanos a ellas.

Para ello, requiere conocer en que situación se encuentran las obras denominadas en este estudio Embalses Mayores, es decir, aquellas asimilables a lo señalado en la letra a) del artículo 294 del Código de Aguas, pero también incluyendo para estos fines embalses cuya altura o capacidad no cabe en esa definición, pero que podrían generar potencial peligro para asentamientos humanos.

Cabe destacar que el Ministerio de Obras Públicas ha definido como una labor prioritaria el tema de la seguridad de las obras de Infraestructura pública y privada, teniendo especial relevancia el alto grado de riesgo de obras hidráulicas, específicamente las relacionadas con embalses.

La falta de prevención y previsión en el mantenimiento, reparación y operación de obras hidráulicas puede traer consigo graves daños a la propiedad pública y privada y a la vida y salud de los habitantes, una adecuada labor de inspección permitirá evitar

al Estado graves daños de carácter patrimonial consecuencia de múltiples acciones legales emprendidas por particulares perjudicados por la ocurrencia de un evento catastrófico atribuible a negligencia o falta de previsión por parte de la autoridad.

El alcance general que tiene el catastro de embalses, es la recolección de las características físicas de las obras e hidrografías de los cuerpos de agua artificiales, mediante la visita a terreno de profesionales expertos; la medición de algunas dimensiones típicas de dichas obras, y la obtención de información mediante la entrevista a sus propietarios y/o beneficiarios.

El presente trabajo, además de lo último señalado, se evaluó, con datos obtenidos directamente en terreno, riesgos asociados a cada embalse a través de la aplicación de ciertas metodologías conocidas para estos efectos.

1.2 Objetivos

Realizar un catastro de los embalses orientado a prevenir que el deterioro o eventual destrucción de estas obras pueda afectar la seguridad de terceros (artículo 307 del Código de Aguas).

Dentro de los objetivos específicos, se pueden nombrar:

- Recopilación, Revisión y Análisis de Antecedentes.
- Inspección en terreno del número de embalses ofertados (croquis de ubicación, obras existentes, elaboración de fichas catastrales, etc.)
- Determinación de Caudales de Crecida
- Evaluación del riesgo asociado a cada embalse. (Metodología HAZOP)
- Análisis de daños potenciales de la onda de crecida, si corresponde
- Recomendaciones

2 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio incluye la IV Región de Coquimbo. En el Cuadro 2-1 se incluye el listado de los 49 embalses que fueron visitados, mientras que en el Plano 1 adjunto al informe se incluye la ubicación de cada uno de ellos.

**CUADRO 2-1
LISTADO DE EMBALSES VISITADOS**

N°	Nombre	Provincia	Coordenadas UTM (WGS 84)			Cota (Gps) msnm	Tipología
			Uso	Este	Norte		
1	Cía. Minera El Indio, Laguna Sedimentación Pastos Largos	ELQUI	19	403.258	6.703.403	3.527	Relaves
2	Cía. Minera El Indio, Tranque Relaves El Indio	ELQUI	19	404.403	6.704.764	3.641	Relaves
3	Cía. Minera San Gerónimo, Socorro 6	ELQUI	19	317.154	6.692.363	668	Relaves
4	Embalse La Laguna (reemplaza a Cía. Minera del Pacífico S.A.)	ELQUI	19	399.900	6.657.986	3.156	Riego
5	Cía. Minera San Gerónimo, La Higuera	ELQUI	19	317.187	6.692.111	635	Relaves
6	SOCIEDAD CONTRACTUAL MINERA TAMBILLOS	ELQUI	19	284.197	6.656.797	208	Relaves
7	Quebrada Camarones (reemplaza a Cía. Minera Carmen de Andacollo)	ELQUI	19	270.326	6.636.169	135	Riego
8	Minera Talcuna Ltda., Tranque Yeni	CHOAPA	19	319.613	6.692.547	812	Relaves
9	QUILLAYES	CHOAPA	19	348.341	6.474.879	1.449	Relaves
10	EL DURAZNO	CHOAPA	19	322.248	6.466.708	848	Relaves
11	QDA. MANQUEHUA	CHOAPA	19	316.650	6.490.601	953	Riego
12	LLAMUCO	CHOAPA	19	331.495	6.492.656	1.245	Relaves
13	CENTINELA	CHOAPA	19	296.504	6.500.042	473	Relaves
14	TAHUINCO	CHOAPA	19	305.474	6.479.143	469	Riego
15	LIMAHUIDA	CHOAPA	19	297.361	6.481.044	410	Riego
16	LAS CAÑAS N° 2 - El Molle	CHOAPA	19	286.840	6.486.428	379	Riego
17	LAS CAÑAS N° 1 - Las Funas	CHOAPA	19	285.107	6.485.920	384	Riego
18	BATUCO El Piedrino	CHOAPA	19	350.653	6.459.156	1.264	Riego
19	QUELEN ALTO	CHOAPA	19	327.392	6.469.201	841	Relaves
20	PANGUESILLO	CHOAPA	19	323.924	6.475.681	650	Riego
21	Llimpo, Fundo El Lital (reemplaza a Coirón)	CHOAPA	19	328.851	6.471.939	827	Riego
22	LAS CAÑAS N° 3 - Tropezón	CHOAPA	19	285.467	6.487.795	313	Riego
23	PERALILLO - Agrosericios Calle Larga	CHOAPA	19	299.682	6.487.303	419	Riego
24	MILLAHUE Huentelauquen	CHOAPA	19	260.908	6.501.564	12	Riego
25	BATUCO "TRANQUE SALINAS" SAN AGUSTIN	CHOAPA	19	335.294	6.490.167	1.380	Riego
26	LA BRUNINA (ARBOLEDA GRANDE)	CHOAPA	19	316.653	6.490.609	652	Riego
27	CUNLAGUA	CHOAPA	19	321.037	6.487.838	793	Riego
28	SAN AGUSTIN	CHOAPA	19	327.232	6.487.367	1.136	Riego
29	STA. VIRGINIA - SAN GERARDO	CHOAPA	19	325.376	6.507.895	931	Riego
30	HUINTIL	CHOAPA	19	311.548	6.505.705	607	Riego
31	LAS COCINERAS	CHOAPA	19	298.383	6.499.615	431	Riego
32	BELLAVISTA	CHOAPA	19	289.404	6.495.049	248	Riego
33	CUZ-CUZ N° 1	CHOAPA	19	287.928	6.495.465	259	Riego
34	CUZ-CUZ N° 2	CHOAPA	19	288.883	6.495.704	266	Riego
35	Planta Portezuelo (Reemplaza a San Jorge)	CHOAPA	19	298.269	6.502.215	406	Relaves
36	SECTOR QUILIMARI - LOS LOROS	CHOAPA	19	268.709	6.444.251	27	Riego
37	LA PALMA Hacienda El Mollar	CHOAPA	19	277.221	6.469.035	194	Riego

N°	Nombre	Provincia	Coordenadas UTM (WGS 84)			Cota (Gps)	Tipología
			Uso	Este	Norte	msnm	
38	GUANGUALI	CHOAPA	19	276.791	6.442.562	102	Riego
39	LA PALMA-AJIAL Agrícola Arancibia	CHOAPA	19	271.359	6.443.845	34	Riego
40	PUPIO N° 1	CHOAPA	19	293.265	6.465.828	323	Riego
41	CONTADOR FRUTOS Fundo Las Totoras	LIMARÍ	19	303.678	6.578.399	670	Riego
42	VERFRUT Valle Hermoso - Río Pama	LIMARÍ	19	312.518	6.539.107	1.147	Riego
43	VERFRUT Fundo El Parral	LIMARÍ	19	304.192	6.553.359	800	Riego
44	AFRUVA Hacienda Ramadillas	LIMARÍ	19	315.231	6.542.689	1.280	Riego
45	BAUZA Río Cogotí	LIMARÍ	19	314.380	6.560.383	878	Riego
46	ANDACOLLO INVERSIONES Fundo Bellavista	LIMARÍ	19	306.558	6.547.899	882	Riego
47	CONTADOR FRUTOS Llanos San Julian	LIMARÍ	19	278.091	6.606.385	263	Riego
48	Fundo Centinela S.A. (Agroindustrial Las Tinajas S.A. en listado original)	LIMARÍ	19	312.027	6.547.297	974	Riego
49	Andacollo Inv. Fundo La Playa (Agrícola Fundo Centinela S.A. en listado original)	LIMARÍ	19	315.448	6.545.086	1.257	Riego

3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información utilizada en el desarrollo del presente informe se indican a continuación:

- Sistema de Información Geográfico (SIG) de la DGA del MOP
- Centro de Información de Recursos Hídricos (CIRH), DGA, MOP
- Archivo Técnico de la DOH
- Archivo Técnico de la CNR
- Planos escala 1:10.000 con curvas de nivel cada 2,5 m, Estudio Integral del Elqui y Estudio Integral del Choapa, CNR.
- Estudio Integral de Riego Valle de Elqui, INA Ing. Consultores, CNR, 1987
- Estudio Integral de Riego Valle del Río Choapa, Ingendesa, CNR, 1994.
- Investigación de Eventos Hidrometeorológicos Extremos. Precipitaciones Máximas en 24, 48 y 72 horas", (DGA, BF, 1989).
- Estadísticas de Precipitaciones Máximas en 24 hrs.
- Catastro e Inspección Preliminar de Embalses VIII Región. Aquaterra Ingenieros Ltda., SIT N° 142, DGA, MOP, 2008.
- Propietarios (particulares, asociaciones de regantes, juntas de vigilancia, etc.) de cada uno de los embalses.
- DGA Regional (oficina La Serena, oficinas Provinciales de Ovalle y de Illapel).

4 TRABAJO DE TERRENO

La metodología aplicada se puede sintetizar como sigue:

- Se confeccionó un plano de trabajo escala 1:500.000 de toda la IV Región, Datum WGS 84, con la ubicación de cada uno de los 49 embalses que fueron diagnosticado.
- Algunos de los embalses del listado original fueron cambiados por otros, de acuerdo con instrucciones emanadas de la DGA Regional.
- Se prepararon las fichas de catastro para ser llenadas directamente en terreno y completarlas en gabinete.
- En terreno se utilizaron los siguientes instrumentos:
 - Huinchas de 30 m y de 5 m
 - Clinómetro (eclímetro) para medir ángulos de los taludes de los muros
 - 2 Distanciómetros laser (para mediciones de corta y larga longitud, respectivamente)
 - GPS (3) Magellan, Garmin
 - Cámaras fotográficas digitales
- Debido a que la mayoría de los embalses catastrados no tienen sus respectivos proyectos, la caracterización de los rellenos se realizó ocularmente por un experto en mecánica de suelos. El material del muro ha sido identificado de acuerdo con las siguientes labores:
 - Observación visual directa
 - Observación visual de alguna rotura (si corresponde)
 - Escarpando el talud en forma manual
 - Observación de los materiales de empréstitos
- Se ha dio énfasis a la inclusión de fotos que muestren aspectos relevantes de los muros y/o de las obras anexas que conforman cada embalse.

5 FICHAS DE REGISTRO

Cada Ficha de Registro de Embalses, cuyo formato fue entregado por la DGA, está organizada en tres Grupos de identificación, de acuerdo con los campos que aparecen en el formulario de terreno "Registro de Embalses".

- **Antecedentes Generales:** Nombre, Cuenca, Sub Cuenca, Fuente, Número registro, Código, Fecha, Nombre o Razón Social del Propietario o Responsable Legal.

- **Ubicación del Embalse:** Región, Provincia, Comuna, Coordenadas, Datum, Huso, Altitud y Descripción de Ubicación.

- **Antecedentes Técnicos:** Uso y destino del Embalse, Tipo de Presa, Evaluación de Crecidas (Capacidad), Capacidad Máxima, Altura de Muro, Ancho y Largo Coronamiento, Borde Libre, Taludes Muro, Año de Construcción, Capacidad Obras de Entrega, Área Regada, Evacuador de Fondo, Potencia Generada, Observaciones.

Además de la ficha, se incluyó un plano de ubicación de cada embalse, monografías y fotografías de sus principales obras.

6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

En base a los antecedentes recopilados en visitas efectuadas a los distintos embalses que contempla el proyecto y a la experiencia del consultor, se entregó información relacionada con los siguientes tópicos:

- Propiedades mecánicas de los materiales que componen los embalses
- Parámetros para Norma NCh 433
- Análisis de estabilidad de taludes
- Análisis de filtraciones según método de Lane.

Es importante destacar que hay 4 embalses a los cuales no se les hizo ningún tipo de análisis de estabilidad ni de filtraciones, a saber:

Embalse N° 7, Quebrada de Camarones: Presa de Hormigón. Este embalse tiene una presa de hormigón, anclada en los dos extremos a un macizo rocoso. La presa es triangular, y por el lado de su hipotenusa (talud de aguas abajo) presenta escalones de aproximadamente 0,7 m x 0,7 m cada uno. A la vez existen 8 contrafuertes en el muro que aportan mayor inercia para soportar la componente horizontal de la presión. No existen filtraciones detectadas al momento de la visita. Su recarga se produce sólo por acumulación de aguas lluvias. No es posible inferir que esté siendo usado, toda vez que la tubería de salida está enterrada, solo se observa una válvula.

Embalse N° 11, Quebrada Manquehua: Corresponde a una pequeña presa construida con gaviones estucados por su cara interior sobre un radier de hormigón, acumula 6.240 m³. Su principal uso es abastecer de agua de bebida a un villorrio cercano, lo que hace a través de una tubería de planza de 1" de diámetro. No presenta filtraciones pues los gaviones tienen su cara interior estucada.

Embalse N° 12, Llamuco: Corresponde a un tranque de relaves fuera de uso, abandonado. El estero Llamuco cortó el cuerpo principal de este tranque, provocando arrastre de sus arenas hacia el Río Chalinga y posteriormente al Río Choapa. Su

probabilidad de falla es 1, toda vez que se ve que ya falló y sus arenas se desplazan arrastradas por el agua hacia el río. El acceso al cuerpo principal es dificultoso y peligroso; el borde al que hay que acercarse para verificar ángulos es inestable y pone en riesgo la integridad de quien mide. Este tranque es el más crítico de los visitados, no tiene canales de contornos ni elementos decantadores. El posible daño potencial es del tipo ambiental, pues no tiene comunidades habitadas aguas abajo.

Embalse N° 40, Pupío N° 1: Corresponde a un embalse regulador nocturno con muros de hormigón. Este embalse corresponde a una "piscina" de hormigón en $\frac{3}{4}$ de su muro. El $\frac{1}{4}$ restante corresponde a la zona de entrada del canal que abastece este embalse y no tiene muro, toda vez que llega al cerro. No tiene filtraciones, su probabilidad de falla por efecto sísmico es despreciable.

6.1 Propiedades Mecánicas

Durante las visitas efectuadas fue posible visualizar que los embalses en estudio están compuestos por materiales tipo arcillas, arcillas arenosas y/o gravosas, arena de relave minero, arena gravosa y grava arenosa.

A partir de lo observado en terreno y de la experiencia del consultor, se estimaron las propiedades geotécnicas del material representativo de los embalses catastrados.

➤ Sismo (Norma Nch 433)

La zona sísmica donde se ubican los embalses corresponden a las Zona 3, según Norma Nch 433; el tipo de suelo de fundación fue el Tipo II.

Debido a que en los antecedentes disponibles no existe un estudio de riesgo sísmico, para estimar los coeficientes sísmicos a utilizar en el análisis de estabilidad de taludes de los embalses, se ha considerado lo siguiente:

- Coeficiente sísmico horizontal (k_x): fue estimado en base a la expresión propuesta por Saragoni (1993) para Chile.
- Coeficiente sísmico vertical (k_y): considerando que existen antecedentes de que en embalse de importancia ubicados a lo largo del país (Convento Viejo, Puclaro, Corrales, entre otros) no se ha utilizado dicho coeficiente en su diseño y han tenido un buen comportamiento hasta la fecha, se consideró igual a cero.

Acorde a lo anterior, los coeficientes sísmicos adoptados para el análisis de estabilidad de taludes fueron:

- Coeficiente sísmico horizontal (K_h) igual a 0,20
- Coeficiente sísmico vertical (K_v) igual a 0

6.2 Análisis de Estabilidad de Taludes

Para hacer el análisis de la estabilidad de los taludes se utilizó el programa computacional Slope, desarrollado por la empresa GeoStru Software, Italia, y habitualmente utilizado en este tipo de análisis. Este programa utiliza una modelación pseudo estática del problema permitiendo utilizar diferentes metodologías para el cálculo (Jambú, Bishop, entre otros). Se analizó tanto el talud aguas arriba como el talud aguas abajo.

- Talud Aguas Arriba

Para el análisis, se consideró las propiedades estratigráficas detectadas en terreno. El estudio de estabilidad considera los siguientes estados de carga:

- Estático: Con Agua
 Sin Agua
 Vaciado Rápido
- Sísmico Con agua
 Sin Agua

- Talud Aguas Abajo

Para el análisis, se consideró las propiedades estratigráficas detectadas en terreno. El estudio de estabilidad consideró los siguientes casos:

- Estático Sin Agua
- Sísmico Sin agua

En el cuadro resumen adjunto al final de este informe se puede consultar aquéllos embalses que teóricamente presentan inestabilidad de taludes. Es importante destacar que para poder validar los resultados de las inestabilidades, habría que hacer ensayos de mecánica de suelos específicos en cada uno de los embalses que presentan factores de seguridad menores de 1.

6.3 Filtraciones

Para determinar la filtración a la que puede estar sometido el tranque o embalse, se utilizó el "Método de Lane". Conforme a los resultados obtenidos, en 17 embalse hay posibilidad de filtraciones (ver cuadro resumen).

7 ESTUDIO DE CRECIDAS

Se determinaron caudales máximos instantáneos afluentes a los embalses en estudio, para períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años. Para períodos de retorno mayores (250, 500 y 1.000 años) se extrapolaron los caudales obtenidos a través de la función que mejor ajusta la curva de caudales hasta 100 años. La extrapolación de caudales se validó con una serie de caudales máximos instantáneos de la estación fluviométrica río Cogotí en Fragüita.

Debido a que las cuencas de los embalses no poseen control fluviométrico, para determinar sus caudales de crecida, se usaron métodos indirectos basados en relaciones precipitación-escorrentía.

Para determinar los caudales de crecidas asociados a los períodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años se utilizaron tres métodos:

- i) Método de la fórmula Racional Modificada
- ii) Fórmula de Verni King Modificada
- iii) Método DGA-AC

En todos los casos los caudales de crecida se determinaron a partir de precipitaciones máximas de una cierta duración. Además, para aquellos embalses en que la cuenca aportante tuviera una superficie mayor a 10 km², se contempló el cálculo de los caudales máximos con el método del Hidrograma Unitario Sintético (HUS) y la simulación a través de un modelo computacional desarrollado con el software HEC-HMS.

Por otra parte, debido a la existencia de cuencas predominantemente nivales, para determinar los caudales de crecidas asociados a períodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años, se utilizó el método DGA-AC para crecidas de deshielo.

➤ Períodos de Retorno Según Tipo de Obra

De acuerdo con el Reglamento de Obras Mayores, el cual al día de hoy no está aprobado pero que se puede usar como una norma referencial, se definen las siguientes categorías de embalses:

- Categoría A: Embalses Pequeños, de altura de muro máxima mayor a 5 m e inferior a 12_m, o bien de capacidad superior a 50.000 m³ e inferior a 1.500.000 m³.
- Categoría B: Embalses Medianos, de altura de muro máxima mayor o igual a 12 m e inferior a 30 m, o bien de capacidad igual o superior a 1.500.000 m³ e inferior a 60.000.000 m³.
- Categoría C: Embalses Grandes, de altura máxima de muro igual o superior a 30 m, o bien de capacidad igual o superior a 60.000.000 m³.

Las crecidas de diseño para el evacuador de seguridad fueron:

- Categoría A: 250 años
- Categoría B: 500 años
- Categoría C: 1.000 años

Para embalses de altura de muro menor a 5 m, se usó una crecida de diseño para T= 250 años.

Los caudales máximos para los períodos de retorno acorde a las categorías de los mismos, se incluyen en el Cuadro 7-1 siguiente.

**CUADRO 6-1
CAUDALES MÁXIMOS**

N°	NOMBRE EMBALSE	T (años)	CAUDAL (m3/s)
1	Cía. Minera El Indio, Laguna Sedimentación Pastos Largos	500	11,66
2	Cía. Minera El Indio, Tranque Relaves El Indio	1000	11,44
3	Cía. Minera San Gerónimo, Socorro 6	1000	8,61
4	Embalse La Laguna (reemplaza a Cía. Minera del Pacífico S.A.)	500	166,98
5	Cía. Minera San Gerónimo, La Higuera	500	5,91
6	Soc. Contractual Minera Tambillos	500	sin cuenca
7	Quebrada Camarones (reemplaza a Cía. Minera Carmen de Andacollo)	250	122,00
8	Minera Talcuña Ltda., Tranque Yeni	1000	1,82
9	Quillayes	1000	
10	El Durazno	250	31,07
11	Quebrada Manquehua	250	19,03
12	Llamuco	1000	302,07

N°	NOMBRE EMBALSE	T (años)	CAUDAL (m3/s)
13	Centinela	250	sin cuenca
14	Tahuinco	250	13,71
15	Limáhuida	250	7,52
16	Las Cañas N° 2 - El Molle	250	4,09
17	Las Cañas N° 1 - Las Funas	250	sin cuenca
18	Batuco El Piedrino	250	11,90
19	Quelén Alto	250	sin cuenca
20	Panguesillo	250	3,92
21	Llimpo, Fundo El Lital (reemplaza a Coirón)	250	2,59
22	Las Cañas N° 3 - Tropezón	250	14,39
23	Peralillo - Agroservicios Calle Larga	250	sin cuenca
24	Millahue Huentelauquén	250	0,88
25	Batuco " Tranque Salinas" San Agustín	250	sin cuenca
26	La Brunina (Arboleda Grande)	250	sin cuenca
27	Cunlagua	250	sin cuenca
28	San Agustín	250	5,43
29	Sta. Virginia - San Gerardo	250	3,02
30	Huintil	250	sin cuenca
31	Las Cocineras	250	sin cuenca
32	Bellavista	250	20,57
33	Cuz-Cuz N° 1	250	sin cuenca
34	Cuz-Cuz N° 2	250	3,52
35	Planta Portezuelo (Reemplaza a San Jorge)	500	sin cuenca
36	Sector Quilimari - Los Loros	250	sin cuenca
37	La Palma Hacienda El Mollar	500	115,00
38	Guangualí	250	0,49
39	La Palma-Ajial Agrícola Arancibia	250	sin cuenca
40	Pupío N° 1	250	1,98
41	Contador Frutos Fundo Las Totoras	500	10,58
42	Varafrut Valle Hermoso - Río Pama	500	23,21
43	Verafrut Fundo El Parral (El Manzano)	500	26,06
44	Afruva Hazienda Ramadillas	250	sin cuenca
45	Bauzá Río Cogotí	250	2,01
46	Andacollo Inversiones Fundo Bellavista	500	16,67
47	Contador Frutos Llanos San Julián	500	sin cuenca
48	Fundo Centinela S.A. (Agroindustrial Las Tinajas S.A. en listado original)	500	31,80
49	Andacollo Inv. Fundo La Playa (Agrícola Fundo Centinela S.A. en listado original)	250	sin cuenca

8 HAZOP

Básicamente el método se basa en un análisis probabilístico de relación causa – efecto. La fórmula está dada por la siguiente expresión:

$$R = P \times V \times E$$

Donde:

R= riesgo total de colapso frente al evento dado y una causa determinada

P= probabilidad que se produzca el evento identificado como desencadenante de la falla del colapso del muro.

V= vulnerabilidad de la obra ante la ocurrencia del evento desencadenante.

E= potencialidad que ante la falla se produzca el efecto que se desea analizar (y evitar).

➤ **Evento Desencadenante: Sismos de Placa**

El riesgo para este evento, considerando la inestabilidad de la presa para el caso sísmico con y sin agua es:

$p = 10 \%$ → Se estima que el período de retorno para este tipo de sismo es de 1 en 10 años.

$V = 80 \%$ → La vulnerabilidad del tranque esta dada por la posibilidad de que este sismo produzca daños a la estructura.

E= en este caso, debido a que los efectos de la posible falla es diferente en algunos casos, el listado de embalses se han agrupado y asignado un porcentaje de acuerdo con:

Tranque de relaves que si falla afecta esteros: $E = 80 \%$

Resto de los embalses/tranques: $E = 15 \%$

Así, para cada embalse se calculó el riesgo total asociado a este tipo de evento.

➤ **Evento Desencadenante: Crecidas Pluviales y/o Nivales**

Overtopping: cuando falla la obra de evacuación, los valores de "P" se encuentran tabulados, que considera los valores del caudal afluente calculado con relación al borde libre.

Se aplican los coeficientes de confiabilidad, de acuerdo con tipo de muro, estado de conservación del vertedero, calidad del canal de descarga; todos los valores se encuentran tabulados.

Al igual que en el caso anterior, para cada embalse se determinó el riesgo total asociado a este tipo de evento.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del diagnóstico en terreno efectuado y a partir de los análisis hechos en gabinete, a continuación se presenta un cuadro resumen del estado actual de cada uno de los embalses/tranques analizados.

Es importante destacar las labores que le corresponde a la DGA respecto a qué hacer en caso de que algún embalse se encuentre en mal estado. En efecto, el artículo 307 del Código de Aguas dice textual:

Art. 307: la Dirección General de Aguas inspeccionará las obras mayores, cuyo deterioro o eventual destrucción pueda afectar a terceros. Comprobado el deterioro, la Dirección General de Aguas ordenará su reparación y podrá establecer, mediante resoluciones fundadas, normas transitorias de operación de las obras, las que se mantendrán vigentes mientras no se efectúe su reparación. Si ello no se efectuare en los plazos que determine, dictará una resolución fundada, ratificando como permanente la norma de operación transitoria y además podrá aplicar a las organizaciones que administren las obras una multa que no sea inferior a 50 ni superior a 500 unidades tributarias mensuales.

Esta facultad supone una visita técnica a terreno, en donde el fiscalizador deberá comprobar que efectivamente existe un deterioro de la obra o bien que derechamente existe riesgo de que ésta se destruya, por causa de su propio deterioro, respecto de todo lo cual deberá levantar la correspondiente acta.

En el Cuadro 9-1 se incluye un resumen del estado actual de los 49 embalses diagnosticados.

**CUADRO 9-1
RESUMEN ESTADO ACTUAL DE LOS EMBALASES**

Tipo de Embalses	Total	Estado					
		Bueno		Regular		Malo	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
Riego	37	18	49	12	32	7	19
Relaves	12	8	67	2	16,5	2	16,5

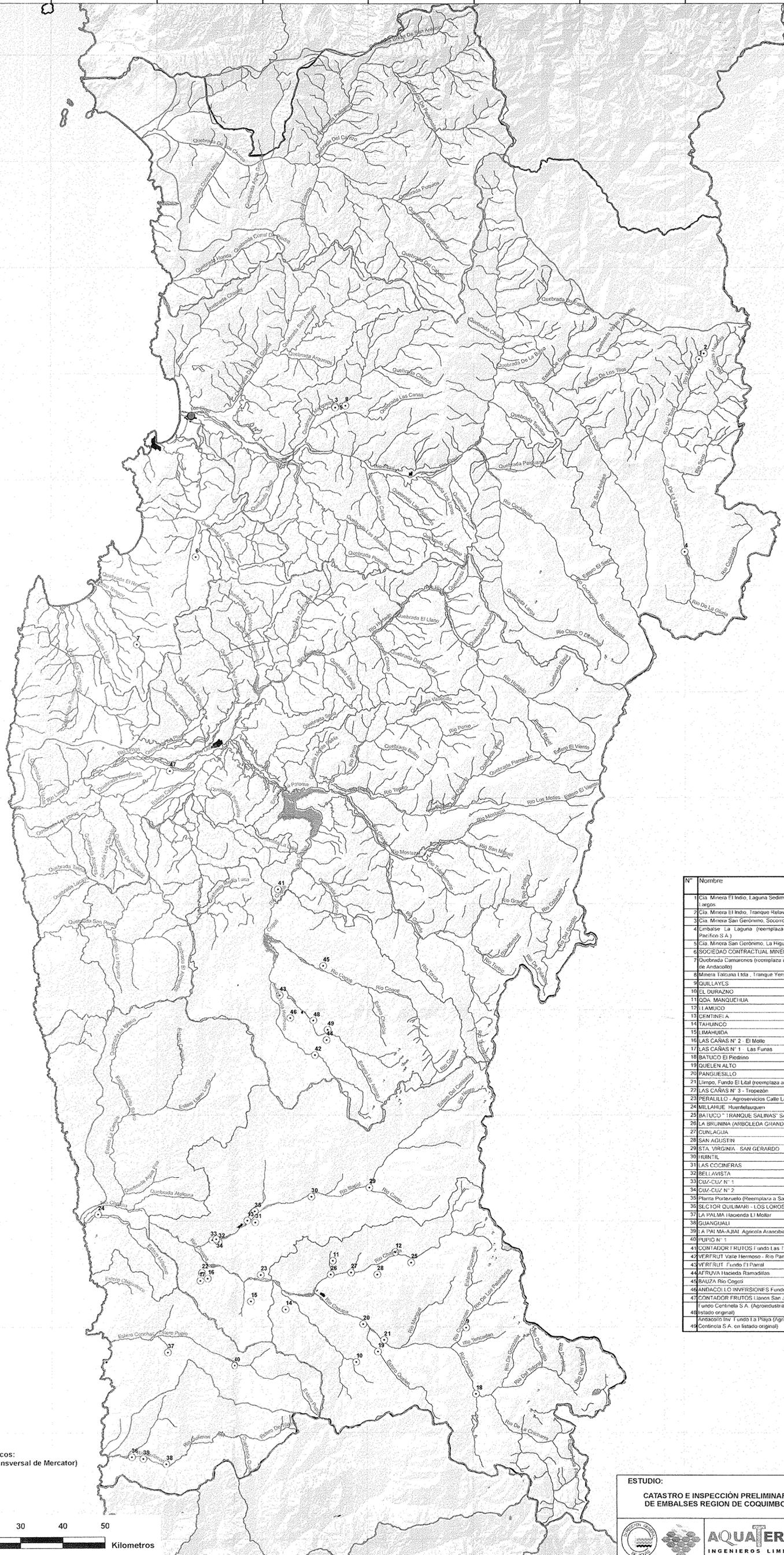
N°	NOMBRE EMBALSE		EN USO		TIPO		ESTADO ACTUAL	PROBLEMAS EN CASO DE FALLA DE FALLA	ESTABILIDAD DE TALUDES (Factores de Seguridad)						Posibilidad de Filtraciones (criterio de Lane)	Hazop Sismo de Placa %	Hazop Crecidas	T (años)	CAUDAL (m3/s)	CAUDAL (m3/s) EVACUADOR DE CRECIDAS	RECOMENDACIÓN GENERAL			
	SI	NO	RIEGO	RELAVES	TALUD AGUAS ARRIBA				TALUD AGUAS ABAJO															
					Estático	Sísmico			Vaciado Rápido	Estático	Sísmico	Estático	Sísmico											
				Con Agua	Sin Agua	Vaciado Rápido	Con Agua	Sin Agua	Sin Agua	Sin Agua														
1	Cia. Minera El Indio, Laguna Sedimentación Pastos Largos	X				X	Buen estado	Sin riesgo	1.36	1.40	1.36	0.92	0.91	1.40	0.91	SI	0.98	0.0%	500	11.66	1	Monitoreo de su operación cada 2 meses (Sernageomin)		
2	Cia. Minera El Indio, Tranque Relaves El Indio		X			X	Buen estado; en abandono	Contaminación río Malo, afluente río Elqui	1.37	1.62	0.98	0.89	1.07	1.21	0.80	SI	1.13	0.0%	1000	11.44	SIN	Monitoreo de su operación cada 2 meses (Sernageomin)		
3	Cia. Minera San Gerónimo, Socorro 8	X				X	Buen estado	Contaminación quebradas menores	1.62	1.68	1.01	0.99	1.01	1.68	1.01	SI	4.80	2.9%	1000	8.61	SIN	Monitoreo de su operación cada 2 meses (Sernageomin)		
4	Embalse La Laguna (reemplaza a Cia. Minera del Pacífico S.A.)	X		X			Estado regular; con filtraciones	Complejo aduanero	1.74	2.04	1.25	1.07	1.26	2.04	1.26	SI	-	0.0%	500	166.98	70	Reparar los problemas de filtraciones que presenta actualmente		
5	Cia. Minera San Gerónimo, La Higuera		X			X	Buen estado. En plan de forestación	Contaminación quebradas menores	1.48	1.44	0.82	0.97	0.94	1.44	0.94	SI	5.20	2.9%	500	5.91	SIN	Intensificar la forestación		
6	Soc. Contractual Minera Tambillos	X				X	Buen estado; cierre a fines de 2008	Contaminación quebrada Tambillos	1.72	1.84	1.16	1.07	1.16	1.84	1.16	SI	-	0.0%	500	sin cuenca	SIN	Verificar plan de cierre (Sernageomin)		
7	Quebrada Camarones (reemplaza a Cia. Minera Carmen de Andacollo)		X	X			Regular	Sin riesgo									-	28.9%	250	122.00	SIN	Monitoreo anual de su operación		
8	Minera Talcaña Ltda., Tranque Yeni	X				X	Buen estado	Contaminación quebrada Talcaña, afluente río Elqui	1.35	1.44	0.82	0.88	0.89	1.44	0.89	SI	5.60	2.9%	1000	1.82	SIN	Monitoreo semestral (Sernageomin)		
9	Quillayes	X				X	Buen estado; cierre a fines de 2008	Contaminación río Choapa	1.50	1.82	1.00	0.85	1.03	1.82	1.03	SI	1.13	0.0%	1000		SIN	Verificar plan de cierre (Sernageomin)		
10	El Durazno		X			X	Mal estado, abandonado	Peligro de contaminar hacia aguas abajo (embalse Corrales)	2.12	2.19	1.43	1.29	1.34	2.19	1.34	NO	-	2.9%	250	31.07	SIN	Construir un sedimentador para el canal poniente		
11	Quebrada Manquehua	X		X			Buen estado	Sin riesgo									-	1.6%	250	19.03	SIN	Monitoreo anual de su operación		
12	Llmuco	X				X	Mal estado	Contaminación río Chalinga, afluente río Choapa									-	2.9%	1000	302.07	SIN	Dar aviso a Sernageomin para visita inspectiva urgente y monitoreo permanente		
13	Centinela	X				X	Regular	Contaminaría el estero Auco, afluente al Illapel	1.10	1.20	0.67	0.77	0.86	1.20	0.86	SI	6.40	0.0%	250	sin cuenca	SIN	Oficiar a Sernageomin para visita inspectiva y monitoreo permanente		
14	Tahuinco	X		X			Buen estado	Inundación de cultivos	3.30	3.82	3.41	2.20	2.32	3.82	2.32	NO	-	2.3%	250		13.71	0.20	Mantenimiento de los muros	
15	Limahuida	X		X			Buen estado	Inundación de cultivos	1.31	1.35	1.37	1.04	1.07	1.35	1.07	NO	-	2.3%	250		7.52	1.00	Mantenimiento anual	
16	Las Cañas N° 2 - El Molle	X		X			Buen estado	60 casas (300 habitantes de Las Cañas, a 700 m del embalse)	1.95	1.78	1.67	1.30	1.17	1.78	1.17	NO	-	2.3%	250		4.09	2.00	Reparar socavación en vertedero, mantenimiento	
17	Las Cañas N° 1 - Las Funas		X	X			Mal estado, embancado	Inundación de frutales	3.92	4.00	3.68	2.56	2.53	3.24	3.24	NO	-	0.0%	250	sin cuenca		1.00	1.00	Dragado de fondo
18	Batuco El Piedrino		X	X			Mal estado	Sin riesgo	3.54	4.08	3.82	2.31	2.52	3.01	1.90	NO	-	2.9%	250	11.90	SIN	Se recomienda mantenimiento (dragado del fondo y muros)		
19	Quelén Alto		X			X	Buen estado (tranque nuevo)	Contaminación río Choapa	2.54	2.51	2.34	1.56	1.55	2.51	1.55	NO	-	0.0%	250	sin cuenca	SIN	Monitoreo anual en caso de que vuelva a operar		
20	Panguesillo	X		X			Regular	Inundación de parronales	2.92	3.25	2.96	1.96	2.02	3.25	2.02	NO	-	2.9%	250		3.92	0.20	Reparar obra de entrega y limpieza de vegetación	
21	Llampo, Fundo El Lital (reemplaza a Coirón)	X		X			Buen estado	Inundación de cítricos y paltos	1.78	1.67	1.60	1.22	1.13	1.67	1.13	NO	-	2.3%	250		2.59	0.02	Mantenimiento anual	
22	Las Cañas N° 3 - Tropezón	X		X			Regular	Inundación de praderas	3.36	3.58	3.34	2.23	2.27	3.58	2.27	NO	-	18.8%	250		14.39	1.00	Dragado y mantenimiento de muros	
23	Peralillo - Agrosericios Calle Larga	X		X			Buen estado	Inundación de cítricos	1.60	1.53	1.47	1.11	1.06	1.53	1.06	NO	-	0.0%	250	sin cuenca		0.6	0.6	Mantenimiento anual
24	Millahué Huentelequén	X		X			Regular	Inundación de praderas	4.54	5.33	4.69	3.03	3.26	5.33	3.26	NO	-	23.5%	250		0.88	0.50	Reparar obra de entrega y limpieza de vegetación	
25	Batuco " Tranque Salinas" San Agustín		X	X			Regular	Inundación camino rural de poco tránsito	2.35	2.36	2.24	1.57	1.54	2.36	1.54	NO	-	0.0%	250	sin cuenca		1	1	Se recomienda mantenimiento (evitar filtraciones)
26	La Brunina (Arboleda Grande)	X		X			Buen estado	Inundación de praderas	1.71	1.78	1.15	1.09	1.17	1.78	1.17	SI	-	0.0%	250	sin cuenca		0.2	0.2	Mantenimiento anual
27	Cunlagua	X		X			Regular	Estación de bombeo APR Cunlagua	1.98	1.88	1.80	1.34	1.25	1.88	1.25	NO	-	0.0%	250	sin cuenca		0.2	0.2	Limpieza de vegetación que hay en los muros
28	San Agustín	X		X			Regular	Inundación de 10 casas y praderas	1.79	1.80	1.71	1.24	1.23	1.28	1.28	NO	-	23.1%	250		5.43	1.00	Reparar obra de entrega y vertedero	
29	Sta. Virginia - San Gerardo		X	X			Regular	Sin riesgo	3.18	3.16	2.98	2.06	2.05	3.16	2.05	NO	-	11.6%	250		3.02	0.15	Mantenimiento anual y que vuelva a operar	
30	Huimil	X		X			Malo	Inundación de praderas y paltos	2.81	2.95	2.74	1.87	1.88	2.95	1.88	NO	-	0.0%	250	sin cuenca		0.25	0.25	Mantenimiento anual, limpieza de muros y del fondo, reparar obra de entrega
31	Las Cocineras	X		X			Regular	Inundación de praderas y cultivos de temporada	3.60	3.97	3.66	2.27	2.35	3.97	2.35	NO	-	0.0%	250	sin cuenca		0.25	0.25	Reparar su obra de entrega
32	Bellavista		X	X			Mal estado	Sin riesgo	1.81	1.74	1.68	1.17	1.12	1.74	1.12	NO	-	2.9%	250		20.57	0.50	Mantenimiento anual y que vuelva a operar	
33	Cuz-Cuz N° 1	X		X			Buen estado	Inundación de parronales	2.85	3.22	2.92	1.90	2.04	3.22	2.04	NO	-	0.0%	250	sin cuenca		0.1	0.1	Mantenimiento anual
34	Cuz-Cuz N° 2	X		X			Buen estado	Inundación de parronales	7.89	10.28	8.01	4.98	5.64	10.28	5.64	NO	-	1.8%	250		3.52	0.10	Mantenimiento anual	
35	Planta Portezuelo (Reemplaza a San Jorge)	X				X	Regular	Contaminaría el estero Auco, afluente al Illapel	1.47	1.39	0.82	1.00	0.96	1.39	0.96	SI	4.80	0.0%	500	sin cuenca	SIN	Monitoreo permanente (Sernageomin)		
36	Sector Quilmari - Los Loros		X	X			Malo	Sin riesgo	3.44	4.06	3.57	2.25	2.49	4.06	2.49	NO	-	0.0%	250	sin cuenca		SIN	Limpieza de vegetación que hay en los muros	
37	La Palma Hacienda El Mollar	X		X			Buen estado	Sin riesgo	1.76	1.65	1.56	1.16	1.08	1.65	1.08	NO	-	18.1%	500	115.00	10	10	Limpieza de vegetación que hay en los muros	
38	Guanguall	X		X			Malo	Afectaría a 1 familia	1.66	1.58	1.47	1.13	1.06	1.58	1.06	SI	-	46.2%	250		0.49	0.01	Reparación y revestimiento con membrana plástica	
39	La Palma-Ajial Agrícola Arancibia	X		X			Buen estado	Sin riesgo	2.58	2.55	2.41	1.80	1.71	3.86	2.50	NO	-	0.0%	250	sin cuenca		SIN	Monitoreo Anual	
40	Puplo N° 1	X		X			Buen estado	Inundación de nogales									-	0.9%	250		1.98	SIN	Monitoreo Anual	
41	Contador Frutos Fundo Las Totoras	X		X			Buen estado	Inundación de parronales	1.73	1.66	1.76	1.15	1.09	1.66	1.09	NO	-	0.0%	500		10.58	5.00	Monitoreo Anual	
42	Varafrut Valle Hermoso - Río Pama	X		X			Buen estado	Inundación de parronales	1.41	1.39	1.34	1.00	0.88	1.39	0.88	SI	0.90	7.2%	500		23.21	0.50	Despejar área de válvulas	
43	Varafrut Fundo El Parral (El Manzano)	X		X			Buen estado	Sin riesgo	1.54	1.44	1.39	1.04	0.97	1.44	0.97	SI	0.90	28.2%	500		26.06	1.50	1.50	Mejoramiento vertedero, monitorear las filtraciones
44	Afrua Hacienda Ramadillas		X	X			Buen estado	Sin riesgo	2.53	2.41	2.28	1.69	1.62	2.41	1.62	NO	-	0.0%	250	sin cuenca		2	2	Solicitar información a Afrua del destino del embalse
45	Bauzá Río Cogotí	X		X			Regular	Inundación de parronales	1.73	1.69	1.63	1.18	1.17	1.69	1.17	SI	-	18.8%	250		2.01	0.50	Mantenimiento anual, limpieza de vegetación de los muros	
46	Andacollo Inversiones Fundo Bellavista	X		X			Malo	Inundación de bodega	1.86	1.63	1.57	1.27	1.12	1.63	1.12	SI	-	28.2%	500		16.67	0.50	Controlar Filtraciones y vertido de estéril de la mina en muro del embalse	
47	Contador Frutos Llanos San Julián	X		X			Buen estado	Afectaría camino adyacente al embalse	1.46	1.37	1.32	1.02	0.95	1.37	0.95	NO	0.98	0.0%	500	sin cuenca		1.5	1.5	Monitoreo Anual
48	Fundo Centinela S.A. (Agroindustrial Las Tinajas S.A. en listado original)	X		X			Buen estado	Inundación de parronales y frutales	1.83	1.72	1.65	1.24	1.17	1.72	1.17	SI	-	1.6%	500		31.80	2.50	Monitoreo Anual	
49	Andacollo Inv. Fundo La Playa (Agrícola Fundo Centinela S.A. en listado original)	X		X			Regular	Inundación de parronales	1.59	1.48	1.42	1.10	1.02	1.48	1.02	NO	-	0.0%	250	sin cuenca		SIN	Reparación de cara exterior del muro	

Factores de seguridad < 1, en el cálculo de estabilidad de taludes, habría que hacer ensayos de mecánica de suelos más específicos para validar los resultados de inestabilidad

225000 250000 275000 300000 325000 350000 375000 400000 425000 450000 475000

6775000
6750000
6725000
6700000
6675000
6650000
6625000
6600000
6575000
6550000
6525000
6500000
6475000
6450000
6425000

6775000
6750000
6725000
6700000
6675000
6650000
6625000
6600000
6575000
6550000
6525000
6500000
6475000
6450000
6425000



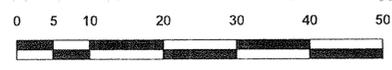
N°	Nombre	Coordenadas UTM (WGS 84)		Cota (Gps) msnm
		Este	Norte	
1	Cia. Minera El Indio, Laguna Sedimentación Pastos Largos	19 403258	6703403	3.527
2	Cia. Minera El Indio, Tranque Relaves El Indio	19 404403	6704764	3.641
3	Cia. Minera San Gerónimo, Socorro 6	19 317.154	6.692.363	668
4	Embalse La Laguna (reemplaza a Cia. Minera de Pácton S.A.)	19 399.900	6.657.986	3.156
5	Cia. Minera San Gerónimo, La Higuera	19 317.167	6.692.111	635
6	SOCIEDAD CONTRACTUAL MINERA TAMBILLOS	19 284.197	6.656.797	268
7	Quebrada Casamones (reemplaza a Cia. Minera Carmo de Andacollo)	19 270.326	6.636.169	135
8	Minera Talcuna Ltda., Tranque Yeri	19 319.613	6.692.547	812
9	QUILLAYES	19 348.341	6.474.879	1.449
10	EL DURAZNO	19 322.248	6.466.708	848
11	QDA MANQUEHUA	19 316.650	6.490.601	953
12	LAMICO	19 331.495	6.492.656	1.245
13	CENTINELA	19 296.504	6.500.042	473
14	TAHUINCO	19 305.474	6.479.143	469
15	IMAHUIDA	19 297.361	6.481.044	410
16	LAS CARANAS N° 2 El Molle	19 286.840	6.486.428	379
17	LAS CARANAS N° 1 Las Fumas	19 285.107	6.485.920	384
18	BATUCO El Piedino	19 350.653	6.459.156	1.264
19	QUELEN ALTO	19 327.392	6.469.201	841
20	PANGUESILLO	19 323.924	6.475.681	650
21	Lirio, Fundo El Lital (reemplaza a Colón)	19 328.851	6.471.939	827
22	LAS CARANAS N° 3 Tropezón	19 285.467	6.487.795	313
23	PERALILLO - Agroindustria Calle Larga	19 299.682	6.487.303	419
24	MILLAHUE Huertelaguas	19 260.908	6.501.564	12
25	BATUCO "TRANQUE SALINAS" SAN AGUSTIN	19 335.294	6.490.167	1.380
26	LA BRUNINA (ARBOLEDA GRANDE)	19 316.653	6.490.609	652
27	CUNLAGUA	19 321.037	6.487.838	793
28	SAN AGUSTIN	19 327.232	6.487.367	1.136
29	STA. VIRGINIA - SAN GERARDO	19 325.376	6.507.895	931
30	HUINTIL	19 311.548	6.505.705	607
31	LAS COCINERAS	19 298.383	6.499.615	431
32	BELLAVISTA	19 289.404	6.495.049	248
33	CUZ-CUZ N° 1	19 287.928	6.495.465	259
34	CUZ-CUZ N° 2	19 288.893	6.495.704	266
35	Planta Portezuelo (reemplaza a San Jorge)	19 298.269	6.502.215	406
36	SECTOR QUILMARI - LOS LOROS	19 268.709	6.444.251	27
37	LA PALMA Hacienda El Molle	19 277.221	6.469.035	194
38	GUANGUALI	19 276.791	6.442.562	102
39	LA PAI-MA-AJAI Agrícola Arancaba	19 271.359	6.443.845	34
40	PUPUNO N° 1	19 293.265	6.465.828	323
41	CONTADOR FRUTOS Fundo Las Totoras	19 303.678	6.578.399	670
42	FRUTOS Valle Hermoso - Rio Pama	19 312.518	6.539.107	1.147
43	FRUTOS Fundo El Parícuti	19 304.192	6.553.359	800
44	AFRUYA Hacienda Ramaditas	19 315.231	6.542.689	1.200
45	BAUZA Rio Copot	19 314.380	6.560.383	878
46	ANDACOLLO INVERSIONES Fundo Bellavista	19 306.558	6.547.899	882
47	CONTADOR FRUTOS Llanos San Julian	19 278.091	6.608.385	283
48	Fundo Centinela S.A. (Agrindustria Las Tmajas S.A. en estado original)	19 312.027	6.547.297	974
49	Centinela S.A. (Agrícola Fundo Centinela S.A. en estado original)	19 315.448	6.545.086	1.257

SIMBOLOGIA

- EMBALSES
- RIOS
- CAPITAL REGIONAL
- CUENCA
- COMUNA

DIRECCION GENERAL DE ASISTENCIA TECNICA
Centro de Información Recursos
Área de Documentación

Datos Cartográficos y Geodésicos:
Proyección UTM (Universal Transversal de Mercator)
Huso 19 Sur
Datum WGS de 1984.
Fuente:
SIG DGA



ESTUDIO: CATASTRO E INSPECCIÓN PRELIMINAR DE EMBALSES REGION DE COQUIMBO	PLANO: UBICACIÓN DE EMBALSES DIAGNOSTICADOS	FECHA: MARZO 2009
DESCRIPCIÓN: IV REGIÓN		LAMINA: 1

