



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

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Oficina de Información Recursos Hídricos
Área de Documentación

**DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE EMBALSES
POST TERREMOTO
DE 27 DE FEBRERO DE 2010**

INFORME DE REVISION N° 1 Rev A

PML
Ingeniería Ltda.

Marzo 2010

**DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE EMBALSES
POST TERREMOTO
DE 27 DE FEBRERO DE 2010**

INFORME DE REVISION N° 1 Rev A

INDICE

1	INTRODUCCION.....	1
1.1	ANTECEDENTES.....	1
1.2	OBJETO.....	1
2	EMBALSE TECNOFRIO.....	3
2.1	COMENTARIOS.....	3
2.2	CONCLUSIONES.....	4
3	EMBALSE LA ESTANCIA.....	5
3.1	COMENTARIOS.....	5
3.2	CONCLUSIONES.....	5
4	EMBALSE VIENA.....	6
5	EMBALSES REDOLMO Y CUMCUMPUY.....	7
6	CAPTACIONES SAN FRANCISCO, MANQUIMÁVIDA Y ROJAS.....	8

**DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE EMBALSES
POST TERREMOTO
DE 27 DE FEBRERO DE 2010**

INFORME DE REVISION N° 1 Rev A

1 INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

Con motivo del sismo ocurrido el 27 de febrero pasado que afectó la zona centro sur del país con características de catástrofe, la Dirección General de Aguas (DGA), haciendo uso de las atribuciones que le confiere el Código de Aguas, seleccionó una serie de embalses cuya seguridad podría merecer dudas post sismo para ser sometidos a una inspección técnicas sobre su real estado y disponer de una opinión técnica autorizada al respecto, incluidas eventuales medidas para salvaguardar la seguridad de la obra y evitar daños que pudiesen producirse aguas abajo del embalse.

Para estos fines, la DGA contrató a las empresas Aquaterra, Conic-BF, Arcadis Geoténica y Luis Arrau, y a PML Ingeniería □vacu. para actuar al lado de la Autoridad como contraparte de las empresas consultoras mencionadas.

1.2 OBJETO

De acuerdo a lo expuesto, este documento tiene por objeto presentar el Informe de Revisión N° 1 de PML Ingeniería Limitada y se refiere a los primeros informes de inspección de los embalses y captaciones indicados a continuación.

Cuadro 1.2.1. Embalse y captaciones visitados

Embalse/Captación	Empresa
Embalse Tecnofrío	Conic-BF
Embalse La Estancia	Conic-BF
Captación San Francisco	Aquaterra
Captación Manquimávida	Aquaterra
Embalse Redolmo	Aquaterra
Embalse Cumpumpuy	Aquaterra
Captación Rojas	Aquaterra
Embalse Viena	Aquaterra

2 EMBALSE TECNOFRIO

2.1 COMENTARIOS

- En términos generales, el informe presentado es bastante escueto y se siente falta de información relevante acorde con el objeto de la inspección de la presa y de sus obras anexas, así como falta de conclusiones. Además, se estima que el informe debería ser reestructurado para integrar y consolidar en este documento toda la información recopilada y donde los anexos sean los respaldos del informe. Aquí, prácticamente, los anexos constituyen documentos independientes. Además se evitaría caer en repeticiones innecesarias y en inconsistencias que ponen en duda la validez de la información entregada.

Por otra parte, también se siente falta de capítulos o acápites que no pueden faltar en un informe de este tipo, como son los Antecedentes que se dispuso para este desarrollar esta labor y la Metodología de trabajo empleada, entre otros aspectos.

- Complementando lo anterior, el informe solamente repite lo que expresa el Anexo B y el Anexo A es casi un documento por separado. Además, se debería agregar un anexo único de fotos, porque se presentan fotos en el informe y otras en el Anexo B, algunas repetidas, dando la impresión de ser documentos independientes y que ha faltado coordinación en la edición del documento final.
- Las Observaciones del informe se limitan únicamente a identificar los materiales componentes de la presa y de los espaldones y las grietas con sus dimensiones de longitud y ancho. No se menciona nada sobre el estado del vertedero y una estimación de su capacidad, la revancha normal de la presa, estado de las obras y equipos de entrega, eventuales asentamientos y deformaciones de la presa, existencia de viviendas, obras de infraestructura u otras aguas abajo de la presa y por lo tanto eventuales daños que podría producir el colapso de la presa, etc.
- Hay ciertas inconsistencias en el informe, como por ejemplo lo referente a la altura de la presa: por una parte se indica que no fue posible determinarla visualmente, sin embargo, a continuación se indica que ésta es aproximadamente de 10 m medida estimada desde el pie del talud de aguas abajo. En estas presas pequeñas y en la elevación a que se encuentra, no hay diferencias significativas entre la altura de presa medida en el eje o desde el pie de cualquiera de sus taludes. Otras inconsistencias del informe se presentan más adelante al comentar la Ficha del embalse.
- Las Conclusiones identifican las grietas como “fallas estructurales graves” y agregan “Esto puede significar el colapso del embalse en caso de un nuevo sismo o en caso que el embalse se llene nuevamente con agua”. Queda la duda sobre la validez de una aseveración de este tipo si no se conoce, por ejemplo la profundidad y características de estas grietas, pues por otra parte no se detectaron filtraciones.

Además podría interpretarse una cierta incoherencia entre las conclusiones y la recomendación del informe. En efecto, si se afirma que el estado actual de la presa puede significar su colapso en caso de un nuevo sismo o con un nuevo llenado de embalse, ¿cuál es el objeto de realizar análisis y estudios para definir la "condición estable" del muro?

- La recomendación es clara, en cuanto a vaciar a la brevedad el embalse, pero debe ser complementada en la versión definitiva con la definición por parte de los especialistas sobre el tipo de investigaciones, análisis y estudios que se deben realizar, así como el objetivo perseguido, para tomar la decisión sobre el futuro de la presa.
- Respecto a la ficha del embalse, falta bastante información que debiera haberse obtenido por mediciones o estimaciones en terreno, además de existir inconsistencia en algunos casos con el informe, como es por ejemplo en el tipo de presa, capacidad del embalse (la diferencia entre la ficha y el Anexo B está en relación 1:3), nivel de saturación del material de la presa con respecto al nivel de agua, taludes del muro, etc.
- Finalmente como comentarios de tipo formal, se solicita a CONIC-BF que en sus informes incluya Índice, lo que sin dudas facilita su consulta.

2.2 CONCLUSIONES

El informe, reconociendo su carácter preliminar y el escaso tiempo que se ha dispuesto para la visita a las obras y para la elaboración del informe correspondiente, no satisface. En efecto, no ha alcanzado los resultados esperados. Se recomienda, conforme mencionado anteriormente, revisarlo, completarlo y reestructurarlo para integrar y consolidar en este documento toda la información recopilada y donde los anexos sean los respaldos del informe y no documentos independientes.

3 EMBALSE LA ESTANCIA

3.1 COMENTARIOS

El informe sobre el estado de la presa y obras anexas del embalse La Estancia es, prácticamente, copia fiel del informe sobre el embalse Tecnofrío, en lo que se refiere a su estructura y a las mismas fallencias e inconsistencias. Por esta razón no se entra en mayores detalles, excepto algunas afirmaciones que merecen una justificación técnica, como por ejemplo:

El muro presenta “fallas estructurales graves”: El respaldo de esta afirmación no tiene sustento, siendo que solamente se menciona la existencia de grietas de espesor entre 1 y 5 cm y cuya profundidad se desconoce.

La revancha mínima es 1,50 m. ¿Cómo se estimó este valor? Valga la pregunta porque la revancha mínima se mide a partir del nivel de agua en el embalse pasando la crecida de diseño por el vertedero. Ahora, si se interpreta como “revancha mínima” la distancia entre el umbral del vertedero y el coronamiento de la presa, podría ser preocupante la revancha mínima real y merecería una investigación mayor.

3.2 CONCLUSIONES

Idem embalse Tecnofrío.

4 EMBALSE VIENA

El embalse Viena, junto con los embalses y captaciones que se incluyen en los capítulos siguientes de este documento se presentan en un informe único, el cual en general está bien estructurado y cubre prácticamente todos los aspectos de las obras que era de interés observar y comentar. Asimismo, la ficha de cada obra y sus fotos, constituyen el respaldo del informe. Sin embargo, se sugiere elaborar un informe para cada obra o, si se mantiene la idea de un informe único, presentar cada embalse o captación en un capítulo. Esta presentación facilita la consulta de las obras.

El embalse tiene una capacidad aproximada de 400.000 m³ y una presa homogénea cuya altura máxima es algo superior a los 9 m. De acuerdo al informe revisado, la presa presenta un estado de deterioro importante, como lo reflejan las grietas en el coronamiento y taludes y derrumbes de taludes que también han afectado el ancho del coronamiento. Existen antecedentes sobre reparaciones a que fue sometida la presa el año 2009, pero no está claro el objetivo que persiguieron estas reparaciones ni todo su alcance.

Por otra parte, la recomendación es clara, pero debe ser complementada en la versión definitiva con la definición de los especialistas sobre el tipo de investigaciones, análisis y estudios que se deben realizar, así como el objetivo perseguido, para tomar la decisión sobre el futuro de la presa.

Finalmente, como complementación del informe, se solicita una descripción sobre el estado del evacuador de crecidas y las obras y equipos de entrega a riego y descarga.

5 EMBALSES REDOLMO Y CUMCUMPUY

Se trata de embalses menores, con capacidades del orden de 1700 m³ y muros con alturas máximas del orden de 5 m. Las obras de estos embalses no sufrieron daños con el sismo del 27 de febrero de 2010 y se encuentran operando normalmente. Por esta razón, no hay comentarios, salvo los expuestos anteriormente respecto a las entregas, vacuadotes de crecidas y descargas, según corresponda.

6 CAPTACIONES SAN FRANCISCO, MANQUIMÁVIDA Y ROJAS

Se trata de obras de pequeñas dimensiones que no sufrieron daños con el sismo y no presentan problemas de seguridad ni operacionales, por lo que no hay mayores comentarios.



Patricio Martínez L.
Ing. Civil UCh
PML Ingeniería Ltda.

16 marzo 2010

FIN INFORME REVISION Nº 1 Rev A



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

DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE EMBALSES
POST TERREMOTO
DE 27 DE FEBRERO DE 2010

INFORME DE REVISION N° 2 Rev A

PML
Ingeniería Ltda.

Marzo 2010

**DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE EMBALSES
POST TERREMOTO
DE 27 DE FEBRERO DE 2010**

INFORME DE REVISION N° 2 Rev A

INDICE

1	INTRODUCCION.....	3
1.1	ANTECEDENTES.....	3
1.2	OBJETO.....	3
2	ARRAU INGENIERIA E.I.R.L.....	5
2.1	ANTECEDENTES.....	5
2.2	COMENTARIOS GENERALES.....	5
2.3	COMENTARIOS ESPECIFICOS.....	6
3	ARCADIS GEOTECNICA.....	9
3.1	ANTECEDENTES.....	9
3.2	COMENTARIOS GENERALES.....	9
3.3	COMENTARIOS ESPECIFICOS.....	10
4	COMENTARIOS FINALES.....	12

**DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE EMBALSES
POST TERREMOTO
DE 27 DE FEBRERO DE 2010**

INFORME DE REVISION N° 2 Rev A

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
MINISTERIO DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA

1 INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

Con motivo del sismo ocurrido el 27 de febrero pasado que afectó la zona centro sur del país con características de catástrofe, la Dirección General de Aguas (DGA), haciendo uso de las atribuciones que le confiere el Código de Aguas, seleccionó una serie de embalses cuya seguridad podría merecer dudas post sismo para ser sometidos a una inspección técnicas sobre su real estado y disponer de una opinión técnica autorizada al respecto, incluidas eventuales medidas para salvaguardar la seguridad de la obra y evitar daños que pudiesen producirse aguas abajo del embalse.

Para estos fines, la DGA contrató a las empresas Aquaterra, Conic-BF, Arcadis Geoténica y Luis Arrau, y a PML Ingeniería Ltda. para actuar al lado de la Autoridad como contraparte de las empresas consultoras mencionadas.

1.2 OBJETO

De acuerdo a lo expuesto, este documento tiene por objeto presentar el Informe de Revisión N° 2 de PML Ingeniería Ltda. y se refiere a los primeros informes de inspección de los embalses indicados a continuación.

Cuadro 1.2.1. Embalse y captaciones visitados

Embalse/Captación	Región	Empresa
Embalse Tucapel	VIII	Luis Arrau Ingeniería E.I.R.L.
Embalse Los Maitenes	VII	Luis Arrau Ingeniería E.I.R.L.
Embalse Comunitario	VII	Luis Arrau Ingeniería E.I.R.L.
Embalse San José de Las Pataguas		Luis Arrau Ingeniería E.I.R.L.
Embalse La Gloria		Luis Arrau Ingeniería E.I.R.L.
Embalse Pataguilla		Luis Arrau Ingeniería E.I.R.L.
Embalse Lolol		Luis Arrau Ingeniería E.I.R.L.
Embalse Lagunillas		Luis Arrau Ingeniería E.I.R.L.
Tranque Puente Las Varas	Metropolitana	Arcadis Geotécnica
Tranque El Escorial	Metropolitana	Arcadis Geotécnica
Tranque Chada	Metropolitana	Arcadis Geotécnica

Considerando que cada empresa ha elaborado los informes de cada uno de los tranques o embalses visitados bajo a una misma estructuración, que estos informes fueron elaborados por los mismos profesionales y que en los aspectos generales presentan las mismas fortalezas y debilidades, los comentarios que le han merecido al suscrito se han agrupado por empresa y se presentan divididos en dos grupos:

- Comentarios generales, que son válidos para los tres informes
- Comentarios específicos, propios para cada informe.

2 ARRAU INGENIERIA E.I.R.L.

2.1 ANTECEDENTES

PLAN GENERAL DE AGUAS
del río Rancagua
2003 Documentación

Las obras aquí comentadas son las presentadas por Arrau Ingeniería E.I.R.L. en la VII y VIII Región.

Embalse/Captación	Región
Embalse Tucapel	VIII
Embalse Los Maitenes	VII
Embalse Comunitario	VII
Embalse San José de Las Pataguas	VI
Embalse La Gloria	VI
Embalse Pataguilla	VI
Embalse Lolol	VI
Embalse Lagunillas	VI

Las visitas a los tres primeros embalses se realizaron el día 5 de marzo de 2010 y en ellas participaron los ingenieros civiles señores José Lagos y Donaldo Astorga. Las visitas a los restantes embalses se realizaron los días 11 y 12 de marzo y en ellas participaron los ingenieros civiles señores Donaldo Astorga y Rodrigo Arbuch, junto con el secretario técnico señor Eduardo Sánchez.

2.2 COMENTARIOS GENERALES

- En términos generales, los informes revisados son objetivos, tanto en la descripción de los embalses, incluidos accesos, contactos, etc., como en las apreciaciones de su estado post sismo y en sus recomendaciones. Sin embargo, no incluye la ficha que se debía llenar para cada una de los embalses visitados. Por lo tanto, falta información básica en varios de los informes revisados, como es la capacidad del embalse y las dimensiones del vertedero del embalse, así como una estimación de la capacidad de este último y revancha normal.
- Faltan los Antecedentes que se dispuso para este desarrollar esta labor, así como la Metodología de trabajo empleada y los elementos utilizados, si los hubo, para estimar dimensiones y taludes.
- Normalmente se omite una descripción más acabada de todos los componentes de los evacuadores de crecidas y sus dimensiones, especialmente en lo que se refiere a los disipadores de energía, incluida la revancha normal y una estimación de su capacidad.

2.3 COMENTARIOS ESPECIFICOS

2.3.1 Embalse Tucapel

No hay comentarios.

2.3.2 Embalse Los Maitenes

- Se deben oficializar de inmediato las recomendaciones del informe respecto a la reparación de las grietas en el coronamiento, la recuperación del perfil del talud de aguas arriba junto con una protección para el oleaje, la reparación de la tubería de entrega y la construcción del vertedero.
- Respecto a la recomendación de excavar un canalón en el muro para evitar que el embalse acumule agua hasta que no se disponga de un evacuador de crecidas, se debe agregar que este canalón debe ser revestido con enrocados en su sección hidráulica de modo evitar erosiones en la parte inferior de la presa (sección del canalón con escurrimiento) que podrían comprometer su estabilidad.

2.3.3 Embalse Comunitario

Su situación es similar a la del embalse Los Maitenes, en el sentido que si bien los muros presentan algunos daños, el riesgo sísmico es bajo. Sin embargo, la falta de evacuador de crecidas en el embalse sí constituye un riesgo serio para la seguridad de la presa y ante cuyo colapso se varía alcanzada la localidad de Cumpeo, situada unos 500 m aguas abajo del embalse.

La recomendación es semejante a la presentada anteriormente para el embalse Los Maitenes y también deben oficializarse materializarse a la brevedad.

2.3.4 Embalse San José de Las Pataguas

- De acuerdo al informe, la presa ha resistido bien las sollicitaciones sísmicas y presenta pequeñas grietas que no comprometen su estabilidad, pero que deben ser selladas antes de las próximas lluvias.
- Respecto al evacuador de crecidas, falta precisión en la descripción de su estado. Además hay dudas, pues en el informe se indica que el canal de evacuación se encuentra “muy destruido” debido a crecidas de años anteriores y que al pie del mismo presenta una “gran fosa muy profunda que ha sido excavada por las aguas del vertedero”. Sin embargo, en la Foto 1.8, se

puede leer “vertedero y canal de evacuación prácticamente sin daños”, a pesar de apreciarse parcialmente destruido uno de los muros del canal de evacuación.

- También sobre el evacuador, falta mayor información sobre la gran fosa y su profundidad excavada al pie del canal de evacuación por el agua vertida, en el sentido del orden de magnitud de esta profundidad y su cercanía con el pie del muro. ¿Podría llegar a comprometer a este último? ¿Falta un dissipador de energía?
- Las recomendaciones deben enfatizar sobre la reparación del evacuador de crecidas.

2.3.5 Embalse La Gloria

- Se encuentra en una situación semejante a la de otros embalses, en el sentido que el sismo provocó pequeñas grietas que no afectan la estabilidad de la presa y que deben ser reparadas antes de las lluvias.
- Respecto al evacuador de crecidas, se trata de un canal excavado en suelo de modo muy primitivo y cuya capacidad merece dudas a simple vista. No se debería autorizar la operación del embalse mientras no se construya una obra definitiva para estos efectos.

2.3.6 Embalse Pataguilla

- Se repiten los efectos del sismo que se han hecho presente en otros embalses, como ya fuera mencionado. Grietas de pequeña magnitud en el muro que no afectan la estabilidad de éste y vertedero con problemas.
- Respecto al evacuador de crecidas, también falta mayor información sobre la descripción de sus y sobre su estado general. Las recomendaciones deben enfatizar sobre la rápida atención de la reparación de la socavación que se está produciendo en el empalme de la obra de hormigón con el estribo derecho. Falta información sobre el canal de evacuación y el dissipador de energía. También llama la atención, al observar la foto, que no se aprecian muros laterales en esta obra. Se hace presente, que por altura de muro, éste cae en la categoría de “Grandes Presas”, és

2.3.7 Embalse Lolol

También se trata de una gran presa y los comentarios que ha merecido la revisión del informe, son los mismos de la presa precedente.

2.3.8 Embalse Lagunillas

Como producto del sismo, este embalse presenta algunas grietas que no comprometen su seguridad y la recomendación está orientada al sellado de ellas antes de la temporada de lluvias. Existe además otra recomendación importante a futuro, cual es el tendido del talud de aguas abajo a, por lo menos, 1V:2H. Es importante esta recomendación porque dicho talud tiene actualmente una pendiente 1,00V:1,43 H, lo cual resulta demasiado "empinado" para una presa de tierra homogénea, más aún si aguas abajo de ella se encuentran sectores poblados (localidad de Pumanque).

3 ARCADIS GEOTECNICA

3.1 ANTECEDENTES

Las obras aquí comentadas son las presentadas por Arcadis Geotécnica en su documento “3601 - Embalses Región Metropolitana - rev B”, según se identifican a continuación.

Embalse/Captación	Región
Tranque Puente Las Varas	Metropolitana
Tranque El Escorial	Metropolitana
Tranque Chada	Metropolitana

Las visitas se realizaron los días 9 y 10 de marzo de 2010 y en ellas participaron los ingenieros civiles de Arcadis Geotécnica señores Esteban Ballester y Gonzalo Caro.

3.2 COMENTARIOS GENERALES

- Se omite la metodología propuesta para la revisión de cada obra, los antecedentes que se dispuso y los elementos utilizados para estimar taludes, distancias, etc.
- En los informes no se incluyen las fichas que deberían haber sido llenadas para obra visitada. Así, se omite información básica como es, por ejemplo, la capacidad del embalse que permite dimensionar de modo más veraz los efectos de un eventual colapso de la presa, la capacidad del evacuador cuando existe y la revancha o bordo libre normal.
- Los informes se centran, básicamente, en la identificación de grietas y estado de taludes. Sin embargo, no se hace mención a posibles asentamientos o desplazamiento de los muros.
- No queda claro lo que se quiere expresar con las frases “No se encuentra evidencia de un descenso del nivel de aguas” y “No se aprecia riesgo de inundación de poblados o caseríos debido a un aumento del nivel de aguas en el embalse”, en Estado de la Obra y en Observaciones y Comentarios de la Visita respectivamente.
- Llama la atención, en general, los taludes medidos (?) de las presas, en el sentido que parecen valores altos para presas de tierra homogéneas (1V:1H).
- Se entendería que la expresión borde libre corresponde a la distancia vertical entre el nivel de agua en el embalse el día de la visita y el coronamiento del muro. Se recomienda aclararlo en los textos de los informes para evitar confusiones con borde libre normal.

- Normalmente se omite una descripción más acabada de todos los componentes de los evacuadores de crecidas y sus dimensiones, especialmente en lo que se refiere a los disipadores de energía, incluida la revancha normal y una estimación de su capacidad.

3.3 COMENTARIOS ESPECIFICOS

3.3.1 Tranque Puente Las Varas

- Llama la atención el ancho que el ancho del coronamiento sea de 2 m para un muro de aproximadamente 15 m de altura media. Sin embargo las fotos del tranque lo confirman.
- Se indica que la pendiente del talud de aguas arriba es 1,0H:1,5V. ¿No habrá un error?
- La conclusión de la visita debiera ser más rigurosa, en el sentido que a pesar de encontrarse en buen estado el muro, se debe prohibir su operación mientras el tranque no disponga de una obra de evacuación de crecidas. Al respecto, el informe indica que no se pudo verificar si el canal alimentador del tranque dispone de alguna obra de emergencia o de control y que la capacidad de un tubo existente con esta función es insuficiente. Esto puede ser dilucidado, sin embargo omite la ocurrencia de lluvias de cierta intensidad que puedan acarrear problemas porque actualmente la función de evacuador de crecidas la cumple un tubo de 30 cm de diámetro ubicado a 1 m del coronamiento de la presa y que el mismo informe indica que su capacidad es insuficiente para estos fines. No debe olvidarse que, de acuerdo al informe revisado, existen viviendas aguas abajo del tranque

3.3.2 Tranque El Escorial

En este caso, la recomendación es clara y está respaldada por el material gráfico. Solamente se debe agregar que el riesgo potencial de infiltración de agua por las grietas no solamente está asociado a la subida del nivel de agua en el tranque, sino también a la ocurrencia de lluvias.

Sin embargo, se debe ser más enfático en el sentido que el tranque debe ser vaciado inmediatamente para permitir una revisión más acuciosa que determine si el muro puede ser reparado o debe ser demolido y reconstruido. Cualquiera que sea la solución adoptada debe ir acompañada de la incorporación al embalse de un evacuador de crecidas

3.3.3 Tranque Chada

De acuerdo a la descripción del estado del muro y de la obra de evacuación de crecidas, parece exagerada la recomendación de mantener el nivel de agua en el embalse 10 m bajo la cota de

coronamiento del muro. En efecto, si hay certeza, tal como se indica en el informe, que las grietas están presentes solamente en el coronamiento del muro y tienen aproximadamente 1 cm de ancho y 50 cm de profundidad, se podría fijar en 3 m la distancia vertical entre el nivel de aguas máximo en el embalse y el coronamiento de la presa, salvo que el umbral del vertedero esté a una distancia mayor del coronamiento de la presa que la recién indicada.

4 COMENTARIOS FINALES

De la revisión de los informes respecto a la situación de los embalses visitados, llama la atención la cantidad de ellos que no presentan evacuador de crecidas o son de capacidad totalmente insuficiente. Este tema, independientemente del estado en que puedan haber quedado las obras de los embalses después del sismo del 27 de febrero de 2010, es de la mayor importancia en términos de seguridad de las presas. La estadísticas de ICOLD muestran que cerca del 40% de los casos de colapsos de presas de materiales granulares se ha debido a capacidad insuficiente de los evacuadores de crecidas.

Al respecto, en opinión del suscrito y una vez pasada la emergencia provocada por el sismo del 27 de febrero de 2010, programar y desarrollar un programa de revisión de embalses orientada principalmente las fallas o falencias que puedan presentar los embalses menores al respecto.



Patricio Martínez L.
Ing. Civil UCh
PML Ingeniería Ltda.

27 marzo 2010

FIN INFORME REVISION N° 2 Rev A



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

DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE EMBALSES
POST TERREMOTO
DE 27 DE FEBRERO DE 2010

INFORME DE REVISION N° 3 Rev A

FML
Ingeniería Ltda.

Abril 2010

2.3 COMENTARIOS ESPECIFICOS

2.3.1 Embalse Tucapel

No hay comentarios.

2.3.2 Embalse Los Maitenes

- Se deben oficializar de inmediato las recomendaciones del informe respecto a la reparación de las grietas en el coronamiento, la recuperación del perfil del talud de aguas arriba junto con una protección para el oleaje, la reparación de la tubería de entrega y la construcción del vertedero.
- Respecto a la recomendación de excavar un canalón en el muro para evitar que el embalse acumule agua hasta que no se disponga de un evacuador de crecidas, se debe agregar que este canalón debe ser revestido con enrocados en su sección hidráulica de modo evitar erosiones en la parte inferior de la presa (sección del canalón con escurrimiento) que podrían comprometer su estabilidad.

2.3.3 Embalse Comunitario

Su situación es similar a la del embalse Los Maitenes, en el sentido que si bien los muros presentan algunos daños, el riesgo sísmico es bajo. Sin embargo, la falta de evacuador de crecidas en el embalse sí constituye un riesgo serio para la seguridad de la presa y ante cuyo colapso se varía alcanzada la localidad de Cumpeo, situada unos 500 m aguas abajo del embalse.

La recomendación es semejante a la presentada anteriormente para el embalse Los Maitenes y también deben oficializarse materializarse a la brevedad.

2.3.4 Embalse San José de Las Pataguas

- De acuerdo al informe, la presa ha resistido bien las sollicitaciones sísmicas y presenta pequeñas grietas que no comprometen su estabilidad, pero que deben ser selladas antes de las próximas lluvias.
- Respecto al evacuador de crecidas, falta precisión en la descripción de su estado. Además hay dudas, pues en el informe se indica que el canal de evacuación se encuentra “muy destruido” debido a crecidas de años anteriores y que al pie del mismo presenta una “gran fosa muy profunda que ha sido excavada por las aguas del vertedero”. Sin embargo, en la Foto 1.8, se

**DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE EMBALSES
POST TERREMOTO
DE 27 DE FEBRERO DE 2010**

INFORME DE REVISION N° 3 Rev A

INDICE

1	INTRODUCCION.....	3
1.1	ANTECEDENTES.....	3
1.2	OBJETO	3
2	ARCADIS GEOTECNICA	4
2.1	ANTECEDENTES.....	4
2.2	COMENTARIOS	4
3	AQUATERRA	5
3.1	ANTECEDENTES.....	5
3.2	COMENTARIOS	5
4	COMENTARIOS FINALES	6

**DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE EMBALSES
POST TERREMOTO
DE 27 DE FEBRERO DE 2010**

INFORME DE REVISION N° 3 Rev A

1 INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

Con motivo del sismo ocurrido el 27 de febrero pasado que afectó la zona centro sur del país con características de catástrofe, la Dirección General de Aguas (DGA), haciendo uso de las atribuciones que le confiere el Código de Aguas, seleccionó una serie de embalses cuya seguridad podría merecer dudas post sismo para ser sometidos a una inspección técnicas sobre su real estado y disponer de una opinión técnica autorizada al respecto, incluidas eventuales medidas para salvaguardar la seguridad de la obra y evitar daños que pudiesen producirse aguas abajo del embalse.

Para estos fines, la DGA contrató a las empresas Aquaterra, Conic-BF, Arcadis Geotécnica y Luis Arrau, y asimismo contrató a PML Ingeniería Ltda. para actuar al lado de la Autoridad como contraparte de las empresas consultoras mencionadas.

1.2 OBJETO

De acuerdo a lo expuesto, este documento tiene por objeto presentar el Informe de Revisión N° 3 de PML Ingeniería Ltda. y se refiere a los primeros informes de inspección de los embalses indicados a continuación.

Cuadro 1.2.1. Embalse y captaciones visitados

Embalse	Región	Empresa
Embalse Coihueco	VIII	Arcadis Geotécnica
Embalse El Esfuerzo	V	Aquaterra
Embalse El Peral	V	Aquaterra
Embalse Rungue	Metropolitana	Aquaterra
Embalse Chamorro-Peralillo	V	Aquaterra

2 ARCADIS GEOTECNICA

2.1 ANTECEDENTES

La obra aquí comentada corresponde al embalse Coihueco, en la VIII Región, el cual fue visitado el día 5 de marzo de 2010 por los ingenieros civiles señores Rodolfo Vilicic y Mario Condemarin.

2.2 COMENTARIOS

- En términos técnicos, el informe revisado es bastante completo y presenta un catastro detallado de los daños que sufrió la presa.
- Sin perjuicio de lo anterior, se hace notar que el informe no incluye la ficha que la DGA entregó a las empresas consultoras para ser llenada en terreno. De este modo, a pesar que en el desarrollo del informe se presenta parte de la información solicitada en la ficha mencionada, continúa faltando información de interés, como por ejemplo, el Propietario(s) del embalse, características del evacuador de crecidas y estimación de su capacidad, capacidad del embalse, superficie inundada, etc.
- No se presenta información sobre el tipo de descarga del embalse y su estado.
- Existe una inconsistencia sobre la medida inmediata a tomar respecto al nivel de agua en el embalse. Por una parte se menciona que no es aconsejable superar los niveles existentes a la fecha (fecha de la visita) y luego recomienda rebajar a la mayor brevedad el nivel del embalse. En opinión del suscrito, de acuerdo a los daños informados, el embalse debería vaciarse de inmediato para su reparación en consideración a la existencia de viviendas aguas abajo de la presa.
- Faltan los Antecedentes que se dispuso para este desarrollar esta labor, así como la Metodología de trabajo empleada y los elementos utilizados, si los hubo, para estimar dimensiones y taludes.

3 AQUATERRA

3.1 ANTECEDENTES

Los embalses materia de esta revisión fueron visitados por personal de Aquaterra en las fechas que se indican a seguir:

- El Esfuerzo: 10 de marzo 2010
- El Peral: 10 de marzo 2010
- Rungue: 10 de marzo de 2010
- Chamorro-Peralillo: 11 de marzo de 2010

Se hace notar que, al igual que en informe anterior de esta empresa consultora, se omite el nombre de los profesionales que participaron en la inspección de los embalses mencionados.

3.2 COMENTARIOS

De acuerdo a lo informado, ninguno de los cuatro embalses visitados presenta problemas que puedan constituir riesgo para la estabilidad las presas.

Sin embargo, respecto a los informes mismos, se recomienda:

Embalse El Esfuerzo

- Revisar la ficha respecto a:
 - Revancha mínima. El suscrito duda que la revancha mínima de la presa sea de 4,0 m. Ese valor más parece corresponder a la revancha normal.
 - Llenar los espacios correspondientes a los taludes de la presa.
- Eliminar la mención comparativa sobre su mantención respecto a la del embalse El Peral porque no corresponde.
- Incluir la capacidad del embalse en el numeral 4.2 Descripción del informe. Comentario válido para todos los embalses.

Embalse El Peral

Sin comentarios. Es un duplicado de El Esfuerzo.

Embalse Rungue

- Eliminar la recomendación respecto a hacer batimetría para determinar el grado de embancamiento porque no corresponde.

Embalse Peralillo

- Eliminar información sobre la longitud de la "hipotenusa del muro". No es un término técnico de presas, además que no se entiende a qué se refiere, pues se dan los taludes de aguas arriba y de aguas abajo del muro.

4 COMENTARIOS FINALES

Los informes revisados deben ser revisados de acuerdo a los comentarios presentados en este informe y complementados en su desarrollo y exposición. Valga este último comentario porque se reconoce que estos informes fueron elaborados con la urgencia propia de las circunstancias y de los requerimientos de la Autoridad. No cabe dudas que por la razón recién señalada no se le consiguió sacar todo el provecho a la información recopilada en terreno y ahora, pasados algunos días desde la elaboración de los documentos, los profesionales que visitaron los embalses deben tener una visión más decantada de las obras visitados, de sus características, de su estado y del potencial riesgo que presentan para la seguridad de terceros y para la infraestructura de las cercanías.



Patricio Martínez L.
Ing. Civil UCh
PML Ingeniería Ltda.

02 abril 2010

FIN INFORME REVISION N° 3 Rev A