



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“ANÁLISIS EX – POST EMBALSE ANCOA Y DE RECOMENDACIONES DOH”

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

AGUSTÍN FERNANDO RÍOS CARMONA

PROFESOR GUIA:
EDUARDO CONTRERAS VILLABLANCA

MIEMBROS DE LA COMISION:
MANUEL DÍAZ ROMERO
ADOLFO OCHOA LLANGATO

SANTIAGO DE CHILE
2020

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE:** Ingeniero Civil Industrial
POR: Agustín Fernando Ríos Carmona
FECHA: 17/08/2020
PROFESOR GUÍA: Eduardo Contreras Villablanca

ANÁLISIS EX – POST EMBALSE ANCOA Y DE RECOMENDACIONES DOH

El presente informe tiene como finalidad realizar un análisis ex – post del embalse Ancoa buscando concluir en acciones correctivas que puedan producir un progreso en alguna brecha u oportunidad de mejora de cualquier etapa del ciclo de vida de un embalse, gestionando de mejor manera los proyectos de riego realizados por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH).

Para llevar a cabo el objetivo, se comienza ilustrando el ciclo de vida de un embalse construido por el Decreto con Fuerza de Ley N° 1.123, analizando sus tres grandes fases de pre inversión, inversión y explotación con sus respectivas etapas e incluyendo actividades en conjunto con los organismos responsables de estas, y sus tiempos estimados en un contexto optimista, además de las respectivas contrapartes en caso de su existencia.

La evaluación ex – post está compuesta por una metodología de trabajo basada en cinco etapas, donde primero se recopila información de la situación ex – ante para luego recopilar la información ex – post del proyecto. Una vez que ya se posee la información, se realiza una comparación de cada una de las etapas ex – ante con la etapa ex – post considerando lo previsto y lo efectivamente observado. Luego se procede a realizar la evaluación ex – post del proyecto donde se estudian y explican las diferencias encontradas en las etapas anteriores, para luego finalizar con conclusiones y recomendaciones de la evaluación.

Basado en la información levantada, el embalse Ancoa posee un sobrecosto de un 97% respecto al estudio de diseño realizado y un 33% respecto al monto licitado. Este sobrecosto se origina a partir de 11 modificaciones de contrato, un estudio de diseño realizado en solamente 5 meses y un cambio del lugar del embalse en la etapa de diseño. Además, el proyecto presenta plazos extra de 463 días (37% sobre lo esperado) y variaciones técnicas mínimas.

Con base a los resultados obtenidos se analizan recomendaciones junto al Departamento de Construcción y el Departamento de Proyectos de Riego de la DOH, además de expertos en el rubro de obras civiles mayores y embalses, generando discusiones relacionadas a los métodos de desarrollo de proyectos y contratos de la DOH ofreciendo alternativas al método clásico de “diseño – licitación – construcción”, como también recomendaciones de mejora si se desea seguir con el método clásico, buscando generar cambios que optimice la modalidad de licitación y/o el actual proceso. Además se entregan recomendaciones en el uso de herramientas modernas para la gestión de los procesos y proyectos, como es el caso de BIM y *Lean*, que buscan generar diversos cambios pequeños que optimicen la gestión total. También se entregan recomendaciones de cara a mejorar el análisis tecno – económico de la evaluación ex – ante alcanzando medidas técnicas con mayor ajuste a la realidad y recomendaciones relacionadas a la necesidad de comenzar una transformación digital en la DOH incorporando una mirada a largo plazo de la organización y centralizando los sistemas de información.

Dedicatoria

Para Cecilia, Juan, Renato y María

Agradecimientos

Parto agradeciendo a mi familia santiaguina que ha estado presente en todo el proceso de convertirme en un ingeniero, muchas gracias por todo el apoyo mamá y Juanito.

Agradezco también a padre y hermana que soportaron todos mis gritos, reuniones y trasnochadas durante todo el proceso de elaboración de la tesis.

Agradecer al profesor Eduardo que me permitió participar de este proyecto con la DOH, apoyándome desde el minuto cero con todas las dudas, permitiéndome trabajar de manera libre y respondiendo casi inmediatamente todas las dudas que iban surgiendo en el camino. Su guía me permitió llegar a conclusiones firmes y encarrilarme cada vez que perdía el foco.

Al profesor Manuel por sus consejos y tiempo, exigiéndome siempre ir un paso más allá de lo esperado y planteado. Gracias por la paciencia cuando no entendía los pedidos que se tradujeron en un trabajo más completo.

Al profesor Adolfo que si bien, no tenía ninguna obligación académica conmigo, invirtió mucho tiempo en mi trabajo de título, entregando retroalimentación didáctica y formativa durante este proceso, ayudándome a entender aspectos de la ingeniería civil que no creí que fuera parte de mis aprendizajes del trabajo de título .

Al personal de la DOH que participó activamente en mi memoria, gracias Carmen Gloria por las infinitas reuniones y constante retroalimentación, Gracias Juan Alberto por la información entregada y el interés mostrado, gracias Juan Carmona por las reuniones y correcciones técnicas, gracias Marcela por todas las gestiones realizadas y tiempo invertido, y gracias a Camila Contreras, Rafael Vallebuona y Paula Zarricueta por invertir de su tiempo para participar en las reuniones y entregarme material para mi memoria de título.

Gracias a Marcelito por estar constantemente preocupado por el estado de mi memoria, entregándome recomendaciones, participando de infinitas llamadas y corrigiéndome toda la parte técnica, te debo un auto y una tesis ahora.

A todos los “cabros” y “cabras” que formaron parte de mi paso por la universidad, se puede concluir que fue una excelente etapa universitaria.

A la vero por ayudarme con la redacción y ortografía, gracias por aportar tanto sin pedir nada a cambio.

A mis “cabros” del colegio por bancarme tanto y aún estar en contacto. “Teni hambre mucha”?

Tabla de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Tabla de contenido.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de ilustraciones	vii
1. Antecedentes generales.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes generales organización	1
1.3 Problema u oportunidad	3
1.4 Ciclo de vida de un embalse	5
1.4.1 Fase de pre - inversión	7
1.4.2 Fase de inversión	8
1.4.3 Fase de explotación y traspaso	10
2. Objetivos.....	11
2.1 Objetivo general	11
2.2 Objetivos específicos	11
3. Marco teórico	12
3.1 Evaluación ex – post.....	12
3.2 Sobrecostos en proyectos públicos a nivel mundial	13
3.3 Sobrecostos en embalses a nivel mundial.....	14
3.4 Motivación en los sobrecostos	15
3.5 Ciclo de vida de un proyecto	18
3.6 Planificación y estimación de recursos de un proyecto	19
4. Metodología.....	20
4.1 Procedimiento evaluación ex – post corto y mediano plazo.....	20
4.2 Variables a considerar en la evaluación ex – post.....	21
4.3 Entrevistas y reuniones.....	22
4.4 Ciclo de vida de un proyecto	23
4.5 Valor del dinero en el tiempo.....	23
4.6 Recomendaciones	24
5. Alcances del trabajo de título	26
6. Análisis del caso embalse Ancoa.....	27
6.1 Etapa ex – ante	27

6.1.1 Historia del proyecto	27
6.1.2 Recursos hídricos y sectores de riego	28
6.2.3 Descripción técnica.....	29
6.2.4 Evaluación económica de la presa	29
6.2.5 Situación país en la duración del proyecto.....	30
6.3 Etapa ex – post	32
6.3.1 Licitación.....	32
6.3.2 Etapa de construcción.....	36
6.4 Comparación ex – ante con ex – post	38
6.5 Explicación de las diferencias observadas	41
6.5.1 Estudio de factibilidad	41
6.5.2 Diseño definitivo	41
6.5.3 Licitación.....	43
6.5.4 Construcción.....	44
6.6 Comparación con otros embalses.	46
7. Recomendaciones y propuestas de solución a oportunidades de mejora	47
7.1 Método de desarrollo de los proyectos DOH.....	47
7.1.1 Alternativas de desarrollo de proyectos.....	47
7.1.2 Modelo Diseño – Licitación – Construcción	50
7.2 Gestión de proyectos y procesos DOH	55
7.2.1 <i>Lean Management</i>	56
7.2.2 Modelamiento de información de construcción.....	57
7.3 Análisis tecno – económico evaluación ex – ante.....	58
7.4 Transformación digital.....	60
8. Bibliografía.....	63
9. Anexos.....	67
9.1 Anexo I: Figuras.....	67
9.2 Anexo II: Tablas.....	73

Índice de tablas

Tabla 1: Flujo básico ciclo de vida de un embalse.....	7
Tabla 2: Resumen variables claves de 98 embalses australianos analizados.....	15
Tabla 3: Sectores de riego y superficie utilizada, etapa ex – ante del proyecto.....	28
Tabla 4: Descripción principales características previas del embalse Ancoa.....	29
Tabla 5: Comparación evaluación económica embalse Ancoa etapa ex – ante.....	30
Tabla 6: Costo por ítem de construcción de la presa etapa diseño.....	30
Tabla 7: Comparación específica de los ítems, licitación del embalse	33
Tabla 8: Comparación específica de precios ofertados por el MOP, promedio ofrecido por las empresas licitantes, su diferencia porcentual y la desviación estándar de los precios unitarios...	35
Tabla 9: Variación montos del contrato durante la construcción.....	36
Tabla 10: Variación de montos histórico embalse Ancoa.....	39
Tabla 11: Variación de montos desagregados comparación diseño – monto final.....	39
Tabla 12: Variación de montos desagregados comparación presupuesto licitación – monto final...	40
Tabla 13: Variaciones técnicas del proyecto etapa ex – ante con respecto a ex – post.....	40
Tabla 14: variación desglosada en Obras de refuerzo y sostenimientos de excavaciones y estructuras.....	45
Tabla 15: Comparación de rendimiento embalses chilenos.....	46
Tabla 16: Comparación de rendimiento sistemas de entrega estadounidenses.....	49

Índice de ilustraciones

Figura 1: Línea de tiempo ciclo de vida de un embalse mediante DFL N° 1.123.....	5
Figura 2: Localización de las presas analizadas globalmente y su sobrecosto porcentual.....	14
Figura 3: Representación genérica del ciclo de vida de un proyecto.....	18
Figura 4: Diagrama de flujo de la estimación de los recursos.....	19
Figura 5: Ubicación geográfica Embalse Ancoa	27
Figura 6: Variación del crecimiento porcentual del PIB en Chile, años construcción del proyecto.....	31
Figura 7: Evolución del precio mundial del cobre, años de construcción del proyecto.....	31
Figura 8: Evolución de la exportación de cobre en Chile, años de construcción del proyecto.....	32
Figura 9: Embalse Ancoa en etapa de construcción.....	38
Figura 10: Embalse Ancoa finalizado.....	38

1. Antecedentes generales

1.1 Introducción

Un embalse de riego es una obra civil compleja y de gran envergadura la cual permite la disponibilidad de agua dulce en las épocas de menor disponibilidad de este recurso hídrico, y a su vez de mayor demanda, o dicho de otra forma, minimizar los efectos negativos que provoca la escasez hídrica mediante infraestructura la cual permita mejorar la eficiencia de riego aumentando la seguridad del riego y por tanto, incrementar la superficie regada. El objetivo principal de estos proyectos es proveer de agua dulce a la actividad de la agricultura para la producción de alimentos.

Este tipo de proyecto no solamente entrega un bien social para la comunidad agrícola, sino que también implican un aumento en el turismo local estacionario y entregan un control sistemático a las crecidas de agua. Pero a su vez, generan externalidades negativas, tales como problemas ambientales, pérdida de la biodiversidad acuática, pérdida de bosques y hábitat natural para especies específicas, entre otros.

En 1853 se construyó el primer embalse en el país, la presa de Catapilco, ubicado en la quinta región. Actualmente en Chile existen 39 embalses distribuidos en once regiones, desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región del Biobío. La región que cuenta con más embalses es la Región de Valparaíso, con once presas construidas. [1]

El propósito de este trabajo de título es generar un análisis ex – post de mediano y corto plazo del embalse Ancoa, el cual se construyó entre 2008 y 2012 con el fin regular los recursos hídricos provenientes del río Ancoa y del canal Melado.

Por otra parte, se busca identificar parte del proceso de licitación de obras de riego, buscando encontrar oportunidades de mejoras en este, entregando finalmente recomendaciones en las brechas encontradas para evitar que los mismos problemas vuelvan a ocurrir en una situación futura.

1.2 Antecedentes generales organización

La organización en la cual se realizará la memoria corresponde al Ministerio de Obras Públicas de Chile (MOP), uno de los 24 ministerios del país, el cual se encarga de planificar, proyectar y construir, además de conservar y administrar infraestructura pública. El MOP fue creado por el presidente José Manuel Balmaceda en 1887 mediante una ley que reorganizaba los cinco ministerios en aquella época. El MOP cuenta con una Subsecretaría y tres Direcciones generales¹, tal como lo muestra el organigrama del Anexo I, Figura 1, las cuales son encargadas de realizar las distintas labores que fueron nombradas anteriormente. Cabe destacar que el ministerio es territorialmente desconcentrado y cada una de las dieciséis regiones del país cuenta con una Secretaría Regional Ministerial, las cuales a su vez están formadas por Oficinas Provinciales y Direcciones regionales [2].

¹ La dirección General de Aguas, la Dirección General de Obras Públicas y la Dirección General de Concesiones de Obras Públicas

Específicamente, se trabajará en la Dirección General de Obras Públicas en la unidad ejecutora llamada Dirección de Obras Hidráulicas, la cual tiene como misión proveer de servicios de infraestructura hidráulica las cuales permitan la protección del territorio y las personas además de asegurar el óptimo aprovechamiento del agua mediante un equipo de trabajo competente, con eficiencia en el uso de los recursos y la participación de la ciudadanía en las distintas etapas de los proyectos, para contribuir al desarrollo sustentable del País [3].

Por otra parte, la visión de la DOH es la de Liderar la provisión de servicios de Infraestructura Hidráulica para el progreso sostenible del país, en el ámbito de aptitudes del MOP, con estándares de calidad, con el uso de un proceso territorial integrado, transparente y participativo, con un equipo humano enlazado, competente, reconocido y comprometido con los objetivos estratégicos de la Institución [3].

Dentro de los objetivos de la Dirección de Obras Hidráulicas destaca el suministro de infraestructura de regadío el cual permita disponer de agua necesaria para incorporar nuevas áreas al riego y/o acrecentar la seguridad de regadío, de las áreas actualmente regadas, aumentando así el potencial productivo del sector. Además, es el encargado de proveer la infraestructura de red para la evacuación y drenaje de aguas de lluvias a las áreas urbanas del país, con el fin de reducir los daños provocados en ellas. Otro de los objetivos es el proveer de infraestructura para proteger las riberas de cauces naturales, contra crecidas y para contrarrestar los efectos de aluviones, en beneficio de la ciudadanía. Por último, es el encargado de proveer de infraestructura para el suministro de agua potable a las localidades rurales tanto concentradas como semiconcentradas, con el fin de ayudar al incremento de la calidad de vida, mediante el mejoramiento de las condiciones sanitarias de este sector [3].

Tal como lo muestra el Anexo I, Figura 2 en el organigrama del ministerio, la estructura de la DOH es principalmente vertical, la cual cuenta con dos subdirecciones, la Subdirección de Gestión y Desarrollo y la Subdirección de Agua Potable Rural, además de dos divisiones, la División de Cauces y Drenaje Urbano y la División de Riego [2].

Los productos estratégicos del DOH se pueden englobar en cuatro grandes grupos o clusters, las obras de drenaje de lluvias, el agua potable rural, las obras de manejo de cauces y las obras de riego, en este último producto mencionado es el cual la presente memoria estará enfocada.

La Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas en el año 2018, invirtió cerca de US\$ 333 millones de dólares en distintas provisiones de infraestructura hidráulica, donde destacan embalses, canales, colectores de drenaje de agua lluvias, obras fluviales y de control aluviones entre otros, lo cual está en pos del desarrollo económico y social de Chile, donde son todos los habitantes y empresas del país los que se ven afectados mediante los diferentes proyectos realizados por el MOP [4].

1.3 Problema u oportunidad

Para que un proyecto de riego, como lo es el caso del embalse Ancoa, sea realizado, existen tres posibles alternativas, mediante la División de Cauce y Drenaje, mediante el sistema de concesiones a privados, o a través del decreto con fuerza de ley N° 1.123[5]. Para este último, la Comisión Nacional de Riego (CNR), organismo público del estado formado por un consejo de ministros, donde es el Ministerio de Agricultura el que lo preside y son los ministerios de Economía, Fomento y Reconstrucción, Hacienda, Obras Públicas y Desarrollo Social y Familia los que lo componen, es la encargada de decidir qué proyectos de riego son los que se realizarán y cuáles son sus respectivas prioridades [6].

Una vez que la CNR ya tiene claridad de los proyectos a realizar, y está lista la pre factibilidad del proyecto², se lo envían al Ministerio de Desarrollo Social y Familia, el cual tiene que entregar el resultado del análisis técnico y económico con un grado de aceptación RS (recomendado satisfactoriamente) en caso de que cumpla con todas las especificaciones, de no ser así, se debe iterar en el proyecto hasta obtener la RS. Una vez que ya se completa todo lo anterior, se mandata a la DOH encargados de licitar la factibilidad y el diseño, los cuales tienen que ser aprobados por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) para continuar con el proyecto. Una vez que se tiene la resolución satisfactoria, se licita la construcción del proyecto a las empresas suscritas previamente al registro de contratistas del MOP. Una vez que se licita el proyecto, la empresa que se adjudica la licitación es escogida a partir de distintos criterios técnicos, pero más importante aún el criterio económico, debido a que los estudios están previamente realizados por el MOP a manos del DOH, en donde en la teoría, solo sería necesaria la construcción de este proyecto sin necesidad de variaciones a la ingeniería proyectada.

Mientras la obra se realiza, se le asigna un inspector fiscal, el cual comúnmente va acompañado de una asesoría de inspección fiscal, los cuales son encargados de fiscalizar constantemente la obra, con una relación periódica y estrecha entre el inspector y el encargado del proyecto por parte de la empresa encargada de la realización de estos proyectos.

Cada vez que el proyecto presente una variación o desviación en su planificación, la cual comúnmente ocurre debido a imprevistos no identificados en etapas tempranas del proyecto, distintas complejidades de este, etc., se realiza convenios de modificaciones para aprobar estos aumentos, los cuales tienen que ser autorizados por el inspector fiscal. Lo anterior quiere decir que el Ministro de Obras Públicas cuando licita un proyecto por el decreto con fuerza de ley N° 1.123 no lo hace con responsabilidad compartida, sino que lo realiza mediante responsabilidad netamente por parte del estado, generalmente utilizando contratos por serie de precios unitarios, es decir, el estado es el que entrega todo el capital paulatinamente para que se realice el proyecto y la empresa privada funciona netamente como empresa contratista y solo se preocupa de ejecutar el proyecto.³

Tal como se menciona anteriormente, la DOH anualmente invierte una cantidad de miles de millones de pesos en diferentes proyectos de gran envergadura con procesos largos y complejos, los cuales no están exentos de variaciones en las cantidades (aumentando y/o disminuyendo los costos) y variaciones en los plazos, afectando el presupuesto de la dirección y perturbando así las planificaciones que se realizan. Es por esto que la institución busca dar una respuesta a esta

² En el caso particular del Embalse Ancoa, la pre factibilidad fue realizada por la DOH, la explicación adjunta es lo que ocurre comúnmente en los proyectos de riego.

³ En el capítulo siguiente (1.4 Ciclo de vida de un embalse) se especifica el ciclo de manera completa.

problemática con información dura y formal, además de encontrar todas las oportunidades de mejora que proyectos de esta índole tienen para que esto no vuelva a ocurrir en el futuro.

La DOH como institución considera que son variados los motivos por lo que estas desviaciones ocurren, existe una restricción presupuestaria que no permite a la unidad ejecutora contar con los recursos en los tiempos necesarios, sino que a medida que se cuenta con el respectivo capital, este se entrega y se avanza en el proyecto respectivo, generando atrasos por temas netamente monetarios. Existe además mucha influencia política al respecto, contabilizando que los periodos presidenciales solamente duran 4 años y que existen proyectos que a la vez son promesas políticas, hay un apuro en terminar dichos proyectos, en donde la ingeniería no conversa necesariamente con la política. Por último, la DOH señala la existencia de una forma estratégica de licitar proyectos por parte de las empresas contratistas.

El hecho de que la intervención e investigación respecto a los problemas mencionados sea realizada por un tercero, en un ambiente académico, entrega una perspectiva más objetiva y un valor adicional a que se hiciera internamente. Es por esto que la Dirección de Obras Hidráulicas solicitó al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile la realización de una memoria que analiza específicamente lo ocurrido con la construcción del embalse Ancoa, el cual si bien es un proyecto construido sin mayores problemas y desviaciones para la DOH, implicó un gasto extra significativo.

1.4 Ciclo de vida de un embalse

Toda obra de construcción posee un ciclo de vida compuesto por diferentes fases. En el caso específico de un proyecto de riego, como es el caso del embalse Ancoa, presenta distintas etapas previas y posteriores a la construcción de la obra. La figura 1 muestra de manera resumida la línea de tiempo de la construcción de un embalse mediante el Decreto con Fuerza de Ley N°1.123, con sus tres grandes fases, los principales hitos y el tiempo aproximado en un panorama conservador para llevar a cabo cada etapa.

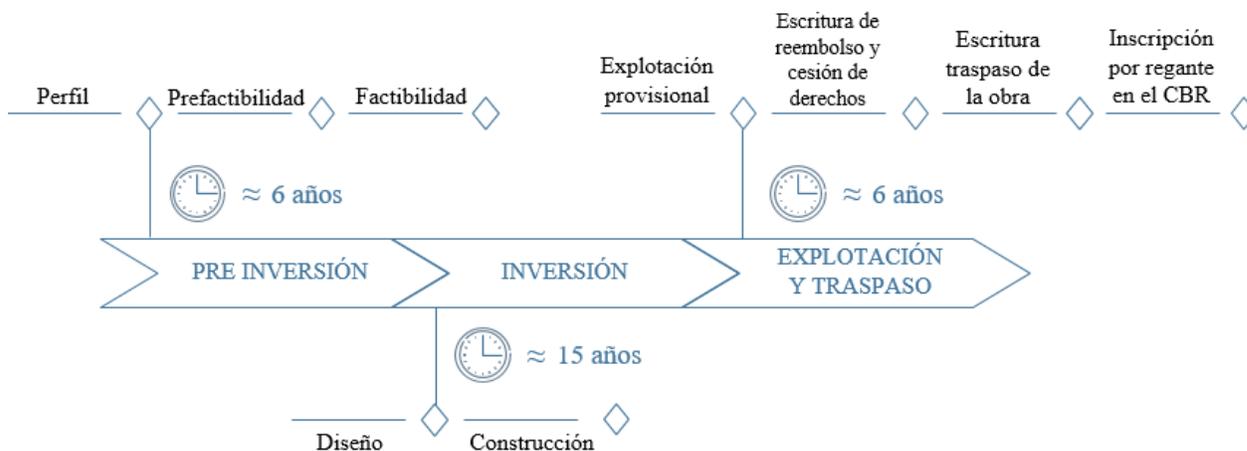


Figura 1: Línea de tiempo ciclo de vida de un embalse mediante DFL N° 1.123

Fuente: Elaboración propia en base a documentos facilitados por el Departamento de Construcción de la DOH

Por otra parte, la tabla 1 presenta una diagramación del flujo básico en el cual se especifica la etapa en la que se encuentra, el organismo responsable de la acción, las distintas actividades llevadas a cabo, los tiempos estimados en un contexto optimista y conservador además de la contraparte de las actividades en caso de su existencia. De igual manera en la sección de anexos se presenta un diagrama de flujo más específico utilizando el modelador de procesos “Bizagi” separado por cada etapa en Anexo I: Figuras; figura 3, figura 4, figura 5 y figura 6 representando las etapas de prefactibilidad, factibilidad, diseño y construcción respectivamente.

Etapa	Responsable	Actividades	Tiempo estimado (días hábiles)	Contraparte
Prefactibilidad	CNR	1 Recopilación de antecedentes	60	
		2 Postulación Sistema Nacional de Inversiones etapa prefactibilidad	120	MDSF
		3 Licitación estudio de prefactibilidad	40	
		4 Realización estudio de prefactibilidad	430	
		5 Revisión del estudio por parte de la DOH	40	
		6 Presentación Consejo de Ministros CNR	0	
Factibilidad	DOH	7 Preparación antecedentes postulación ficha IDI	60	
		8 Postulación MDSF etapa factibilidad	120	MDSF
		9 Identificación presupuestaria	60	DIPRES
		10 Preparar antecedentes de licitación	40 (en paralelo actividad 9)	
		11 Licitación estudio de factibilidad	60	
		12 Adjudicación estudio de factibilidad	30	CGR
		13 Desarrollo estudio de factibilidad	520	
		14 Firma carta de reembolso del 33% de los usuarios	60	Usuarios
		15 Preparación antecedentes postulación ficha IDI	60 (en paralelo actividad 14)	
		16 Postulación MDSF etapa Diseño	120	MDSF
Diseño	DOH	17 Identificación presupuestaria	60	DIPRES y CGR
		18 Preparar antecedentes de licitación	40 (en paralelo actividad 17)	
		19 Licitación estudio de diseño	60	
		20 Adjudicación estudio de diseño	30	CGR
		21 Desarrollo estudio de diseño	520	
		22 Desarrollo evaluación de impacto ambiental	260 (en paralelo actividad 21)	
		23 Obtención de resolución de calificación ambiental	520	SEA / Otros
		24 Firma carta de reembolso del 50% de los usuarios	80 (en paralelo actividad 21)	Usuarios
		25 Preparación antecedentes postulación ficha IDI	60	
		26 Postulación MDSF etapa construcción	120	MDSF

Etapa	Responsable	Actividades	Tiempo estimado (días hábiles)	Contraparte	
Construcción	DOH	27	Identificación presupuestaria	60	DIPRES y CGR
		28	Preparar antecedentes de licitación	40(en paralelo actividad 27)	
		29	Expropiación de los terrenos	390(en paralelo actividades 30,31,32)	
		30	Licitación construcción de obra	130	
		31	Adjudicación construcción de obra	30	CGR
		32	Construcción del embalse	1.040	
		33	Ejecución reparaciones técnicas de la construcción	520 (en paralelo actividad 34)	
		34	Marcha blanca del embalse	1.040	
		35	Termino de la obra	0	
		Recepción y explotación	USUARIOS	36	Explotación provisional del embalse
37	Tramitación traspaso de la obra			260	Usuarios
38	Firma escritura de reembolso y cesión de derechos			120	Usuarios
39	Firma de escritura de traspaso			60	Usuarios
40	Inscripción en Conservador de Bienes Raíces			120	Usuarios
41	Traspaso de la obra			0	Usuarios
42	Fin etapa recepción provisional			0	
43	Firma de escrituras pendientes de suscripción			0	
44	Cobro			0	
45	Remate de los derechos no suscritos			0	
46	Fin etapa recepción definitiva	0			

Tabla 1: Flujo básico ciclo de vida de un embalse

Fuente: Elaboración propia en base de documentos entregados por el Departamento de Proyectos DOH

A continuación, se detalla por escrito el ciclo de vida de una nueva obra de riego realizada por el Decreto con Fuerza de Ley n° 1.123, separado en tres grandes fases.

1.4.1 Fase de pre - inversión

Los proyectos comienzan generalmente⁴ cuando una asociación de regantes, junta de vecinos u otras asociaciones varias plantean una necesidad de riego al SECPLAN (Secretaría Comunal de Planificación) de la municipalidad en específico, los cuales generan una postulación al CODERE (Concejos de Desarrollo Regional) del Gobierno Regional.

⁴ Existen proyectos que provienen de obras antiguas pausadas, como es el caso del embalse Ancoa, que en su caso específico, fue realizado desde el comienzo por la DOH con la intervención de la CNR formulando las políticas de riego y sus respectivas necesidades, no participando en la planificación de la obra.

Una vez que se aprueban satisfactoriamente las etapas mencionadas, el proyecto es entregado a la Comisión Nacional de Riego, los cuales crean un estudio al respecto a nivel perfil, postulando el proyecto al Ministerio de Desarrollo Social y Familia, el cual entrega una resolución satisfactoria siempre y cuando el proyecto sea rentable, y en caso de no serlo, el proyecto tiene que pasar a una reevaluación por parte de la CNR. Cuando ya se posee la RS por parte de MDSF, el Ministerio de Hacienda asigna los respectivos fondos al proyecto para realizar el estudio a nivel de prefactibilidad.

Cuando ya se tiene la RS del proyecto en cuestión a nivel perfil, es la CNR la que licita, ejecuta y finaliza la prefactibilidad del proyecto, fiscalizado por la Contraloría General de la República de Chile (CGR), y una vez que esta está finalizada, se la entregan a la DOH para una revisión previa a la presentación al Consejo de Ministros de la CNR. Cuando ya se tiene la aprobación de este consejo, la prefactibilidad es entregada a la DOH para que ellos continúen el proyecto a partir de esta etapa. Lo primero que tiene que realizar la Dirección de Obras Hidráulicas es preparar los antecedentes para la ficha IDI y conseguir la aprobación por parte del MDSF del estudio realizado por la CNR para comenzar la etapa de factibilidad del embalse. En caso de no recibir el RS del MDSF, la DOH tiene que reevaluar el proyecto realizado por la CNR hasta cumplir con los estándares necesarios.

Teniendo la RS por parte de MDSF, se realiza la identificación presupuestaria por parte de la Dirección de Presupuestos de Chile (DIPRES) del Ministerio de Hacienda, para luego preparar los antecedentes de licitación, licitar el estudio de factibilidad, adjudicarlo a alguna empresa consultora con la fiscalización de la CGR y posteriormente desarrollar el estudio hasta finalizarlo.

1.4.2 Fase de inversión

Una vez terminado el estudio de factibilidad, se termina la fase de pre - inversión y comienza la fase de inversión. Lo primero que se realiza en esta fase es conseguir la firma de la escritura del compromiso de reembolso⁵ de por lo menos el 33% de los usuarios del embalse, para luego preparar los antecedentes para la ficha IDI y conseguir la aprobación de la factibilidad por parte del MDSF y así comenzar con la etapa de diseño. La aprobación es entregada siempre y cuando el proyecto sea rentable, posea todas las bases necesarias para su realización, tenga participación ciudadana (clientes futuros beneficiados por la obra) y tome en cuenta todas las consideraciones agronómicas y técnicas correspondientes. En caso de no cumplir con los estándares, se tiene que reevaluar la factibilidad. La aprobación de esta fase fiscalizada tanto por el Ministerio de Hacienda como por la CGR, es necesaria para el fin de obtener los fondos para la realización del proyecto.

Nuevamente la DOH prepara los antecedentes para la licitación del estudio de diseño, lo licita y en la adjudicación existe una fiscalización por la CGR. Cabe destacar que no necesariamente debe ser la misma empresa la que realiza los dos estudios. Una vez adjudicado el proyecto, se realiza el estudio de diseño y en la mitad de este de forma paralela, se desarrolla la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Finalizados estos estudios, se procede a obtener la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) por parte del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y todos los servicios atinentes al proyecto.

⁵ Se reembolsa el costo construcción y explotación de la obra en la forma, plazo y condiciones que señala el proyecto al momento de suscribirse el compromiso, donde la deuda no puede exceder los 25 años, contemplando un porcentaje de descuento por pago anticipado, al igual que un interés y un posible periodo de gracia.

Para la creación de los estudios, la DOH cuenta con un manual básico de diseño de embalses, realizado el año 2014 por SMI Ingenieros, el cual tal como lo dice en su nombre, posee el estándar básico para la realización de los estudios, pero no es un recetario fijo ni estandarizado para estos. Cuando ya se aprobó la RCA, comienza la etapa de construcción con la firma de la escritura del compromiso de reembolso de al menos el 50% de los usuarios y la preparación de los antecedentes de la ficha IDI por parte de la DOH para la postulación a la etapa de ejecución y la aprobación del estudio de diseño por parte del MDSF, donde nuevamente se tiene que iterar si el estudio no cumple con las distintas especificaciones.

Una vez que ya se cuenta con una resolución satisfactoria del diseño final de la obra, se realiza la identificación presupuestaria por parte de la DIPRES fiscalizado por la CGR para luego crear el presupuesto oficial del proyecto. Este es creado tomando como base las cubicaciones del diseño y los precios históricos de los materiales, maquinarias, entre otros utilizados en proyectos anteriores ajustados. Paralelamente, se realizan las expropiaciones de los terrenos.

Cuando ya se tiene listo el presupuesto, se llama a una licitación pública para la construcción del embalse. Generalmente las licitaciones de construcción son realizadas mediante una valorización de los costos de precios unitarios. Esto quiere decir, que las cantidades ya están fijadas por el ministerio y lo único que cambia es el precio propuesto por cada empresa licitadora. Ciertas partidas de la obra pueden ser realizadas por suma alzada (generalmente, cuando son valorizaciones no presentes en los precios unitarios fijados en un comienzo). La decisión de cuál será la encargada de la construcción del embalse se toma basado en un proceso netamente económico, debido a que las especificaciones técnicas ya fueron entregadas previamente en el diseño definitivo.

Una vez adjudicada la obra, comienza la construcción del embalse, esta es fiscalizada por un inspector fiscal, el cual cuenta con un equipo asesor y actúa cuando existen controversias, donde la comunicación oficial de la DOH con la empresa ejecutora es el inspector fiscal. Si dentro de la construcción existen reclamaciones por parte de la empresa contratista por diferentes motivos técnicos es deber del inspector fiscal revisar estas reclamaciones y de ser efectivas, realizar una modificación del contrato donde se pueden agregar y/o disminuir tanto plazos como costos al contrato inicial.

Finalizada la construcción del embalse, la empresa ejecutora informa al inspector fiscal, el cual revisa que se hayan cumplido todas las especificaciones técnicas del embalse y en caso de haber observaciones se le exige a la empresa constructora arreglar estos problemas en un plazo definido. Cuando ya se arreglaron los detalles, el inspector fiscal informa al departamento de contratos de la DOH, el cual designa una comisión de recepción provisional, los que revisan la obra basándose en el informe de término de obra realizado por el inspector fiscal y en caso de existir problemas, se le informa a la empresa ejecutora sobre estos cambios necesarios a realizar. Para realizar estos cambios existen dos modalidades, en caso de que las reparaciones afecten a la funcionalidad de la obra, el tiempo demorado por el contratista es sumado al plazo del contrato (lo cual involucra multas de por medio) y en caso de ser reparaciones menores, se le informa y se le entrega un plazo determinado.

Paralelamente, se inicia la marcha blanca del embalse, en donde el embalse comienza su llenado y funcionamiento, lo que ayuda a evidenciar ciertas fallas producto de la construcción del embalse, las cuales deben ser reparados por la empresa ejecutora. Un año después de finalizada la recepción

provisional y el comienzo de la marcha blanca del embalse se realiza la recepción definitiva de la obra.

1.4.3 Fase de explotación y traspaso

Una vez finalizada la marcha blanca comienza la explotación provisional de la obra, donde se comienza a operar el embalse (durante tres años en un contexto optimista y conservador) para luego tramitar las órdenes de traspaso fiscalizado por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia de Chile y la Contraloría General de la República.

Una vez tramitadas las ordenes de traspaso, se firman las escrituras de reembolso y cesión de derechos por parte de los usuarios individualmente por beneficiario, para luego firmar las escrituras de traspaso por la persona jurídica, y posteriormente se inscriben en el Conservador de Bienes Raíces y finaliza el traspaso de la obra. Finalizado lo anterior, se firman las escrituras pendientes, se realiza el cobro a los usuarios por parte de la Tesorería General de la República de Chile y se rematan los derechos no suscritos y con esto, termina el ciclo de vida de un embalse.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

- Realizar una evaluación ex post para el embalse Ancoa que contribuya a disminuir y describir el porcentaje de desvío de presupuesto de proyectos similares ejecutados por el Ministerio de Obras Públicas.

2.2 Objetivos específicos

- Definir los tipos de evaluación ex post (corto, mediano y largo plazo) que se pueden realizar, según la información internacional y/o nacional recolectada, dentro del horizonte de análisis de los proyectos. Analizar proyectos similares ejecutados por el Ministerio de Obras Públicas.
- Medir y analizar los objetivos técnicos propuestos del Embalse Ancoa, Retroalimentar y actualizar las metodologías, parámetros y supuestos del análisis tecno-económico de la evaluación ex ante realizada, además de realizar una comparativa con lo que ocurre internacionalmente.
- Generar un análisis del estudio de factibilidad, estudio de diseño y resultados en la construcción del embalse Ancoa. Describir los conceptos y el porcentaje de desvío de cada partida, respecto del presupuesto.
- Identificar y describir las causas del sobrecosto, evaluar las desviaciones en la construcción respecto del presupuesto del embalse Ancoa.
- Derivar acciones correctivas para mejorar los procesos y procedimientos de inversión vigentes.

3. Marco teórico

En esta sección, se exponen diferentes conceptos necesarios para comprender el funcionamiento de una metodología de evaluación ex – post, donde además se muestra lo común que son los sobre costos en los proyectos de gran envergadura, enfocado en el caso de investigación, embalses. Por otra parte, a partir de diferentes actores se busca una explicación a los sobrecostos que proyectos tanto públicos como privados poseen, desde una visión técnica, psicológica, económica, política y de gestión. Por último, se entregan conceptos para entender el proceso del ciclo de vida de un proyecto de gran envergadura y la forma en la que se deben planificar y estimar los recursos.

3.1 Evaluación ex – post

La evaluación ex – post primordialmente persigue tres objetivos [7]:

- Investigar el grado de cumplimiento de los objetivos definidos de la obra, la validez de las proyecciones ex – ante y los resultados obtenidos por la iniciativa de inversión.
- Actualizar y retroalimentar las metodologías, parámetros y supuestos de la evaluación ex – ante.
- Derivar acciones correctivas para optimizar los distintos procesos de inversión.

Este tipo de evaluaciones ayuda a generar una comparativa que permite visualizar si la ejecución y operación de un proyecto cumplió con las distintas proyecciones de la etapa ex – ante, validar las distintas metodologías ocupadas en la proyección de los costos, beneficios sociales, proyecciones de variables relevantes, eficacia de supuestos y parámetros utilizados.

Para lograr generar una evaluación ex – post eficiente es necesario un buen y completo diagnóstico inicial, una clara identificación de los problemas a resolver, además de las acciones a realizar, tiempos y montos implicados, utilizando fuentes confiables de información y un buen manejo de ingeniería técnica para este caso.

Generalmente, las evaluaciones ex – post está compuesta por cinco grandes etapas, donde primero se recopila información de la situación ex – ante para luego recopilar la información ex – post del proyecto. Ya recopilada la información, se realiza una comparativa de la etapa ex – ante con la etapa ex – post considerando lo previsto y lo efectivamente observado en el proyecto. Luego se procede a realizar la evaluación ex – post del proyecto donde se estudian y explican las diferencias encontradas en las etapas anteriores, para luego finalizar con conclusiones y recomendaciones producto de la evaluación.

Existen tres tipos de evaluaciones ex – post posibles, los cuales buscan distintos objetivos, tienen distintos alcances y se realizan en distintas etapas históricas de fin del proyecto, a continuación se resumen los tipos de evaluación.

- Evaluación ex – post corto plazo: Se realiza al terminar la ejecución de la obra y busca comparar los costos, tiempos de ejecución y especificaciones técnicas de la construcción.

- Evaluación ex – post mediano plazo: Una vez que la obra ya entró a operación y tiene entre tres a siete años funcionando, se comparan el comportamiento de lo estimado en las etapas previas de ejecución de la obra con lo real en las variables relevantes.
- Evaluación ex – post largo plazo: Realizado en proyectos con más de siete años de operación, donde se miden los resultados a nivel impacto tanto micro como macroeconómicos.

3.2 Sobrecostos en proyectos públicos a nivel mundial

Dado los objetivos del trabajo de memoria, es importante entender que es lo que ocurre con los sobrecostos en los proyectos de gran envergadura como lo es un embalse. Joaquim Miranda Sarmiento y *Luc Renneboog* en su publicación “*Cost Overruns in Public Sector Investment Projects*” [8] realizan una comparativa entre diferentes tipos de proyectos públicos en distintos países al rededor del mundo, buscando entender y darle un sentido a los sobre costos que estos presentan.

Dentro de los distintos análisis realizados, destaca el caso de *S. Morris*, 1990; *P. Morris & Hough*, 1991 en India, donde se analizaron 290 proyectos entre 1980 y 1990, los cuales presentaron un sobrecosto promedio de un 82% debido a retrasos, una pobre planificación e implementación, burocracia y falta de coordinación en los proyectos.

El estudio más completo es el de *Flyvbjerg et al.* 2002 el cual presentó 254 proyectos con datos sobre inversiones en carreteras, ferrocarriles y puentes en los Estados Unidos, Europa y Japón para el período de muestra de 1910 a 1998. El estudio muestra un sobrecosto promedio del 28% general y del 45%, 34%, y 20% para ferrocarriles, puentes y carreteras, respectivamente. Por otra parte, *Blanc-Brude, Goldsmith y Valila* .2006 - 2009; encontró un sobrecosto promedio del 24% para proyectos de carreteras en Europa desde 1990 a 2008.

Flyvbjerg en conjunto con *Stewart*, 2012; investigaron sobre los sobrecostos relacionados a los proyectos de infraestructura de los juegos olímpicos entre 1960 y 2012 y se encontraron con un sobrecosto de 179%. Concluyeron que la infraestructura asociada con grandes eventos es la más arriesgada.

La evidencia también muestra que mientras más grande es el proyecto, mayor es la desviación del costo promedio en relación con los costos presupuestados. La desviación promedio fue de un 24% general para todos los proyectos públicos, donde los sobrecostos se elevaron en los años electorales, lo cual puede indicar que los políticos están ansiosos por acelerar o concluir las inversiones de infraestructura, por lo que invierten más dinero para apurar el proceso, lo cual se traduce en sobrecostos. Además, se documenta que los sobrecostos presupuestarios son menores en proyectos más nuevos que en proyectos antiguos, lo cual aconseja el académico, no es producto de una reforma en las leyes de licitaciones y adquisiciones sino el resultado de aprendizajes y mayores restricciones fiscales. El documento también muestra que existe una correlación positiva entre la corrupción con las desviaciones de costos y las probabilidades de sobrecostos.

3.3 Sobrecostos en embalses a nivel mundial

Los grandes proyectos de riego no están exentos de sobrecostos y la evidencia muestra que no es un problema netamente del sistema chileno. *Atif Ansar y Bent Flyvbjerg* en la realización de su estudio, *Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development* [9] analizan los diferentes problemas que poseen 245 embalses con fines hidroeléctricos en 65 diferentes países alrededor del mundo, construidos desde los años 1934 – 2007 lo cual plantea este estudio como el más grande y confiable de su categoría.

Los autores en su investigación concluyeron que un 75% de los embalses sufre sobrecostos, con un promedio abrumador de un 96% sobre lo esperado y una mediana de 27%, donde un 20% llega a costar el doble de lo estipulado y uno de cada diez embalses analizados llega a tener un sobrecosto de sobre el triple de su costo inicial. La figura 2 muestra los sobrecostos en presas mediante un mapa de calor, donde Chile y Latinoamérica presentan un panorama negativo, solamente superado por Rusia. Por otra parte, los proyectos analizados presentan plazos extra promedio de 44% y una mediana de un 27%, con un promedio de construcción de 8.6 años.

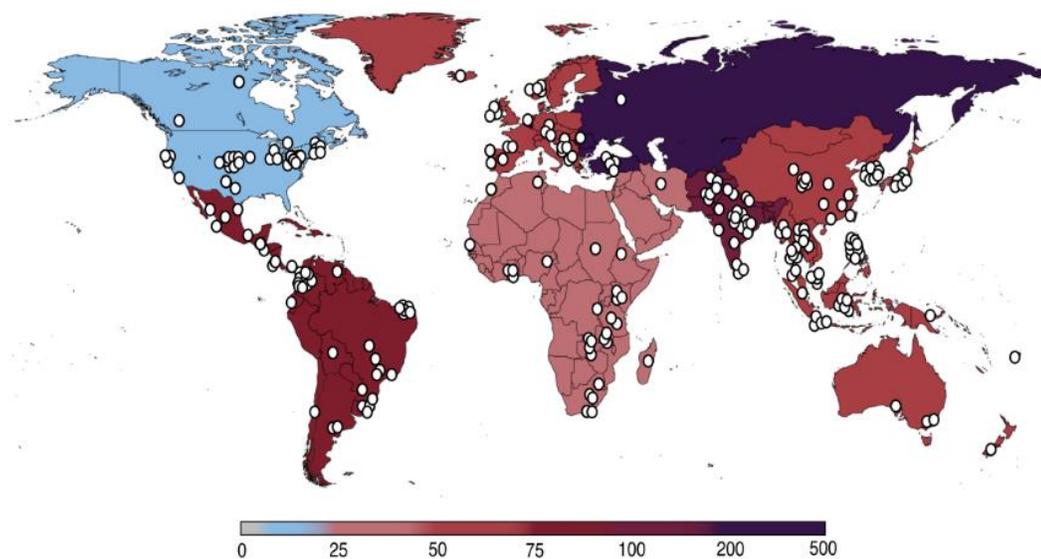


Figura 2: Localización de las presas globalmente analizadas y su sobrecosto porcentual

Fuente: *Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development* [9]

Por último, el estudio concluye que no existe evidencia significativa para afirmar que los sobrecostos han mejorado con el paso de los años, de hecho, indica que las predicciones de costos actuales, en el año 2014, probablemente están tan equivocadas como lo eran entre las predichas entre los años 1934 y 2007.

Por otro lado, *C. Petheram, T.A. McMahon*, en un estudio realizado en el año 2019 en Australia [10] realiza regresiones tomando en cuenta 141 variables primarias, donde las variables independientes varían entre el costo de la presa, su capacidad y una mezcla de ellas, buscando llegar a conclusión estadística respecto a él/los causante(s) de sobrecosto(s). El análisis sugiere que el número de años de construcción es una de las principales causas de sobrecostos, indicando que puede ser una causa como un efecto, debido a que el sobrecosto viene implícito por el retraso del proyecto, o por un problema técnico o industrial. De todas maneras, indica que puede ser un

problema debido a que los proyectos más largos son más complejos y se hace difícil planificar con precisión los costos del futuro. También indica que los embalses varían su precio dependiendo de la característica geológica, por ejemplo, embalses realizados en rocas sedimentarias tienden a tener mayores sobrecostos que sobre roca dura.

La tabla 2 realiza un comparativo de las variables clave de 98 embalses construidos en Australia. Los montos indicados en la tabla fueron llevados de dólares australianos a pesos chilenos, y luego transformados a valor presente del año 2019⁶ para futuros análisis.

Variable	Mínimo	Promedio	Máximo
Costo del proyecto en CLP año 2019	\$ 9.187.527.600	\$ 46.478.080.800	\$ 690.145.455.600
Costo/Capacidad (\$ /10 ³ M ³)	24.000	490.500	879.5500
Sobrecosto (% de variación)	-48%	49%	825%
Tiempo del proyecto (años)	1	4,5	46
Costo anual de mantención y operación (% del costo final)	0,08%	0,21%	0,86%

Tabla 2: Resumen variables claves de 98 embalses australianos analizados, convertido a CLP año 2019

Fuente: Dams, dam costs and damnable cost overruns [9]

3.4 Motivación en los sobrecostos

Hughes et al. 2015. [11] indica que existe una gran correlación entre el riesgo y los costos excesivos en los proyectos, además de observar que la construcción es un negocio realmente arriesgado. Dentro de sus análisis, reproduce distintos motivos de por qué los proyectos presentan sobrecostos, los cuales son detallados a continuación.

- **Dirección de gestión y supervisión:** avaricia; incompetencia; ineficiencia, parcialidad; irracionalidad; mala comunicación; errores en documentos, diseños defectuosos; información, consulta o identificación inadecuada de las partes interesadas; cumplimiento de los requisitos legales; requisitos poco claros; elección inapropiada de consultores o contratistas; cambios en los requisitos.
- **Trabajos físicos:** condiciones del suelo; obstrucciones artificiales clima; materiales o mano de obra defectuosos; pruebas y muestras; preparación del sitio; insuficiencia de personal, mano de obra, planta, materiales, tiempo o finanzas.
- **Retraso y disputas:** posesión del sitio; suministro tardío de información; ejecución ineficiente del trabajo; retraso fuera del control de ambas partes; disputas de diseño.
- **Daños y lesiones a personas y bienes:** negligencia o incumplimiento de la garantía; asuntos no asegurables; accidentes riesgos no asegurables; pérdidas consecuentes; exclusiones, brechas y plazos en la cobertura del seguro.

⁶ Para realizar ese cálculo y tener un valor exacto de los niveles de inflación de los respectivos años, se utilizó la página web <https://www.dineroentiempo.com/peso-chileno>

- **Factores externos:** regulación ambiental; política gubernamental sobre impuestos, trabajo, seguridad u otras leyes; aprobaciones de planificación; restricciones financieras; energía o restricciones salariales; costo de guerra o conmoción civil; Daño malicioso; intimidación; disputas industriales.
- **Pago:** retraso en la liquidación de reclamaciones y la certificación; postergación de pagos; límites legales a la recuperación de intereses; insolvencia; restricciones de financiación; deficiencias en el proceso de medición y valor; los tipos de cambio; inflación.
- **Ley y arbitraje:** retraso en la resolución de disputas; injusticia; incertidumbre debido a registros deficientes o contrato ambiguo; costo de obtener la decisión; hacer cumplir decisiones; cambios en los estatutos; nuevas interpretaciones del derecho consuetudinario".

Si bien la lista realizada por *Hughes, W. Champion y R & Murdoch, J.* es amplia y completa, es importante entenderla y tenerla como consideración para la realización del análisis ex-post del embalse Ancoa.

Por otro lado, *D. Kahneman, D. Lovallo* 2003. entrega un análisis más psicológico en su libro *Delusion of Success*, donde plantean que la mayoría de los problemas al realizar pronósticos ocurren debido a que las decisiones se toman con el conocimiento existente dentro de las organizaciones, por lo que usualmente está sesgado por optimismo en los resultados o existe engaño estratégico con el objetivo de obtener los recursos para financiar los proyectos. Es por esto que propone un nuevo método de estimación llamado *Reference Class Forecasting*, basado en ocupar proyectos de características similares como referencia para poder situar los resultados de estos en una distribución de probabilidades e intentar predecir qué ocurrirá, es decir, ocupar información externa (*outside view*) para recopilar información como punto de comparación al momento de evaluar un proyecto en vez de la información interna (*inside view*), la cual tiende a estar sesgada, y así poder realizar una buena aproximación a los costos del proyecto [12].

Además, *Kahneman* introduce otro termino que ayuda a entender los sobrecostos en los proyectos, *Planning fallacy*, el cual es un sesgo cognitivo que hace referencia a la toma de decisiones de los *managers* basada en falsas de ilusiones de éxito (donde se cree que a largo plazo es mejor), en contraposición a evaluar de manera adecuada los costos y beneficios de las alternativas con sus probabilidades de ocurrencia. La principal causa es debido a que los managers toman decisiones desde una "*inside view*" o visión interna, en vez de una "*outside view*" o visión externa.

- En la visión interna, los tomadores de decisiones están sesgados en los problemas que poseen y que son los únicos a ser resueltos, además de pensar siempre dentro de la empresa, como en las proyecciones de crecimiento de esta y las metas por cumplir.
- Se ha demostrado que adoptar una visión externa del problema puede mitigar las falsas ilusiones. En ella se ignoran los detalles específicos del proyecto y se utiliza una amplia gama de proyectos similares que permiten revelar los posibles resultados con mayor precisión.

Otra arista importante a analizar, es el caso de *Bent Flyvbjerg, Mette Skamris Holm & Soren Buhl* en su artículo *Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or Lie?*, 2007. en donde se muestran y analizan 258 proyectos de infraestructura de transporte públicos en distintas regiones geográficas y períodos históricos.

El análisis realizado por *Flyvbjerg* busca dar una explicación a las infraestimaciones de los costos a partir de cuatro aristas, la parte técnica, psicológica, económica y política, para así ver cuál es la que mejor se ajusta a los datos. Dentro de las principales conclusiones, destaca el hecho de que 9 de cada 10 proyectos está infravalorado, este además es un problema global que afecta a todos los continentes y es más pronunciado en los países en vías de desarrollo que en los países desarrollados. La subestimación de costos es un problema que ha ocurrido desde hace 70 años y pareciera no decrecer a través del tiempo, donde pareciera que no hay ningún aprendizaje para mejorar la estimación de costos.

Por otra parte, la conclusión más relevante del trabajo de *Flyvbjerg et al.* es el hecho de que la subestimación de costos no puede ser explicada por un error, donde se explica de mejor manera como una tergiversación estratégica, es decir, una mentira. Las implicaciones políticas hacen referencia a que los legisladores, administradores, inversores y representantes de los medios y miembros del mundo público que valoran los números honestos no deben confiar en las estimaciones de costos y los análisis de costo-beneficio producidos por las empresas postuladoras de proyectos y sus analistas,

B. Flyvbjerg, en su publicación *Delusion and Deception in Large Infrastructure Projects: Two Models for Explaining and Preventing Executive Disaster*, 2009. indica que estas mentiras al momento de postular a un proyecto público vienen dadas por los siguientes puntos [13]:

- Diferencias de interés propio de los actores. Estos actúan en beneficio propio.
- Las asimetrías de información, donde los actores, al tener mayor información que otros, pueden caer en actitudes inmorales y poco éticas.
- Diferentes preferencias por riesgos de los actores involucrados. El principal es averso al riesgo, ya que quiere invertir de forma segura. Por otro lado, el agente no utiliza sus propios recursos, por lo que no siente ningún compromiso.
- Diferencias en los horizontes de planificación. Para un político le interesaría terminar el proyecto en 4 años para que sea inaugurado en su periodo y pueda ser reelecto. En cambio, para los ciudadanos los horizontes de plazos son largos.
- Difusa o asimétrica contabilidad: corresponde a que la falta de contabilidad o la escasa transparencia puede derivar en la imposibilidad de responsabilizar a alguien por malos resultados. La falta de claridad en las cuentas ex post de los proyectos puede llevar a que se aprueben proyectos ex ante sin saber en realidad cual es la disponibilidad de recursos y que no maximicen los resultados del principal.

Por último, *Flyvbjerg et al.* entregan una advertencia a los legisladores, administradores, y “miembros del público que valoran números honestos” en la que afirma que los encargados de realizar las estimaciones de costos son a menudo alta y sistemáticamente engañosos, y no deberían

confiar en estimaciones de costos o beneficios realizadas por los promotores de proyectos (*project promoters*).

3.5 Ciclo de vida de un proyecto

El ciclo de vida de cualquier proyecto es un conjunto de fases que posee un proyecto desde su creación hasta que este se da por finalizado. Cada fase está compuesta por un conjunto de etapas o actividades las cuales pueden ser iterativas, superpuestas o secuenciales, estas están relacionadas de una manera lógica entre sí y finalizan con uno o un conjunto de entregables. Las fases son acotadas en un ciclo de tiempo lo que implica que tienen un inicio y un final o un punto de control. [14]

El ciclo de vida es específico de cada proyecto debido a que este puede ser afectado por aspectos específicos y/o propios de la industria como el método con el que se desarrolla, la tecnología que se emplea y/o la organización en cuestión. Si bien los proyectos varían respecto al grado de complejidad o el tamaño que estos posean, la figura 3 representa de manera genérica un proyecto con sus fases, comenzando con el inicio del proyecto, seguido de la organización y preparación para luego ejecutar el trabajo, para finalizar con el cierre del proyecto. [14]

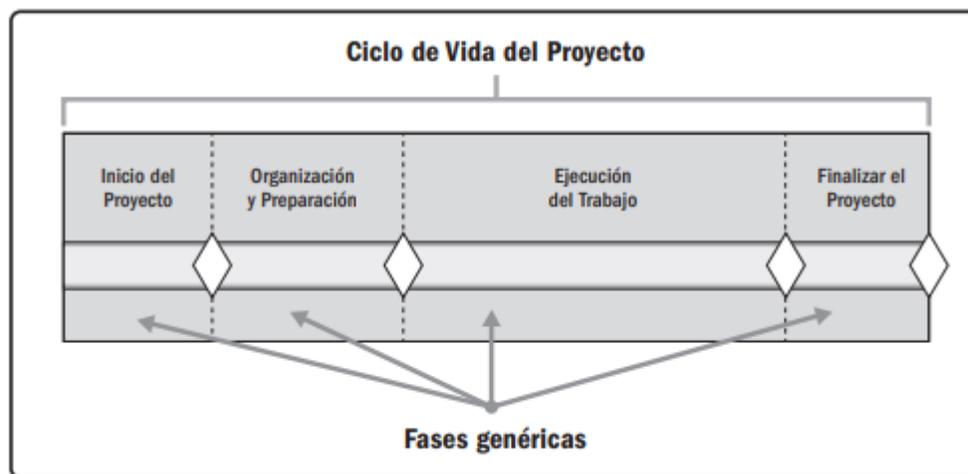


Figura 3: Representación genérica del ciclo de vida de un proyecto

Fuente: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), sixth edition

Dentro de una representación genérica, generalmente presentan las siguientes características:

- En un comienzo los costos y dotación de personal son bajos y aumentan a medida que se desarrolla el proyecto, cayendo drásticamente cuando está por finalizar el proyecto.
- Al comienzo del proyecto los riesgos son mayores y estos decrecen mientras se acerca el cierre del proyecto.
- El costo por realizar cambios que influyan en las características del producto final son bajos en un comienzo y van creciendo sustancialmente a medida que el proyecto avanza.

3.6 Planificación y estimación de recursos de un proyecto

Para llevar a cabo un proyecto es necesaria la realización de una planificación y una estimación de todos los recursos necesarios para su realización (mano de obra, equipos, materiales o materia prima, software, etc). El PMBOK en su sexta edición indica de manera global el proceso necesario para la estimación de recursos de las distintas actividades. Tal como lo muestra el flujo de la figura 4, una correcta estimación de recursos se divide en tres grandes fases.

La primera fase indica las entradas, donde destaca el plan para la dirección del proyecto, el cual describe el modo en el que el proyecto será ejecutado, los documentos del proyecto, donde se indican las listas de actividades, registro de supuestos, registro de riesgos, entre otros, además de distintos factores de la empresa u organización que pueden influir en el proceso de estimación de recursos, como políticas y procedimientos internos. [15]

La segunda fase del flujo indica las herramientas y técnicas existentes para la estimación de los recursos, destacando el juicio de experto, la estimación ascendente de recursos, donde los distintos recursos se estiman a nivel de actividad, para luego juntarlos y realizar una estimación macro de los paquetes de trabajo, además del análisis de datos.

Por último, indica las salidas que entrega la estimación de los recursos, comenzando con los requisitos de los recursos los cuales identifican los tipos y cantidades de los recursos necesarios para cada trabajo en específico, las bases de las estimaciones que son el respaldo del resultado obtenido además de las actualizaciones a los documentos del proyecto en base a lo estimado.

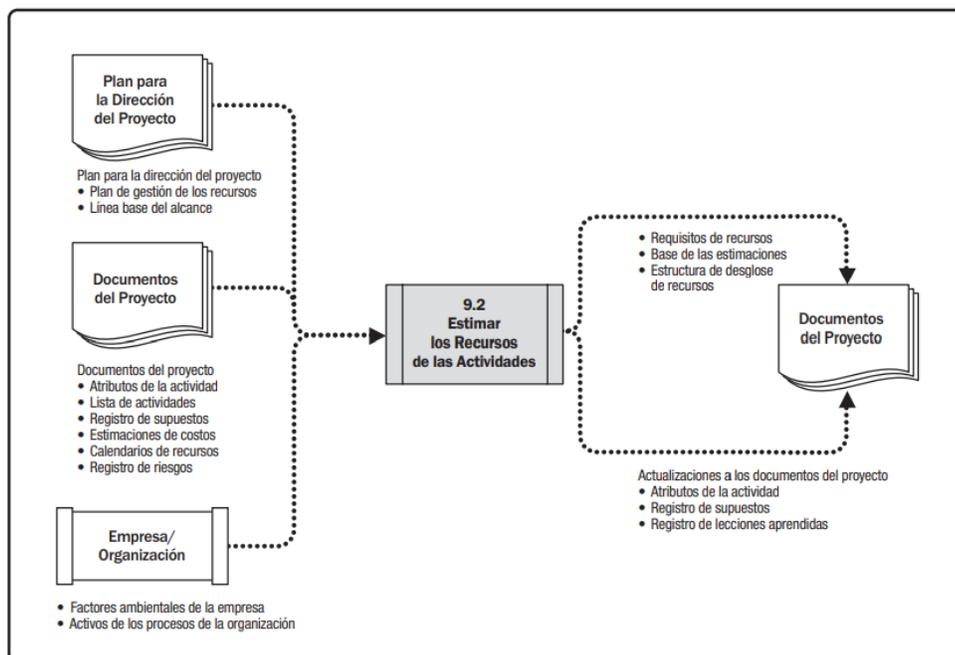


Figura 4: Diagrama de flujo de la estimación de los recursos

Fuente: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), sixth edition

Cabe destacar que el proceso de la estimación de recursos está estrechamente conectado con la estimación de costos.

4. Metodología

Dado el marco teórico y objetivos definidos, a continuación se plantean los procedimientos utilizados para la realización de un análisis ex – post de mediano y corto plazo, se entregan las variables a considerar para la recopilación y comparación de los resultados del proyecto, se explica el proceso metodológico para la realización de las entrevistas y se detalla quienes son los entrevistados. Por otra parte, se entrega los detalles del proceso metodológico para realizar el flujo del ciclo de vida de un proyecto y parte de las recomendaciones que son entregadas a partir del trabajo de título.

4.1 Procedimiento evaluación ex – post corto y mediano plazo

Este proceso se expresa en un procedimiento operativo compuesto por distintas fases continuas de recopilación de información y análisis. Se detalla a continuación la secuencia de etapas a desarrollar al caso específico del embalse Ancoa.

1. Recopilación de la situación ex – ante del proyecto.

En esta etapa se reúne la información histórica del proyecto, donde se analizan los estudios de factibilidad de AC Ingenieros y SMI Ingenieros, además del estudio de diseño de SMI Ingenieros, los cuales justificaron la construcción de la obra y entregaron toda la información necesaria para la óptima realización del proyecto.

Para la realización de una correcta recopilación de información, es importante identificar las variables relevantes, las cuales pueden fundamentar las desviaciones que se puede encontrar en las etapas siguientes. Para revisar estas variables, ver parte 4.2 Variables a considerar en la evaluación ex – post.

2. Recopilación de la situación ex – post del proyecto.

Esta fase busca recolectar la información efectiva del proyecto, contabilizando la parte de construcción y operación, utilizando las mismas variables mencionadas anteriormente, para permitir una fácil comparación entre lo estimado y lo real.

3. Comparación de las etapas ex – ante y ex – post del proyecto.

Una vez que las variables ya fueron identificadas y recolectadas, procede realizar una comparación de las variables relevantes entre las dos etapas, considerando lo previsto y lo efectivamente observado.

4. Evaluación ex – post.

Esta etapa busca estudiar y explicar las diferencias encontradas en la etapa anterior, identificando las causas que produjeron dichos contrastes en los resultados. Es importante en esta etapa de la evaluación, contactar y entrevistar a personajes relevantes en la construcción de la obra, instituciones relacionadas con el embalse, además de otros que pueden entregar información valiosa buscando dar una explicación a las desviaciones encontradas.

5. Conclusiones y recomendaciones de la evaluación.

En esta fase se debe entregar las principales conclusiones que nazcan de los análisis realizados y resultados obtenidos, buscando retroalimentar el sistema de inversión de proyectos y a la DOH, además de mejoras en el proceso operacional del proyecto.

4.2 Variables a considerar en la evaluación ex – post

Para la realización de la evaluación ex - post es necesaria la obtención de variables causales que permitan una correcta comparación para entregar información conclusiva al respecto. Estas serán obtenidas a partir de tres fuentes de información diferente, el Departamento de Proyectos de Riego y el Departamento de Construcción de Obras de Riego pertenecientes a la DOH, además de información obtenida en línea del Banco Integrado de Proyectos (BIP). A continuación, se enuncian las variables a considerar, acompañado de una breve descripción.

- **Sobrecostos de la obra:** Corresponde a la diferencia de precios que el embalse posee, considerando los costos estimados en la etapa de factibilidad y diseño del proyecto, presupuesto oficial del MOP al momento de licitar el proyecto, monto de licitación y adjudicación de la obra y gasto real incurrido en la construcción de la obra.
- **Grandes partidas de la obra:** Considera una comparación entre el gasto monetario identificado en la etapa de diseño, licitación, adjudicación y gasto efectivo de los principales componentes de la obra.
- **Plazos extra en la entrega del proyecto:** Considera los plazos estimados en la etapa previa a la construcción del diseño, los plazos de construcción de la obra y el tiempo real de construcción.
- **Indicadores económicos:** Identificar los valores parámetros utilizados para dar viabilidad económica al proyecto (VAN y TIR).
- **Precios unitarios:** Considera la estimación de los precios unitarios y sus respectivas cantidades, comparadas en la etapa de diseño, licitación, adjudicación y lo oficialmente gastado en la obra.
- **Componentes adicionales contratadas en la obra:** Identifica las principales obras extraordinarias de la construcción, analizando su costo tanto monetario como en plazos del proyecto.
- **Componentes técnicos del embalse:** Volumen útil embalsado, volumen de aguas muertas y cota de evacuador crecidas de embalse; identificación de la cantidad propuesta y efectiva de cada caso.

4.3 Entrevistas y reuniones

Tal como se menciona anteriormente, destaca la importancia de contactar y entrevistar a diferentes actores clave en el ciclo de vida de los embalses de la DOH, como contactar a personal involucrado en la construcción del embalse Ancoa. Por otra parte, destaca la importancia del análisis experto y entrevista a profesionales con conocimiento del rubro de ingeniería civil/hidráulica y construcción de embalses externos a la organización encargada a la construcción de estas obras (DOH).

Debido a que las intervenciones mencionadas se realizan el primer semestre del año 2020, donde destaca la crisis sanitaria producida por el COVID-19 y la imposibilidad de realizar encuentros presenciales, todas estas entrevistas se realizan mediante softwares de videollamadas y reuniones virtuales. Se realizan en un comienzo entrevistas semi - estructuradas con el objetivo de explorar más en detalle el tema a tratar y entregarle flexibilidad de interactuar al entrevistado a fin de obtener nuevas brechas, oportunidades de mejora y/o dolores que puedan ayudar al análisis y la entrega de recomendaciones futuras. Una vez que ya se posea claridad de la situación a tratar, se realizan entrevistas individualizadas o en profundidad, con el objetivo de obtener información más específica respecto al tema en cuestión y poder concluir.

A continuación se entrega un listado con las personas pertenecientes a la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas con las que se celebran las reuniones y/o entrevistas, acompañadas de su cargo y departamento de pertenencia.

- Nombre: Camila Contreras
Departamento de Construcción de Riego
Cargo: Directora regional subrogante
- Nombre: Juan Carmona
Departamento de Construcción de Riego
Cargo: Inspector fiscal de obras
- Nombre: Rafael Vallebuona
Departamento de Proyectos de Riego
Cargo: Inspector fiscal de consultoría.
- Nombre: Carmen Gloria Opazo
Departamento de Proyectos de Riego
Cargo: Inspector fiscal de obras
- Nombre: Juan Alberto González
Departamento de Proyectos de Riego
Cargo: Inspector fiscal de consultoría
- Nombre: Paula Zarricueta
Departamento de Proyectos de Riego
Cargo: Analista gestión

- Nombre: Marcela Salinas
Departamento de Planificación
Cargo: Analista planificación

Por otra parte, en las entrevistas también participaron expertos externos a la DOH, los cuales se listan a continuación.

- Adolfo Ochoa Llangato
Ingeniero Civil, Universidad de Chile
Profesor del Departamento de Ingeniería Civil Facultado de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile
Profesional con más de 40 años de experiencia en construcción de obras civiles mayores, principalmente embalses, y también centrales hidroeléctricas para Endesa y otras empresas
- Marcelo Kurten
Ingeniero Civil, Universidad de Concepción
Ingeniero hidráulico en *Bechtel Corporation*

4.4 Ciclo de vida de un proyecto

Para la realización del mapeo del ciclo de vida de un embalse mediante el Decreto con Fuerza de Ley número 1.123 se comienza revisando la información existente y entregada en el marco teórico respecto a ciclos de vida de grandes proyectos para introducirlo a lo que es el caso de un embalse de riego y así identificar las grandes fases que lo componen. Una vez identificadas las fases, se identifican las etapas que componen cada una de estas fases mediante reuniones a celebrar con los departamentos de la DOH que involucran a cada una de estas fases, realizando entrevistas que permitan entender y explicar todos los procesos, actores, riesgos y necesidades específicas de cada etapa, entendiendo así el hito que marca el comienzo y el fin de cada etapa y fase.

Se busca que el flujo realizado en el presente trabajo de título pueda ser entendido por cualquier tipo de lector y no necesariamente uno que posea habilidades ligadas a los procesos y la ingeniería, es por eso se relata por escrito cada una de las fases y etapas. Adicionalmente, se realiza un flujo básico que permita entender todas las acciones involucradas en el proceso de manera simple, sistemática y continua. Por último, se realiza un diagrama de flujo de procesos mediante el software Bizagi el cual permita graficar las actividades del proceso facilitando así la comprensión de cada acción y la relación con las demás acciones, buscando llegar a un público más técnico en la materia.

4.5 Valor del dinero en el tiempo

En el presente informe se presentan variados montos de distintos años. Con el fin de facilitar la lectura y poder tener una comparación más certera de los datos, se procede a convertir todos los montos en dinero del año 2019, utilizando como fuente el índice de precios del consumidor (IPC) y las estadísticas de inflación, mediante la herramienta web “Dinero en el tiempo” (<https://www.dineroeneltiempo.com/peso-chileno>). Cabe destacar que todas las tablas donde se realiza una transformación de dinero, se indica el año del monto inicial del dinero.

4.6 Recomendaciones

Se espera que de las reuniones a celebrar se obtengan distintos *insights* los cuales ayuden al análisis de lo ocurrido en el embalse Ancoa además de revelar las oportunidades de mejora que la DOH pueda poseer en cualquiera de las etapas del ciclo de vida de un embalse. Una vez que esta información sea analizada correctamente y se contrasten con los datos de lo ocurrido en el embalse Ancoa, se crea un listado con las oportunidades de mejora y sus posibles soluciones, para mediante el juicio de expertos en el ámbito (personas con trayectoria y/o estudios en el tema a tratar), estas se transformen en recomendaciones, si así procede, respecto a los distintos puntos que se pueden mejorar. Dependiendo del caso, se utilizan artículos científicos relacionados a la recomendación futura, tomando en cuenta lo que ocurre en el mundo, la situación actual del punto a recomendar en Chile y lo que ocurre en la DOH, siempre y cuando esta información esté disponible.

Específicamente, cuando se entregan recomendaciones en caso de que se desee seguir trabajando con el método clásico de desarrollo de proyectos (modelo diseño - licitación – construcción), estas recomendaciones se acompañan con una planificación macro de los recursos a analizar, una planificación presupuestaria en intervalos de precios además de las metas respectivas del tiempo para su implementación.

Para la confección de la planificación de los recursos contemplados en cada una de las recomendaciones, se comienza por identificar por separado todos los recursos necesarios para la ejecución de la actividad (mano de obra, equipos, materiales o materia prima, software, etc.), esto además puede ir acompañado de una lista de las actividades a realizar, los supuestos necesarios para la estimación de recursos y en caso de que proceda, los riesgos involucrados. Una vez que los recursos fueron identificados por separado, se agrupan para englobarlos y poder realizar una cuantificación respecto a los tiempos y costos involucrados.

Luego de haber identificado los recursos y las actividades requeridas, se procede a realizar la cuantificación respecto al tiempo necesario para llevar a cabo la respectiva recomendación, donde se definen tres intervalos de tiempo para su análisis listado a continuación.

- Menor a un año: Implementación inmediata
- Entre uno y tres años: Implementación a mediano plazo
- Mayor a tres años: Implementación a largo plazo

Una vez ya se tenga una claridad respecto a los plazos involucrados, se procederá a valorizar las horas – hombre mediante la Dotación a Contrata de la DOH en donde se publican la remuneración de los trabajadores. A partir de este documento se calcula un promedio de costo de horas – persona el cual considera las 45 horas laborales semanales vigentes por ley, considerando que para un profesional el costo por hora es de \$16.000 CLP, de un técnico de \$11.000 CLP y de un administrativo es de \$6.000 CLP. Cabe destacar que si los recursos requeridos para llevar a cabo la respectiva actividad involucran la contratación de personal externo, se le debe agregar un 30% extra a los montos indicados anteriormente lo cual se asocia al costo por mano de obra. En caso de involucrar alguna de las fases o etapas del ciclo de vida del proyecto, se utilizan los tiempos indicados en la sección 1.4. Ciclo de vida de un embalse.

Análogamente, se realiza un cálculo macro de los costos con respecto al tiempo y los recursos requeridos, donde se definen tres intervalos para su análisis listado a continuación.

- Cifra total inferior a \$10.000.000 CLP: Bajo costo de implementación
- Cifra total entre \$10.000.000 CLP y \$50.000.000 CLP: Mediano costo de implementación
- Cifra total superior a \$50.000.000 CLP: Alto costo de implementación

5. Alcances del trabajo de título

Para efectos de esta memoria, solo se considera los proyectos de gran envergadura los cuales entran del decreto con fuerza de ley N° 1.123 que desarrolla la DOH, es decir, los proyectos de mediano y gran tamaño.

El análisis bibliográfico del trabajo de título contempla estudios sobre proyectos de gran envergadura tanto públicos como privados, considerando todos los problemas que este tipo de proyectos pueda presentar, desde una mirada económica, estratégica, psicología y/o social. Además, se hará un enfoque en los proyectos similares internacionalmente, analizando las presas del mundo, con sus respectivos costos, sobrecostos, tiempos de demora, tamaño y principales desviaciones, entre otros.

Por otro lado, es importante señalar que dentro de la evaluación de proyectos del embalse Ancoa, solo contempla su estudio desde el proceso de licitación hasta la entrega de la obra terminada, asimismo del proceso operación el cual viene después de su apertura, no considerando los impactos tanto macro como microeconómicos que el embalse Ancoa conlleva.

Además, para el análisis de los contratos, solo se toma en cuenta los contratos relacionados con la construcción del embalse como obra, todos los contratos externos a estos no serán considerados para este análisis.

Una construcción de gran envergadura como lo es el embalse Ancoa implica la realización de múltiples estudios previos. En el caso específico del proyecto en cuestión, los estudios y construcción comenzaron en los años 50', paralizándose por diferentes motivos y reanudándose en los 90'. Solo se consideran los estudios a partir del estudio de factibilidad de la última etapa de la obra.

El periodo en que se enmarca el proceso de titulación, el trabajo se desarrolla dentro de los semestres de primavera 2019 y otoño 2020. Dado el escaso tiempo en el que se desarrollará el trabajo de título, el análisis ex post únicamente involucrará la parte financiera y económica del proyecto, donde no se procederá a analizar la parte social, medioambiental, política que este pueda poseer o cualquier tipo de externalidades, tanto positivas como negativas, que puedan afectar a la comunidad.

6. Análisis del caso embalse Ancoa

6.1 Etapa ex – ante

6.1.1 Historia del proyecto

El embalse Ancoa nace a comienzos de la década de los años 50 cuando la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas inició el estudio para la ejecución del embalse en el río Ancoa.

El lugar seleccionado para la obra fue una angostura del valle posicionada 500 metros sobre la confluencia del río Ancoa con el estero La Sombra, ubicado 35 km. al oriente de la ciudad de Linares, Región del Maule, tal como lo muestra la figura 5. La construcción de la obra comenzó en el año 1956 durando solamente dos años cuando en 1958 se suspendió definitivamente.

El motivo por el cual no se pudo continuar con la construcción de la obra fue la alta permeabilidad del subsuelo y la imposibilidad de impermeabilizar este mismo. Durante los dos años de construcción se logró construir el túnel de desvío, el muro ataguía, además de parte de los rellenos del núcleo y obras del vertedero.

Durante más de 40 años el proyecto permaneció estancado hasta que en el año 1999 la DOH llamó a una licitación pública para la ejecución del estudio de factibilidad, adjudicado por AC Ingenieros Consultores Ltda., el cual definió la posibilidad de continuar con la construcción del embalse, modificando gran parte de lo establecido en los años 50.

En el año 2001 se licitó el estudio de diseño, adjudicado por SMI Ingenieros, quienes detectaron una nueva zona de construcción del embalse, ubicada 14 Km al oeste de la obra original, la cual presentaba condiciones geológicas y geotécnicas superiores al sitio original que se traducían en un ahorro de US\$20 millones.

Dado lo anterior, el estudio inicial de diseño terminó transformándose en un estudio de factibilidad para la nueva zona del embalse, denominada Ancoa Alto, siendo efectuado por la misma empresa consultora entre los años 2002 – 2004.



Figura 5: Ubicación geográfica Embalse Ancoa
Fuente: Imagen satelital obtenida mediante Google Maps

6.1.2 Recursos hídricos y sectores de riego

El proyecto considera dos recursos hídricos diferentes para alimentar el embalse, el río Ancoa, que corresponde al cauce natural en el que se realiza la obra con una cuenca de 116 km² en el lugar de construcción de la presa, y el canal Melado, que capta sus aguas del río Melado, transportando los recursos hídricos mediante un canal de 20 km de longitud a través del túnel Melado.

Para poder analizar los sectores de riego que se verían beneficiados por la construcción del embalse, se sectorizó en las distintas consultorías en 12 sectores distintos presentados en la tabla 3, donde se muestra la situación de hectáreas que en ese entonces, año 2002, estaban siendo utilizadas y necesitaban algún tipo de riego debido a que pertenecían a distintos rubros productivos (tanto agrícola como ganadero).

Sector	Nombre	Sup. Actual (ha)
S1	Emb.Ancoa	646
S2	Alamos-San Bartola	8.422
S3	Llepo	256
S4	Mesamávida	9.900
S5	Huapi	1.216
S6	Linares-Palmilla	10.094
S7	Miraflores	5.552
S8	Roblería	2.600
S9	Canal Putagán	3.500
S10	Longavi-Melado	9.663
S11	Melozal	4.071
S12	Canal Voznaga	1.005
Total		56.925

Tabla 3: Sectores de riego y superficie utilizada, etapa ex – ante del proyecto

Fuente: Elaboración propia a base de “Estudio de diseño embalse Ancoa – SMI Ingenieros, año 2004” facilitado por el Departamento de Proyectos de Riego de la DOH

Si bien el total de hectáreas que estaban siendo ocupadas a la época es de 56.925, este no es la superficie máxima potencial que puede alimentar el embalse Ancoa, siendo 80.364 hectáreas la superficie máxima a considerar.

6.2.3 Descripción técnica

El embalse forma una presa de rellenos de gravas compactadas, impermeabilizado por una pantalla de hormigón, lo cual resulta en una presa tipo CFGD⁷, donde las principales características del embalse, señaladas en el estudio de diseño, se presentan en la tabla 4.

Características	Medida
Volumen útil embalsado	80.000.000 m ³
Volumen de aguas muertas	2.260.000 m ³
Superficie de inundación	230 ha.
Volumen de rellenos	3.765.000 m ³
Volumen de hormigón (pantalla)	18.000 m ³
Superficie pantalla	45.000 m ²
Espesor pantalla hormigón	0,30 -0,60 m
Altura sobre las fundaciones	122 m
Longitud en el coronamiento	340 m
Ancho del coronamiento	10 m
Cota evacuador crecidas de embalse	745 m.s.n.m

Tabla 4: Descripción principales características previas del embalse Ancoa

Fuente: Elaboración propia a base de "Estudio de diseño embalse Ancoa – SMI Ingenieros, año 2004" facilitado por el Departamento de Proyectos de Riego de la DOH

La decisión de la presa viene del estudio de diseño de SMI Ingenieros, donde una presa de 80.000.000 m³ de volumen útil embalsado es la que obtuvo uno de los mejores indicadores económicos y permitía regular los recursos hídricos de la forma más eficiente.

La construcción de la obra también considera obras anexas como un túnel de desvío, obras de toma, entrega y descarga al río Ancoa, variantes en caminos públicos y un evacuador de crecidas.

6.2.4 Evaluación económica de la presa

El costo de construcción de la presa fue variando en los distintos estudios del proyecto. La tabla 5 muestra la evolución de los precios de la presa, con sus respectivos evaluadores económicos y tiempo estimado de construcción. El estudio de Factibilidad de AC Ingenieros consideraba una presa en un lugar distinto a lo considerado por SMI ingenieros, lo cual fue explicado en la Historia del proyecto. Cabe destacar que, para un mejor entendimiento del lector, estos valores fueron llevados a valor presente, tomando como año de referencia el año 2019 y agregando el IVA para futuras comparaciones.

⁷ Presa de gravas arenosas compactadas, con pantalla de hormigón en la cara aguas arriba.

Caso de estudio	Año	Tiempo de construcción (Días)	Costo CLP 2019	TIR	VAN
Factibilidad AC Ingenieros	2000	1.095	\$ 39.016.565.436	19%	54.793.000.000
Factibilidad SMI Ingenieros	2003	1.095	\$ 46.621.271.463	29%	124.570.128.056
Diseño SMI Ingenieros	2004	Sin información	\$ 46.298.920.346		

Tabla 5: comparación evaluación económica embalse Ancoa etapa ex – ante

Fuente: Elaboración propia a base de “Estudio de factibilidad y diseño embalse Ancoa – SMI Ingenieros”; “Estudio de factibilidad embalse Ancoa – AC Ingenieros” facilitado por el Departamento de Proyectos de Riego de la DOH

Por otra parte, la tabla 6, muestra el detalle de los gastos a nivel de grandes partidas considerados en la etapa de diseño, donde nuevamente los montos fueron llevados a valor presente del año 2019, pero esta vez sin considerar el IVA. El anexo II, tabla 1 muestra la cubicación y los costos de la obra⁸, junto con el presupuesto en detalle acompañado de los precios unitarios definidos en la etapa de diseño.

Descripción del ítem	Monto CLP 2019
Instalación de faena	\$ 818.959.200
Roces, descepes, escarpes y limpieza	\$ 184.334.165
Excavaciones abiertas	\$ 2.512.351.300
Rellenos de la presa	\$ 8.710.046.754
Excavación subterránea	\$ 2.529.851.600
Obras de refuerzo y sostenimientos de excavaciones y estructuras	\$ 819.467.674
Perforaciones e inyecciones	\$ 1.768.482.535
Hormigones	\$ 4.778.927.191
Acero	\$ 2.586.429.501
Juntas selladas	\$ 387.679.540
Instrumentación	\$ 700.999.706
Equipos mecánicos y eléctricos	\$ 1.491.641.056
Adecuación del camino	\$ 6.973.416.533
Misceláneos	\$ 81.239.495

Tabla 6: Costo por ítem de construcción de la presa etapa diseño

Fuente: Elaboración propia a base de “Estudio de diseño embalse Ancoa – SMI Ingenieros, año 2004” facilitado por el Departamento de Proyectos de Riego de la DOH

Por último, el costo asociado a la mantención anual de la obra, detallado en el estudio de factibilidad, es del 1% de la inversión.

6.2.5 Situación país en la duración del proyecto

Para explicar la información ex – ante de la forma más correcta posible, es importante analizar la situación de la economía y la ingeniería en Chile durante la realización de este proyecto. La figura 6 muestra el crecimiento porcentual anual del PIB en Chile según datos del Banco Mundial [16].

⁸ Al ser el presupuesto oficial del estudio de diseño, este se encuentra en moneda del año 2004

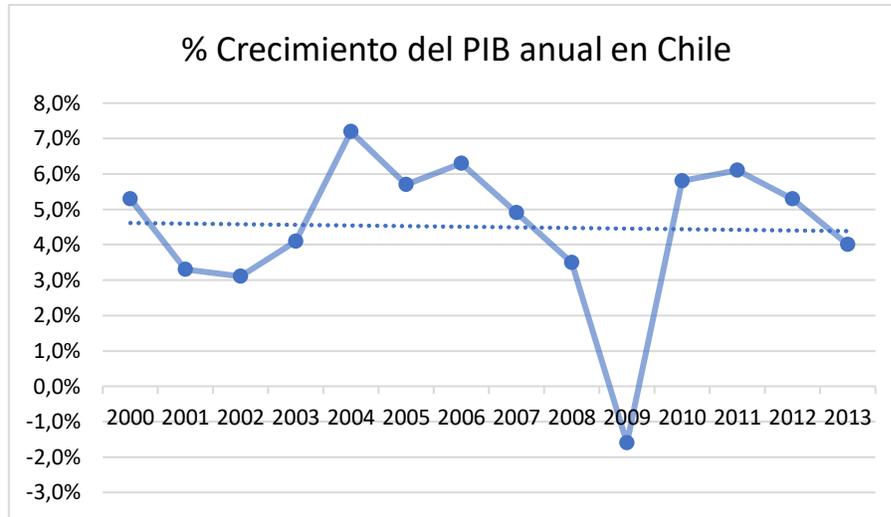


Figura 6: Variación del crecimiento porcentual del PIB en Chile, años de construcción del proyecto
Fuente: Elaboración propia a base de datos del Banco Mundial

En general, gracias a la línea de tendencia, se visualiza un crecimiento constante del orden de 4,5%, con una importante baja los años 2008 y 2009 debido a la “Gran Recesión”, crisis mundial de la que no se quedó afuera Chile.

Por otra parte, la economía chilena es impulsada por la situación minera a nivel país, donde en los años de duración del proyecto, la minería formó parte del 14,4% del PIB nacional, siendo el cobre el principal recurso determinante de lo que ocurre en la minería [17]. Dado lo anterior y la mención por diferentes agentes de la DOH en diferentes reuniones celebradas, donde declaran que la situación de los proyectos públicos es influenciada fuertemente por la situación minera, es importante entender la evolución del precio del cobre, ilustrado en la figura 7, tanto como la cantidad de toneladas métricas exportadas a nivel país en los años de duración del proyecto, ilustrado en la figura 8 [18].



Figura 7: Evolución del precio mundial del cobre, años de construcción del proyecto
Fuente: Elaboración propia a base de datos de COCHILCO

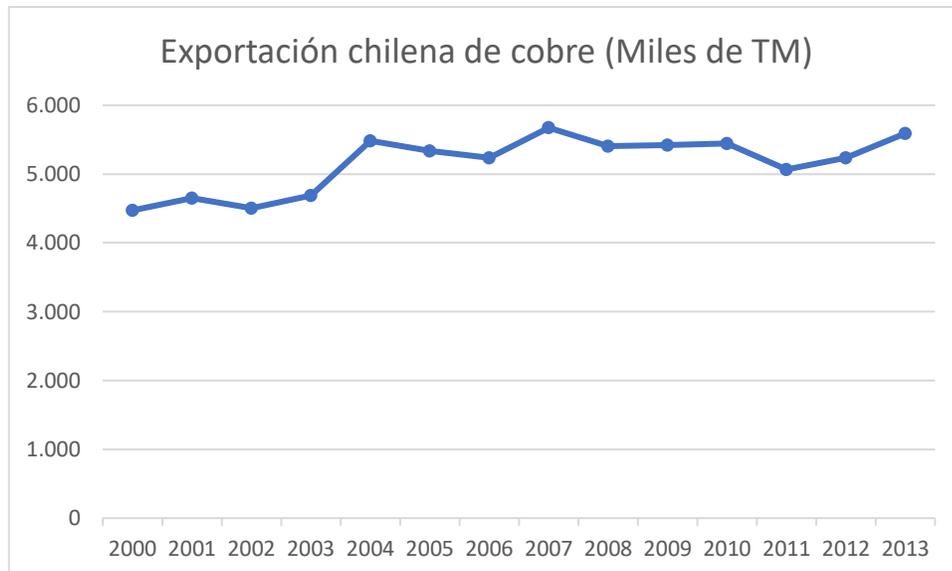


Figura 8: Evolución de la exportación de cobre en Chile, años de construcción del proyecto
Fuente: Elaboración propia a base de datos de COCHILCO

Los gráficos muestran un gran aumento en el precio del cobre, valorizándose un 75% desde el año 2005 al año 2006 y manteniendo un precio de venta superior en comparación a los años anteriores, además de un aumento importante en la cantidad del metal exportado en comparación al comienzo del siglo. Dado lo anterior, el cobre tuvo un salto importante en su producción, exportación y valorización en la etapa de licitación, adjudicación y construcción del embalse Ancoa.

El tipo de análisis respecto a la situación del país en la fase de inversión del proyecto presenta relevancia debido a que según Juan Alberto González, Ingeniero Civil de la DOH, cuando el panorama minero chileno se encuentra en crecimiento o en algún *peak*, las empresas ingenieriles enfocan sus proyectos en la minería y solamente trabajarían con los otros mercados si estos presentan utilidades mayores a lo comúnmente acordado, presentando así mayores precios en las licitaciones a lo que se presenta comúnmente, como es el caso de lo ocurrido en la fase de inversión del embalse Ancoa.

6.3 Etapa ex – post

6.3.1 Licitación

El embalse se licitó en noviembre del año 2007 mediante contratos con serie de precios unitarios, contando con un presupuesto oficial por parte del MOP de \$66.571.800.098 CLP 2019, un monto adjudicado de \$68.320.812.085 CLP 2019 y un presupuesto promedio de los licitantes de \$79.574.914.903 CLP 2019, donde los montos fueron transformados a dinero del año 2019. Cabe destacar que los precios unitarios que fija el Departamento de Construcción para realizar el presupuesto oficial, lo hace mediante información histórica de proyectos anteriores, tomando generalmente la información más reciente.

La tabla 7 muestra la variación desagregada entre el presupuesto oficial utilizado por la DOH, el monto que fue adjudicado por Besalco S.A y su respectiva diferencia tanto en precio como

porcentual. Cabe destacar que estos costos no consideran los valores proforma, evaluados en \$297.677.485 CLP 2019, ni tampoco consideran el IVA.

Descripción	Presupuesto MOP; CLP 2019	Monto adjudicado; CLP 2019	Diferencia entre los montos (CLP)	Diferencia porcentual
Instalación de faena	\$ 2.551.417.198	\$ 3.215.547.163	-\$ 664.129.965	26,0%
Roces, descepes, escarpes y limpieza	\$ 257.942.244	\$ 672.078.649	-\$ 414.136.404	160,6%
Excavaciones abiertas	\$ 2.845.368.093	\$ 2.974.946.286	-\$ 129.578.192	4,6%
Rellenos de la presa	\$13.090.276.446	\$ 15.641.691.804	-\$2.551.415.358	19,5%
Excavación subterránea	\$ 6.552.366.423	\$ 3.437.037.418	\$3.115.329.005	-47,5%
Obras de refuerzo y sostenimientos de excavaciones y estructuras	\$ 1.473.212.357	\$ 2.516.895.902	-\$1.043.683.544	70,8%
Perforaciones e inyecciones	\$ 4.564.947.262	\$ 3.820.013.273	\$ 744.933.988	-16,3%
Hormigones	\$ 8.264.803.771	\$ 5.919.956.712	\$2.344.847.059	-28,4%
Acero	\$ 2.662.829.263	\$ 2.971.725.393	-\$ 308.896.130	-11,6%
Juntas selladas	\$ 391.515.987	\$ 679.631.816	-\$ 288.115.829	73,6%
Instrumentación	\$ 710.529.126	\$ 358.073.663	\$ 352.455.462	-49,6%
Equipos mecánicos y eléctricos	\$ 2.267.704.746	\$ 2.983.437.537	-\$ 715.732.792	31,6%
Adecuación del camino	\$ 1.332.106.747	\$ 879.158.475	\$ 452.948.272	-34,0%
Misceláneos	\$ 439.199.342	\$ 508.742.743	-\$ 69.543.401	15,8%
Gastos ambientales	\$ 313.190.400	\$ 606.259.793	-\$ 293.069.393	93,6%
Variante Rol L – 39	\$ 7.927.602.267	\$ 9.929.573.018	-\$2.001.970.751	25,3%
Total	\$55.645.011.673	\$ 57.114.769.645	-\$1.469.757.972	-2,6%

Tabla 7: Comparación específica de los ítems, licitación del embalse

Fuente: Elaboración propia a base del documento oficial de licitación facilitado por el Departamento de Construcción de Riego de la DOH, año 2007

Si bien el monto adjudicado con el presupuesto oficial del departamento de construcción tiene una variación mínima (solo un 2,6%), cuando estos costos se desagregan se ve una dispersión mayor en los montos, llegando incluso a duplicarse como es el caso de “Roces, descepes, escarpes y limpieza”. A continuación, detallan las principales diferencias en cada uno de los ítems. Cabe destacar que, dado que el contrato se realizó mediante precios unitarios, lo que implica que la DOH entrega cantidad de ítems necesarios y lo que varía es el precio ofertado por cada empresa.

- **Instalación de faena:** Los principales desvíos se explican por diferencias de precios en los ítems: “Oficinas; Bodegas y taller vehículos; Obras de arte y señalización; mantención mensual de caminos; Adecuación camino rol L-39 aguas abajo de la presa”.
- **Roces, descepes, escarpes y limpieza:** Los principales desvíos se explican por diferencias de precios en los ítems: “Descepes; Demoliciones, emparejamientos, retiro y quema de cercas; Tala de árboles y despeje vegetación”.
- **Excavaciones abiertas:** No presenta mayor variación entre los ítems específicos.

- **Rellenos de la presa:** Los principales desvíos se explican por diferencias de precios en los ítems: “Relleno de presa zona N° 2B de la presa; Relleno de presa zona N° 3B; Relleno de presa zona N° 3C de la presa de la presa; Rellenos ataguía; Rellenos de enrocado; Rellenos de nivelación”.
- **Excavación subterránea:** Los principales desvíos se explican por diferencias de precios en los ítems: “túnel de desvío; Rellenos autorizados por la ITO con hormigón H-30”.
- **Obras de refuerzo y sostenimientos de excavaciones y estructuras:** Los principales desvíos se explican por diferencias de precios en los ítems: “Hormigón proyectado b) 2ª capa y siguientes (2.5 cm); Hormigón proyectado (c/fibra) 1ª capa (2.5 cm) y 2ª capa y siguientes (2.5 cm)”.
- **Perforaciones e inyecciones:** Los principales desvíos se explican por diferencias de precios en los ítems:” Perforación; Inyección de lechada; Perforaciones de drenaje en el túnel y caverna”.
- **Hormigones:** Los principales desvíos se explican por diferencias de precios en los ítems:” Hormigón H-15 instalado bajo agua en zapata plinto horizontal; Hormigón H-25 tapones y losetas en portal de entrada y caverna; Pantalla impermeable”.
- **Acero:** El principal desvío se explica por diferencias de precios en el ítem:” Barras de anclaje (A 63-42 H) en plinto: D=25mm; L= 4,2m; inyectada con mortero”.
- **Juntas selladas:** Los principales desvíos se explican por diferencias de precios en los ítems:” Tipo 5 (Pantalla-Vertical, compresión); Junta de Dilatación”.
- **Instrumentación:** Los principales desvíos se explican por diferencias de precios en los ítems:” Asentímetros eléctricos; Medidores juntas en tres direcciones; Pto. de control topográfico”.
- **Equipos mecánicos y eléctricos:** Los principales desvíos se explican por diferencias de precios en los ítems:” Válvula mariposa D=1.500 mm; Curvas y piezas especiales; Tubería D=2.200 mm; Sistema de comando y control”.
- **Adecuación del camino:** El principal desvío se explica por la diferencia del precio considerado para la adecuación del camino tramo presa - sector yacimientos.
- **Misceláneos:** No presenta mayor variación entre los ítems específicos.
- **Gastos ambientales:** Los principales desvíos se explican por diferencias de precios en los ítems:” Empalizadas para estabilización de taludes; Monitoreo de ruido; Otros ambientales”.

- **Variante Rol L – 39:** Los principales desvíos se explican por diferencias de precios en los ítems:” Movimiento de tierras; Capas granulares; Estructuras y obras conexas; Pernos para rocas (pasivos); Revegetar los taludes de derrame del camino”.

Por otra parte, la tabla 8 ilustra la variación entre los precios ofertados por el MOP, el promedio ofrecido por las empresas licitantes, su diferencia porcentual y la desviación estándar de los precios unitarios, donde fueron siete empresas participantes de la licitación pública⁹.

Descripción	Presupuesto MOP; CLP 2019	Promedios licitantes; CLP 2019	Diferencia porcentual	Desvest Precios unitarios
Insalación de faena	\$ 2.551.417.198	\$ 4.680.912.774	83%	127.099.573
Roces, descepes, escarpes y limpieza	\$ 257.942.244	\$ 591.178.941	129%	243.309
Excavaciones abiertas	\$ 2.845.368.093	\$ 3.193.994.201	12%	3.850
Rellenos de la presa	\$ 13.090.276.446	\$ 19.161.842.870	46%	7.374
Excavación subterránea	\$ 6.552.366.423	\$ 4.090.618.820	-38%	77.616
Obras de refuerzo y sostenimientos de excavaciones y estructuras	\$ 1.473.212.357	\$ 1.985.763.664	35%	96.555
Perforaciones e inyecciones	\$ 4.564.947.262	\$ 5.028.982.248	10%	39.628
Hormigones	\$ 8.264.803.771	\$ 7.456.874.750	-10%	57.234
Acero	\$ 2.662.829.263	\$ 3.140.746.214	18%	83.983
Juntas selladas	\$ 391.515.987	\$ 772.588.237	97%	109.105
Instrumentación	\$ 710.529.126	\$ 531.756.911	-25%	3.906.466
Equipos mecánicos y eléctricos	\$ 2.267.704.746	\$ 3.162.676.043	39%	56.846.146
Adecuación del camino	\$ 1.332.106.747	\$ 1.476.801.122	11%	737.423.018
Misceláneos	\$ 439.199.342	\$ 635.038.760	45%	5.495.354
Gastos ambientales	\$ 313.190.400	\$ 822.373.574	163%	13.554.419
Variante Rol L – 39	\$ 7.927.602.267	\$ 9.267.449.614	17%	1.336.012.072
Total	\$ 55.645.011.673	\$ 65.999.598.741	19%	-

Tabla 8: Comparación específica de precios ofertados por el MOP, promedio ofrecido por las empresas licitantes, su diferencia porcentual y la desviación estándar de los precios unitarios

Fuente: Elaboración propia a base del documento oficial de licitación facilitado por el Departamento de Construcción de Riego de la DOH, año 2007

⁹ Las empresas participantes fueron Constructora Arauco, Constructora BCF – Belfi, Constructora CON – PAX, BESALCO, DRAGADOS, OAS y Queiroz Galvao.

Los precios unitarios de la licitación presentan una desviación estándar muy alta, lo que significa que existe una gran variación entre los distintos precios ofertados, por lo que no existe un estándar de ofrecimiento de precios, sino que cada empresa tiene su forma de calcular los precios unitarios al momento de optar por licitar un proyecto, donde nuevamente, habiendo solamente un 19% de diferencia en el total, “Roces, descepes, escarpes y limpieza” y “Gastos ambientales” duplican su valor.

El detalle de la diferencia entre los montos licitados y ofertados por el MOP se encuentra en Anexo II, tabla 2.

6.3.2 Etapa de construcción

El contrato inició el 11 de febrero del año 2008, con la entrega del terreno a la empresa constructora un mes después del inicio del contrato. A continuación se analiza en detalle las distintas modificaciones de contrato que presentó la obra, además de la diferencia entre el monto adjudicado y el monto real ejecutado del embalse. El contrato de construcción tuvo más de doscientas reclamaciones, no todas estas aceptadas, lo que concluye en once variaciones efectivas, tal como lo muestra la tabla 8, donde el resultado de estas modificaciones implicó un sobrecosto de un 33% a la obra. Nuevamente para una mejor comprensión del lector, los montos fueron transformados a dinero del año 2019. Cabe destacar que en el Anexo II, tabla 3, se encuentra el detalle de todos los sobrecostos incurridos en el embalse Ancoa.

Convenio	Fecha	Monto CLP 2019	Monto acumulado CLP 2019	Porcentaje desvío
0	26-11-2007	\$ 68.320.812.085	\$ 68.320.812.085	0,0%
1	03-04-2009	\$ 912.442.686	\$ 69.233.254.771	1,3%
2	19-06-2009	\$ 1.459.354.741	\$ 70.692.609.512	2,1%
3	27-08-2009	\$ 4.555.771.785	\$ 75.248.381.297	6,7%
4	23-11-2009	-\$ 212.460.599	\$ 75.035.920.699	-0,3%
5	06-09-2010	\$ 10.147.190.348	\$ 85.183.111.047	14,9%
6	15-11-2011	\$ 5.802.163.079	\$ 90.985.274.125	8,5%
7	08-06-2012	\$ 0	\$ 90.985.274.125	0,0%
8	27-09-2012	-\$ 4.132	\$ 90.985.269.994	0,0%
9	27-11-2012	\$ 0	\$ 90.985.269.994	0,0%
10	31-12-2012	-\$ 188.562	\$ 90.985.081.431	0,0%
11	20-12-2013	-\$ 2.242	\$ 90.985.079.190	0,0%
		\$ 90.985.079.190		33,2%

Tabla 9: variación montos del contrato durante la construcción

Fuente: Elaboración propia a base de resoluciones exentas de modificación de contrato proyecto Embalse Ancoa facilitados por el Departamento de Construcción de Riego de la DOH

Dentro de los porcentajes de desvío de las modificaciones, a continuación, se muestra en detalle las principales variaciones. Estas variaciones son tomadas como sobrecostos debido a que son obras o materiales que no estaban considerados en el presupuesto original.

- **Modificación n° 3:** Corresponde a una obra extraordinaria¹⁰ de construcción de camino entre Roblería y Piuquenes.
- **Modificación n° 5:** Corresponde a un aumento en escarpes, excavaciones abiertas en el vertedero, aumento de la cantidad de malla acma para estabilización de taludes, además de una obra extraordinaria de sostenimiento en la ladera norte de construcción
- **Modificación n° 6:** Recae en rellenos de la presa en las zonas N°3, un aumento en la cantidad de hormigón y misceláneos de la obra. Además, contempla una obra extraordinaria para transporte de materiales desde yacimiento Chupallar

Estas modificaciones implicaron un retraso del proyecto de 463 días, donde en un comienzo el contrato establecía un tiempo de duración de 1260 días, lo que concluyó en una construcción del proyecto en 1723 días (37% de plazos fuera del tiempo considerado). Cabe destacar que un retraso en el proyecto y por ende agregar plazo extra de tiempo tiene una implicancia directa en los costos del embalse, aumentando los gastos generales y costos fijos, teniendo que mantener las instalaciones y organizaciones por un mayor periodo.

Si bien el término de la construcción de la obra se realizó en el año 2012 y el acta de recepción provisional de la construcción del embalse Ancoa fue realizada en el año 2013, el acta de recepción definitiva se realizó el año 2018 debido a problemas con las válvulas del embalse. El contrato de construcción del embalse Ancoa al año 2020 aún pasa por un proceso de liquidación por temas administrativos de CGR pero que no afecta al costo final de la obra, afirman desde la DOH.

El proyecto presenta un volumen de aguas muertas de 1.310.000 m³, una capacidad total de 78.500.000 m³, una cota de evacuador crecidas de embalse de 745 metros sobre el nivel del mar y gastos involucrados en el control, gestión y vigilancia del embalse de \$384.772.120 anuales en el año 2020.

Con el fin de ilustrar el trabajo de título, la figura 9 muestra al embalse Ancoa en su etapa de construcción, mientras que en la figura 10 se puede ver el embalse finalizado.

¹⁰ Una obra extraordinaria es aquella que no estaba prevista en el diseño y es necesario realizarla para completar la construcción de la obra.



Figura 9: Embalse Ancoa en etapa de construcción
Fuente: Página oficial de BESALCO, empresa contratista del embalse Ancoa



Figura 10: Embalse Ancoa finalizado
Fuente: Página oficial de BESALCO, empresa contratista del embalse Ancoa

6.4 Comparación ex – ante con ex – post

La tabla 9 muestra la variación de costo que tuvo el embalse Ancoa en los distintos casos de estudio, partiendo del primer estudio de factibilidad realizado el año 2.000 hasta el monto final de la obra.

Cabe destacar que la variación porcentual de precios mostrada en la tabla 9 considera las distintas tasas de inflación entre los años de los casos de estudio y el término de la obra¹¹, considerando como punto de comparación el año 2019 para una mejor comprensión del lector.

Caso de estudio	Monto CLP 2019	Porcentaje variación c/r monto final
Estudio Factibilidad AC INGENIEROS (2000)	\$ 39.016.565.436	133%
Estudio Factibilidad SMI INGENIEROS (2003)	\$ 46.621.271.463	95%
Estudio Diseño SMI INGENIEROS (2004)	\$ 46.298.920.346	97%
Monto adjudicado (2007)	\$ 68.320.812.085	33%
Monto final (2013)	\$ 90.985.079.190	

Tabla 10: variación de montos histórico embalse Ancoa

Fuente: Elaboración propia a base de capítulos anteriores de la memoria

Por otro lado, la tabla 10 muestra la variación desagregada comparando el diseño del proyecto con lo realmente gastado. Nuevamente, los precios fueron llevados al año 2019 para una mejor comprensión del lector. Cabe destacar que estos precios no incluyen IVA ni las obras extraordinarias.

Descripción	Monto estudio de diseño CLP 2019	Monto real CLP 2019	Porcentaje de variación
Instalación de faena	\$ 818.959.200	\$ 3.013.893.053	268%
Roces, descepes, escarpes y limpieza	\$ 184.334.165	\$ 1.987.332.601	978%
Excavaciones abiertas	\$ 2.512.351.300	\$ 4.576.596.734	82%
Rellenos de la presa	\$ 8.710.046.754	\$ 17.075.974.772	96%
Excavación subterránea	\$ 2.529.851.600	\$ 2.958.317.837	17%
Obras de refuerzo y sostenimientos de excavaciones y estructuras	\$ 819.467.674	\$ 5.266.567.862	543%
Perforaciones e inyecciones	\$ 1.768.482.535	\$ 3.823.923.938	116%
Hormigones	\$ 4.778.927.191	\$ 6.595.568.691	38%
Acero	\$ 2.586.429.501	\$ 3.293.480.045	27%
Juntas selladas	\$ 387.679.540	\$ 729.673.565	88%
Instrumentación	\$ 700.999.706	\$ 356.841.213	-49%
Equipos mecánicos y eléctricos	\$ 1.491.641.056	\$ 2.889.447.791	94%
Adecuación del camino	\$ 6.973.416.533	\$ 879.158.475	-87%
Misceláneos	\$ 81.239.495	\$ 987.402.763	1115%
Gastos Ambientales	\$ -	\$ 447.204.958	
Variante Rol L – 39	\$ 4.562.829.504	\$ 9.674.518.276	112%
Total	\$ 38.906.655.753	\$ 64.555.902.573	66%

Tabla 11: variación de montos desagregados comparación diseño – monto final

Fuente: Elaboración propia a base de capítulos anteriores de la memoria, comparación años 2004 – 2013

¹¹ Para realizar ese cálculo y tener un valor exacto de los niveles de inflación de los respectivos años, se utilizó la página web <https://www.dineroentempo.com/peso-chileno>.

Por otra parte, la tabla 11 representa la variación existente entre el presupuesto oficial entregado por Besalco S.A. y lo realmente gastado por la empresa constructora. Cabe destacar que estos precios no incluyen IVA ni las obras extraordinarias.

Descripción	Monto presupuestado CLP 2019	Monto real CLP 2019	Porcentaje de variación
Instalación de faena	\$ 3.214.710.156	\$ 3.013.893.053	-6%
Roces, descepes, escarpes y limpieza	\$ 671.903.707	\$ 1.987.332.601	196%
Excavaciones abiertas	\$ 2.974.171.907	\$ 4.576.596.734	54%
Rellenos de la presa	\$ 15.637.620.273	\$ 17.075.974.772	9%
Excavación subterránea	\$ 3.436.142.757	\$ 2.958.317.837	-14%
Obras de refuerzo y sostenimientos de excavaciones y estructuras	\$ 2.516.240.754	\$ 5.266.567.862	109%
Perforaciones e inyecciones	\$ 3.819.018.924	\$ 3.823.923.938	0%
Hormigones	\$ 5.918.415.748	\$ 6.595.568.691	11%
Acero	\$ 2.970.951.853	\$ 3.293.480.045	11%
Juntas selladas	\$ 679.454.908	\$ 729.673.565	7%
Instrumentación	\$ 357.980.457	\$ 356.841.213	0%
Equipos mecánicos y eléctricos	\$ 2.982.660.949	\$ 2.889.447.791	-3%
Adecuación del camino	\$ 878.929.630	\$ 879.158.475	0%
Misceláneos	\$ 508.610.317	\$ 987.402.763	94%
Gastos Ambientales	\$ 606.259.793	\$ 447.204.958	43%
Variante Rol L – 39	\$ 9.929.573.018	\$ 9.674.518.276	-3%
Total	\$ 57.114.769.645	\$ 64.555.902.573	13%

Tabla 12: Variación de montos desagregados comparación presupuesto licitación – monto final
Fuente: Elaboración propia a base de capítulos anteriores de la memoria, comparación años 2007 – 2013

La tabla 12 muestra las variaciones técnicas del proyecto con respecto a lo pronosticado en el diseño y lo efectivamente construido.

Características	Medida ex - ante	Medida ex - post	Variación
Volumen útil embalsado	80.000.000 m ³	78.500.000 m ³	2%
Volumen de aguas muertas	2.260.000 m ³	1.310.000 m ³	72.5%
Cota evacuador crecidas de embalse	745 m.s.n.m	745 m.s.n.m	0%

Tabla 13: Variaciones técnicas del proyecto etapa ex – ante con respecto a ex – post
Fuente: Elaboración propia a base de capítulos anteriores de la memoria

Por último, en la etapa de factibilidad se esperaba un tiempo de construcción de 1.065 días (tres años) y el proyecto demoró 1.723 días en ser construido (4,7 años), lo cual presenta un exceso de plazo comparativo con la etapa pre-operativa del proyecto de un 61%.

6.5 Explicación de las diferencias observadas

Para comparar lo ocurrido con el embalse Ancoa se ocupan las distintas fases del ciclo de vida de un proyecto. El ciclo de un proyecto comienza con la fase pre-inversión o de formulación, donde se formula el proyecto utilizando la información que tiene la mayor incertidumbre con la finalidad de ver el posible éxito o fracaso de un proyecto de inversión, sin necesariamente incurrir en un gasto excesivo en los estudios previos. Una vez terminada satisfactoriamente esta fase, se procede a realizar el diseño, el cual es plano oficial y definitivo para las obras de construcción de ingeniería y arquitectura, procediendo posteriormente con la ejecución del proyecto. [19]

En el caso del embalse Ancoa, se compara a partir del estudio de factibilidad del proyecto, el cual corresponde a la última etapa en la fase de formulación de un proyecto. Solo se considera los estudios realizados cuando se retomó el proyecto en 1999 no considerando así los estudios realizados en los años 50’.

6.5.1 Estudio de factibilidad

El estudio de factibilidad tiene como objetivo descubrir de una manera objetiva y racional las debilidades y fortalezas del proyecto en cuestión, realizando estudios con el fin de conocer el mercado, tamaño, ubicación, tecnología de la obra, costo e inversiones necesarias además de su financiamiento, tecnología de la obra, entre muchos otros. De este estudio se espera tomar la decisión de continuar con la obra y mejorarla realizando el estudio de diseño, o abandonar el proyecto debido a que no es conveniente, oportuno o viable. [20]

Presentado anteriormente, el embalse Ancoa posee dos estudios de factibilidad realizados por dos instituciones diferentes, esto debido a la propuesta de cambiar el sitio original de construcción de la obra.

Los estudios de factibilidad presentan la mayor variación respecto al valor real del proyecto, esto debido a que en una etapa de factibilidad no se tiene el nivel de desarrollo del proyecto para evaluar todas las variables y llegar a un monto preciso del valor de la obra. Además, este tipo de estudios solo considera la ingeniería conceptual, llegando hasta la ingeniería básica del proyecto.

La diferencia presente respecto al estudio de factibilidad de AC INGENIEROS es de un 133% y la de SMI INGENIEROS de 93% respecto al valor real de la obra. Por otra parte, destaca el hecho de que entre los estudios de factibilidad realizados y el comienzo de la construcción de la obra hay ocho y cinco años respectivamente. Como se menciona anteriormente, este tipo de estudios son importantes ya que entregan la primera estimación de costos de obra, y permiten que el organismo regulador entregue la aprobación del presupuesto indicado, el cual en el caso a estudiar es el Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

6.5.2 Diseño definitivo

Si bien, el estudio de factibilidad puede ser el instrumento utilizado para la realización de una obra de construcción, cuando se trata de proyectos complejos que implican una gran inversión, como es el caso del embalse Ancoa, es necesaria la creación de un diseño donde además de realizar distintos estudios de ingeniería de detalle y de terreno, se programen las acciones y actividades que

garantizan la operación oportuna del proyecto. Lo anterior indica que este es el estudio más detallado realizado previo al comienzo de construcción de la obra, por lo que es de esperar que su nivel de proximidad a lo efectivamente ocurrido sea preciso. [20]

Una vez finalizado el diseño definitivo de la obra, se puede tener una idea clara respecto al costo que el proyecto posee para buscar las distintas fuentes de financiamiento, las cuales en una obra realizada por privados puede ser mediante apoyo de inversionistas o capital propio, emisión de acciones o bonos, con la utilización de créditos de bancos, leasing (arrendamiento financiero) o una mezcla de ellas. Tomando en cuenta que los embalses y grandes obras de riego utilizan generalmente un financiamiento mixto entre las distintas fuentes y, bajo el supuesto de que los proyectos privados buscan financiar el proyecto utilizando la menor cantidad de capital propio, los diseños definitivos de las obras privadas tienden a ser conservadores con el precio con el fin de obtener mayor financiamiento por créditos y operaciones financieras, por lo que es posible que el estudio de diseño pueda estar sobrevalorado y no ser fidedigno al momento de hacer comparaciones con el valor final de la obra (caso mundo privado). [20]

En el caso del mundo público generalmente ocurre todo lo contrario. Para obtener el financiamiento del ente encargado de fiscalizar y aprobar los proyectos, estos proyectos tienden a ser infravalorados como fue explicado en el marco teórico del informe¹², esto con el fin de la adjudicación del proyecto o para que el proyecto sea aprobado, por lo que también existe un sesgo al momento de comparar respecto al valor final de la obra y el monto final entregado en la etapa de diseño (y en la etapa de factibilidad) tiende a ser más bajo de lo que efectivamente es.

En reuniones celebradas con integrantes del Departamento de Construcción de Riego y el Departamento de Proyectos de Riego, indicaron que el embalse en un comienzo iba a ser concesionado y no realizado mediante el decreto con fuerza de ley N° 1.123. En un comienzo se había acordado de que la presa tendría una capacidad de 120.000.000 metros cúbicos, lo cual mediante negociaciones con el Departamento de Concesiones, se procedió a bajar a una presa de 80.000.000 metros cúbicos, entregando un plazo de 5 meses para la construcción del diseño definitivo de la obra debido a una presión política. Este corto plazo podría haber impactado en el desarrollo de la ingeniería en detalle para la formulación del diseño del embalse, traduciéndose en costos y plazos extra.

En el caso del embalse Ancoa, la diferencia entre el costo estimado del diseño final y el valor real de la obra es de un 97%. Esta cifra es preocupante dado que el diseño definitivo busca acercarse lo más posible a la realidad de lo que va a ser la obra de construcción y la diferencia fue cercana al doble de lo presupuestado.

Si bien el sobre costo total de la obra comparado al diseño es casi el doble del costo real, hay ciertos ítems específicos, como lo indica la tabla 10, que presentan variaciones en sus montos excesivamente grandes, como lo es el caso de los “roces, descepes, escarpes y limpieza”, con un 989% de variación, “obras de refuerzo y sostenimientos de excavaciones y estructuras” presentando 549% de variación y los “misceláneos”, donde se integran todos los extras o ítems de imprevisto, con una variación de 1128%.

¹² Parte 3.4 Motivación en los sobrecostos.

El sobre costo de los escarpes se justifica debido a un error en el estudio de diseño ya que los escarpes de los yacimientos no estaban dentro del proyecto, por lo que se tuvo que re evaluar ese ítem en específico, generando todos los costos involucrados a la realización de este ítem, indica profesional de la DOH.

Por otra parte, las “obras de refuerzo y sostenimientos de excavaciones y estructuras” es uno de los ítems más complejos al momento de estimar costos en una obra civil de esta magnitud. Cuando se efectúa el estudio de suelo se realizan una cantidad de sondajes para caracterizar el tipo de suelo con el que se trabaja. Sin embargo, esto es una representación o aproximación del suelo que realmente existe en el sitio, debido principalmente a la heterogeneidad que presenta naturalmente las distintas capas de suelo. En otras palabras, no es factible tener un conocimiento total de la calidad del suelo a trabajar, pero si es importante seguir normas y/o estándares para lograr una aproximación lo más cercana posible.

Para el caso estudiado del proyecto embalse Ancoa, es posible que el estudio de suelos no haya logrado caracterizar o identificar todos los tipos de suelos presentes en el sitio. Esto podría impactar directamente en la ingeniería, planificación y de los costos del proyecto previstos en las etapas anteriores a la construcción, debido a que las formas de trabajar los distintos tipos de suelos no son las mismas, es más, presentan procesos constructivos distintos.

En reuniones celebradas con la DOH, indican que no se realizaron la cantidad de sondajes necesarios para lograr conseguir una estimación cercana del suelo con el que se iba a trabajar, solamente realizando aproximaciones con los recursos con los que se contaban y con información histórica de lo ocurrido en proyectos anteriores.

El estudio de diseño del embalse en cuestión fue realizado hace aproximadamente veinte años atrás respecto al presente informe, donde en ese entonces para realizar los distintos estudios previos se seguía la normativa internacional y se traía a expertos internacionales para obtener una visión experta del tema, indican profesionales del MOP. Desde el 2014 la DOH cuenta con un manual básico de diseño que posee la base de lo que se debe realizar para la construcción de una presa. Un embalse al ser una gran y compleja obra de ingeniería no puede tener un recetario fijo debido a que cada obra es distinta y con distintas complejidades. Este manual considera todo el tecnicismo básico, pero no cuenta con ninguna obligación.

Es importante mencionar que el estudio de diseño no incluía costos en gastos ambientales, los cuales presentaron un 0,8% del valor total de la obra.

6.5.3 Licitación

El presupuesto promedio entre las empresas licitantes es el que más se aproxima al monto real del embalse, subestimado el precio real solamente en un 14%, donde el caso de la empresa Dragados que fue la que licitó al mayor precio, con un valor de \$84.857.486.499 CLP 2019, solo presenta una variación de un 7% con el monto real de la obra.

Por otra parte, la diferencia entre el presupuesto oficial del MOP con el valor real del proyecto es de un 37%, cuatro puntos porcentuales más alto que lo ocurrido con el monto adjudicado. Todos los presupuestos de las empresas en la licitación fueron más altos que lo predicho por el ministerio.

Tal como lo muestra la tabla 7, existe una gran variación en los ítems desagregados entre el MOP y el promedio de las empresas licitantes. Partidas en las que se esperaría una variación mínima dado que, al ser una licitación por precios unitarios, las cantidades ya están previamente entregadas por el ministerio y lo único que varía es el precio propuesto por los demandantes, presentaron un desvío porcentual alto. Partidas como “Acero”, “Instalación de faena” y “Equipos mecánicos y eléctricos” presentan una variación promedio al precio recomendado por el ministerio de 115%, 453% y 118% respectivamente, donde los últimos dos presentan la mayor desviación estándar de los precios unitarios ofrecidos.

De lo anterior se concluye que, las empresas licitantes en general entregan precios muy elevados respecto al valor de mercado, o que por parte del ministerio no existe una claridad respecto a los costos para cada una de las partidas o existe alguna motivación para subestimar los costos, no descartando que la causa sea una mezcla de los argumentos mencionados anteriormente. Lo anterior era de esperarse basado en lo explicado en el marco teórico respecto al *Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or Lie?*, de Flyvbjerg, donde se explica que la subestimación de costos no puede ser explicada por un error y se explica de mejor manera como una tergiversación estratégica donde afirma que miembros del mundo público que valoran los números honestos no deben confiar en las estimaciones de costos y los análisis de costo-beneficio producidos por las empresas postuladoras de proyectos y sus analistas,

Por parte del ministerio, indican que al momento de licitar la obra del embalse Ancoa, se toma como base el diseño definitivo del embalse para saber la cantidad específica de cada ítem que se necesita, y para calcular los precios que estos poseen, se realiza una comparación con proyectos similares licitados anteriormente, enfatizando los proyectos con mayor cercanía de fecha y ajustando los precios,

Otra explicación que se le puede dar a la diferencia en la etapa de licitación es debido a que en el año cuando se licitó el proyecto, el país tenía una tasa crecimiento altísima (6,3% para el año 2006), y la actividad minera estaba en su máximo esplendor con un cobre valorizado un 75% con respecto al año 2005, por lo que las empresas de ingeniería estaban enfocadas en realizar trabajos en el rubro minero que presentaban una mayor utilidad y no prestándole tanta atención a los proyectos hidráulicos o de otra índole. Solamente trabajarían con otros mercados si estos presentan utilidades mayores a lo acordado, según Juan Alberto González, Ingeniero Civil MOP.

6.5.4 Construcción

Cuando se compara el precio presupuesto oficial con el monto real de la obra, tal como lo muestra la tabla 11, los ítems que presentan un mayor costo extra son “Roces, descepes, escarpes y limpieza” y “Obras de refuerzo y sostenimientos de excavaciones y estructuras” y “Misceláneos” con un 196%, 109% y 94% respectivamente. Cabe destacar que el 33% de sobrecostos que posee el embalse Ancoa está notoriamente bajo la media mundial de 96% de costos extras en proyectos de embalses.

Como era de esperarse, estos son los mismos ítems que presentaron la mayor desviación en la comparación con el diseño y sus motivos fueron explicados anteriormente¹³ variando solamente

¹³ Donde se concluye que los principales costos extras en la construcción son provocados por el estudio de diseño.

“Misceláneos” que presentó una variación de 1128% respecto a la parte de diseño. “Misceláneos” es un ítem de las partidas extras o que no entran en las partidas anteriores. Este es determinado por parte de la DOH en base a la experiencia de embalses anteriores, las condiciones específicas del embalse¹⁴ y lo ofrecido históricamente por los ofertantes. En el caso particular del embalse Ancoa la proyección de gastos en esta partida fue lejos de lo esperado, generando sobrecostos de casi doble en este ítem en específico.

Si bien, la diferencia global entre el presupuesto y el gasto real del proyecto es de un 33%, cuando se desglosan los ítems las variaciones aumentan considerablemente. La tabla 13 ilustra lo ocurrido en “Obras de refuerzo y sostenimientos de excavaciones y estructuras”, donde si bien la variación porcentual fue de 109%, los ítems presentan una gran variación desglosada, muchos de ellos con una variación de un -100% (no fueron tomados en cuenta en la obra) y otros tres ítems con variaciones sobre 400%.

Descripción	Variación monetaria CLP 2019	Variación Porcentual
En excavaciones abiertas hormigón proyectado		
a) 1ª capa (2,5 cm)	\$ 115.568.473	82%
b) 2ª capa y siguientes (2.5 cm)	\$ 22.270.524	10%
En excavaciones subterráneas (en el frente) Hormigón proyectado (c/fibra)		
1ª capa (2.5 cm)	-\$ 72.545.626	-100%
2ª capa y siguientes (2.5 cm)	-\$ 158.457.424	-100%
Suministro	\$ 32.891.082	84%
Malla Acma	\$ 22.163.814	80%
Colocación	\$ 23.565.436	32%
Hormigón proyectado (e=5 cm c/fibra)		
1ª capa	\$ 50.647.956	104%
2ª capa y siguientes	-\$ 44.748.963	-100%
En excavaciones subterráneas (detrás del frente) hormigón proyectado (s/fibra)		
1ª capa	-\$ 66.835.356	-36%
2ª capa y siguientes	-\$ 97.532.022	-19%
Hormigón proyectado (c/fibra)		
1ª capa (2.5 cm)	\$ 166.068.814	437%
2ª capa y siguientes(2,5 cm)	\$ 696.835.801	781%
Malla de alambre	-\$ 2.874.671	-15%
Pernos de anclaje L=4,2 m		
en excavación subterránea	\$ 265.893.865	66%
en excavación abierta	\$ 241.081.372	96%
Pernos adicionales de 0,5 metros	-\$ 17.707.369	-38%
Malla Acma para estabilización de taludes	\$ 1.573.386.256	1160%

Tabla 14: variación desglosada en Obras de refuerzo y sostenimientos de excavaciones y estructuras
Fuente: Elaboración propia en base a las modificaciones del contrato embalse Ancoa facilitado por el Departamento de Construcción de Riego de la DOH, correspondientes a los montos finales de la obra (2013)

¹⁴ Ver la existencia de plantas, materiales y centros de distribución cerca de la localización del embalse.

Cabe destacar que dentro de los precios que presentan un mayor costo en la obra, está la “Adecuación de caminos” y la “Variante Rol L – 39” que corresponde a la creación de un nuevo camino para la obra, los que en conjunto representan un 12% del total de la construcción. Eventualmente, esto podría considerarse ser contratado por una empresa aparte a la empresa constructora con el fin de aumentar la competencia y disminuir aún más los costos.

Por último, el embalse Ancoa presenta plazos extra de un 37%, siete puntos porcentuales bajo el promedio mundial de plazos extras analizados en el marco teórico. Estos plazos extras son explicados por las once modificaciones de contratos que el embalse posee debido a las reclamaciones de la empresa constructora.

6.6 Comparación con otros embalses.

Para finalizar el estudio del embalse Ancoa y medir su desempeño se procedió a realizar una comparativa con otros proyectos hidráulicos de riego del MOP, registrado en la tabla 14. La tabla muestra el costo final de cada uno de estos embalses, el respectivo sobrecosto que tuvo respecto al precio licitado, la capacidad en metros cúbicos de agua embalsada, el costo que implicada cada metro cubico embalsado y el costo respecto a la cantidad de hectáreas a las cuales el respectivo embalse asegura el riego. Cabe mencionar que nuevamente todos los precios de los proyectos fueron llevados a pesos chilenos del año 2019 para una mejor comprensión del lector.

Nombre del embalse	Costo CLP 2019	% de Sobrecosto	Capacidad (m ³)	Costo por m ³	Costo por superficie beneficiada (CLP/ HA)
Ancoa	\$90.985.079.190	33,17%	80.000.000	\$ 1.137	\$ 2.527.363
Santa Juana	\$37.288.450.630	28,77%	166.000.000	\$ 183	\$ 3.107.233
Puclaro	\$54.404.384.521	17,71%	209.000.000	\$ 212	\$ 2.628.113
Paloma	\$171.722.431.531	S/I	750.000.000	\$ 229	\$ 3.179.903
Corrales	\$36.554.185.392	16,53%	50.000.000	\$ 594	\$ 3.362.082
El Bato	\$41.519.880.000	30,32%	26.000.000	\$ 1.298	\$ 9.885.246
Chacrillas	\$57.772.300.778	79,5%	31.000.000	\$ 1.864	\$ 8.136.994

Tabla 15: Comparación de rendimiento embalses chilenos

Fuente: Elaboración propia en base a Evaluación Ex Post Embalse Puclaro y Boletín Información Pluviométrica, Fluviométrica, Estado de Embalses y Aguas Subterráneas (N° 504 Abril 2020) [21]

Si bien el embalse Ancoa es el tercero más caro cuando se mide respecto al costo por metro cubico embalsado y es el embalse de los estudiados que presentó el segundo mayor sobrecosto respecto al monto licitado, este es el más eficiente respecto al costo por superficie beneficiada.

7. Recomendaciones y propuestas de solución a oportunidades de mejora

7.1 Método de desarrollo de los proyectos DOH

Al considerar el hecho de que la DOH tiene como desafío el gestionar grandes proyectos e inversiones además de optimizar todos sus procesos para obtener el mejor resultado, es importante analizar metodologías alternativas o diferentes de desarrollo de sus propósitos. Son numerosos los países que han conseguido mejores resultados a partir de un cambio metodológico en la forma de realizar sus proyectos.

Los proyectos de embalse de riego siguen un esquema Diseño-Licitación-Construcción (Design-Bid-Build), el cual se caracteriza por ser el método tradicional para la entrega de proyectos en donde el estado contrata entidades separadas para el diseño y construcción de la obra. Tal como lo indica el nombre, este tipo de métodos posee tres fases secuenciales, la fase de diseño, la fase de licitación y la fase de construcción.

Este tipo de contratos poco colaborativos genera que el diseñador con el licitante no posean contacto alguno, evitando retroalimentarse el uno con el otro y, por lo tanto, no poseer ninguna obligación entre las partes, donde es el propietario (en este caso la DOH) quien asume todo el riesgo, dejando a la empresa constructora exenta de posibles errores en el diseño. Otro tipo de riesgo potencial que DBB conlleva es el hecho de la vulnerabilidad por parte del propietario a las órdenes de cambio, demoras y costos adicionales iniciados por el contratista, además del hecho de que toda la parte de licitación genera una gran ventana de tiempo, retrasando los plazos del proyecto y pudiendo ser un factor generador de modificaciones de obra. [22]

Es importante mencionar que este tipo de métodos no solamente poseen aspectos negativos, la teoría indica que DBB probablemente resulte en costos de construcción más bajos debido a la competencia que se encuentra en la fase de construcción, además de que el equipo de diseño vela por la calidad del diseño y los intereses del propietario, ayudando, entre otras cosas, a establecer precios razonables para la evaluación del proyecto. [22]

Dado lo anterior, a continuación, se muestran formas alternativas de llevar a cabo estos tipos de proyectos, explicándolos y mostrando información empírica internacional. Se propone a la DOH revisar en detalle estas alternativas con sus beneficios y contras para su futura implementación en un plan piloto.

7.1.1 Alternativas de desarrollo de proyectos

Design-Build (DB): Es un método en el cual los servicios de diseño (*design*) y construcción (*build*) son realizados por una sola empresa, consiguiendo que las dos partes estén más integradas existiendo un único contrato de responsabilidad, disminuyendo así los riesgos para el propietario y solapando el diseño con la construcción, disminuyendo el cronograma de entrega del proyecto.

Es decir, a diferencia de los proyectos que ocupan el método DBB, el método DB elimina la parte de licitación del proyecto y el diseñador-constructor es la entidad legal y responsable frente al propietario por errores u omisiones de los costos producidos durante la construcción. Otros

beneficios de este tipo de método es la mayor flexibilidad en la adjudicación del contrato, mayor calidad de trabajo, mayor certeza en los costos, menor cantidad de reclamos, entre otros.

Los proyectos de inversión pública en USA que utilizan el método DB están en constante crecimiento, donde *David Gehrig* en su estudio realizado el año 2015 indica los beneficios analizados en los proyectos públicos realizados en distintos condados del estado de California mediante el método *Design-Build*. Estos proyectos fueron adjudicados en base al “mejor valor” y no al “mejor postor”, donde generalmente los proyectos tuvieron un costo inferior a lo estipulado y con un plazo de entrega acorde a las fechas propuestas. [23]

Por otra parte, datos del Departamento de Construcción de *Hong Kong Polytechnic University* muestran como la adopción de un sistema de DB en el sector público ha ido en constante crecimiento, siendo de un rango del 2% a comienzos de los 90’, terminando la década con una adopción de un 46% de este tipo de métodos. La explicación de esto son los beneficios que esto implica para el sector público, donde destaca el hecho de un único punto de responsabilidad, lo que incrementa la productividad, una mayor certeza en los tiempos y costos, la participación cercana de los consultores del diseño en la construcción lo que produce una mayor apreciación de la capacidad de construcción e introduce la oportunidad de innovar para la realización del diseño, entre otros. [24]

Es importante destacar que los proyectos DB no están exentos de problemas. Si bien los datos indican el crecimiento mundial de este tipo de proyectos, es necesario entender los problemas que ha presentado el método. Dentro de los problemas relacionados, se destacan a continuación los que posiblemente podrían presentarse en la DOH. [24]

Conflictos de interpretación de los requerimientos de la DOH, falta de confianza entre la empresa realizadora y la institución, problemas técnicos, de ética o profesionalismo por parte de la empresa consultora. Además, destaca el control restringido que puede tener la DOH y la forma de interactuar con el diseñador, problemas políticos respecto a la aprobación de procesos y cambios tardíos que quieran hacerse en el proyecto. [24]

Construction manager / General contractor (CM/GC): Este método de gestión de proyectos implica que la DOH contrate por separado al diseñador y al constructor de la obra, pero contratando un manager externo de construcción, el cual desarrolla servicios de asesoría de construcción en la etapa de diseño, posteriormente desempeñando funciones de contratista general (general contractor) en la construcción del proyecto. A diferencia del sistema BBD, el encargado está presente desde la etapa de diseño de la obra y controla toda la fase de construcción de la obra. Bajo este método, el CMGC es el que toma el gran parte del riesgo del proyecto, dado que se entrega un precio máximo garantizado durante la fase de diseño. [25]

Este tipo de métodos presenta ventajas como un rápido seguimiento de las actividades de diseño y construcción implicando un ahorro considerable de tiempo, permite recomendaciones de innovación en el diseño, fijación de costos y una minimización de riesgos. [25]

El método CM/GC se divide en tres diferentes partes, primero se desarrolla el proyecto (pre factibilidad en este caso) y se elige al CMGC, luego se realizan todos los estudios previos a la construcción de la obra y se define un presupuesto máximo, donde cualquier costo sobre este presupuesto, es pagado por la empresa del CMGC. Por último, se realiza la construcción de la obra

donde es el CMGC el encargado y la DOH debe proporcionar un método para revisar y responder a los problemas de construcción compatibles con el contrato. [25]

Dentro de las limitaciones destaca el hecho de la inexistencia de competitividad al negociar el precio del proyecto, un presupuesto máximo puede tener un precio elevado para incertidumbres y disputas sobre cambios del proyecto. Además, la visión del CMGC no necesariamente se traduce en una mejor calidad de diseño. [25]

La tabla 15 muestra la diferencia en distintos aspectos entre DB, DBB y CM/GC en una comparación de distintos proyectos en Estados Unidos realizado por *American Society of Civil Engineers*.

Métrica	DB vs. DBB	CM/GC vs. DBB	DB vs. CM/GC
Costo	6.1% más bajo	1.6% más bajo	4.5% más bajo
Tiempo de construcción	12% más rápido	5.8% más rápido	7% más rápido
Tiempo de entrega	33.5% más rápido	13% más rápido	23.5% más rápido

Tabla 16: Comparación de rendimiento sistemas de entrega estadounidenses

Fuente: Elaboración propia en base a Mark Konchar & Victor Sanvido, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 124, No. 6 (1998), pp. 435-444

Los dos métodos presentados anteriormente proponen una incorporación temprana del constructor en la obra, lo que ayuda a definir los alcances de diseño y construcción preliminarmente con el cliente.

Alliancing: En este tipo de contratos el desarrollador (DOH) y el contratista firman un acuerdo de “alianza” en el cual se comprometen a trabajar en equipo bajo la filosofía de “libro abierto (*open book*)”, donde un equipo multidisciplinario compuesto por profesionales de las dos partes desarrolla la mejor solución tanto técnica como económica posible. Ambas entidades administran toda la información disponible, implicando que la decisión se base en datos aportados por ambas partes. [26]

En este modelo, se acuerda mutuamente los beneficios que tendrá el contratista sobre los costos y ganancias del proyecto, donde en caso de una reducción en los costos esperados, ambas partes se ven beneficiadas. Esto produce que todas las partes asuman responsabilidades colectivas, tanto en los riesgos como en compartir cualquier “ganancia o pérdida”, aunque la responsabilidad financiera recae principalmente en el desarrollador, debido a que la transferencia de riesgo financiero al contratista involucraría costos muy altos y nadie aceptaría el proyecto. [26]

Las principales diferencias de este tipo de contratos en comparación con los contratos tradicionales de ingeniería son que ambas partes manejan un objetivo común, genera una mentalidad de equipo implicando que el éxito se juzgue por un desempeño general y no individual, una flexibilidad total frente a cualquier adversidad y una resolución de conflictos mucho más rápida debido a que en los contratos tradicionales, se espera que cada parte culpe a la otra, y en este caso, con ambas partes trabajando con un solo equipo, los errores son de ambas partes y es más fácil encontrarle solución. [26]

Este tipo de modelo tiene origen en Australia, con la industria petrolera y al día de hoy, cerca del 30% de inversiones en infraestructura pública se contratan mediante *alliancing*. Países como Nueva

Zelanda, Reino Unido y Finlandia ocupan satisfactoriamente este método para construir grandes proyectos de obras civiles. La experiencia indica que este tipo de proyectos puede adaptarse con poco esfuerzo en otras partes del mundo, como por ejemplo, Latinoamérica. [26]

7.1.2 Modelo Diseño – Licitación – Construcción

Si bien se presentan tres métodos alternativos para realizar los proyectos de embalse, cabe destacar que ninguna de estas opciones está exenta de problemas y llevarlas a cabo implica un tiempo considerable de ejecución además de un cambio de paradigma de todos los trabajadores de la DOH.

Tal como se indica en la metodología de este documento (sección 4.4 Recomendaciones), estas recomendaciones sugeridas van acompañada de una estimación a nivel macro de los recursos requeridos, además de la identificación de los rangos de tiempos y costos asociados a las respectivas actividades, que se vuelven a detallar a continuación para una mejor comprensión del lector

Plazos: Menor a un año: Implementación inmediata
Entre uno y tres años: Implementación a mediano plazo
Mayor a tres años: Implementación a largo plazo

Costos: Cifra total inferior a \$10.000.000 CLP: Bajo costo de implementación
Cifra total entre \$10.000.000 CLP y \$50.000.000 CLP: Mediano costo de implementación
Cifra total superior a \$50.000.000 CLP: Alto costo de implementación

A continuación, se entregan recomendaciones en caso de conservar la metodología de trabajo utilizando el mismo modelo de Diseño – Licitación – Construcción. Esto con el objetivo de que puede ser más razonable introducir mejoras a los procesos actuales que realizar cambios drásticos que podrían producir impactos no estudiados en este trabajo o que podrían comprometer la permanencia de estos cambios en el tiempo, además de la natural aversión al cambio que la DOH o el MOP pudiese tener.

- Requerir un equipo de profesionales con experiencia en construcción y conocimiento sobre el ciclo de vida de un embalse y su construcción cuya participación sea continua en todas las etapas del proyecto. Este equipo además debe participar en la revisión de las etapas de entrega del diseño definitivo y tener conocimiento cabal del sitio donde se ejecutará el embalse. Por otra parte, el equipo, más un grupo de asesores debiesen ser los encargados de realizar la ingeniería constructiva previa a la construcción de la obra. En paralelo, se sugiere la designación de personal administrativo que siga el proceso entero del embalse en cuestión.¹⁵

Recursos: Equipo de profesionales con experiencia en construcción y conocimiento sobre el ciclo de vida de un embalse y su construcción; grupo de asesores profesionales y/o técnicos; personal administrativo y gerencial; software de comunicación interna; costos relacionados a la administración.

¹⁵ Esto implicaría reforzar la actual organización, generando un cargo parecido a lo que sería un Project Manager el cual tenga como función liderar los equipos, además de supervisar los diseños y ser el destinado al control y seguimiento de la construcción.

Tiempo de implementación: Implementación a mediano plazo

Necesidad presupuestaria: Alto costo de implementación

- El inspector fiscal de construcción debe participar o ser parte integrante de los profesionales que revisen el diseño definitivo de la obra.

Recursos: Considerando que no se tiene necesariamente la claridad de quien será el inspector fiscal de la obra en la etapa de diseño, deben ser los posibles candidatos los encargados de esta revisión junto a un equipo asesor o adelantar la elección y contratación del inspector fiscal.

Tiempo de implementación: Implementación a corto plazo.

Necesidad presupuestaria: Bajo costo de implementación.

- Fortalecer las instancias de retroalimentación y participación entre los diferentes departamentos que participan en el ciclo de vida del proyecto (Depto. de Proyecto, Depto. de Construcción, Depto. de Contratos, entre otros), donde en este caso aplicaría la figura de un Project Manager. Se recomienda fomentar la participación durante la construcción de los profesionales de Proyectos en la fase de ejecución. Así, se podrá visibilizar requerimientos en los proyectos a cargo, basado en situaciones reales. Por otra parte, en el caso específico de la participación entre el Departamento de Construcción y el Departamento de Proyectos para la etapa de diseño, se aconseja que el Departamento de Construcción se involucre basado en su experiencia en los puntos enunciados a continuación.
 1. Análisis de riesgo, asociado a las principales partidas desde los puntos de vista técnico, territorial, materiales, cantidades y precio, según sea necesario.
 2. Metodologías constructivas mínimas esperadas, en las cuales se basan los presupuestos.
 3. “Constructibilidad” o materialización de la obra, considerando el estado del arte de la ingeniería de presas. Esto, para ver si se requiere algún requisito específico a considerar en este proyecto, en particular.
 4. Revisión general de planos de construcción propuestos en la etapa de diseño, para garantizar lo anterior.
 5. Requerimientos mínimos o listado de planos de construcción, según tipo de obra.
 6. Participación en reuniones técnicas en la fase de diseño.

Recursos: Software interno que optimice el flujo comunicacional entre los departamentos; cambio de la cultura organizacional que permita una nueva forma de trabajar en conjunto; designación de un Project Manager.

Tiempo de implementación: Implementación a mediano plazo.

Necesidad presupuestaria: Mediano costo de implementación.

- Actualizar el manual para construcción de embalses desde un manual básico a uno con mayores especificaciones técnicas y modelos alternativos de medición, con el objetivo de disminuir la incerteza geológica o falta de prospección, elementos no previstos en la etapa de diseño y la incertidumbre en las ubicaciones del proyecto. Para esto, se propone buscar apoyo en las universidades chilenas, de tal forma que sean éstas las encargadas de recomendar las normativas a respetar para garantizar un diseño que logre ser materializable, cubriendo así todas las posibles incógnitas que un proyecto de obra civil mayor como este típicamente contiene.

Recursos: Equipo con una amplia capacidad técnica y conocimientos en ámbitos de ingeniería civil y la construcción de embalses. Se recomienda debido a la dificultad de esta recomendación externalizar esta tarea.

Tiempo de implementación: Implementación a mediano plazo.

Necesidad presupuestaria: Mediano costo de implementación.

- Establecer un apoyo técnico profesional para el inspector fiscal del diseño, el cual ayude a revisar presupuestos y la ingeniería básica el cual puede ser mediante la contratación de una Asesoría de proyecto. Por otra parte, incentivar proyectos de diseño que profundicen los tecnicismos y no cumplan solamente con la base, esto puede ser logrado creando bases específicas del DOH más exigentes que lo solicitado por el MDSF.

Recursos: Asesoría de proyecto nivel diseño; creación de bases específicas DOH.

Tiempo de implementación: Implementación a mediano plazo.

Necesidad presupuestaria: Mediano costo de implementación.

- Creación de una base de datos constantemente monitoreada y actualizada de precios relacionados a la construcción de presas, en base a precios observados, precios licitados en proyectos anteriores y precios adjudicados.

Recursos: Tomando en cuenta que el Departamento de Construcción posee una base de precios de las licitaciones y de contratos anteriores de embalses, se necesita la implementación de un software que permita un constante monitoreo y los precios observados actuales. Si se toma el supuesto de la implementación de BIM (sección 7.2.2 del informe), se necesita una capacitación del personal al respecto.

Tiempo de implementación: Implementación a mediano plazo.

Necesidad presupuestaria: Bajo costo de implementación.

- Los equipos profesionales de construcción, además de dedicarse a la inspección técnica propiamente tal, deben realizar labores de administración de contratos velando por el cumplimiento de las obligaciones y derechos contraídos con la firma de dichos documentos. Este debe ser personal experto en Administración de Contratos, manejo de ajustes de precios y plazos de contratos y reclamaciones, incluida su participación en instancias de intermediación y/o arbitraje. Además, se debe contar con la asesoría legal en caso de situaciones de conflictos escalen y salgan de la obra, por no haber podido ser resueltas por los técnicos. En este contexto resulta importante, además, otorgar mayor libertad y desenvolvimiento a las unidades técnicas, o asesoría a la inspección fiscal, en el sentido de que puedan actuar en forma autónoma para aplicar el contrato, preferente y principalmente, en cuanto a los aspectos técnicos y recursos ofrecidos para materializar la obra, sobre labores de control y seguimiento de la construcción, por ejemplo, reservándose la inspección fiscal todo lo concerniente a materias que puedan impactar en costos y plazos del proyecto, pero proveyendo, en estos casos, los informes correspondientes para una adecuada decisión del inspector fiscal.

Recursos: Personal experto en Administración de Contratos, manejo de ajustes de precios y plazos de contratos y reclamaciones; asesoría legal o implementación de un estudio jurídico; cambio de la cultura organizacional en la forma de trabajo del inspector fiscal de construcción.

Tiempo de implementación: Implementación a largo plazo.

Necesidad presupuestaria: Alto costo de implementación.

- Establecer plazos mínimos para la creación de los estudios previos a la construcción, evitando que ocurra lo del embalse Ancoa, donde solo se tuvo cinco meses para la realización del diseño definitivo. Es importante enfatizar en que este tiempo mínimo sería una cota inferior inquebrantable y no el plazo para la realización de los estudios.

Recursos: Equipo de trabajo del Departamento de Proyectos de la DOH que puedan estimar los costos necesarios.

Tiempo de implementación: Implementación a corto plazo.

Necesidad presupuestaria: Bajo costo de implementación.

- Actualización de las Especificaciones Técnicas Generales de Riego, que en la actualidad poseen una edición vigente del año 1981.

Recursos: Personal experto en especificaciones técnicas de riego; asesoría legal; equipo de profesionales DOH que participe en la actualización de esta actualización.

Tiempo de implementación: Implementación a largo plazo.

Necesidad presupuestaria: Alto costo de implementación.

- Generar Bases Técnicas tipo para construcción de embalses (ETE – BMP – Listado con planos mínimos – Estructura del presupuesto), estos antecedentes deben servir de base para que el proyectista elabore las Bases Técnicas de Licitación.

Recursos: Equipo profesional con una amplia capacidad técnica en la construcción de embalses; asesoría legal; equipo de profesionales DOH que participe en la actualización de esta actualización.

Tiempo de implementación: Implementación a largo plazo.

Necesidad presupuestaria: Alto costo de implementación.

- Adicional a la serie de preguntas y respuestas y aclaraciones que se establecen por la reglamentación vigente, se recomienda generar instancias donde se presente el proyecto a los licitantes, además de reuniones técnicas que el licitante pueda requerir, donde se discutan o aclaren aspectos técnicos y administrativos del proyecto licitado. De estas reuniones se debe elaborar una aclaración, la cual formará parte de los antecedentes de licitación.

Recursos: Cambio de la cultura organizacional que permita una nueva forma de trabajar con los licitantes; horas extraordinarias de trabajo de profesionales clave en el proyecto y de personal administrativo que creen acta de reuniones.

Tiempo de implementación: Implementación a corto plazo.

Necesidad presupuestaria: Bajo costo de implementación.

- Actualmente el ciclo de vida del proyecto le pertenece casi por completo a la DOH, a excepción del estudio de prefactibilidad, el cual es desarrollado por la CNR pero es la DOH quien lo debe presentar al MDSF, donde en numerosas ocasiones la DOH debe realizar correcciones al estudio realizado por la CNR, perdiendo tiempo y recursos en esta iteración que puede llegar a ser repetitiva. Si la obtención de la RS se deja en manos de la CNR, se corre el riesgo de que la presentación al MDSF posea términos de referencia que no cumplan los requisitos de la DOH gatillando problemas futuros. Tampoco sería una solución óptima dejar a la CNR afuera del proceso de prefactibilidad, debido a su expertiz en la parte agrícola y la segunda mirada que le puede dar al informe. Se propone un trabajo en conjunto para llevar a cabo el estudio y conseguir la RS, donde la CNR sea la encargada de lo relacionado con el riego y la DOH la desarrolladora de los componentes técnicos para formular, evaluar y ejecutar la obra.

Recursos: Creación de mesa de trabajo DOH y CNR para buscar la solución óptima al cambio.

Tiempo de implementación: Implementación a mediano plazo.

Necesidad presupuestaria: Bajo costo de implementación.

- Por último, se recomienda encarecidamente a la DOH seguir con este tipo de análisis profundizando distintos puntos que fueron tratados superficialmente en este trabajo de título. Dentro de ello destaca un análisis en profundidad del flujo del ciclo de vida de un embalse, proponiendo un rediseño de los procesos que presenten brechas y oportunidades de mejora. Por otro lado, buscar asesoría técnica para revisar los procedimientos aplicados (escritos y practicados) en los proyectos para encontrar las razones de lo que ocurre, lo que podría estar radicado en cualquier etapa del proyecto. Es importante que este tipo de asesorías sean realizadas por una entidad independiente en su forma de actuar, debido a la dificultad de conseguir lo anterior en una empresa privada, la cual puede estar involucrada en una red de influencia que afecte la forma de actuar de los profesionales, se propone que este tipo de análisis sea realizado por instituciones educacionales capacitadas que cuenten con el componente técnico y puedan dar garantías de independencia en su actuar y de objetividad, entregando recomendaciones que emanan de lo académico así como entidades profesionales en donde se pueda demostrar la imparcialidad. Esto podría empezar como un plan piloto con los embalses que se encuentran actualmente en construcción o finalizaron recientemente.

Recursos: Proyectos de trabajos de universidades chilenas a nivel pregrado, postgrado o investigativa; contraparte técnica y administrativa DOH

Tiempo de implementación: Implementación a mediano plazo.

Necesidad presupuestaria: Bajo costo de implementación.

Dada las trece recomendaciones entregadas, se recomienda revisarlas en detalle con un panel de expertos interno de la DOH, priorizando las que entreguen un mayor valor respecto a la necesidad presupuestaria, disponibilidad de recursos y el tiempo involucrado en su implementación.

7.2 Gestión de proyectos y procesos DOH

Toda organización, independiente de su tamaño, industria o sector, tiene el constante desafío de optimizar sus procesos, generando el máximo valor posible para sus clientes, ocupando la menor cantidad de recursos o, dicho de otra forma, producir más con menos. Dado lo anterior, nace la importancia de buscar formas distintas de gestionar los proyectos de la DOH, con metodologías nuevas que estén funcionando exitosamente en instituciones a nivel global.

7.2.1 *Lean Management*

El término *Lean* nace en los años 80 para describir el sistema de producción de Toyota a partir de una investigación realizada por el doctor Jim Womack del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT).

La idea principal de esta filosofía es la búsqueda de la mejora continua, un enfoque a largo plazo el cual tiene como objetivo lograr cambios pequeños y graduales en los distintos procesos de un proyecto para mejorar la eficiencia y la calidad, eliminando cualquier pérdida de esfuerzo, tiempo o dinero innecesaria, identificando cada paso que forma parte del flujo y añadiendo un valor agregado.

Si bien este tipo de concepto nace de la industria manufacturera, hoy en día se ocupa exitosamente en prácticamente todos los ámbitos de la gestión, el cual sirve para definir una estrategia directiva permitiendo una mejora operativa sin necesidad de una inversión, involucrando a todos los agentes de una organización, fomentando el trabajo en equipo y acercando a un concepto de calidad total.

La implementación de esta filosofía sigue cinco principios, primero la especificación del valor a entregar como resultado del proceso, segundo la identificación de todos los pasos que integran el proceso completo y eliminando todos los que no producen un valor, tercero la eliminación de los motivos que no garanticen el flujo continuo del valor, cuarto evitar la acumulación del trabajo a la espera de que el paso siguiente lo reclame, sino la generación de estos cuando son necesitados, y por último, la continua dinámica de mejora con el fin de perfeccionar el proceso.

La consultora estratégica *McKinsey & Company* realizó una investigación respecto a la aplicación de metodologías lean en el sector público, donde indica que si bien, aplicar lean es difícil en el sistema privado, es aún más difícil en el sector público. La aplicación de este sistema conlleva una reducción en los costos drástica, generalmente entre un 15 y 30 por ciento acompañado de un aumento en la eficiencia y productividad. A modo de ejemplo para el lector, una oficina del gobierno de Reino Unido aumentó su productividad de procesamiento de documentos en un 60% incorporando metodologías Lean. Esto debido a que antes del cambio los empleados trabajaban en gran medida solos, procesando los documentos a su conveniencia. Una vez aplicada la metodología, comenzaron a trabajar en equipo transparentando sus actividades, ayudando a resolver problemas en conjunto e identificando oportunidades de mejora. [27]

Incorporar el *Lean Management* en los procesos de la DOH ayudaría a mejorar los flujos de información y trabajo, permitir una continua evaluación de riesgos de los proyectos, determinar el valor en todos los procesos, desde los internos hasta los estudios y construcción de la obra, además de determinar las actividades que generan pérdida, también generaría un entusiasmo en las líneas de mando lo que incide en un cambio en el comportamiento y la cultura de trabajo.

Para la incorporación de *Lean Management* en la DOH se recomienda la contratación de externa de expertos en este tipo de filosofías, que puedan no solo implementarlas, sino que también capacitar al personal. Se propone además como punto de partida la posibilidad de realizar una memoria de título que pueda entregar el primer acercamiento a este tipo de metodologías a un costo reducido, clarificando de mejor manera los recursos necesarios, sus beneficios, costos involucrados y tiempo de implementación.

7.2.2 Modelamiento de información de construcción

El Modelamiento de información de construcción (BIM, *Building Information Modeling*) es un proceso basado en modelos 3D que proporciona conocimientos y herramientas de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) para que los profesionales planifiquen, construyan y gestionen infraestructura de manera más eficiente. [28]

BIM se caracteriza por generar y administrar datos tales como las ciencias geométricas, las relaciones espaciales, las cantidades de materiales necesarios y las propiedades de los componentes, entre otros durante el ciclo de vida de un proyecto. [29]

Por otra parte, BIM posee la capacidad de transformar la forma en la que se realizan los diseños previos a la construcción, como transformar la forma en la que se construye una obra, además de facilitar la coordinación multidisciplinaria, la integración de diseños 3D, análisis varios, estimación de costos y la planificación de los programas de construcción. [30]

Una encuesta realizada en Reino Unido reportó que en ese país en el año 2013 la utilización de BIM en la etapa de diseño fue de un 55% y en la etapa de construcción de un 35%, además de demostrar que este sistema es efectivo en todas las etapas del proyecto proporcionando varios beneficios como mejorar el diseño definitivo de la obra, una fácil implementación, capacidad de mejorar la forma de compartir información entre las partes, reducir los costos de construcción, mejorar la eficiencia energética, además de un apoyo en la construcción y en la gestión de los proyectos. [31]

China es uno de los tantos países que utiliza BIM para la gestión del ciclo de vida de un embalse. Este tipo de procesos ha apoyado el diseño colaborativo, la coordinación y la planificación en las diversas disciplinas involucradas en los proyectos, como la topografía, hidrotecnia, ingeniería mecánica y eléctrica además de la construcción de la presa. Este tipo de enfoque ha ayudado a mejorar la eficiencia del diseño, reducir los costos de colaboración (*collaborative costs*) y la falta de comunicación entre las partes involucradas en el proceso. Desde *HYDROCHINA Kunming*, una galardonada empresa de ingeniería China con más de 200 proyectos hidroeléctricos afirma su CEO que "La calidad del proyecto definitivamente mejora, y creo que la eficiencia y la calidad mejorarán aún más una vez que el personal se haya adaptado completamente a este enfoque de diseño", respecto al uso de BIM. [32]

Un estudio realizado en la Universidad de *Gadjah Mada* en Indonesia sobre la incorporación de BIM en la construcción de embalses concluyó la factibilidad y urgencia de aplicar BIM en los proyectos de presas públicas a partir de la etapa de planificación, proceso de licitación, construcción, operación y actividades de mantenimientos del embalse, indicando como principales motivos de preparación el asegurarse de la existencia de regularización sobre el uso de BIM en todos los proyectos de embalse, la inversión en suministros de software para integrar y visualizar la construcción de proyectos de presa y capacitación de los recursos humanos. [33]

Luis Fernando Alarcón de la Pontificia Universidad Católica señala en su estudio realizado el año 2018 la importancia y conveniencia de aplicar BIM de la mano con Lean en la construcción. El académico indica que BIM no es suficiente por si solo ya que se corre el riesgo de que este sea tomado como una nueva tecnología o herramienta sin sacarle el provecho deseado. Además indica

la necesidad de conectar los métodos que ofrece BIM, los cuales automatizan los flujos, con los métodos ofrecidos por Lean que optimizan estos flujos. [34]

Actualmente existe una mesa de trabajo a nivel MOP que promueve el uso de BIM en las distintas divisiones del ministerio. Dado lo señalado anteriormente, se recomienda la creación o contratación externa a nivel DOH para la rápida implementación de BIM en el departamento y así mejorar la gestión de los embalses.

7.3 Análisis tecno – económico evaluación ex – ante

La “Metodología formulación y evaluación de proyectos de riego” perteneciente al MDSF compuesta por tres capítulos y un anexo entrega diversa información para evaluar y formular proyectos relacionados al riego, enfocándose a un nivel macro sobre la estimación de costos de inversión.

La Sociedad de los Estados Unidos sobre Embalses (*United States Society on Dams* o USSD) realizó una pauta para la estimación de costos de construcción para ingenieros y/o propietarios de embalses la cual ofrece apoyo colaborativamente para la correcta y responsable estimación de costos de los embalses. El documento nace luego de que variados proyectos de embalses en USA presentaron ofertas de contratistas que excedieron en gran medida los presupuestos estimados por los ingenieros provocando demoras y/o cancelaciones en este tipo de proyecto. Se busca entregar información presente en este documento para actualizar y/o mejorar las metodologías, parámetros y supuestos del análisis tecno-económico previo a la construcción de un embalse de riego perteneciente a la DOH. [35]

Como proceso metodológico, el documento de USSD propone el desarrollo de la Estructura de descomposición del trabajo (también conocido como WBS por sus siglas en inglés “*Work Breakdown Structure*”) el cual se basa en una descomposición jerárquica, manejable y definible del trabajo a realizar (en este caso la construcción de un embalse) en paquetes de trabajos individuales, los cuales tienen como objetivo equilibrar el control por parte de la administración con un nivel efectivo y adecuado de datos del proyecto proporcionando así un resultado tangible.

Cada uno de estos paquetes de trabajos debe representar una sola actividad tangible, y en caso de tener un paquete de trabajo subordinado, este debe representar una agrupación de todos los paquetes anexados y a su vez, cada uno de los paquetes debe dividirse de manera lógica en todos los componentes que representan la construcción total del sistema.

USSD aconseja que el equipo encargado de la estimación de costos, el equipo de diseño (equivalente al Departamento de Proyectos de la DOH) y el equipo de construcción (equivalente al Departamento de Construcción de la DOH) trabajen en conjunto para la construcción de la WBS del proyecto con el fin de identificar el nivel apropiado de paquetes de trabajos para el alcance de proyectos asegurando que la estimación de costos posea niveles apropiados de mano de obra, materiales y materiales para cada tarea del proyecto.

Una forma práctica de dividir los costos directos en la WBS es en cuatro grupos distintos de costos: mano de obra, maquinaria, materiales y subcontratos. A continuación se detallan recomendaciones para estimar cada uno de estos costos.

Costo de mano de obra: Se recomienda estimar el salario promedio de cada uno de los trabajadores involucrados en cada etapa del proyecto. Una de las opciones es utilizando el sueldo promedio de los trabajadores públicos en dicha área, agregando dietas y viáticos considerando los viajes hacia y desde la ubicación del embalse en cuestión (considerando que generalmente son realizados en ubicaciones remotas). Es importante también considerar pagos extras por cargas laborales, e impuestos, lo cual puede considerarse como un 20 o 30 por ciento extra del salario base. Además, considerar las horas extra de trabajo que se puedan producir durante la construcción de la obra.

Costo de maquinaria: Considerando como maquinaria los equipos de construcción, sistemas de transporte plantas de procesamiento, herramientas e instrumentos requeridos durante la obra (entre otros), es importante señalar los factores que afectan la selección de esta maquinaria y por ende, los costos involucrados, los cuales son indicados a continuación.

- Tasa de producción del programa de trabajo
- Tamaño del trabajo
- Requisitos de especificación del proyecto.
- Costos de movilización y desmovilización.
- Restricciones de contaminación del aire.
- Restricciones de ordenanzas de ruido
- Tipo de materiales manejados o instalados
- Disponibilidad de espacio (acceso, trabajo, almacenamiento, espera / reposo)
- Movilidad y disponibilidad de equipos.
- Idoneidad de los equipos para otros usos.
- Capacidades del equipo
- Número de turnos
- Las distancias que deben ser movidas.
- Pendiente y dirección de las pendientes.
- Las condiciones climáticas
- Restricciones de transporte
- Tiempo de espera
- Condiciones de carga
- Requisitos del contrato
- Descontaminación y / o eliminación de equipos contaminados.
- Valor potencial de recuperación o reventa de plantas
- Equipo propiedad del contratista versus equipo alquilado o arrendado

Es importante a su vez en el análisis de maquinaria de la WBS evaluar la necesidad de equipo de repuesto o de apoyo requerido durante la duración del proyecto.

Los costos de maquinaria generalmente se dividen en dos grandes categorías, los costos de propiedad (*Ownership Costs*), relacionados al costo de capital, depreciación, costo del capital de las instalaciones y gastos generales de maquinaria; y los costos de operación, relacionados a las reparaciones y remplazos de componentes de la maquinaria, gastos de combustible y electricidad, lubricación, entre otros.

Costo de materiales: para la correcta estimación de costos, USSD recomienda realizar una estimación de estos costos utilizando un catálogo grande de fuentes de precios, ocupando la base histórica de datos de la organización y costos tomados a partir de registros de distintos proveedores, tomando en cuenta todos los ítems que presenten un monto significativo en los costos, logrado así llegar a un precio razonable de mercado y no necesariamente al mínimo.

Cabe destacar la importancia de considerar costos de transporte de los materiales, manejo, almacenamiento además de una asignación por factores de pérdida y desperdicio, la cual puede generar costos extras inesperados y muchas veces no tomados en cuenta. Por último, es importante realizar un correcto ajuste de los precios, debido a que la estimación de los costos relacionados al proyecto suele poseer una ventana de tiempo importante con el comienzo de la obra y por ende costos involucrados (costo del dinero en el tiempo, apreciación o depreciación del material, entre otros).

Costo de subcontratos: la USSD indica que se tiende a pensar que al dueño del proyecto (en este caso particular la DOH) no le debiese afectar los elementos de la WBS son construidos por el contratista o son subcontratados por ellos, sin embargo, en los proyectos de embalse son numerosas las oportunidades que surgen para el uso de contratistas especializados, por lo que es importante considerarlos dentro de la estimación de costos.

Para poder estimar de una buena forma los costos de subcontratos, el encargado de la estimación de costos debe comunicarse con subcontratistas especializados para entender su metodología de trabajo y el costo de trabajo, los cuales generalmente involucran materiales proporcionados por el subcontratista e impuestos y recargos del subcontratista.

Por último, cabe destacar la importancia de los costos indirectos del proyecto, los cuales generalmente varían entre un ocho y veinte por ciento del total de costos del proyecto. Dentro de estos costos destacan los bonos (bonos de garantía, bonos de cumplimiento y pago, bonos de mantenimiento, entre otros), programa de seguridad y de control de calidad además de los costos auxiliares del personal y movilización (instalación de trabajo, oficinas, baños, residencia, camionetas, etc.)

Se recomienda actualizar la “Metodología formulación y evaluación de proyectos de riego” incluyendo en esta información detallada sobre la estimación de costos de embalses, utilizando como base el documento de la USSD.

7.4 Transformación digital

Actualmente la DOH no posee una base de datos centralizada donde esté respaldada toda la información de una manera eficiente. Por una parte, cada dirección dentro de la DOH gestiona su documentación por separado y si bien, existe un sistema de información en línea, este posee una baja capacidad técnica y está obsoleto. Dentro de este servidor cada usuario gestiona sus datos a discreción, lo que imposibilita un buen manejo de la información, indican desde la DOH.

En abril del año 2019 el Ministerio Secretaria General de Gobierno de Chile presentó la “Estrategia de Transformación Digital del Estado”, la cual busca posicionar a Chile como uno de los veinte países más avanzados a nivel digital para el año 2022, donde dentro de los principales objetivos destaca el consolidar la transformación digital como una política de Estado. [36]

Por su parte, la transformación digital se refiere a un proceso de adopción de herramientas, tecnologías y métodos digitales por parte de una organización, cambiando la forma en la que esta opera, entregando una nueva fuente de crecimiento y eficiencia en un mundo cada vez más digital. La OCDE afirma que si bien la transformación digital en el sector privado tiene beneficios mucho más tangibles (mayor participación de mercado, mayores utilidades, mayor satisfacción en los clientes, entre otras), esta práctica debiese ser considerada en el mundo público, donde una aplicación de la transformación digital implica un aumento en la eficiencia y la transparencia, alineación de procesos, mejor acceso y gestión de la información produciendo una mejora en la confianza y satisfacción de los ciudadanos, además de una toma de decisiones que está basado en los datos y por ende en la evidencia, mayor privacidad y seguridad, entre otras. [37]

Generalmente un proyecto de transformación digital implica un drástico cambio, donde a menudo se aprovecha para redefinir los objetivos principales de la organización, su valor público y poner fin a roles y funciones obsoletas, donde uno de los desafíos específicos implica la capacidad de contratar nuevos tipos de talentos además de la integración de herramientas, estrategias, cultura y métodos en los hábitos diarios de los integrantes de la organización. [37]

La implementación de la transformación digital sigue una hoja de ruta compuesta por cinco distintas partes las cuales son resumidas a continuación. [38]

1. **Realidad digital:** En la primera fase se describe el modelo de negocios existente en la organización en conjunto con el valor agregado a todas las partes involucradas (*stakeholders*) que formarían parte de la transformación digital, además de una encuesta a los posibles clientes para entender sus requerimientos. Esto entrega una comprensión de la realidad digital que posee la organización bajo distintos parámetros.
2. **Ambición digital:** Basado en la realidad digital de la organización, se definen los objetivos para la transformación digital basado en el tiempo, las finanzas, el espacio y la calidad que se desee. La ambición digital determina cuales son los objetivos a considerar para el modelo de negocios y sus respectivos elementos.
3. **Potencia digital:** Durante esta fase se establecen las mejores prácticas y formas para la transformación digital. Esto sirve como punto de partida en el diseño de un futuro modelo de negocio digital además de en términos de Potencial Digital. Para este propósito, surgen diferentes opciones para cada elemento del modelo de negocio futuro buscando que estas opciones se combinen y conecten de manera lógica.
4. **Ajuste digital:** Se analizan las diferentes opciones para el diseño del modelo de negocios digital buscando determinar el ajuste digital necesario para unificarlo con el modelo de negocios existente.
5. **Implementación digital:** La implementación digital incorpora la finalización e implementación del nuevo modelo de negocio digital. Las diversas opciones se llevan a cabo en un marco de implementación digital. También incluye una red digital de creación de valor, que describe la integración del nuevo modelo de negocio con los socios.

La transformación digital implica distintos métodos, herramientas y tecnologías claves, como las metodologías ágiles (entre ellas, una aplicación de *Lean Management*) y la computación en la nube. Esta última por si sola pudiese mejorar los problemas de la DOH mencionados anteriormente, pero dada las estrategias del gobierno y las necesidades de un futuro tecnológico, se recomienda ir un paso más adelante y comenzar el proceso de la transformación digital. Para esto, se recomienda un cambio escalonado considerando la hoja de ruta descrita, el cual puede comenzar con un proceso de titulación similar al del presente informe, el cual entregue las bases necesarias para realizar este cambio, para luego realizar el cambio con profesionales capacitados.

Por último, desde *HYDROCHINA Kunming* afirman que BIM tiene la capacidad de ayudar al gobierno a resguardar datos importantes relacionado con la construcción y gestión de las presas, como la ubicación de los activos, centros de insumos de materiales, el historial de daños de las presas incluido el costo y el tiempo necesario para reparar o mantener los distintos componentes, además de la asignación de costos por parte de la entidad gubernamental [32], lo cual podría considerarse como una herramienta más para la transformación digital de la DOH.

8. Bibliografía

1. Ardiles C. 2015. Infraestructura Hidráulica existente y Proyectos futuros en la zona Centro Sur. En: SEMINARIO AGUAS de Chile, un Recurso Escaso. Pasado, Presente y Futuro. 15 de julio de 2015. Chillan, Chile. Ministerio de Obras Públicas. 1-36.
2. Ministerio de Obras Públicas. Estructura del MOP. [En línea] [consulta: 09 de octubre de 2019]
<<https://www.mop.cl/acercadelmop/Paginas/Organigramayestructura.aspx>>
3. Dirección de Obras Hidráulicas. Quién somos. [En línea] [consulta: 09 de octubre de 2019]
<<http://www.doh.gov.cl/AcercadelaDireccion/Paginas/default.aspx>>
4. Dirección de Obras Hidráulicas. Balance de gestión integral año 2018. [En línea] [consulta: 09 de octubre de 2019]
<<http://www.doh.gov.cl/Gestion/bgi/Documents/BGI%202018.pdf>>
5. Ley Chile. Establece normas sobre ejecución de obras de riego por el estado. [En línea] [consulta: 09 de octubre de 2019]
<<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5606&idParte=>>>
6. Comisión Nacional de Riego (CNR). Quienes Somos.[En línea] [consulta: 10 de octubre de 2019]
<<https://www.cnr.gob.cl/quienes-somos/>>>
7. Departamento Nacional de Planeación – DNP, Republica de Colombia. 2004. Metodología de Evaluación Expost de programas y proyectos de inversión. Capitulo II.
8. Joaquim Miranda Sarmento, Luc Renneboog. 2016. Cost Overruns in Public Sector Investment Projects. Sage Journals, 22 (2), 140-164.
9. B. Flyvbjerg, A. Ansar, A. Budzier, D. Lunn. 2013. Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. Energy Policy, 69, 43-56.
10. C. Petheram, T.A. McMahon. 2019. Dams, dam costs and damnable cost overruns. Journal of Hydrology X, 3, 1-12.
11. Hughes, W. Champion, R and Murdoch, J. 2011. Construction Contracts – Law and Management 5 th ed. Routledge, Abingdon, Oxon. pp 94-95.
12. D. Kahneman, D. Lovallo. 2003. Delusion of Success. Harvard Business Review. 1-11.
13. B. Flyvbjerg, D. Lovallo y M. Garbuio. 2013. Delusion and Deception in Large Infrastructure Projects: Two Models for Explaining and Preventing Executive Disaster. California Management Review, 51 (2), 170-193.

14. Project Management Institute. 2017. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Sixth edition. Project Management Institute. pp 547-549.
15. Project Management Institute. 2017. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Sixth edition. Project Management Institute. pp 320-328.
16. Banco Mundial, Crecimiento del PIB (% anual) – Chile. [En línea] [consulta: 27 de Abril de 2020]
<<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2017&locations=CL&start=2000&view=chart>>
17. Comisión Chilena del Cobre, Producto Interno Bruto por clase de actividad económica. [En línea] [consulta: 27 de Abril de 2020]
<<http://www.cochilco.cl:4040/boletin-web/pages/tabla13/buscar.jsf>>
18. Comisión Chilena del Cobre, Base de Datos. [En línea] [consulta: 27 de Abril de 2020]
<<https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Bases%20de%20Datos/Bases-de-Datos.aspx>>
19. Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego, Gobierno de Chile. 2011. Manual para el desarrollo de grandes obras de riego. Capítulo IV.
20. Miranda Miranda, Juan José. 2005. Gestión de proyectos: identificación, formulación, evaluación financiera-económica-social-ambiental. MMEditores, 1-21.
21. Dirección General de Aguas, Boletín Información Pluviométrica, Fluviométrica, Estado de Embalses y Aguas Subterráneas (N° 504 Abril 2020). [En línea] [consulta: 04 de Junio de 2020]
<<https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Informacin%20Mensual/Boletin%2004%20Abril%202020.pdf>>
22. LEVELSET, Project Delivery Methods: The Basics of Design-Bid-Build. [En línea] [consulta: 04 de Junio de 2020]
<<https://www.levelset.com/blog/design-bid-build/>>
23. David S. Gehrig, Hanson Bridgett, Design-Build For Public Works Projects. [En línea] [consulta: 04 de Junio de 2020]
<<https://www.cacities.org/Resources-Documents/Member-Engagement/Professional-Departments/City-Attorneys/Library/2015/2015-Spring-Conference/5-2015-Spring-David-Gehrig-Design-Build-For-Public.aspx>>
24. Edmond W.M. Lam, Albert P.C. Chan and Daniel W.M. Chan. 2012. Why is design-build commonly used in the public sector? An illustration from Hong Kong. Australasian Journal of Construction Economics and Building, 3 (1), 53-64.
25. University of Colorado, Guidebook for Selecting Project Delivery Methods & Alternative Contracting Strategies. [En línea] [consulta: 08 de Junio de 2020]
<<https://www.colorado.edu/tcm/sites/default/files/attachedfiles/A.3%20CMGC%20%28J>>

[une%202014%29.pdf>](#)

26. Fco. Javier Carrillo de Albornoz Portes. 2016. Alliances: An Innovative Management Model for Public and Private Investments [En línea] [consulta: 08 de Junio de 2020] [<https://www.intechopen.com/books/case-study-of-innovative-projects-successful-real-cases/alliances-an-innovative-management-model-for-public-and-private-investments>](https://www.intechopen.com/books/case-study-of-innovative-projects-successful-real-cases/alliances-an-innovative-management-model-for-public-and-private-investments)
27. McKinsey & Company, Applying lean production to the public sector. [En línea] [consulta: 08 de Junio de 2020] [<https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/applying-lean-production-to-the-public-sector>](https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/applying-lean-production-to-the-public-sector)
28. Autodesk, 2019. What is BIM?. [En línea] [consulta: 08 de Junio de 2020] [<https://www.autodesk.com/solutions/bim>](https://www.autodesk.com/solutions/bim)
29. Ratajczak, J., Marcher, C., Schimanski, C. P., Schweikopfler, A., Riedl, M., & Matt, D. T. July 10-12. 2019. BIM-based augmented reality tool for the monitoring of construction performance and progress. Chania, Crete, Greece. European Conference on Computing in Construction. 467-476.
30. McArthur, J. J. 2015. A Building Information Management (BIM) Framework and Supporting Case Study for Existing Building Operations, Maintenance and Sustainability. *Procedia Engineering*, 118, 1104-1111.
31. Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKeown, C., & McNiff, S. 2013. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. *Automation in Construction*, 36, 145-151.
32. Matt, B. 2013. Model-based Design Powers China Dam Construction. [En línea] [consulta: 05 de Junio de 2020] [<https://informedinfrastructure.com/4362/model-based-design-powers-china-dam-construction/>](https://informedinfrastructure.com/4362/model-based-design-powers-china-dam-construction/)
33. Catur Ayu Wahyuningrum, Y. Chandra Sari , Nindyo Cahyo Kresnanto. 2020. Building Information Modeling (BIM) for Dams-Literature Review and Future Needs. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 6, 61-68.
34. Luis Fernando Alarcón. BIM y Lean: ¿Por qué es un matrimonio necesario y conveniente en la construcción? [En línea] [consulta: 05 de Junio de 2020] [<https://gyn.claseejecutiva.uc.cl/bim-y-lean-por-que-es-un-matrimonio-necesario-y-conveniente-en-la-construccion/>](https://gyn.claseejecutiva.uc.cl/bim-y-lean-por-que-es-un-matrimonio-necesario-y-conveniente-en-la-construccion/)
35. United States Society on Dams. 2012. Guidelines for Construction Cost Estimating for Dam Engineers and Owners. Library of Congress Control Number 2012. 12-32.
36. Estrategia de Transformación Digital del Estado [En línea] [consulta: 07 de Julio de 2020] [<https://digital.gob.cl/doc/estrategia_de_transformacion_digital_2019_.pdf>](https://digital.gob.cl/doc/estrategia_de_transformacion_digital_2019_.pdf)

37. Digital Transformation[En línea] [consulta: 07 de Julio de 2020]
<<https://oecd-opsi.org/guide/digital-transformation/>>
38. Daniel R., A. Schallmo, Christopher, A. Williams < Digital Transformation Now! Guiding the Successful Digitalization of Your Business Model>, 2018. pp 41-43.

9. Anexos

9.1 Anexo I: Figuras

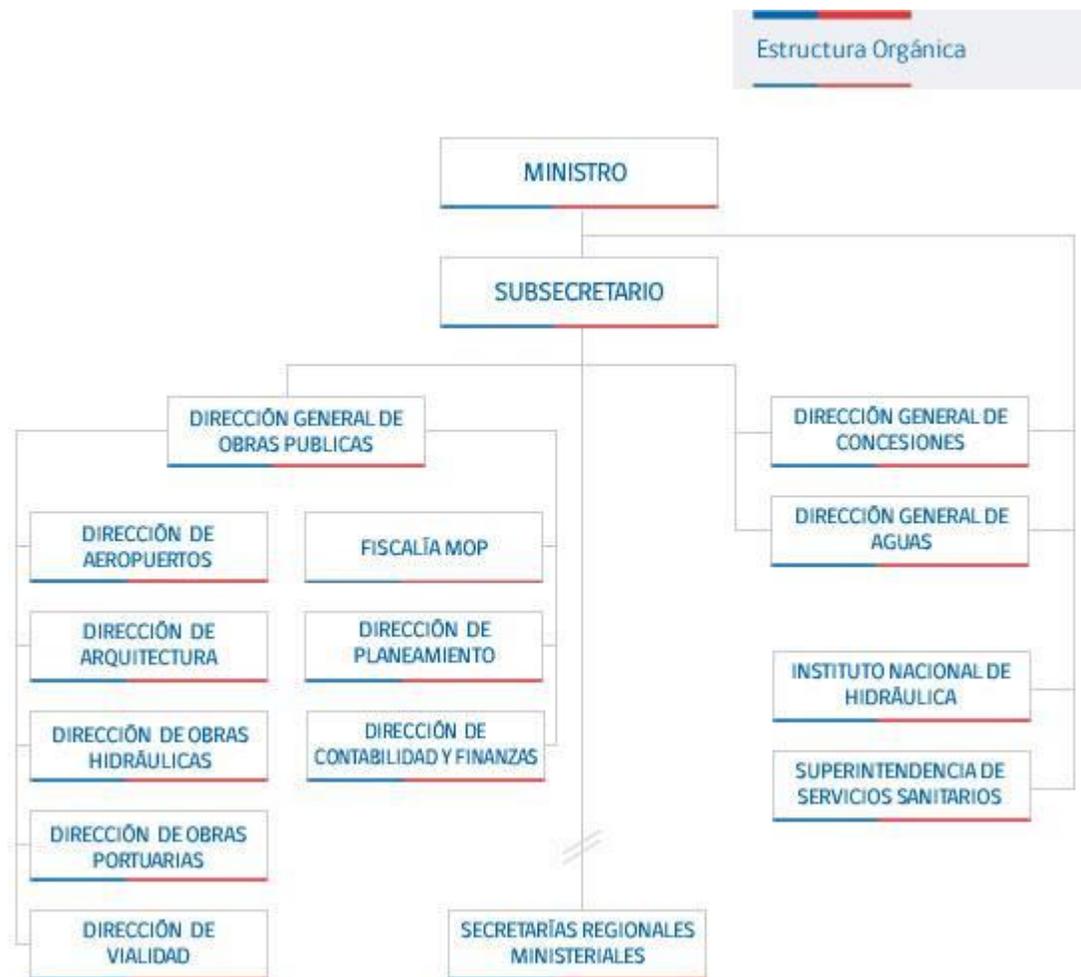


Figura 1: Organigrama Ministerio de Obras Públicas
Fuente: Estructura del MOP, página oficial. [1].

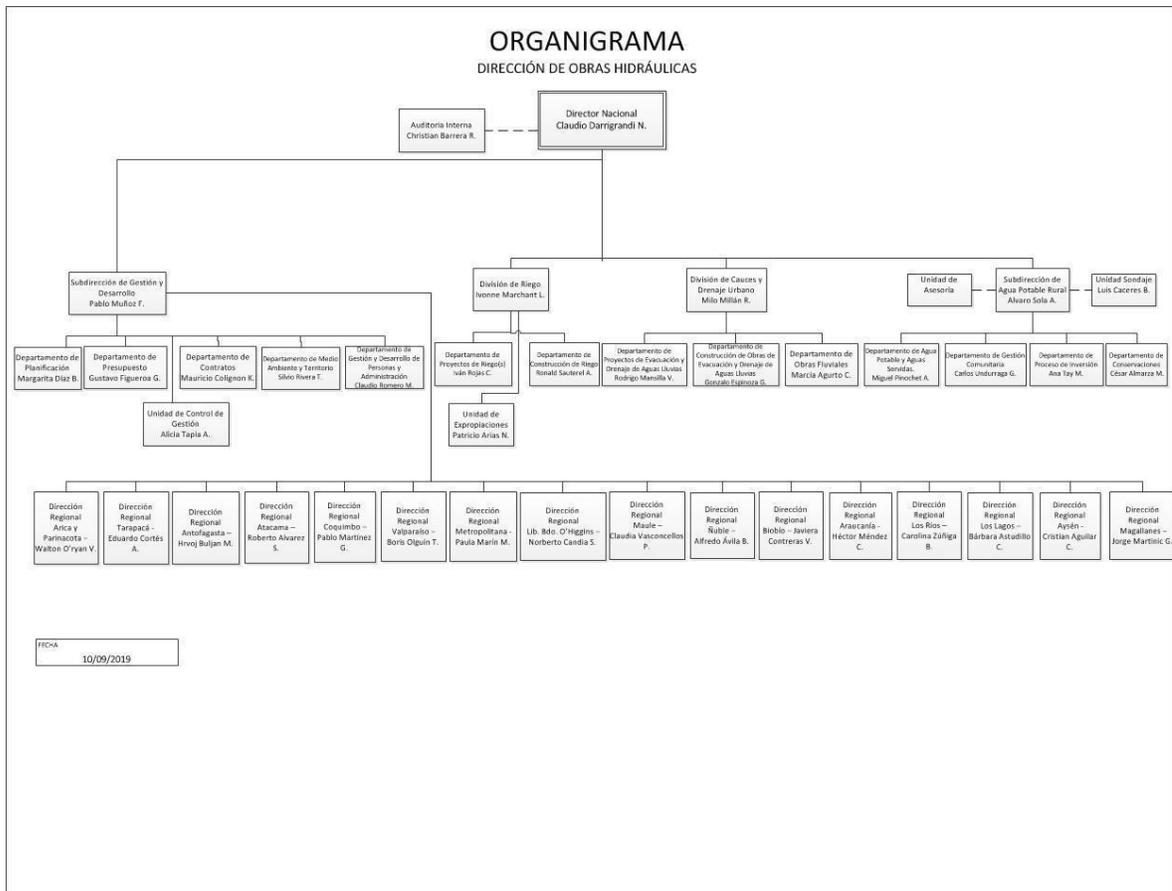


Figura 2: Organigrama Dirección de Obras Hidráulicas.
Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas. *Quién somos.* [2].

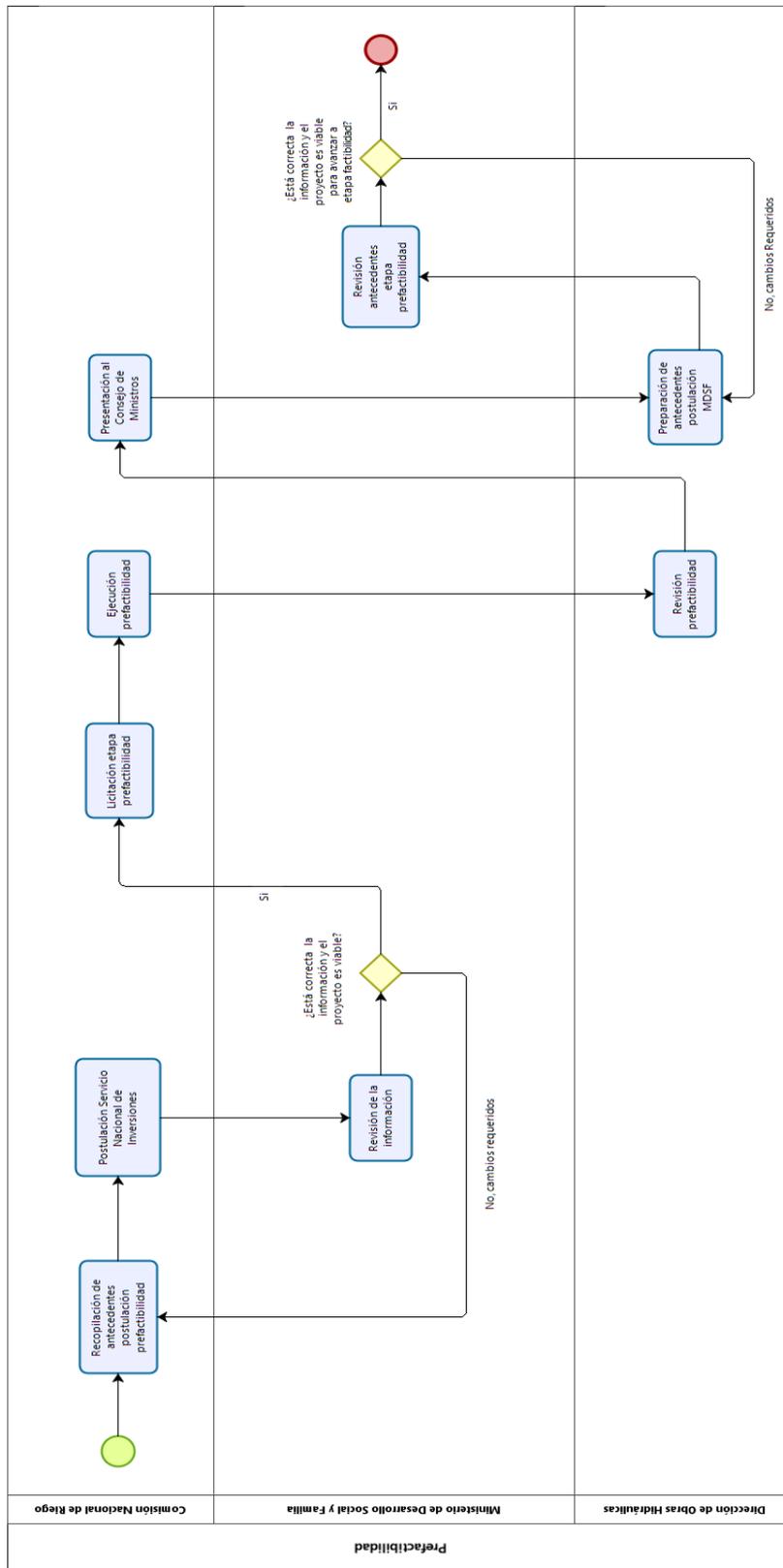


Figura 3: Diagrama de flujo etapa prefactibilidad.

Fuente: Elaboración propia en base de documentos entregados por el Departamento de Proyectos DOH

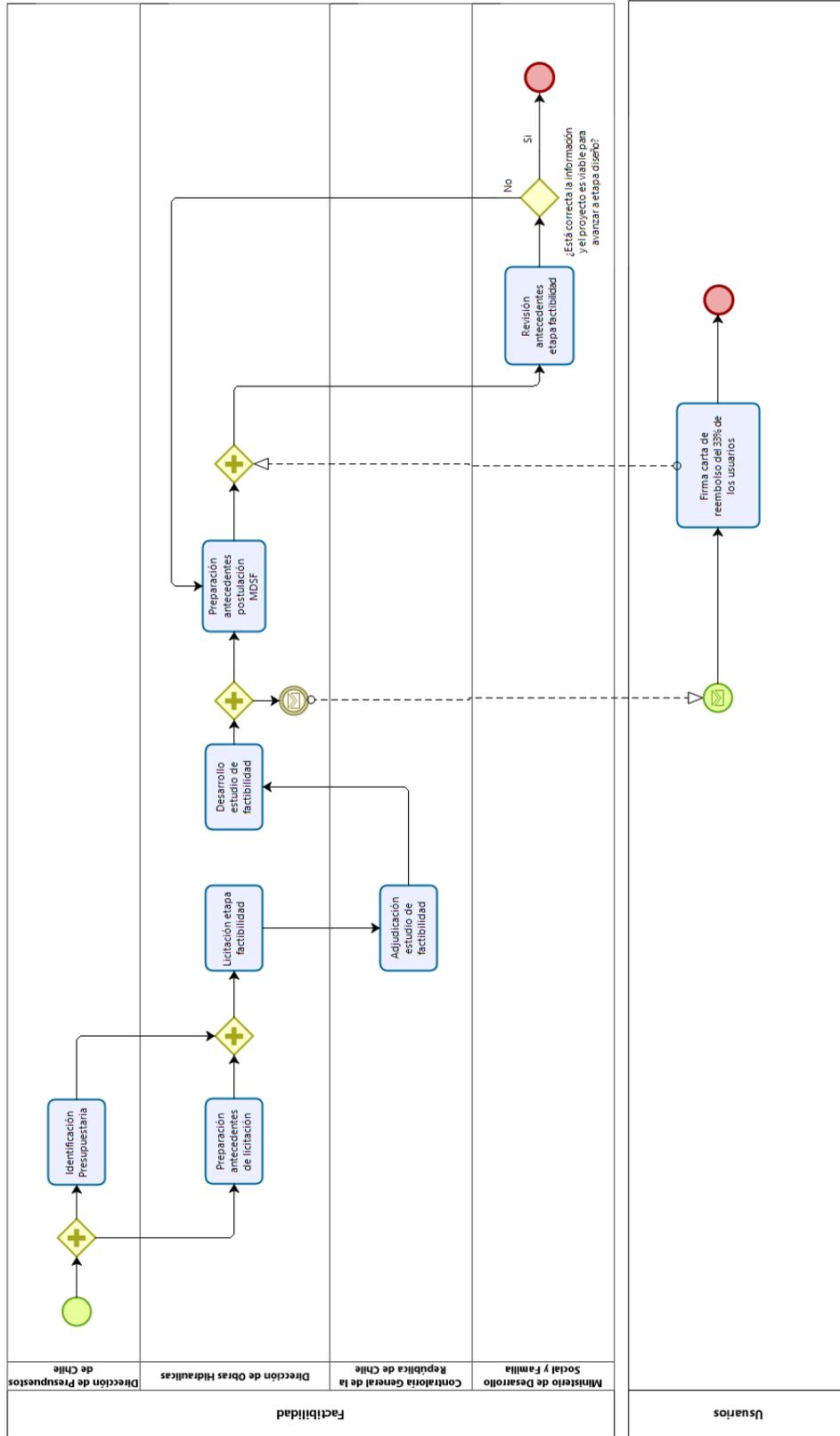


Figura 4: Diagrama de flujo etapa factibilidad.

Fuente: Elaboración propia en base de documentos entregados por el Departamento de Proyectos DOH

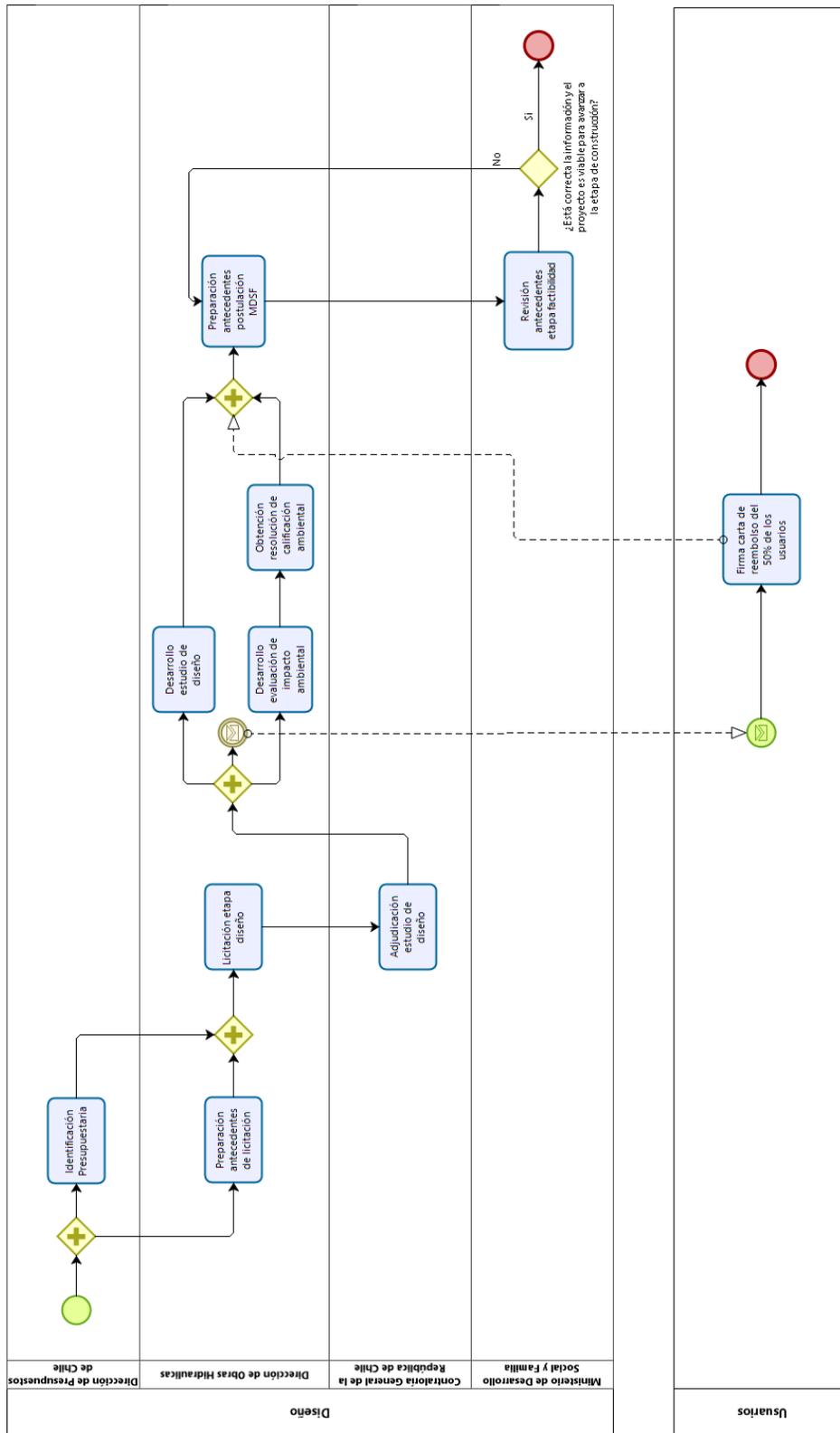


Figura 5: Diagrama de flujo etapa diseño.

Fuente: Elaboración propia en base de documentos entregados por el Departamento de Proyectos DOH

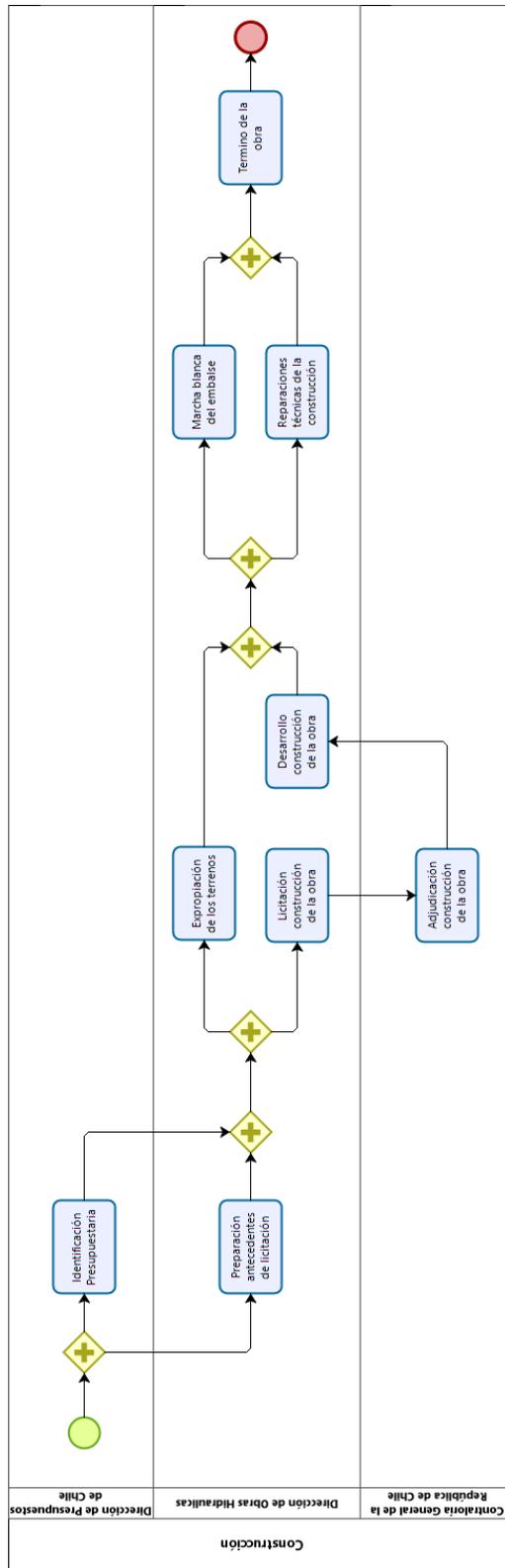


Figura 5: Diagrama de flujo etapa construcción.

Fuente: Elaboración propia en base de documentos entregados por el Departamento de Proyectos DOH

9.2 Anexo II: Tablas

PRESUPUESTO PRESA Y OBRAS ANEXAS

Nº	Item	Unidad	Cantidad	P.U \$	Total \$	Total US\$
1	INSTALACIONES DE FAENA					
1.1	Instalación y Desinstalación de Faenas	Gl	1	295.045.000	295.045.000	529.704
1.2	Construcciones líneas A.T.	Km	10	5.000.000	50.000.000	89.767
	TOTAL				345.045.000	619.470
2	ROCES, DESCEPES, ESCARPES Y LIMPIEZAS					
2.1	Roces	m2	41.760	189	7.894.185	14.173
2.2	Descepes	m2	10.000	233	2.333.070	4.189
2.3	Escarpes	m3	4.300	613	2.634.291	4.729
2.4	Limpieza de la zona de inundación					
2.4.1	Demoliciones, emparejamientos, retiro y quema de cercas	m2	1.500	4.807	7.210.374	12.945
2.4.2	Tala Trozadura arboles y despeje vegetacion	ha	230	250.400	57.592.000	103.397
	TOTAL				77.663.920	139.433
3	EXCAVACIONES ABIERTAS					
3.1	Excavaciones de material común					
3.1.1	En fundaciones de la presa	m3	90.128	755	68.055.308	122.182
3.1.2	En laderas zona presa	m3	73.892	792	58.545.811	105.109
3.1.3	En el vertedero	m3	81.502	792	64.575.335	115.934
3.1.4	En ataguía	m3	5.260	755	3.971.806	7.131
3.1.5	En portales de túnel de desviación	m3	3.500	792	2.773.106	4.979
3.1.6	En casa de válvulas y otros	m3	250	792	198.079	356
3.2	Excavación abierta en roca					
3.2.1	En casa de válvulas y otros	m3	500	6.428	3.214.120	5.770
3.2.2	En laderas (zona de la presa)	m3	42.360	6.428	272.300.255	488.869
3.2.3	En el vertedero	m3	85.485	6.428	549.518.113	986.568
3.3.4	En portales del túnel de desvío	m3	5.500	6.428	35.355.321	
	TOTAL				1.058.507.254	1.836.898
4	RELLENOS DE LA PRESA					
4.1	Rellenos de la presa					
4.1.1	Zona Nº 1 de la presa	m3	3.900	2.382	9.291.313	16.681
4.1.2	Zona Nº 2A de la presa	m3	9.946	1.803	17.927.824	32.186
4.1.3	Zona Nº 2B de la presa	m3	69.191	2.012	139.210.804	249.930
4.1.4	Zona Nº 3A de la presa	m3	70.257	1.399	98.264.588	176.418
4.1.5	Zona Nº 3B de la presa	m3	1.392.435	929	1.293.095.006	2.321.535
4.1.6	Zona Nº 3C de la presa	m3	2.195.450	929	2.038.820.792	3.660.360
4.1.7	Zona Nº 3D de la presa	m3	24.706	1.048	25.880.365	46.464
4.1.8	Enrocado zona Nº 4 de la presa	m3	1.260	2.572	3.240.937	5.819
4.2	Rellenos ataguía	m3	25.000	1.239	30.973.778	55.608
4.3	Rellenos estructurales	m3	2.950	2.171	6.403.509	11.496
4.4	Rellenos de enrocado consolidado	m3	1.300	3.541	4.603.918	8.266
4.5	Rellenos de nivelación	m3	1.000	1.905	1.905.152	3.420
4.6	Relleno de apoyo sistema drenaje	m3	65	1.703	110.717	199
	TOTAL				3.669.728.701	6.588.382
5	EXCAVACIÓN SUBTERRANEA					
5.1	Del túnel de desvío	m3	38.863	22.624	879.238.844	1.578.526
5.2	De la caverna de válvulas	m3	8.170	22.624	184.838.570	331.847
5.3	Obras subterráneas complementarias					
5.3.1	Sobreexcavaciones autorizadas por la ITO	m3	15	33.344	500.160	898
5.3.2	Extracción de derrumbes	m3	5	6.086	30.428	55
5.3.3	Rellenos autorizados por la ITO					
5.3.3a	a) Con hormigón H-5	m3	10	11.497	114.966	206
5.3.3b	b) Con hormigón H-25	m3	10	54.351	543.511	976
5.3.3c	c) Con hormigón H-30	m3	10	61.403	614.025	1.102
	TOTAL				1.065.880.504	1.913.610

6	OBRAS DE REFUERZO Y SOSTENIMIENTOS DE EXCAVACIONES Y ESTRUCTURAS							
6.1	En excavaciones abiertas							
6.1.1	Hormigón proyectado							
6.1.1a		a) 1ª capa (2,5 cm)	m2	3.512	4.049	14.221.547	25.532	
6.1.1b		b) 2ª capa y siguientes (2,5 cm)	m2	6.300	3.760	23.687.394	42.527	
6.1.2	Pernos de roca; L=4,2m							
6.1.2a		a) Inyectados c/resina	c/u	405	26.951	10.915.072	19.596	
6.1.2b		b) Inyectados c/mortero	c/u	180	26.295	4.733.030	8.497	
6.2	En excavaciones subterráneas (en el frente)							
6.2.2	Hormigón proyectado (c/fibra)							
6.2.2a		1ª capa (2,5 cm)	m2	1.698	6.191	10.512.964	18.874	
6.2.2b		2ª capa y siguientes (2,5 cm)	m2	5.023	5.749	28.877.924	51.845	
6.2.3	Pernos de roca (inyect. c/resina); L=4.20 m				c/u	1.319	30.834	40.670.400
6.2.4	Marcos reticulados							
6.2.4a	Suministro y Construcción							
6.2.4a1		Suministro	c/u	50	363.548	18.177.389	32.634	
6.2.4a2		Malla Acma	Kg	2.180	1.758	3.832.074	6.880	
6.2.4a3		Colocación	c/u	50	199.613	9.980.667	17.919	
6.2.4c	Hormigón proyectado (e=5 cm c/fibra)							
6.2.4c1		1ª capa	m2	658	5.982	3.936.281	7.067	
6.2.4c2		2ª capa y siguientes	m2	900	5.982	5.383.972	9.666	
6.3	En excavaciones subterráneas (detrás del frente)							
6.3.1	Hormigón proyectado (s/fibra)							
6.3.1a		1ª capa	m2	5.500	3.978	21.880.173	39.282	
6.3.1b		2ª capa y siguientes	m2	19.035	3.694	70.316.340	126.241	
6.3.2	Hormigón proyectado (c/fibra)							
6.3.2a		1ª capa (2,5 cm)	m2	890	6.191	5.510.328	9.893	
6.3.2b		2ª capa y siguientes (2,5 cm)	m2	2.681	5.749	15.413.441	27.672	
6.3.3	Pernos de roca: L=4,2m							
6.3.3a		Inyectados c/resina	c/u	945	30.834	29.138.384	52.313	
6.3.3b		Inyectados c/mortero	c/u	1.020	26.080	26.601.452	47.758	
6.3.4		Malla de alambre	m2	1.000	1.470	1.470.401	2.640	
	TOTAL						345.259.231	619.855

7	PERFORACIONES E INYECCIONES							
7.1	En el túnel de desvío y caverna							
7.1.1	Perforación				ml	4.390	18.950	83.191.527
7.1.2	Inyección							
7.1.2a	De consolidación e impermeabilización				lt	290.000	339	98.188.113
7.1.2b	Relleno clave				lt	1.000	339	338.580
7.2	Inyecciones bajo el plinto y bajo el umbral del vertedero							
7.2.1	Impermeabilización							
7.2.1a		Perforación	ml	5.585	15.603	87.142.587	156.450	
7.2.1b		Inyección de lechada	lt	558.500	314	175.530.686	315.136	
7.2.2	Consolidación							
7.2.2a		Perforación	ml	6.217	20.413	126.906.253	227.839	
7.2.2b		Inyección de lechada	lt	310.850	310	96.409.972	173.088	
7.3	Perforaciones de drenaje							
7.3.1	En el túnel y caverna				ml	3.200	16.472	52.711.232
7.4	Pruebas de agua							
7.4.1	Perforación				ml	250	16.822	4.205.508
7.4.2	Ensayos Lugeon							
7.4.2a		Simple	un	170	80.000	13.600.000	24.417	
7.4.2b		Completo	un	55	125.000	6.875.000	12.343	
	TOTAL						745.099.458	1.337.701

8	HORMIGONES							
8.1	Hormigones H-5 (emplantillados en general)				m2	2.121	1.150	2.438.361
8.3	Hormigón H-25							
8.3.1	Tapones y losetas en portal de entrada y caverna				m3	2.117	54.351	115.061.258
8.3.2	Caseta de instrumentación y casa de válvulas				m3	290	66.052	19.154.984
8.3.3	Machones de anclaje de tuberías				m3	1.853	60.733	112.538.379
8.3.4	Reposición en plinto				m3	203	63.952	12.982.242
8.3.5	Radier estructural en túnel				m3	520	64.920	33.758.217
8.3.6	Rápido de Descarga				m3	1.790	68.803	119.576.907
8.4	Hormigón H-30							
8.4.1	Muro en el coronamiento				m3	1.563	74.764	116.856.835
8.4.2	Vertedero y salto sky				m3	2.600	78.416	203.882.284
8.4.3	Portales y caverna en túnel de desvío				m3	1.431	79.797	114.189.420
8.4.4	Obra de toma				m3	141	85.842	12.103.727
8.4.5	Plinto				m3	2.012	61.403	123.541.870
8.4.6	Pantalla impermeable				m3	17.998	57.065	1.027.049.031
8.5	Mortero en casa de válvulas				m2	90	3.673	330.563
	TOTAL						2.013.464.080	3.614.837

12	EQUIPOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS						
12.1	Válvula mariposa D=1.500 mm	Un	2	45.839.144	91.678.288	164.593	
12.2	Válvula mariposa D=2.200 mm	Un	1	87.346.778	87.346.778	156.816	
12.3	Juntas de desmontaje						
12.3.1	D=1.500 mm	Un	2	3.573.113	7.146.225	12.830	
12.3.2	D=2.200 mm	Un	1	3.873.113	3.873.113	6.954	
12.4	Válvula H-Bunger D = 1.500 mm	Un	2	87.577.911	175.155.822	314.463	
12.5	Curvas y piezas especiales	gl	1	4.394.660	4.394.660	7.890	
12.6	Tubería D=1.500 mm	ml	20	174.120	3.482.404	6.252	
12.7	Tubería D=2.200 mm	ml	395	291.570	115.170.221	206.769	
12.8	Sistema de izamiento	gl	1	39.772.720	39.772.720	71.405	
12.9	Sistema de comando y control	gl	1	50.000.000	50.000.000	89.767	
12.10	Equipamiento eléctrico	gl	1	30.000.000	30.000.000	53.860	
12.11	Sistema de cierre ventana lateral (compuerta)	gl	1	5.500.000	5.500.000	9.874	
12.12	Blindaje tapón caverna de válvula	m2	90	166.000	14.940.000	26.822	
	TOTAL				628.460.231	1.128.295	
13	RED VIAL						
13.1	Preparación de la faja	km	10	719.415	7.481.921	13.433	
13.2	Excavación general						
13.2.1	Remoción de escarpe	m3	26.325	1.378	36.288.720	65.150	
13.2.2	Excavación de material común	m3	224.646	1.378	309.672.017	555.964	
13.2.3	Excavación en roca	m3	223.386	6.541	1.461.204.015	2.623.347	
13.3	Excavación para drenaje y estructuras						
13.3.1	Excavación material común para estructuras	m3	3.119	3.624	11.303.939	20.294	
13.3.2	Excavación en roca para estructuras	m3	402	7.045	2.832.254	5.085	
13.3.3	Excavación en material común para drenaje	m3	2.906	1.611	4.680.193	8.403	
13.3.4	Excavación en roca para drenaje	m3	153	7.045	1.077.948	1.935	
13.4	Terraplenes	m3	84.134	5.095	428.647.165	769.564	
13.5	Rellenos						
13.5.1	Relleno estructural	m3	595	2.999	1.784.505	3.204	
13.5.2	Relleno de respaldo	m3	8	3.505	28.040	50	
13.6	Plataforma y subrasante						
13.6.1	Terminación y limpieza de la plataforma	km	11	56.746	624.209	1.121	
13.6.2	Preparación de la subrasante	m2	45.210	4.458	201.557.618	361.863	
13.7	Colocación carpeta de rodado e=0,20 m	m2	39.556	2.164	85.595.664	153.673	
13.8	Estructuras y obras conexas						
13.8.1	Hormigón grado H-5	m2	29	11.496	333.392	599	
13.8.2	Hormigón grado H-20	m3	83	60.906	5.055.165	9.076	
13.8.3	Hormigón grado H-30	m3	446	74.764	33.344.945	59.865	
13.8.4	Acero para armaduras	Kg	41.375	557	23.045.130	41.374	
13.9	Drenaje y protección de la plataforma						
13.9.1	Construcción de contrafosos	m	3.540	13.645	48.304.638	86.723	
13.9.2	Tubos corrugados D=1.20 mts	m	199	81.706	16.259.532	29.191	
13.9.3	Tubos corrugados D=1.50 mts	m	50	101.286	5.064.321	9.092	
13.9.4	Tubos corrugados D=2.00 mts	m	0	134.029	0	0	
13.9.5	Muro de Gaviones	m3	2.568	15.417	39.590.163	71.077	
13.9.6	Enrocados de Protección	m3	80	15.109	1.208.748	2.170	
13.9.7	Mamostería de piedras e=0,30 m	m2	429	6.711	2.878.976	5.169	
13.9.8	Bajadas de agua	m	300	19.838	5.951.370	10.685	
13.10	Elementos de control y seguridad						
13.10.1	Cercos	m	20.930	1.414	29.593.170	53.130	
13.10.2	Defensas camineras	m	2.900	59.262	171.858.524	308.543	
13.10.3	Señales camineras	un	64	43.485	2.783.023	4.996	
	TOTAL				2.938.049.303	5.274.774	

MISCELANEOS						
14						
14.1	Tubos PVC D = 110 mm	m	24	2.879	69.106	124
14.2	Ventanas aluminio c/vidrio e=4mm	m2	18	28.515	513.270	921
14.3	Cierre túnel de desviación	gl	1	272.000	272.000	488
14.4	Cierre ducto by-pass c.válvulas	gl	1	202.000	202.000	363
14.5	Puertas metálicas	kg	1.100	918	1.009.767	1.813
14.6	Cierres malla ACMA	m	140	1.587	222.224	399
14.7	Barbacanas PVC 50 mm	un	240	1.216	291.769	524
14.8	Impermeabilización losas techo	m2	90	29.935	2.694.126	4.837
14.9	Parrillas para piso	m2	12	72.865	874.379	1.570
14.10	Elementos metálicos pintados	Kg	1.300	2.076	2.698.504	4.845
14.11	Elementos metálicos galvanizados	Kg	1.200	2.076	2.490.926	4.472
14.12	Defensas camineras coronamiento	m	350	59.262	20.741.546	37.238
14.13	Señales camineras coronamiento	un	3	43.485	130.454	234
14.14	Dren 160 mm	m	320	3.074	983.770	1.766
14.15	Dren 300 mm	m	265	3.902	1.034.094	1.857
	TOTAL				34.227.934	61.451
TOTAL COSTO DIRECTO					14.469.787.412	25.978.074
45 % Gastos Generales y Utilidades					6.511.404.335	11.690.133
TOTAL					20.981.191.747	37.668.208

Tabla 1: Presupuesto presa y obras anexas con cubicaciones etapa diseño embalse Ancoa, CLP 2004

Fuente: Estudio de diseño SMI Ingenieros embalse Ancoa

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PRESUPUESTO OFICIAL		BESALCO	
				P.UNITARIO	TOTAL	P.UNITARIO	TOTAL
0	EMBALSEANCOA						
1	INSTALACIONES DEFAENAS						
1.1	Oficinas	Gl	1	\$ 121.641.119	\$ 121.641.119	\$ 287.008.538	\$ 287.008.538
1.2	Bodegas y taller vehiculos	Gl	1	\$ 98.014.137	\$ 98.014.137	\$ 598.946.221	\$ 598.946.221
1.3	Campamento (dormitorios y comedores)	Gl	1	\$ 893.312.309	\$ 893.312.309	\$ 741.426.666	\$ 741.426.666
1.4	Instalaciones provisorias	Gl	1	\$ 302.705.258	\$ 302.705.258	\$ 165.166.533	\$ 165.166.533
1.5	Planta hormigones	Gl	1	\$ 55.122.860	\$ 55.122.860	\$ 40.608.679	\$ 40.608.679
1.5.1	Planta de Aridos	Gl	1	\$ 111.666.267	\$ 111.666.267	\$ 36.605.116	\$ 36.605.116
1.6	Habilitación caminos interiores						
1.6.1	Preparacion faja	Km	5	\$ 2.232.581	\$ 11.162.906	\$ 3.119.413	\$ 15.597.065
1.6.2	Excavacion terreno comun	m3	12.721	\$ 3.126	\$ 39.760.931	\$ 2.319	\$ 29.498.824
1.6.3	Excavacion en roca	m3	50.882	\$ 12.354	\$ 628.576.671	\$ 8.002	\$ 407.135.926
1.6.4	Formacion de terraplenes	m3	12.137	\$ 7.740	\$ 93.935.703	\$ 5.319	\$ 64.562.731
1.6.5	Preparacion subrasante	m2	40.000	\$ 1.191	\$ 47.628.398	\$ 411	\$ 16.431.797
1.6.6	Carpetas rodado granular	m3	12.000	\$ 12.279	\$ 147.350.355	\$ 10.514	\$ 126.167.625
1.6.7	Obras de arte y señalizacion	Gl	1	\$ 12.279	\$ 12.279	\$ 10.670.697	\$ 10.670.697
1.7	Mantenimiento mensual de caminos	mes	42	\$ 12.279	\$ 515.726	\$ 9.139.205	\$ 383.846.604
1.8	Adecuacion camino rol L-39 aguas abajo de la presa	Gl	1	\$ 12.279	\$ 12.279	\$ 291.874.141	\$ 291.874.141
	SUBTOTAL				\$ 2.551.417.198		\$ 3.215.547.163
2	ROCES, DESCEPES, ESCARPES Y LIMPIEZAS						
2.1	Roces	m2	41.760	\$ 229	\$ 9.571.879	\$ 429	\$ 17.900.657
2.2	Descepes	m2	10.000	\$ 229	\$ 2.292.117	\$ 540	\$ 5.402.846
2.3	Escarpes	m3	4.300	\$ 2.849	\$ 12.249.726	\$ 2.998	\$ 12.889.733
2.4	Limpieza de la zona de inundación						
2.4.1	Demoliciones, emparejamientos, retiro y quema de cercas	m2	1.500	\$ 17.344	\$ 26.016.268	\$ 1.134	\$ 1.701.227
2.4.2	Tala Trozadura arboles y despeje vegetacion	ha	230	\$ 903.532	\$ 207.812.254	\$ 2.757.323	\$ 634.184.186
	SUBTOTAL				\$ 257.942.244		\$ 672.078.649
3	EXCAVACIONES ABIERTAS						
3.1	Excavaciones de material común						
3.1.1	En fundaciones de la presa	m3	79.485	\$ 2.313	\$ 183.845.154	\$ 2.826	\$ 224.660.197
3.1.2	En laderas zona presa	m3	73.892	\$ 2.701	\$ 199.613.562	\$ 2.800	\$ 206.872.237
3.1.3	En el vertedero	m3	81.502	\$ 2.810	\$ 229.026.770	\$ 2.259	\$ 184.143.346
3.1.4	En ataguía	m3	5.260	\$ 2.810	\$ 14.780.997	\$ 2.523	\$ 13.270.016
3.1.5	En portales de túnel de desviación	m3	3.500	\$ 2.789	\$ 9.762.333	\$ 2.959	\$ 10.356.200
3.1.6	En casa de válvulas y otros	m3	250	\$ 2.810	\$ 702.519	\$ 3.347	\$ 836.846
3.2	Excavación abierta en roca						
3.2.1	En casa de válvulas y otros	m3	500	\$ 12.129	\$ 6.064.435	\$ 21.461	\$ 10.730.529
3.2.2	En laderas (zona de la presa)	m3	42.360	\$ 18.725	\$ 793.208.038	\$ 22.214	\$ 940.992.764
3.2.3	En el vertedero	m3	85.485	\$ 13.288	\$ 1.135.952.287	\$ 13.470	\$ 1.151.474.933
3.2.4	En portales del túnel de desvío	m3	21.434	\$ 12.709	\$ 272.411.999	\$ 10.806	\$ 231.609.218
	SUBTOTAL				\$ 2.845.368.093		\$ 2.974.946.286
4	RELLENOS DE LA PRESA						
4.1	Rellenos de la presa						
4.1.1	Zona N° 1 de la presa	m3	24.035	\$ 3.843	\$ 92.366.898	\$ 3.708	\$ 89.111.519
4.1.2	Zona N° 2A de la presa	m3	9.950	\$ 10.611	\$ 105.576.604	\$ 11.044	\$ 109.886.155
4.1.3	Zona N° 2B de la presa	m3	70.433	\$ 8.487	\$ 597.749.736	\$ 18.691	\$ 1.316.475.128
4.1.5	Zona N° 3B de la presa	m3	1.973.056	\$ 3.194	\$ 6.302.097.561	\$ 3.717	\$ 7.332.869.343
4.1.6	Zona N° 3C de la presa	m3	1.685.086	\$ 3.194	\$ 5.382.298.511	\$ 3.717	\$ 6.262.627.858
4.1.7	Zona N° 3D de la presa	m3	24.700	\$ 5.446	\$ 134.516.437	\$ 3.352	\$ 82.790.658
4.1.8	Enrocado zona N° 4 de la presa	m3	4.660	\$ 59.635	\$ 277.900.121	\$ 14.875	\$ 69.317.239
4.2	Rellenos ataguía	m3	25.000	\$ 4.851	\$ 121.266.366	\$ 10.085	\$ 252.132.830
4.3	Rellenos estructurales	m3	2.950	\$ 8.511	\$ 25.106.268	\$ 7.482	\$ 22.072.265
4.4	Rellenos de enrocado	m3	1.100	\$ 36.061	\$ 39.666.716	\$ 79.828	\$ 87.810.988
4.5	Rellenos de nivelación	m3	1.000	\$ 3.167	\$ 3.167.288	\$ 6.747	\$ 6.746.860
4.6	Relleno de apoyo sistema drenaje	m3	65	\$ 8.511	\$ 553.189	\$ 8.153	\$ 529.970
4.7	Relleno material 3B en plataforma portal de salida	m3	2.508	\$ 3.194	\$ 8.010.751	\$ 3.717	\$ 9.320.991
	SUBTOTAL				\$ 13.090.276.446		\$ 15.641.691.804

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PRESUPUESTO OFICIAL		BESALCO	
				P.UNITARIO	TOTAL	P.UNITARIO	TOTAL
5	EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA						
5.1	Del túnel de desvío	m3	38.863	\$ 136.016	\$ 5.286.000.885	\$ 71.350	\$ 2.772.887.349
5.2	De la caverna de válvulas	m3	8.170	\$ 153.926	\$ 1.257.575.836	\$ 79.849	\$ 652.366.401
5.3	Obras subterráneas complementarias						
5.3.1	Sobreexcavaciones autorizadas por la ITO	m3	15	\$ 136.016	\$ 2.040.244	\$ 71.017	\$ 1.065.254
5.3.2	Extracción de derrumbes	m3	5	\$ 21.958	\$ 109.791	\$ 18.831	\$ 94.155
5.3.3	Rellenos autorizados por la ITO						
5.3.3a	a) Con hormigón H-5	m3	10	\$ 143.232	\$ 1.432.320	\$ 99.975	\$ 999.750
5.3.3b	b) Con hormigón H-25	m3	10	\$ 258.667	\$ 2.586.669	\$ 477.476	\$ 4.774.762
5.3.3c	c) Con hormigón H-30	m3	10	\$ 262.068	\$ 2.620.678	\$ 484.975	\$ 4.849.747
	SUBTOTAL				\$ 6.552.366.423		\$ 3.437.037.418
6	OBRAS DE REFUERZO Y SOSTENIMIENTOS DE EXCAVACIONES Y ESTRUCTURAS						
6.1	En excavaciones abiertas						
6.1.1	Hormigón proyectado						
6.1.1a	a) 1ª capa (2,5 cm)	m2	3.512	\$ 23.880	\$ 83.865.464	\$ 40.017	\$ 140.538.947
6.1.1b	b) 2ª capa y siguientes (2,5 cm)	m2	6.300	\$ 11.706	\$ 73.748.853	\$ 35.183	\$ 221.649.763
6.2	En excavaciones subterráneas (en el frente)						
6.2.2	Hormigón proyectado (c/fibra)						
6.2.2a	1ª capa (2,5 cm)	m2	1.698	\$ 20.577	\$ 34.939.672	\$ 42.724	\$ 72.545.626
6.2.2b	2ª capa y siguientes (2,5 cm)	m2	5.023	\$ 12.374	\$ 62.156.878	\$ 31.546	\$ 158.457.424
6.2.3	Pernos en roca (ver ítem 6.4)						
6.2.4	Marcos reticulados						
6.2.4a	Suministro y Construcción						
6.2.4a1	Suministro	c/u	50	\$ 1.311.808	\$ 65.590.406	\$ 783.121	\$ 39.156.050
6.2.4a2	Malla Acma	Kg	2.180	\$ 6.342	\$ 13.825.601	\$ 12.751	\$ 27.797.213
6.2.4a3	Colocación	c/u	50	\$ 720.274	\$ 36.013.692	\$ 1.472.840	\$ 73.641.987
6.2.4c	Hormigón proyectado (e=5 cm c/fibra)						
6.2.4c1	1ª capa	m2	658	\$ 41.935	\$ 27.593.438	\$ 73.939	\$ 48.651.613
6.2.4c2	2ª capa y siguientes	m2	900	\$ 15.345	\$ 13.810.747	\$ 49.721	\$ 44.748.963
6.3	En excavaciones subterráneas (detrás del frente)						
6.3.1	Hormigón proyectado (s/fibra)						
6.3.1a	1ª capa	m2	5.500	\$ 17.978	\$ 98.880.275	\$ 33.468	\$ 184.073.338
6.3.1b	2ª capa y siguientes	m2	19.035	\$ 11.903	\$ 226.566.643	\$ 27.443	\$ 522.375.361
6.3.2	Hormigón proyectado (c/fibra)						
6.3.2a	1ª capa (2,5 cm)	m2	890	\$ 41.935	\$ 37.322.431	\$ 42.724	\$ 38.024.503
6.3.2b	2ª capa y siguientes (2,5 cm)	m2	2.681	\$ 15.345	\$ 41.140.681	\$ 33.295	\$ 89.264.503
6.3.4	Malla de alambre	m2	1.000	\$ 5.305	\$ 5.304.613	\$ 19.164	\$ 19.164.477
6.4	Pernos de anclaje L=4,2 m						
6.4.1	en excavacion subterranea	c/u	2.771	\$ 138.432	\$ 383.594.900	\$ 145.695	\$ 403.721.589
6.4.2	en excavacion abierta	c/u	1.269	\$ 138.432	\$ 175.670.129	\$ 197.284	\$ 250.353.732
6.4.3	Pernos adicionales de 0,5 metros	c/u	1.000	\$ 29.768	\$ 29.767.749	\$ 47.094	\$ 47.094.067
6.5	Malla Acma para estabilización de taludes	kg	10.000	\$ 6.342	\$ 63.420.188	\$ 13.564	\$ 135.636.746
	SUBTOTAL				\$ 1.473.212.357		\$ 2.516.895.902

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PRESUPUESTO OFICIAL		BESALCO	
				P.UNITARIO	TOTAL	P.UNITARIO	TOTAL
7	PERFORACIONES E INYECCIONES						
7.1.1	Perforación	ml	3.940	\$ 181.606	\$ 715.526.032	\$ 68.616	\$ 270.347.626
7.1.2	Inyección						
7.1.2a	De consolidación e impermeabilización	lt	260.273	\$ 859	\$ 223.522.334	\$ 542	\$ 141.008.890
7.1.2b	Relleno clave	lt	1.000	\$ 1.222	\$ 1.221.966	\$ 347	\$ 346.794
7.1.2c	Cemento	ton	185	\$ 230.748	\$ 42.688.321	\$ 128.743	\$ 23.817.369
7.1.2d	Bentonita	kg	10.164	\$ 714	\$ 7.261.426	\$ 269	\$ 2.738.163
7.1.2e	Superplastificante	lt	2.863	\$ 3.397	\$ 9.724.180	\$ 2.926	\$ 8.377.624
7.1.2f	Conexión	un	443	\$ 166.239	\$ 73.644.090	\$ 74.199	\$ 32.870.197
7.2	Inyecciones bajo el plinto y bajo el umbral del vertedero						
7.2.1	Impermeabilización						
7.2.1a	Perforación						
7.2.1a1	Perforación primaria	ml	2.866	\$ 227.500	\$ 652.015.052	\$ 285.355	\$ 817.827.791
7.2.1a2	Perforaciones secundarias y terciarias	ml	3.379	\$ 71.283	\$ 240.866.403	\$ 59.012	\$ 199.400.145
7.2.1b	Inyección de lechada	lt	614.823	\$ 859	\$ 528.009.713	\$ 542	\$ 333.094.516
7.2.1b1	Cemento	ton	437	\$ 230.748	\$ 100.836.736	\$ 128.743	\$ 56.260.488
7.2.1b2	Bentonita	kg	24.009	\$ 714	\$ 17.152.653	\$ 269	\$ 6.467.980
7.2.1b3	Superplastificante	lt	6.763	\$ 3.397	\$ 22.970.530	\$ 2.926	\$ 19.789.686
7.2.1b4	Conexión	un	1.479	\$ 166.239	\$ 245.868.191	\$ 154.676	\$ 228.766.097
7.2.2	Consolidación						
7.2.2a	Perforación	ml	8.010	\$ 71.283	\$ 570.979.546	\$ 73.093	\$ 585.476.677
7.2.2b	Inyección de lechada	lt	400.500	\$ 859	\$ 343.949.218	\$ 542	\$ 216.980.096
7.2.2b1	Cemento	ton	284	\$ 230.748	\$ 65.532.341	\$ 128.743	\$ 36.562.880
7.2.2b2	Bentonita	kg	15.640	\$ 714	\$ 11.173.622	\$ 269	\$ 4.213.387
7.2.2b3	Superplastificante	lt	4.406	\$ 3.397	\$ 14.964.979	\$ 2.926	\$ 12.892.704
7.2.2b4	Conexión	un	486	\$ 166.239	\$ 80.792.387	\$ 154.676	\$ 75.172.632
7.3	Perforaciones de drenaje						
7.3.1	En el túnel y caverna	ml	3.200	\$ 16.543	\$ 52.938.964	\$ 110.060	\$ 352.192.949
7.4	Pruebas de agua						
7.4.1	Perforación	ml	250	\$ 227.500	\$ 56.875.005	\$ 79.850	\$ 19.962.624
7.4.2	Ensayos Lugeon modificado						
7.4.2a	Simple	un	170	\$ 288.668	\$ 49.073.607	\$ 170.748	\$ 29.027.127
7.4.2b	Completo	un	55	\$ 451.042	\$ 24.807.333	\$ 284.580	\$ 15.651.882
7.5	Perforaciones para anclajes Φ11/2"	un	5.305	\$ 77.767	\$ 412.552.634	\$ 62.350	\$ 330.766.950
	SUBTOTAL				\$ 4.564.947.262		\$ 3.820.013.273
8	HORMIGONES						
8.1	Hormigones H-5 (emplantados en general)	m2	2.121	\$ 7.162	\$ 15.190.857	\$ 16.225	\$ 34.413.037
8.2	Hormigon H-15 instalado bajo agua en zapata plinto horizontal	m3	1.430	\$ 286.525	\$ 409.730.748	\$ 108.369	\$ 154.968.369
8.3	Hormigón H-25						
8.3.1	Tapones y losetas en portal de entrada y caverna	m3	2.117	\$ 227.502	\$ 481.620.690	\$ 151.732	\$ 321.216.999
8.3.2	Caseta de instrumentación y casa de válvulas	m3	290	\$ 227.502	\$ 65.975.437	\$ 243.077	\$ 70.492.470
8.3.3	Machones de anclaje de tuberías	m3	1.853	\$ 227.502	\$ 421.560.292	\$ 180.064	\$ 333.657.893
8.3.4	Reposición en plinto	m3	203	\$ 227.502	\$ 46.182.806	\$ 145.570	\$ 29.550.760
8.3.5	Radier estructural en túnel	m3	520	\$ 227.502	\$ 118.300.783	\$ 177.380	\$ 92.237.631
8.3.6	Rápido de Descarga	m3	1.790	\$ 228.881	\$ 409.697.423	\$ 181.065	\$ 324.106.900
8.4	Hormigón H-30						
8.4.1	Muro en el coronamiento	m3	1.563	\$ 244.527	\$ 382.195.967	\$ 176.380	\$ 275.681.727
8.4.2	Vertedero y salto sky	m3	2.600	\$ 244.527	\$ 635.770.643	\$ 147.203	\$ 382.727.813
8.4.3	Portales y caverna en túnel de desvío	m3	1.431	\$ 244.527	\$ 349.918.381	\$ 312.981	\$ 447.875.933
8.4.4	Obra de toma	m3	141	\$ 244.527	\$ 34.478.331	\$ 260.605	\$ 36.745.267
8.4.5	Plinto	m3	2.012	\$ 244.527	\$ 491.988.667	\$ 313.701	\$ 631.167.347
8.4.6	Pantalla impermeable	m3	17.998	\$ 244.527	\$ 4.401.000.013	\$ 154.672	\$ 2.783.781.851
8.5	Mortero en casa de válvulas	m2	90	\$ 13.253	\$ 1.192.734	\$ 14.808	\$ 1.332.717
	SUBTOTAL				\$ 8.264.803.771		\$ 5.919.956.712

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PRESUPUESTO OFICIAL		BESALCO	
				P.UNITARIO	TOTAL	P.UNITARIO	TOTAL
9	ACERO						
9.1	A 63-42 H	Kg	1.849.339	\$ 1.289	\$ 2.383.693.505	\$ 1.292	\$ 2.389.198.571
9.2	Barras de anclaje (A 63-42 H)						
9.2.1	En plinto: D=25mm; L= 4,2m; inyectada con mortero	c/u	1.157	\$ 110.892	\$ 128.302.397	\$ 275.780	\$ 319.077.841
9.2.2	En vertedero y otras: D=25mm; L=4,2m; inyectada con mortero	c/u	720	\$ 114.272	\$ 82.276.152	\$ 271.479	\$ 195.464.801
9.3	Reja de Toma (acero A42-27ES)	Kg	7.700	\$ 8.904	\$ 68.557.209	\$ 8.829	\$ 67.984.179
	SUBTOTAL				\$ 2.662.829.263		\$ 2.971.725.393
10	JUNTAS SELLADAS						
10.1	Tipo 1 (Pantalla-Plinto, horizontal)	ml	383	\$ 157.951	\$ 60.495.099	\$ 174.338	\$ 66.771.376
10.2	Tipo 3 (Pantalla-Parapeto)	ml	347	\$ 192.133	\$ 66.670.136	\$ 164.113	\$ 56.947.063
10.3	Tipo 4 (Pantalla-Vertical, expansión)	ml	1.285	\$ 136.025	\$ 174.792.402	\$ 205.200	\$ 263.681.370
10.4	Tipo 5 (Pantalla-Vertical, compresión)	ml	1.734	\$ 32.771	\$ 56.825.459	\$ 109.907	\$ 190.578.725
10.5	Tipo 6 (Pantalla-Plinto, vertical)	ml	260	\$ 112.105	\$ 29.147.389	\$ 174.338	\$ 45.327.827
10.6	Junta de Dilatación	ml	335	\$ 10.703	\$ 3.585.503	\$ 168.136	\$ 56.325.455
	SUBTOTAL				\$ 391.515.987		\$ 679.631.816
11	INSTRUMENTACIÓN						
11.1	Acelerógrafos	Un	4	\$ 27.095.380	\$ 108.381.521	\$ 12.837.696	\$ 51.350.783
11.2	Asentímetros eléctricos	Un	28	\$ 10.631.446	\$ 297.680.480	\$ 2.514.238	\$ 70.398.653
11.3	Medidores juntas en tres direcciones	Un	9	\$ 5.205.287	\$ 46.847.581	\$ 11.353.638	\$ 102.182.743
11.4	Medidores de deformación de hormigón	Un	11	\$ 13.439.104	\$ 147.830.144	\$ 5.771.268	\$ 63.483.952
11.5	Medidor de temperatura	Un	8	\$ 5.688.926	\$ 45.511.411	\$ 2.724.102	\$ 21.792.814
11.6	Piezómetro eléctrico	Un	3	\$ 5.623.570	\$ 16.870.709	\$ 4.350.006	\$ 13.050.017
11.7	Pto. de control topográfico	Un	38	\$ 54.125	\$ 2.056.758	\$ 294.098	\$ 11.175.721
11.8	Piezómetro medición continua	Un	1	\$ 20.392.993	\$ 20.392.993	\$ 8.375.805	\$ 8.375.805
11.9	Piezómetro de Casagrande	Un	3	\$ 2.393.504	\$ 7.180.512	\$ 1.494.238	\$ 4.482.715
11.10	Limnímetros en plinto	Un	45	\$ 395.045	\$ 17.777.017	\$ 261.788	\$ 11.780.460
	SUBTOTAL				\$ 710.529.126		\$ 358.073.663
12	EQUIPOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS						
12.1	Válvula mariposa D=1.500 mm	Un	2	\$ 165.403.687	\$ 330.807.373	\$ 251.762.235	\$ 503.524.470
12.2	Válvula mariposa D=2.200 mm	Un	1	\$ 315.177.771	\$ 315.177.771	\$ 261.958.932	\$ 261.958.932
12.3	Juntas de desmontaje						
12.3.1	D=1.500 mm	Un	2	\$ 12.893.041	\$ 25.786.083	\$ 24.784.360	\$ 49.568.719
12.3.2	D=2.200 mm	Un	1	\$ 13.975.546	\$ 13.975.546	\$ 36.449.422	\$ 36.449.422
12.4	Válvula H-Bunger D = 1.500 mm	Un	2	\$ 316.011.778	\$ 632.023.556	\$ 363.217.300	\$ 726.434.599
12.5	Curvas y piezas especiales	gl	1	\$ 15.857.472	\$ 15.857.472	\$ 169.135.959	\$ 169.135.959
12.6	Tubería D=1.500 mm	ml	20	\$ 628.287	\$ 12.565.741	\$ 1.377.453	\$ 27.549.069
12.7	Tubería D=2.200 mm	ml	395	\$ 1.052.087	\$ 415.574.559	\$ 2.157.080	\$ 852.046.486
12.8	Sistema de izamiento	gl	1	\$ 143.513.904	\$ 143.513.904	\$ 102.690.627	\$ 102.690.627
12.9	Sistema de comando y control	gl	1	\$ 180.417.512	\$ 180.417.512	\$ 1.890.953	\$ 1.890.953
12.10	Equipamiento eléctrico	gl	1	\$ 108.250.507	\$ 108.250.507	\$ 170.742.188	\$ 170.742.188
12.11	Sistema de cierre ventana lateral (compuerta)	gl	1	\$ 19.845.926	\$ 19.845.926	\$ 19.625.539	\$ 19.625.539
12.12	Blindaje tapón caverna de válvula	m2	90	\$ 598.987	\$ 53.908.797	\$ 686.895	\$ 61.820.574
	SUBTOTAL				\$ 2.267.704.746		\$ 2.983.437.537
13	ADECUACION DEL CAMINO						
13.1	Adecuacion del camino tramo presa - sector yaciminetos	Gl	1	\$ 1.332.106.747	\$ 1.332.106.747	\$ 879.158.475	\$ 879.158.475
	SUBTOTAL				\$ 1.332.106.747		\$ 879.158.475

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL	P.UNITARIO	TOTAL
14	MISCELÁNEOS						
14.1	Tubos PVC D = 110 mm	ml	24	\$ 10.390	\$ 249.370	\$ 5.157	\$ 123.774
14.2	Ventanas aluminio c/vidrio e=4mm	m2	18	\$ 102.892	\$ 1.852.060	\$ 20.793	\$ 374.270
14.3	Cierre túnel de desviación	gl	1	\$ 981.471	\$ 981.471	\$ 1.102.087	\$ 1.102.087
14.4	Cierre ducto by-pass c.válvulas	gl	1	\$ 728.887	\$ 728.887	\$ 1.102.087	\$ 1.102.087
14.5	Puertas metálicas	kg	1.100	\$ 3.312	\$ 3.642.828	\$ 3.993	\$ 4.392.678
14.6	Cierres malla ACMA	ml	140	\$ 5.727	\$ 801.824	\$ 45.667	\$ 6.393.338
14.7	Barbacanas PVC 50 mm	un	240	\$ 4.386	\$ 1.052.707	\$ 5.559	\$ 1.334.190
14.8	Impermeabilización losas techo	m2	90	\$ 108.015	\$ 9.721.373	\$ 38.292	\$ 3.446.257
14.9	Parrillas para piso	m2	12	\$ 262.922	\$ 3.155.066	\$ 239.610	\$ 2.875.314
14.10	Elementos metálicos pintados	Kg	1.300	\$ 7.491	\$ 9.738.370	\$ 4.995	\$ 6.493.537
14.11	Elementos metálicos galvanizados	Kg	1.200	\$ 7.491	\$ 8.989.265	\$ 4.910	\$ 5.892.228
14.12	Defensas camineras coronamiento	ml	350	\$ 52.286	\$ 18.299.947	\$ 46.619	\$ 16.316.745
14.13	Señales camineras coronamiento	un	3	\$ 166.991	\$ 500.973	\$ 108.834	\$ 326.502
14.14	Dren 160 mm	ml	320	\$ 11.093	\$ 3.549.744	\$ 28.650	\$ 9.167.990
14.15	Dren 300 mm	ml	265	\$ 14.080	\$ 3.731.238	\$ 42.304	\$ 11.210.675
14.16	Construccion oficina y casa celador	m2	128	\$ 486.131	\$ 62.224.787	\$ 630.417	\$ 80.693.365
14.17	Galpon bodega	gl	1	\$ 87.503.607	\$ 87.503.607	\$ 162.995.848	\$ 162.995.848
14.18	Suministro e instalación grupo electrógeno, 100 KVA.	gl	1	\$ 39.585.003	\$ 39.585.003	\$ 18.425.550	\$ 18.425.550
14.19	item eliminado						
14.20	Agotamiento de napa (hasta 1m3/seg)	mes	5	\$ 36.578.164	\$ 182.890.822	\$ 35.215.261	\$ 176.076.307
	SUBTOTAL				\$ 439.199.342		\$ 508.742.743
15	GASTOS AMBIENTALES						
15.1	Monitoreo de ruido	Campaña	20	\$ 809.858	\$ 16.197.168	\$ 3.340.961	\$ 66.819.219
15.2	Monitoreo Calidad agua	campana	1	\$ 8.817.758	\$ 8.817.758	\$ 13.888.768	\$ 13.888.768
15.3	Monitoreo flora y fauna acuatica	campana	2	\$ 5.002.984	\$ 10.005.967	\$ 7.573.231	\$ 15.146.462
15.4	Muestreo reptiles	Campaña	1	\$ 3.752.237	\$ 3.752.237	\$ 12.021.158	\$ 12.021.158
15.5	Monitoreo fauna 7 días	Campaña	1	\$ 6.253.729	\$ 6.253.729	\$ 9.361.219	\$ 9.361.219
15.6	Rescate peces	Global	1	\$ 3.126.864	\$ 3.126.864	\$ 5.848.925	\$ 5.848.925
15.7	Rescate fauna, incluye protocolo de rescate	Campaña	1	\$ 13.695.666	\$ 13.695.666	\$ 20.945.783	\$ 20.945.783
15.8	Señaletica de faena	unidad	5	\$ 62.538	\$ 312.688	\$ 210.160	\$ 1.050.802
15.9	Señaletica ambiental	unidad	20	\$ 62.672	\$ 1.253.431	\$ 234.652	\$ 4.693.034
15.10	Camión aljibe para riego de caminos	mes	42	\$ 1.375.821	\$ 57.784.469	\$ 2.709.935	\$ 113.817.281
15.11	Empalizadas para estabilización de taludes	unidad	50	\$ 43.776	\$ 2.188.823	\$ 654.828	\$ 32.741.398
15.12	Corte y roce	ha	50	\$ 1.563.432	\$ 78.171.596	\$ 2.418.799	\$ 120.939.962
15.13	capacitacion trabajadores Flora y Fauna	evento	6	\$ 62.672	\$ 376.029	\$ 85.078	\$ 510.466
15.14	demarcación ribera sur con jalones	unidad	120	\$ 6.254	\$ 750.504	\$ 30.000	\$ 3.599.992
15.15	Resguardo exsitu germoplasma	Global	1	\$ 3.752.237	\$ 3.752.237	\$ 5.104.507	\$ 5.104.507
15.16	Resguardo exsitu germoplasma belloto	Global	1	\$ 2.501.491	\$ 2.501.491	\$ 3.403.003	\$ 3.403.003
15.17	Implementación de plan de control de molestias comunidad	Global	1	\$ 875.522	\$ 875.522	\$ 1.191.051	\$ 1.191.051
15.18	Ejecución de Plan de rescate arqueologico	rescate	3	\$ 23.764.170	\$ 71.292.509	\$ 32.328.540	\$ 96.985.620
15.19	Implementación Plan de Manejo Ambiental Proyecto línea eléct	Global	1	\$ 16.259.695	\$ 16.259.695	\$ 22.119.531	\$ 22.119.531
15.20	Habilitación sector de limpieza maquinaria	Global	1	\$ 10.569.201	\$ 10.569.201	\$ 13.744.730	\$ 13.744.730
15.21	Mallas raschell	m	1200	\$ 4.377	\$ 5.252.817	\$ 6.077	\$ 7.292.503
15.22	OTROS AMBIENTALES	Global	1		\$ 313.190.400	\$ 35.034.381	\$ 35.034.381
	SUBTOTAL				\$ 313.190.400		\$ 606.259.793
	TOTAL NETO OBRAS DEL EMBALSE				\$47.717.409.406		\$ 47.185.196.627

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PRESUPUESTO OFICIAL		BESALCO	
				P.UNITARIO	TOTAL	P.UNITARIO	TOTAL
ITEMES AMBIENTALES							
EAE-1	Construcción camino de reemplazo sobre cota de inundación	Há	4	\$ 29.767.749	\$ 119.070.994	\$ 2.757.323	\$ 11.029.290
EAE-2	Construcción de un sendero peatonal	Km	12	\$ 14.883.874	\$ 178.606.491	\$ 13.585.980	\$ 163.031.755
EAE-3	Reforestación de bosques	Há					
EAE-4	Prohibición de corta de flores y frutos, e individuos de plantas	Gl	1	\$ 11.907.099	\$ 11.907.099	\$ 2.326.836	\$ 2.326.836
EAE-5	Restauración de áreas intervenidas fuera de la cota de inundación	Há	22	\$ 1.786.065	\$ 39.293.428	\$ 349.247	\$ 7.683.437
EAE-6	Revegetar los taludes de derrame del camino	Há	4	\$ 1.309.781	\$ 5.239.124	\$ 337.513.304	\$ 1.350.053.217
EAE-7	Señalización Turística	N°	30	\$ 714.426	\$ 21.432.779	\$ 162.002	\$ 4.860.061
EAE-8	Refugio Turístico	N°	4	\$ 2.947.007	\$ 11.788.028	\$ 3.222.765	\$ 12.891.060
EAE-9	Cerco Rústico	ml	400	\$ 15.330	\$ 6.132.156	\$ 21.214	\$ 8.485.594
EAE-10	Pantalla Vegetal	N°	200	\$ 1.786	\$ 357.213	\$ 39.302	\$ 7.860.472
EAE-11	Rescate Arqueológico	Gl	1	\$ 11.907.099	\$ 11.907.099	\$ 72.350.242	\$ 72.350.242
EAE-12	Instalación de faenas y campamentos	Gl	1	\$ 16.029.933	\$ 16.029.933	\$ 656.629	\$ 656.629
EAE-13	Abandono de Instalación de faenas y campamentos	Gl	1	\$ 6.479.992	\$ 6.479.992	\$ 656.629	\$ 656.629
EAE-14	Apertura y explotación de empréstitos	Gl	1	\$ 12.383.383	\$ 12.383.383	\$ 656.629	\$ 656.629
EAE-15	Abandono de empréstitos	Gl	1	\$ 5.685.640	\$ 5.685.640	\$ 656.629	\$ 656.629
EAE-16	Apertura y uso de botaderos	Gl	1	\$ 7.069.840	\$ 7.069.840	\$ 656.629	\$ 656.629
EAE-17	Abandono de botaderos	Gl	1	\$ 4.167.485	\$ 4.167.485	\$ 656.629	\$ 656.629
TOTAL NETO OBRAS DE LA VARIANTE ROL L-39					\$ 7.927.602.267		\$ 9.929.573.018
16	Valor PROFORMA ensaye de contramuestras	Gl	1	\$ 74.419.371	\$ 74.419.371	\$ 74.419.371	\$ 74.419.371
17	Valor PROFORMA Construcción línea A.T.	Gl	1	\$ 223.258.114	\$ 223.258.114	\$ 223.258.114	\$ 223.258.114
A)	Costo Neto total de Obras del Embalse				\$47.717.409.406		\$ 47.185.196.627
B)	Costo Neto total de Obras de la Variante Rol L-39				\$ 7.927.602.267		\$ 9.929.573.018
C)	Valor PROFORMA ensaye de contramuestras			GL	\$ 74.419.371		\$ 74.419.371
D)	Valor PROFORMA Construcción línea A.T.			GL	\$ 223.258.114		\$ 223.258.114
Costo Neto total (Obras del Embalse + Obras de la Variante Rol L-39) + Val. Prof					\$55.942.689.158		\$ 57.412.447.131
IVA (19%)					\$10.629.110.940		\$ 10.908.364.955
TOTAL PRESUPUESTO					\$ 66.571.800.098		\$ 68.320.812.085

Tabla 2: Comparación presupuesto DOH con respecto al presupuesto de BESALCO, empresa ganadora de la licitación. CLP año 2019

Fuente: Elaboración propia a partir de documentos entregados por el Departamento de Construcción DOH

Item	Descripción	Un	P. Unitario Neto	PRESUPUES		NUEVO PRESUPUESTO	
				RES DGOP N°301/2008		GENERAL	
				Cantidad	Total	CANTIDAD	TOTAL (\$)
	I.- SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS						
1	INSTALACIONES DE FAENA						
1.1	Oficinas	Gl	287.008.538	1	287.008.538	1	287.008.538
1.2	Bodegas y taller vehiculos	Gl	598.946.221	1	598.946.221	1	598.946.221
1.3	Campamento (dormitorios y comedores)	Gl	741.426.666	1	741.426.666	1	741.426.666
1.4	Instalaciones provisorias	Gl	165.166.533	1	165.166.533	1	165.166.533
1.5	Planta hormigones	Gl	40.608.679	1	40.608.679	1	40.608.679
1.5.1	Planta de Aridos	Gl	36.605.116	1	36.605.116	1	36.605.116
1.6	Habilitación caminos interiores					0	
1.6.1	Preparacion faja	Km	3.119.413	5	15.597.065	5,78	18.030.208
1.6.2	Excavacion terreno comun	m ³	2.319	12.721	29.498.824	61.871	143.473.133
1.6.3	Excavacion en roca	m ³	8.002	50.882	407.135.926	14.110	112.902.164
1.6.4	Formacion de terraplenes	m ³	5.319	12.137	64.562.731	14.073	74.861.277
1.6.5	Preparacion subrasante	m ²	411	40.000	16.431.797	10.740	4.411.938
1.6.6	Carpeta rodado granular	m ³	10.514	12.000	126.167.625	1.833	19.272.105
1.6.7	Obras de arte y señalizacion	Gl	10.670.697	1	10.670.697	0,00	
1.7	Mantencion mensual de caminos	mes	9.139.205	42	383.846.604	55	502.656.267
1.8	Adecuacion camino rol L-39 aguas abajo de la presa	Gl	291.874.141	1	291.874.141	0,92	268.524.210
						0	
2	ROCES, DESCEPES, ESCARPES Y LIMPIEZAS					0	
						0	
2.1	Roces	m ²	429	41.760	17.900.657	166.336	71.300.854
2.2	Descepes	m ²	540	10.000	5.402.846	2.801	1.513.337
2.3	Escarpes	m ³	2.998	4.300	12.889.733	399.407	1.197.267.327
2.4	Limpieza de la zona de inundación					0	
2.4.1	Demoliciones, emparejamientos, retiro y quema de cercas	m ²	1.134	1.500	1.701.227	306,15	347.220
2.4.2	Tala Trozadura arboles y despeje vegetacion	ha	2.757.323	230	634.184.186	260	716.903.862
						0	
3	EXCAVACIONES ABIERTAS					0	
						0	
3.1	Excavaciones de material común					0	
3.1.1	En fundaciones de la presa	m ³	2.826	79.485	224.660.197	67.835	191.732.081
3.1.2	En laderas zona presa	m ³	2.800	73.892	206.872.237	201.169	563.204.149
3.1.3	En el vertedero	m ³	2.259	81.502	184.143.346	58.941	133.169.652
3.1.4	En ataguía	m ³	2.523	5.260	13.270.016	8.091	20.412.110
3.1.5	En portales de túnel de desviación	m ³	2.959	3.500	10.356.200	3.932	11.634.451
3.1.6	En casa de válvulas y otros	m ³	3.347	250	836.846	0	
3.2	Excavación abierta en roca					0	
3.2.1	En casa de válvulas y otros	m ³	21.461	500	10.730.529	931	19.980.245
3.2.2	En laderas (zona de la presa)	m ³	22.214	42.360	940.992.764	30.164	670.068.596
3.2.3	En el vertedero	m ³	13.470	85.485	1.151.474.933	216.553	2.916.948.601
3.2.4	En portales del túnel de desvío	m ³	10.806	21.434	231.609.218	4.576	49.446.850

Item	Descripción	Un	P. Unitario Neto	PRESUPUES		NUEVO PRESUPUESTO GENERAL	
				RES DGOP N°301/2008		CANTIDAD	TOTAL (\$)
				Cantidad	Total		
4	RELLENOS DE LA PRESA					0	
						0	
4.1	Rellenos de la presa					0	
4.1.1	Zona N° 1 de la presa	m ³	3.708	24.035	89.111.519	18.065	66.977.308
4.1.2	Zona N° 2A de la presa	m ³	11.044	9.950	109.886.155	4.908	54.203.141
4.1.3	Zona N° 2B de la presa	m ³	18.691	70.433	1.316.475.128	79.291	1.482.041.506
4.1.5	Zona N° 3B de la presa	m ³	3.717	1.973.056	7.332.869.343	2.042.707	7.591.727.522
4.1.6	Zona N° 3C de la presa	m ³	3.717	1.685.086	6.262.627.858	1.947.065	7.236.273.703
4.1.7	Zona N° 3D de la presa	m ³	3.352	24.700	82.790.658	27.839	93.312.110
4.1.8	Enrocado zona N° 4 de la presa	m ³	14.875	4.660	69.317.239	9.522	141.639.216
4.2	Rellenos ataguía	m ³	10.085	25.000	252.132.830	31.160	314.258.360
4.3	Rellenos estructurales	m ³	7.482	2.950	22.072.265	2.278	17.044.278
4.4	Rellenos de enrocado	m ³	79.828	1.100	87.810.988	977	77.992.123
4.5	Rellenos de nivelación	m ³	6.747	1.000	6.746.860	0	
4.6	Relleno de apoyo sistema drenaje	m ³	8.153	65	529.970	62,0	505.510
4.7	Relleno material 3B en plataforma portal de salida	m ³	3.717	2.508	9.320.991	0	
						0	
5	EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA					0	
						0	
5.1	Del túnel de desvío	m ³	71.350	38.863	2.772.887.349	33.740	2.407.359.678
5.2	De la caverna de válvulas	m ³	79.849	8.170	652.366.401	6.900	550.958.160
5.3	Obras subterráneas complementarias					0	
5.3.1	Sobreexcavaciones autorizadas por la ITO	m ³	71.017	15	1.065.254	0	
5.3.2	Extracción de derrumbes	m ³	18.831	5	94.155	0	
5.3.3	Rellenos autorizados por la ITO					0	
5.3.3a	a) Con hormigón H-5	m ³	99.975	10	999.750	0	
5.3.3b	b) Con hormigón H-25	m ³	477.476	10	4.774.762	0	
5.3.3c	c) Con hormigón H-30	m ³	484.975	10	4.849.747	0	
						0	
6	OBRAS DE REFUERZO Y SOSTENIMIENTOS DE EXCAVACIONES Y ESTRUC					0	
						0	
6.1	En excavaciones abiertas					0	
6.1.1	Hormigón proyectado					0	
6.1.1a	a) 1ª capa (2,5 cm)	m ²	40.017	3.512	140.538.947	6.400	256.107.420
6.1.1b	b) 2ª capa y siguientes (2.5 cm)	m ²	35.183	6.300	221.649.763	6.933	243.920.286
6.2	En excavaciones subterráneas (en el frente)					0	
6.2.2	Hormigón proyectado (c/fibra)					0	
6.2.2a	1ª capa (2.5 cm)	m ²	42.724	1.698	72.545.626	0	
6.2.2b	2ª capa y siguientes (2.5 cm)	m ²	31.546	5.023	158.457.424	0	
6.2.3	Pernos en roca (ver ítem 6.4)					0	
6.2.4	Marcos reticulados					0	
6.2.4a	Suministro y Construcción					0	
6.2.4a	Suministro	c/u	783.121	50	39.156.050	92	72.047.132
6.2.4a	Malla Acma	Kg	12.751	2.180	27.797.213	3.918	49.961.027
6.2.4a	Colocación	c/u	1.472.840	50	73.641.987	66	97.207.422
6.2.4c	Hormigón proyectado (e=5 cm c/fibra)					0	
6.2.4c	1ª capa	m ²	73.939	658	48.651.613	1.343	99.299.570
6.2.4c	2ª capa y siguientes	m ²	49.721	900	44.748.963	0	
6.3	En excavaciones subterráneas (detrás del frente)					0	
6.3.1	Hormigón proyectado (s/fibra)					0	
6.3.1a	1ª capa	m ²	33.468	5.500	184.073.338	3.503	117.237.983
6.3.1b	2ª capa y siguientes	m ²	27.443	19.035	522.375.361	15.481	424.843.340
6.3.2	Hormigón proyectado (c/fibra)					0	
6.3.2a	1ª capa (2.5 cm)	m ²	42.724	890	38.024.503	4.777	204.093.318
6.3.2b	2ª capa y siguientes(2,5 cm)	m ²	33.295	2.681	89.264.503	23.610	786.100.303
6.3.4	Malla de alambre	m ²	19.164	1.000	19.164.477	850	16.289.805
6.4	Pernos de anclaje L=4,2 m					0	
6.4.1	en excavacion subterranea	c/u	145.695	2.771	403.721.589	4.596	669.615.454
6.4.2	en excavacion abierta	c/u	197.284	1.269	250.353.732	2.491	491.435.104
6.4.3	Pernos adicionales de 0,5 metros	c/u	47.094	1.000	47.094.067	624	29.386.698
6.5	Malla Acma para estabilización de taludes	kg	13.564	10.000	135.636.746	126.000	1.709.023.003

Item	Descripción	Un	P. Unitario Neto	PRESUPUESTO ORIGINAL		NUEVO PRESUPUESTO GENERAL	
				RES DGOP N°301/2008		CANTIDAD	TOTAL (\$)
				Cantidad	Total		
7	PERFORACIONES E INYECCIONES					0	
						0	
7.1	En el túnel de desvío y caverna					0	
7.1.1	Perforación	ml	68.616	3.940	270.347.626	3.863	265.064.183
7.1.2	Inyección					0	
7.1.2a	De consolidación e impermeabilización	lt	542	260.273	141.008.890	34.871	18.892.167
7.1.2b	Relleno clave	lt	347	1.000	346.794	0	
7.1.2c	Cemento	ton	128.743	185	23.817.369	0	
7.1.2d	Bentonita	kg	269	10.164	2.738.163	0	
7.1.2e	Superplastificante	lt	2.926	2.863	8.377.624	0	
7.1.2f	Conexión	un	74.199	443	32.870.197	0	
7.2	Inyecciones bajo el plinto y bajo el umbral del vertedero					0	
7.2.1	Impermeabilización					0	
7.2.1a	Perforación					0	
7.2.1a	Perforación primaria	ml	285.355	2.866	817.827.791	3.414	974.202.400
7.2.1a	Perforaciones secundarias y terciarias	ml	59.012	3.379	199.400.145	11.238	663.172.189
7.2.1b	Inyección de lechada	lt	542	614.823	333.094.516	321.327	174.086.300
7.2.1b	Cemento	ton	128.743	437	56.260.488	307	39.523.958
7.2.1b	Bentonita	kg	269	24.009	6.467.980	0	
7.2.1b	Superplastificante	lt	2.926	6.763	19.789.686	3.801	11.122.371
7.2.1b	Conexión	un	154.676	1.479	228.766.097	451	69.758.965
7.2.2	Consolidación					0	
7.2.2a	Perforación	ml	73.093	8.010	585.476.677	11.968	874.779.635
7.2.2b	Inyección de lechada	lt	542	400.500	216.980.096	725.149	392.866.166
7.2.2b	Cemento	ton	128.743	284	36.562.880	685	88.188.637
7.2.2b	Bentonita	kg	269	15.640	4.213.387	0	
7.2.2b	Superplastificante	lt	2.926	4.406	12.892.704	8.972	26.253.594
7.2.2b	Conexión	un	154.676	486	75.172.632	634	98.064.710
7.3	Perforaciones de drenaje					0	
7.3.1	En el túnel y caverna	ml	110.060	3.200	352.192.949	484	53.269.184
7.4	Pruebas de agua					0	
7.4.1	Perforación	ml	79.850	250	19.962.624	102	8.144.751
7.4.2	Ensayos Lugeon modificado					0	
7.4.2a	Simple	un	170.748	170	29.027.127	278	47.467.890
7.4.2b	Completo	un	284.580	55	15.651.882	67	19.066.838
7.5	Perforaciones para anclajes Ø11/2"	un	62.350	5.305	330.766.950	0	
						0	
8	HORMIGONES					0	
						0	
8.1	Hormigones H-5 (emplantillados en general)	m ²	16.225	2.121	34.413.037	2.618	42.476.818
8.2	Hormigón H-15 instalado bajo agua en zapata plinto horizontal	m ³	108.369	1.430	154.968.369	1.373	148.791.308
8.3	Hormigón H-25					0	
8.3.1	Tapones y losetas en portal de entrada y caverna	m ³	151.732	2.117	321.216.999	1.987	301.491.818
8.3.2	Caseta de instrumentación y casa de válvulas	m ³	243.077	290	70.492.470	210	51.046.271
8.3.3	Machones de anclaje de tuberías	m ³	180.064	1.853	333.657.893	2.170	390.738.061
8.3.4	Reposición en plinto	m ³	145.570	203	29.550.760	1.677	244.121.299
8.3.5	Radier estructural en túnel	m ³	177.380	520	92.237.631	873	154.852.792
8.3.6	Rápido de Descarga	m ³	181.065	1.790	324.106.900	2.377	430.392.235
8.4	Hormigón H-30					0	
8.4.1	Muro en el coronamiento	m ³	176.380	1.563	275.681.727	1.572	277.269.146
8.4.2	Vertedero y salto ski	m ³	147.203	2.600	382.727.813	3.152	463.983.872
8.4.3	Portales y caverna en túnel de desvío	m ³	312.981	1.431	447.875.933	1.349	422.211.484
8.4.4	Obra de toma	m ³	260.605	141	36.745.267	141	36.745.267
8.4.5	Plinto	m ³	313.701	2.012	631.167.347	2.584	810.604.584
8.4.6	Pantalla impermeable	m ³	154.672	17.998	2.783.781.851	18.229	2.819.511.022
8.5	Mortero en casa de válvulas	m ²	14.808	90	1.332.717	90	1.332.717

Item	Descripción	Un	P. Unitario Neto	PRESUPUESTO ORIGINAL		NUEVO PRESUPUESTO GENERAL	
				RES DGOP N°301/2008		CANTIDAD	TOTAL (\$)
				Cantidad	Total		
9	ACERO					0	
						0	
9.1	A 63-42 H	Kg	1.292	1.849.339	2.389.198.571	2.058.039	2.658.822.335
						0	
9.2	Barras de anclaje (A 63-42 H)					0	
9.2.1	En plinto: D=25mm; L= 4,2m; inyectada con mortero	c/u	275.780	1.157	319.077.841	1.261	347.758.996
9.2.2	En vertedero y otras: D=25mm; L=4,2m; inyectada con mortero	c/u	271.479	720	195.464.801	744	201.980.294
9.3	Reja de Toma (acero A42-27ES)	Kg	8.829	7.700	67.984.179	9.618	84.918.421
						0	
10	JUNTAS SELLADAS					0	
						0	
10.1	Tipo 1 (Pantalla-Plinto, horizontal)	ml	174.338	383	66.771.376	370	64.504.985
10.2	Tipo 3 (Pantalla-Parapeto)	ml	164.113	347	56.947.063	350	57.439.401
10.3	Tipo 4 (Pantalla-Vertical, expansión)	ml	205.200	1.285	263.681.370	1.503	308.414.863
10.4	Tipo 5 (Pantalla-Vertical, compresión)	ml	109.907	1.734	190.578.725	1.776	195.194.819
10.5	Tipo 6 (Pantalla-Plinto, vertical)	ml	174.338	260	45.327.827	251	43.758.787
10.6	Junta de Dilatación	ml	168.136	335	56.325.455	359	60.360.711
						0	
11	INSTRUMENTACIÓN					0	
						0	
11.1	Acelerógrafos	Un	12.837.696	4	51.350.783	4	51.350.783
11.2	Asentímetros eléctricos	Un	2.514.238	28	70.398.653	28	70.398.653
11.3	Medidores juntas en tres direcciones	Un	11.353.638	9	102.182.743	9	102.182.743
11.4	Medidores de deformación de hormigón	Un	5.771.268	11	63.483.952	11	63.483.952
11.5	Medidor de temperatura	Un	2.724.102	8	21.792.814	8	21.792.814
11.6	Piezómetro eléctrico	Un	4.350.006	3	13.050.017	3	13.050.017
11.7	Pto. de control topográfico	Un	294.098	38	11.175.721	38	11.175.721
11.8	Piezómetro medición continua	Un	8.375.805	1	8.375.805	1	8.375.805
11.9	Piezómetro de Casagrande	Un	1.494.238	3	4.482.715	2	2.988.477
11.10	Limnímetros en plinto	Un	261.788	45	11.780.460	46	12.042.248
						0	
12	EQUIPOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS					0	
						0	
12.1	Válvula mariposa D=1.500 mm	Un	251.762.235	2	503.524.470	2	503.524.470
12.2	Válvula mariposa D=2.200 mm	Un	261.958.932	1	261.958.932	1	261.958.932
12.3	Juntas de desmontaje					0	
12.3.1	D=1.500 mm	Un	24.784.360	2	49.568.719	2	49.568.719
12.3.2	D=2.200 mm	Un	36.449.422	1	36.449.422	1	36.449.422
12.4	Válvula H-Bunger D = 1.500 mm	Un	363.217.300	2	726.434.599	2	726.434.599
12.5	Curvas y piezas especiales	gl	169.135.959	1	169.135.959	1	169.135.959
12.6	Tubería D=1.500 mm	ml	1.377.453	20	27.549.069	12,32	16.970.226
12.7	Tubería D=2.200 mm	ml	2.157.080	395	852.046.486	356,65	769.322.479
12.8	Sistema de izamiento	gl	102.690.627	1	102.690.627	1	102.690.627
12.9	Sistema de comando y control	gl	1.890.953	1	1.890.953	1	1.890.953
12.10	Equipamiento eléctrico	gl	170.742.188	1	170.742.188	1	170.742.188
12.11	Sistema de cierre ventana lateral (compuerta)	gl	19.625.539	1	19.625.539	1	19.625.539
12.12	Blindaje tapón caverna de válvula	m²	686.895	90	61.820.574	89	61.133.678
						0	
13	ADECUACION DEL CAMINO					0	
13.1	Adecuacion del camino tramo presa - sector yaciminetos	Gl	879.158.475	1	879.158.475	1	879.158.475

Item	Descripción	Un	P. Unitario Neto	PRESUPUESTO ORIGINAL		NUEVO PRESUPUESTO GENERAL	
				RES DGOP N°301/2008		CANTIDAD	TOTAL (\$)
				Cantidad	Total		
14	MISCELÁNEOS					0	
						0	
14.1	Tubos PVC D = 110 mm	m	5.157	24	123.774	0	
14.2	Ventanas aluminio c/vidrio e=4mm	m²	20.793	18	374.270	6,30	130.994
14.3	Cierre túnel de desviación	gl	1.102.087	1	1.102.087	1	1.102.087
14.4	Cierre ducto by-pass c.válvulas	gl	1.102.087	1	1.102.087	1	1.102.087
14.5	Puertas metálicas	kg	3.993	1.100	4.392.678	280	1.118.136
14.6	Cierres malla ACMA	m	45.667	140	6.393.338	58	2.648.669
14.7	Barbacanas PVC 50 mm	un	5.559	240	1.334.190	240	1.334.190
14.8	Impermeabilización losas techo	m²	38.292	90	3.446.257	90	3.446.257
14.9	Parrillas para piso	m²	239.610	12	2.875.314	30	7.188.286
14.10	Elementos metálicos pintados	Kg	4.995	1.300	6.493.537	1.241	6.198.830
14.11	Elementos metálicos galvanizados	Kg	4.910	1.200	5.892.228	2.736	13.434.280
14.12	Defensas camineras coronamiento	m	46.619	350	16.316.745	0	
14.13	Señales camineras coronamiento	un	108.834	3	326.502	0	
14.14	Dren 160 mm	m	28.650	320	9.167.990	291,14	8.341.152
14.15	Dren 300 mm	m	42.304	265	11.210.675	240	10.153.065
14.16	Construccion oficina y casa celador	m²	630.417	128	80.693.365	128	80.693.365
14.17	Galpon bodega	gl	162.995.848	1	162.995.848	1	162.995.848
14.18	Suministro e instalación grupo electrógeno, 100 KVA.	gl	18.425.550	1	18.425.550	1	18.425.550
14.19	item eliminado					0	
14.20	Agotamiento de napa (hasta 1m3/seg)	mes	35.215.261	5	176.076.307	19	669.089.967
						0	
15	GASTOS AMBIENTALES					0	
						0	
15.1	Monitoreo de ruido	Campaña	3.340.961	20	66.819.219	20	66.819.219
15.2	Monitoreo Calidad agua	campaña	13.888.768	1	13.888.768	1	13.888.768
15.3	Monitoreo flora y fauna acuatica	campaña	7.573.231	2	15.146.462	2	15.146.462
15.4	Muestreo reptiles	Campaña	12.021.158	1	12.021.158	0	
15.5	Monitoreo fauna 7 días	Campaña	9.361.219	1	9.361.219	0	
15.6	Rescate peces	Gl	5.848.925	1	5.848.925	1	5.848.925
15.7	Rescate fauna, incluye protocolo de rescate	Campaña	20.945.783	1	20.945.783	0,40	8.378.313
15.8	Señaletica de faena	unidad	210.160	5	1.050.802	5	1.050.802
15.9	Señaletica ambiental	unidad	234.652	20	4.693.034	57	13.375.148
15.10	Camión aljibe para riego de caminos	mes	2.709.935	42	113.817.281	71	192.405.404
15.11	Empalizadas para estabilización de taludes	unidad	654.828	50	32.741.398	0	
15.12	Corte y roce	ha	2.418.799	50	120.939.962	0	
15.13	capacitacion trabajadores Flora y Fauna	evento	85.078	6	510.466	4	340.311
15.14	demarcación ribera sur con jalones	unidad	30.000	120	3.599.992	39	1.169.998
15.15	Resguardo exsitu germoplasma	Gl	5.104.507	1	5.104.507	1	5.104.507
15.16	Resguardo exsitu germoplasma belloto	Gl	3.403.003	1	3.403.003	1	3.403.003
15.17	Implementación de plan de control de molestias comunidad	Gl	1.191.051	1	1.191.051	1	1.191.051
15.18	Ejecución de Plan de rescate arqueologico	rescate	32.328.540	3	96.985.620	2	64.657.080
15.19	Implementación Plan de Manejo Ambiental Proyecto línea e	Gl	22.119.531	1	22.119.531	1	22.119.531
15.20	Habilitación sector de limpieza maquinaria	Gl	13.744.730	1	13.744.730	1	13.744.730
15.21	Mallas raschell	m	6.077	1.200	7.292.503	1.180	7.170.961
15.22	OTROS AMBIENTALES	Gl	35.034.381	1	35.034.381	0,16256528	5.695.374
						0	
						0	
						0	
16	Valor PROFORMA ensaye de contramuestras	Gl	74.419.371	1	74.419.371	0,40218660	29.930.474
17	Valor PROFORMA Construcción línea A.T.	Gl	223.258.114	1	223.258.114	0,73246399	163.528.528

Item	Descripción	Un	P. Unitario Neto	PRESUPUESTO ORIGINAL		NUEVO PRESUPUESTO GENERAL	
				RES DGOP N°301/2008		CANTIDAD	TOTAL (\$)
				Cantidad	Total		
	CONVENIO N°1 - OBRAS EXTRAORDINARIAS					0	
						0	
A-01	Cierres con malla para patio de acopio de madera	m	19.157			1.000	19.157.035
A-02	Confección plataforma para patio de acopio de madera	m³	5.319			0	
A-03	Suministro y montaje de contenedor para oficinas	nº	6.405.796			2	12.811.592
A-04	Imprimación de banquetas	m²	3.586			0	
A-05	Cuneta de hormigón (0,3 x 0,15 m)	m	28.989			0	
A-06	Foso y Contrafoso a revestir con hormigón (0,5 x 0,5 m)	m	64.529			0	
A-07	Obras de arte, saneamiento y señalética	Gl	44.651.623			0,9	40.186.461
						0	
	CONVENIO N°2 - OBRAS EXTRAORDINARIAS					0	
						0	
	ESPIGONES PUENTE VERANADAS					0	
						0	
A-51	Espigones de Enrocado	Gl	28.897.938			1	28.897.938
						0	
	PROSPECCION YACIMIENTO					0	
						0	
A-52	Calicata de Prospección Yacimiento Sin Bombeo h<5.5m	Un	2.609.572			6	15.657.431
A-53	Calicata de Prospección Yacimiento Sin Bombeo h<11.0m	Un	3.620.886			4	14.483.546
						0	
	CONVENIO N°3 - OBRAS EXTRAORDINARIAS					0	
						0	
	CAMINO ROBLERIA - PIUQUENES (SUMA ALZADA)					0	
						0	
I	INGENIERÍA					0	
	Ingeniería de detalle	km	8.037.292,11			8	66.548.779
						0	
II	CONSTRUCCIÓN					0	
5.000	DISPOSICIONES GENERALES					0	
A-08	000-1 Desvíos del tránsito	gl	107.086.747			1	107.086.747
5.100	PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO					0	
A-09	101-8 Remoción de señalización vertical lateral	nº	49.361			8	394.887
A-10	101-9 Remoción de portones	nº	163.678			29	4.746.661
A-11	101-11 Remoción de cercos	m	2.995			4.449	13.323.133
102-1	102-1 Despeje y limpieza de la faja	km	3.119.413			7	23.208.433
A-12	106-1 Abandono e instalación de faenas y campamentos	gl	24.240.397			1	14.544.238
5.200	MOVIMIENTO DE TIERRAS					0	
A-13	201-1 Excavación de escarpe Roblería - Piuquenes	m3	4.354			11.940	51.981.187
A-14	201-3 Excavación de corte en TCN Roblería - Piuquenes	m3	4.752			36.038	171.267.750
A-15	201-4 Excavación de corte en roca Roblería - Piuquenes	m3	17.222			18.402	316.916.487
202-1	202-1 Excavación en roca para drenajes y estructuras	m3	29.317			6.049	177.337.125
A-16	204-5 Geotextil para control de erosión	m2	1.807			7.455	13.470.457
A-17	205-1 Formación y compactación de terraplenes Roblería - P	m3	7.336			31.909	234.092.772
A-18	205-6 Pedraplenes	m3	5.696			12.989	73.986.106
A-19	206-1 Relleno estructural	m3	13.650			2.441	33.319.653
A-20	207-2 Relleno de material de respaldo	m3	13.284			2.747	36.490.757
A-21	207-8 Enrocados consolidados de protección	m3	116.992			5.521	645.911.269
A-22	209-1 Preparación de la subrasante	m2	643			62.260	40.032.145
A-23	210-1 Apertura, uso y abandono de empréstitos	gl	7.387.181			1	7.387.181
5.300	CAPAS GRANULARES					0	
A-24	303-1 Carpeta granular de rodadura (e=0,20m)	m3	20.550			11.347	233.186.012
307-1	307-1 Planta de producción de materiales	gl				0	

Item	Descripción	Un	P. Unitario Neto	PRESUPUESTO ORIGINAL		NUEVO PRESUPUESTO GENERAL	
				RES DGOP N°301/2008		CANTIDAD	TOTAL (\$)
				Cantidad	Total		
5.400	REVESTIMIENTO Y PAVIMENTOS					0	
A-25	401-3 Impermeabilización de banquetas	m2	11.693			10.418	121.815.295
A-26	411-2 Carpeta de hormigón para puentes	m3	192.941			31	5.942.588
5.500	ESTRUCTURAS Y OBRAS CONEXAS					0	
A-27	501-1 Hormigón grado H-5 (170 kg cem/m3)	m3	138.259			8	1.064.596
A-28	501-2 Hormigón grado H-10	m3	141.675			16	2.207.298
501-4	501-4 Hormigón grado H-20	m3	162.017			67	10.855.134
A-29	501-5 Hormigón grado H-25	m3	210.328			55	11.568.067
501-6	501-6 Hormigón grado H-30	m3	226.722			180	40.809.886
A-30	501-14 Hormigón grado H-30 S/M	m3	185.182			401	74.224.725
503-2	503-2 Acero para armaduras A63-42H	kg	1.235			44.400	54.850.053
A-31	504-1 Moldaje en puentes y estructuras	m2	37.161			440	16.350.650
A-32	506-10 Vigas de hormigón armado L = 8 - 10 m	nº	11.667.395			12	140.008.735
508-1	508-1 Revestimiento de mampostería de piedra	m2	56.361			25	1.409.019
A-33	512-2 Suministro y coloc. de juntas elastoméricas en tablero	nº	379.567			44	16.700.951
A-34	513-1 Anclaje antisísmico	nº	133.883			16	2.142.135
5.600	DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA					0	
A-35	601-1B Tubos circulares de hormigón simple, d=0,80m	m	75.068			65	4.879.440
A-36	601-2B Tubos de hormigón de base plana, d=0,80m	m	98.253			101	9.923.545
A-37	601-5A Cajones prefabricados de hormigón prefabricado 1,5	m	1.422.586			47	66.861.533
A-38	601-5B Cajones prefabricados de hormigón prefabricado 2,5	m	2.097.461			48	100.678.122
A-39	601-5C Cajones prefabricados de hormigón prefabricado 3,0	m	2.645.122			78	206.319.512
605-1	605-1 Embudos para descargas de agua	nº	347.137			39	13.538.327
605-2	605-2 Descargas de agua en tubos corrugados de media caña	m	111.727			336	37.540.370
A-05	A-05 Cunetas de hormigón	m	28.989			2.563	74.299.632
A-40	609-3 Cunetas revestidas en banquetas	m	34.925			2.563	89.512.803
A-41	613-1 Construcción de fosos y contrafosos sin revestir	m	9.606			920	8.837.568
A-06	A-06 Construcción de fosos y contrafosos a revestir con horm	m	64.529			1.805	116.474.912
A-42	615-1 Reposición de arranques domiciliarios	nº	42.278			200	8.455.529
A-43	615-2 Barbacanas de desagüe	m	28.939			18	509.322
A-44	621-2 Rehabilitación de cauces	m	9.421			95	895.042
5.700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD					0	
701-1	701-1 Cerco de alambre de púas	m	4.540			11.282	51.215.560
A-45	701-3 Portones de una hoja	nº	379.061			7	2.653.427
701-4	701-4 Portones de dos hojas	nº	495.256			45	22.286.540
702-1	702-1 Señalización vertical lateral	nº	108.834			83	9.033.211
15.11	Empalizadas para estabilización de taludes	nº	654.828			50	32.741.398
A-46	706-1 Casetas para paraderos de locomoción colectiva	nº	1.776.975			2	3.553.951
A-47	709-2 Barreras simples de hormigón tipo F	m	302.205			18	5.439.693
707-1	707-1 Barreras metálicas de seguridad simples, en doble ond	m	48.108			1.878	90.346.183
A-48	710-1 Suministro y colocación de barandas peatonales	m	305.880			79	24.164.519
5.800	VARIOS					0	
801-1	801-1 Pernos para rocas (pasivos)	nº	70.462			400	28.184.700
801-3	801-3 Mallas de refuerzo	m2	13.558			1.000	13.557.721
A-49	804-1 Apertura, uso y abandono de botaderos	gl	15.800.969			1	15.800.969
101-14	101-14 Traslado de postaciones de alumbrado público	un	832.474			23	19.146.912
1100-1	1100-1 Reposición de matrices de agua potable rural	gl	6.348.300			1	6.348.300

Item	Descripción	Un	P. Unitario Neto	PRESUPUESTO ORIGINAL		NUEVO PRESUPUESTO GENERAL	
				RES DGOP N°301/2008		CANTIDAD	TOTAL (\$)
				Cantidad	Total		
	CONVENIO N°4						
	CAMINO : ALTERNATIVA PROPUESTA RUTA L-39		9.674.518.276		9.929.573.018	1	9.674.518.276
	SECTOR : VARIANTE EMBALSE ANCOA						
	III BENEFICIO ARTÍCULO 107 RCOP						
	30% ahorro respecto al proyecto original.		76.516.423			1	76.516.423
	CONVENIO N°5 - OBRAS EXTRAORDINARIAS						
	PROSPECCIÓN DE YACIMIENTO OFICIAL						
A-63	Calicata de Prospección Yacimiento Sin Bombeo	Un	1.860.797			28	52.102.312
						0	
	SOSTENIMIENTO LADERA NORTE					0	
A-51b	Despeje, roce y Acuñaamiento manual, en posición suspendida	Gl	412.625.646			1	412.625.646
A-52b	Acuñaamiento con explosivos, en posición suspendida	m3	39.444			300	11.833.127
A-53b	Pernos de anclaje L=2m, en posición suspendida	un	131.804			4.320	569.393.922
A-54	Pernos de anclaje L=6m, en posición suspendida	un	351.099			700	245.769.081
A-55	Malla para estabilización de taludes, en posición suspendida	m2	78.142			8.000	625.134.627
						0	
	REBAJE DE PISO MECANIZADO TÚNEL DE DESVÍO					0	
A-49	Rebaje de piso túnel	m2	25.154			1.484	37.328.161
						0	
	FIBRA PLASTICA PARA HORMIGON					0	
A-50	Fibra plastica para hormigón (3.850 KG x 2)	Kg	10.038			4.198	42.138.201
						0	
	TRASLADO DE GANADO					0	
A-64	Servicio traslado de ganado	mes	9.378.154			13,5	126.605.073
						0	
	DESARME PUENTE LA SELVA					0	
A-62	Desarme Puente La Selva	Gl	13.728.860			1	13.728.860
						0	
	OBRAS EXTRAORDINARIAS CONVENIO N°6					0	
						0	
	PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO					0	
CH-1	Remoción de Portones	N°	163.678			1	163.678
CH-2	Remoción de Cercos	m	2.995			1.024	3.066.507
CH-3	Despeje y limpieza de Faja	Km	3.119.413			0,60	1.871.647
	MOVIMIENTO DE TIERRA					0	
CH-4	Excavación de Escarpe	m3	4.354			754	3.282.564
CH-5	Excavación de Corte en TCN	m3	4.752			8.422	40.024.890
CH-6	Excav. Corte TCN (Plataforma Camino Yacimiento)	m3	2.319			33.804	78.388.353
CH-7	Excavación de Corte en Roca (bolones)	m3	22.214			6.192	137.550.217
CH-8	Excavación en Roca para Obras de Drenaje	m3	29.317			0	
CH-9	Geotextil (Separación de Materiales)	m2	1.807			976	1.763.537
CH-10	Formación y Compactación de Terraplenes	m3	7.336			8.283	60.766.255
CH-11	Relleno Estructural	m3	13.650			60	819.000
CH-12	Preparación de la Subrasante	m2	643			5.908	3.798.746
CH-13	Enrocado de Protección	m3	34.222			2.329	79.704.184
CH-14	Enrocado Consolidado	m3	116.992			1.404	164.256.371
CH-15	Colocación de enrocados	m3	14.875			1.294	19.248.177
CH-16	pedraplenes	m3	5.696			11.496	65.481.891
CH-17	Badén Provisorio Atravesio Río	m3	11.821			359	4.243.657
	CAPAS GRANULARES					0	
CH-18	Carpeta Granular de Rodadura (e=25 cm)	m3	20.550			1.284	26.386.412
	ESTRUCTURAS CONEXAS					0	
CH-19	Hormigón Grado H-5	m3	138.259			3,6	497.733
CH-20	Hormigón Grado H-10	m3	141.675			261	36.977.210
CH-21	Hormigón Grado H-20	m3	162.017			11,3	1.830.791
CH-22	Hormigón Grado H-30	m3	226.722			16	3.627.545
CH-23	Hormigón Proyectado e=2,5cm	m2	40.017			0	
CH-24	Acero para Armadura A63-42	Kg	1.235			722	891.931

Item	Descripción	Un	P. Unitario Neto	PRESUPUES	NUEVO PRESUPUESTO	
				TO	GENERAL	
				ORIGINAL	CANTIDAD	TOTAL (\$)
DRENAJE Y PROTECCION DE LA PLATAFORMA						0
CH-25	Tubos de Hormigón Base plana D=0.8 m	m	98.253		12,5	1.228.162
CH-26	Cajones prefabricados 2,5 * 2,5	m	2.097.461		24	50.339.061
CH-27	Tuberías de HDPE D=1,5 m	m	648.435		142	92.077.817
CH-28	Desarme, Traslado y Montaje de 2 Chasis Puente	gl	17.516.360		1	17.516.360
CH-29	Tablero del Puente - De Roble	gl	18.000.948		1	18.000.948
CH-30	Atravesio Provisorio del Cauce con Contenedor	gl	5.451.981		1	5.451.981
SEGURIDAD Y SEÑALIZACION						0
CH-31	Señalética Vertical Lateral	un	108.834		1	108.834
CH-32	Portones de dos hojas	un	495.256		0	
CH-33	Cercos de Alambre de puas	ml	4.540		2.588	11.748.437
CH-34	Barreras Metálicas Doble Onda	ml	48.108		0	
OTROS						0
CH-35	Traslado de Postación	un	832.474		3	2.497.423
CH-36	Manejo del Río	gl	12.086.094		1	12.086.094
ABANDONO						0
CH-37	Demolición y Retiro Obras de Cruce Río Anchoa	gl	53.611.048		1	53.611.048
CH-38	Encauzamiento Río (TCN)	m3	4.752		1.359	6.458.540
A-67-A	Sobrecosto Transporte Rellenos Presa Yacimiento Chupallar	m3	1.101		1.628.845	1.794.020.790
A-67-B	Mayor Costo de Transporte Mat. Para Rellenos desde Empeñados del Contratista	m3	3.069		350.000	1.074.169.206
AMBIENTALES CHUPALLAR						0
A-68	Monitoreo de ruido	Cam	3.340.961		8	26.727.687
A-69	Plan de manejo Fauna y protección del recurso Fauna	Gl	5.575.941		1	5.575.941
A-70	Pantallas Acústicas de madera h=3,6 m	ml	129.441		282	36.502.246
A-71	Plan de manejo ambiental y de difusión	Gl	5.510.373		1	5.510.373
ITEMES VARIOS						0
A-72	Adecuación Estructural Puente La Selva	Gl	15.855.144		1	15.855.144
A-73	Adecuación Estructural Puente vertedero	Gl	6.873.145		1	6.873.145
A-74	Cemento adicional Hormigón Extruido	Ton	128.732		123	15.834.050
A-75	Excavación en roca manual	m3	39.444		4.400	173.552.523
A-66	Confección plataforma para patio de madera S/mat.	m3	4.864		1.383	6.726.981
A-76	Malla de protección contra rodados Material 3D	ml	265.246		300	79.573.657
A-65	Caracterización Sitio Arqueológico 3-2	Gl	7.007.449		1	7.007.449
A-77	Defensa Caminera Tipo New Jersey	m	104.178		804	83.759.264
TRATAMIENTO VENTANA EN FLUVIAL						0
IPH-01	Perforación sum. E Inst. tubo 3" o 4" en rotoperforación	ml	207.841		187,85	39.043.007
IPH-03	Movilización y Desmovilización	Gl	23.676.529		1	23.676.529
IPH-04	Perforación de apertura en plinto con diamantina 6"	ml	542.455		12,0	6.509.456
						0,0
A-78	Rescate Arqueológico Sitio 3-2	Gl	49.016.765		1	49.016.765
A-79	Barbacanas en hormigón extruido	nº	234.866		3	704.598
A-80	Ensayo Lefranc	Un	1.239.385		1	1.239.385
A-81	Sistema de bombeo contratagüa	mes	33.749.745		3	101.249.234
OBRAS EXTRAORDINARIAS CONVENIO N°8						0
A - 82	Reposicion Escarpe Yacimiento Chupallar	gl	125.113.847		1	125.113.847
A - 83	Pasadas con testigueras en Plinto Norte	ml	711.701		255	181.483.686
A - 84	Prospeccion Pozo Q17 (Video) en Plinto Sur	gl	2.777.654		1	2.777.654
A - 85	Perforacion Pozo Q17 en Plinto Sur	ml	437.781		40	17.511.235
A - 86	Puente Yacimiento Oficial	gl	22.553.267		1	22.553.267
A - 87	Saneamiento Camino Acceso a Presa (uso de recursos)	gl	5.490.295		1	5.490.295
						0
A - 88	Pilar de Control Topografico	un	747.684		2	1.495.368
A - 89	Linea de Baja Tension	gl	3.912.673		1	3.912.673

Item	Descripción	Un	P. Unitario Neto	PRESUPUESTO ORIGINAL		NUEVO PRESUPUESTO GENERAL	
				RES DGOP N°301/2008		CANTIDAD	TOTAL (\$)
				Cantidad	Total		
OBRAS EXTRAORDINARIAS CONVENIO N°10							
A-90	Construcción e Instalación de Rejilla para sifones	un	428.077			12	5.136.919
A-91	Caseta de Instrumentación	gl	19.774.544			1	19.774.544
A-92	Porton Metálico (Ancho 4 mts)	un	1.224.569			6	7.347.416
A-93	Recolección Germoplasma Belloto del sur	gl	18.172.316			1	18.172.316
A-94	Resguardo Germoplasma	gl	3.860.127			1	3.860.127
A-95	Obras por uso de recursos varias yacimiento	gl	16.765.546			1	16.765.546
A-96	Barbacanas en shotcrete vertedero	gl	110.060			135	14.858.140
A-97	Obras varias veranadas 2011	gl	7.421.019			1	7.421.019
OBRAS EXTRAORDINARIAS CONVENIO N°11							
U01	Elaboración de proyecto y asesoría de terreno	Gl	29.936.594			1	29.936.594
U02	Equipamiento e Instalaciones Provisorias	Gl	127.355.493			1	127.355.493
U03	Suministro, Confección y Montaje compuerta metálica	Gl	228.234.149			1	228.234.149
U04	Inyecciones de contacto adicionales para sello tapón	Gl	143.540.716			1	143.540.716
TOTAL NETO					57.412.447.131		76.458.049.739
IVA (19%)					10.908.364.954		14.527.029.451
TOTAL					68.320.812.085		90.985.079.190

Tabla 3: Comparación presupuesto BESALCO con respecto al gasto real embalse Ancoa. CLP año 2019
Fuente: Elaboración a partir de documentos entregados por el Departamento de Construcción DOH