COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO (CNR)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCÍA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO"

N° 3853-0000-IH-INF-005_1

INFORME MODELO SIMULACIÓN Y OPERACIÓN EMBALSE

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	L. Barra	P. Zúñiga	D. González	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	01.10.12	02.10.12	02.10.12	
0	Nombre Firma	L. Barra	P. Zúñiga	D. González	Aprobado Cliente
	Fecha	07.11.12	07.11.12	07.11.12	
1	Nombre Firma	L. Barra	P. Zúñiga	D. González	Aprobado Cliente
	Fecha	31.01.13	31.01.13	31.01.13	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 02 381 6000
Fax: +56 02 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCÍA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO"

INFORME MODELO SIMULACIÓN Y OPERACIÓN EMBALSE

ÍNDICE

1.1 GENERALIDADES 4
1.2 DESARROLLO CONCEPTUAL DEL MODELO 4
1.2.1 CONCEPCIÓN GENERAL 4
1.2.2 DESCRIPCIÓN MATEMATICA DE LOS ELEMENTOS DEL MODELO 5
1.2.2.1 ELEMENTO TRAMO DE RÍO 5
1.2.2.2 ELEMENTO APORTE LATERAL 7
1.2.2.3 ELEMENTO CANAL DE RIEGO 8
1.2.2.4 ELEMENTO SECTOR DE RIEGO 10
1.2.2.5 ELEMENTO EMBALSE 10
1.2.3 ESTRUCTURACIÓN DEL MODELO 15
1.3 IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO 18
1.3.1 MÓDULO DE SOLUCIÓN 18
1.3.2 MÓDULO GRÁFICO 18
1.4 APLICACIÓN DEL MODELO 18
1.4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA 18
1.4.2 CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN 20
1.4.3 INFRAESTRUCTURA 22
1.4.4 ESCENARIOS 24
1.4.5 SIMULACIONES 24
1.4.5.1 ESCENARIO E1 24
1.4.5.2 ESCENARIO E3 26
1.4.5.3 RESULTADOS DE ESCENARIOS DEFINIDOS 28

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.2.2–1: Factores de transposición de Caudales aportes laterales (factores de área) ... 8
Tabla 1.2.2–2: Evaporación (l/s) vs área inundada 14
Tabla 1.4.1–1: Áreas potenciales de Riego 19
Tabla 1.4.3–1: Red de canales Cato1 22
Tabla 1.4.3–2: Red de canales Cato2 22
Tabla 1.4.3–3: Red de canales Niblinto1 23
Tabla 1.4.3–4: Red de canales Niblinto2 23
Tabla 1.4.3–5: Red de canales Coihueco1 23
Tabla 1.4.3–6: Red de canales Cato3 24

Tabla 1.4.4–1: Escenarios de modelación 24
Tabla 1.4.5–1: Escenario E1: Embalse Intermedio. Prueba 1 25
Tabla 1.4.5–2: Escenario E1: Embalse Intermedio. Prueba 2 26
Tabla 1.4.5–3: Escenario E3: Embalse Aguas Arriba. Prueba 1 27
Tabla 1.4.5–4: Escenario E3: Embalse Aguas Arriba. Prueba 2 28
Tabla 1.4.5–5: Volúmenes de embalses (Hm^3) 28

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.2.2–1: Elemento Tramo Río 6
Figura 1.2.2–2:Elemento Aporte Lateral 7
Figura 1.2.2–3:Elemento Canal 9
Figura 1.2.2–4: Elemento Sector Riego 10
Figura 1.2.2–5: ElementoEmbalse 10
Figura 1.2.2–6:Curva de Embalse Aguas Abajo 12
Figura 1.2.2–7:Curva de Embalse Intermedio 13
Figura 1.2.2–8:Curva de Embalse Aguas Arriba 13
Figura 1.2.3–1:Diagrama de Flujo Modelo 16
Figura 1.4.1–1:Configuración del sistema 19

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 1.4.2–1:Ajuste de caudales históricos vs caudales generados 20
Gráfico 1.4.2–2:Análisis de residuos 21
Gráfico 1.4.2–3: Validación calibración de parámetros 21

1.1 GENERALIDADES

De acuerdo a los objetivos del proyecto, el modelo operacional analiza distintas dimensiones de embalses, y su respectiva repercusión en cuanto a áreas seguras de riego, en los sistemas Niblinto, Cato y Coihueco. Se trata de un modelo flexible que permite el análisis de cada escenario del proyecto, es decir, cualquiera de las tres alternativas propuestas de emplazamiento de embalses.

Estas tres alternativas, interceptan el cauce del Río Niblinto, por tanto, presentan una influencia sobre este cauce, y de parte del Río Cato. Además, permite evaluar la posibilidad de trasvase de las aguas embalsadas hacia el Río Coihueco, y también mediante un canal que transporta una proporción de las aguas reguladas por el embalse.

La elaboración del modelo de simulación y operación de los recursos del sistema, comprendió tres etapas principales, cuales son:

- Desarrollo del Modelo: etapa que considera la conceptualización del modelo, la descripción de los elementos que lo componen y la definición de sus estructuras representadas a través de diagramas de flujo.
- Implementación del Modelo: fase en la cual se realiza la programación del modelo, de tal forma de lograr una óptima aplicación.
- Aplicación del Modelo: etapa que opera el modelo en los escenarios propuestos, determinando así los resultados de interés.

Entre los alcances del modelo se destaca:

- Una caracterización adecuada de los sistemas de riego, la cual otorgará una mayor exactitud y precisión a los resultados encontrados.
- Su utilidad como herramienta de decisión, la cual permite evaluar con una mínima incertidumbre, la conveniencia de incorporar nuevas zonas de riego.

1.2 DESARROLLO CONCEPTUAL DEL MODELO

1.2.1 CONCEPCIÓN GENERAL

El sistema natural fundamental de trabajo es el *cauce superficial*, que como cualquier subsistema hidrológico, puede describirse y analizarse por medio de un balance hidrológico o ecuación general de balance de masas, de acuerdo con:

$$Q_{entradas} = Q_{salidas} + \frac{dS}{dt}$$

La variable "$Q_{entradas}$" representa las entradas al sistema por unidad de tiempo, "$Q_{salidas}$" las salidas por unidad de tiempo y "dS/dt" es la tasa de variación con el tiempo del almacenamiento de masa o volumen en el sistema.

La medición y estimación de las variables involucradas se convierte en el principal problema y es lo que dificulta la aplicación práctica de la ecuación. Una correcta determinación de los parámetros del sistema proporcionará una mayor precisión y exactitud de los resultados.

De acuerdo con las características del sistema hidrológico descrito, el modelo desarrollado corresponde a un modelo combinado de simulación de la regulación de un embalse superficial y la operación hidrológica de la cuenca. Utilizando relaciones algebraicas y matemáticas, y elementos de decisiones lógicas, se establece el funcionamiento final del sistema.

Una adecuada y realista representación del sistema dependerá exclusivamente del buen conocimiento que se tenga de él, describiendo el funcionamiento de los elementos que representan el sistema hidrológico estudiado, los datos de entradas, datos de salidas, parámetros y el balance de flujos.

Los elementos considerados en el desarrollo del modelo son: Canales de Riego, Sectores de Riego, Tramos de Río, Aportes Laterales y Obras de Regulación. Una adecuada caracterización de ellos permite establecer los flujos que participan en el balance de cada uno y su correcta implementación.

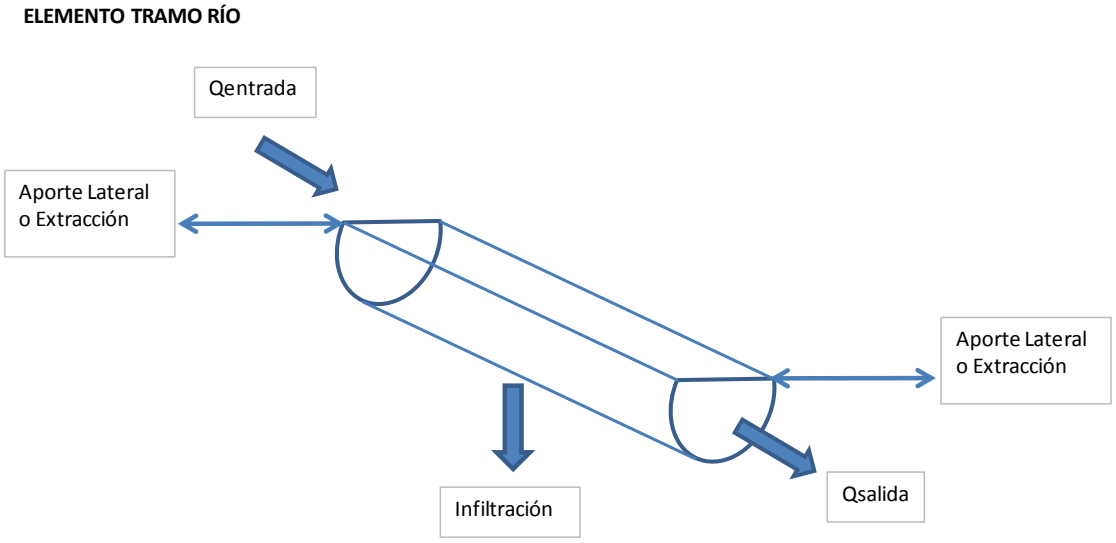
1.2.2 DESCRIPCIÓN MATEMATICA DE LOS ELEMENTOS DEL MODELO

En lo que sigue se presenta una descripción conceptual de los elementos que participan de la modelación del sistema hídrico Niblinto-Cato-Coihueco.

1.2.2.1 ELEMENTO TRAMO DE RÍO

Un tramo de río queda definido entre dos singularidades, pudiendo ser éstas, aportes laterales o canales; se representa a través del siguiente esquema:

Figura 1.2.2–1: Elemento Tramo Río



(Fuente: de elaboración propia)

El elemento tramo de río constituye el elemento central del sistema a modelar. La unión de los elementos tramos de río configura el eje principal y se conectan a ellos el resto de los elementos a través de sus entradas y salidas.

Como flujos de entrada se consideran: el caudal proveniente del tramo anterior o de la cuenca cabecera y los aportes de cuencas laterales. Las salidas son: salida al tramo siguiente o del sistema, el aporte a los canales de cada sector y la pérdida producida por la infiltración.

El caudal de entrada al elemento (QRe^{j}) se obtiene de descontar el caudal captado por el canal (Qc^{j-1}) al caudal de entrada (QRe^{j-1}) del tramo previo, y descontando la infiltración (I^{j-1}) al caudal de entrada.

Las ecuaciones de balance hídrico son las siguientes:

$$QRs^{j-1} = Q\,Re^{j-1} - Qc^{j-1} - I^{j-1}$$
$$Q\,Re^{j} = QRs^{j-1}$$

La expresión para evaluar la infiltración en cada tramo de río, considera el caudal entrante, además de un factor K, por calibrar.

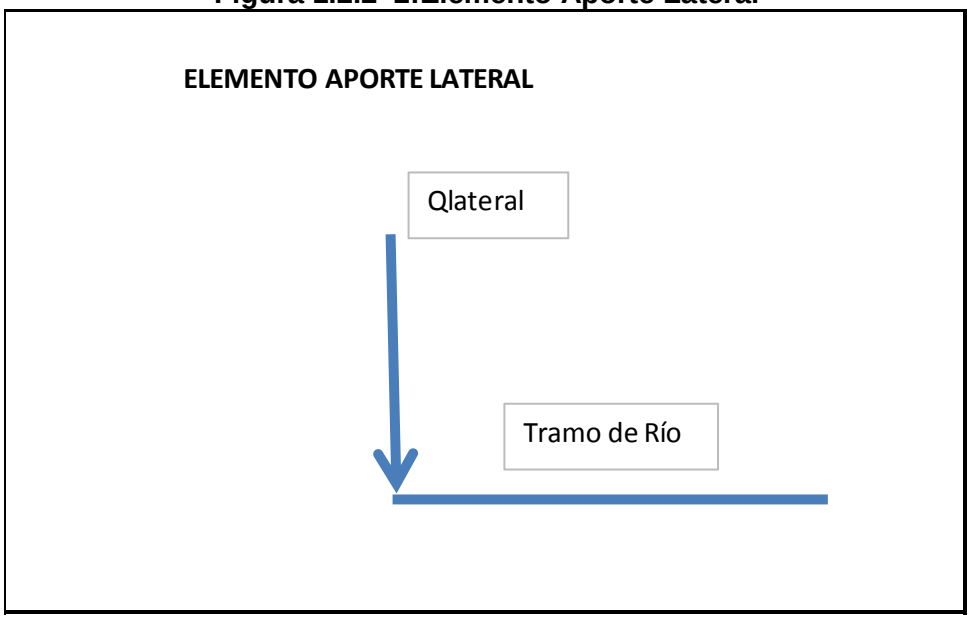
$$Inf = \frac{\left(-3E-9\cdot Q_{entrante}^{4} + 2E-6\cdot Q_{entrante}^{3} - 3E-4\cdot Q_{entrante}^{2} + 0{,}026\cdot Q_{entrante} + 0{,}2832\right)}{2{,}5}\cdot K \quad \left[m^3/s\right]$$

Para la obtención de la expresión anterior, se procedió de la siguiente forma: se asumió una permeabilidad vertical del fondo de río de 2,5 m/d, parámetro que tiene directa relación con la infiltración. A continuación se ajustó una función polinomial de caudales de entrada para la infiltración, resultando la de cuarto grado la de mejor correlación. El ajuste, que implica calibrar los factores y exponentes del polinomio, se efectuó mediante un balance hídrico en los meses de invierno, tomando como sección inicial y de control, las estaciones Río Niblinto antes de BT Canal Alimentador Embalse Coihueco, y Río Cato en Puente Cato, respectivamente.

1.2.2.2 ELEMENTO APORTE LATERAL

Esquemáticamente, el elemento aporte lateral se describe de la siguiente manera:

Figura 1.2.2–2:Elemento Aporte Lateral



(Fuente de elaboración propia)

Los aportes laterales del sistema Niblinto-Cato – Coihueco ascienden a un total de treinta y un (31) esteros, que se presentan en la **Tabla 1.2.2-1**, con sus respectivos factores de transposición o área de aporte lateral (relación de áreas), medido respecto a la estación base de Río Niblinto antes de BT canal alimentador Embalse Coihueco.

$$QL_i^j = Qbase_i \cdot factordeárea^j \cdot A^j$$

Los parámetros A^j, se estiman en el proceso de calibración del modelo.

Se impuso como límites de variación de los factores Aj, una variación de +/- un 50%, resultando valores calibrados de 0,5 y 1,39, máximo y mínimo, respectivamente.

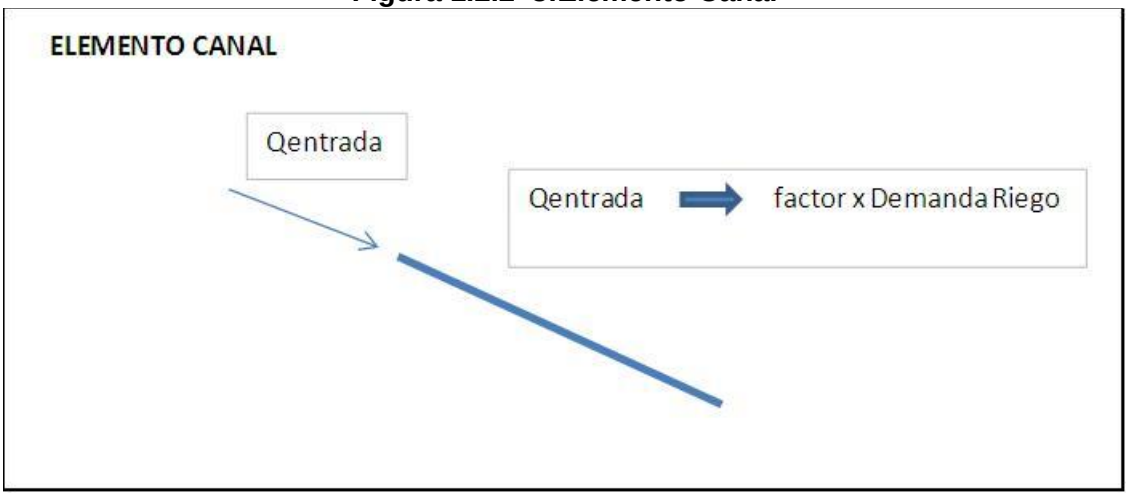
Tabla 1.2.2–1: Factores de transposición de Caudales aportes laterales (factores de área)

N°	Identificador	Nombre	Factor Aporte Lateral
1		Cabecera Cato	0,057
2	A21	Los Hormigones	0,000
3	A22	Los Quideñes	0,485
4	A23	Qda Las Tablas	0,069
5	A24	Labranza	0,100
6	A25	Las Cajas	0,076
7	A26	Qda El Calabozo	0,210
8	A27	Los Potrerillos	0,269
9	A28	Las Rozas	0,000
10	A29	Pullamí	0,060
11	A210	Bureo	0,055
12	A211	El Cabro	0,045
13	A212	Coleal	0,336
14	A213	La Palma	0,074
15	A214	Culenar	0,074
16	A215	Chingüe	0,294
17	A216	Paso Alejo	0,298
18	A217	Talquipén	0,336
19	A218	Las Cabras	0,269
20	B21	Qda. La Cuarta	0,122
21	B22	El Imposible	0,080
22	B23	San Miguel	0,336
23	B24	Las Retamas	0,326
24	B25	Velásquez	0,055
25	C21	Coihueco	0,059
26	C22	El salto	0,337
27	C23	Coigue	0,131
28	C24	Qda. Relbunco Sur	0,044
29	C25	Relbunco	0,043
30	C27	El Atravesado	0,056
31	C28	Paso Ancho	0,057

1.2.2.3 ELEMENTO CANAL DE RIEGO

A continuación se muestra un esquema de flujo a través de un canal:

Figura 1.2.2–3:Elemento Canal



(Fuente de elaboración propia)

Cada canal capta, cuando se encuentra el recurso disponible en el río para la temporada de riego con base a las dos consideraciones siguientes:

- Situación actual: capta un caudal equivalente al área de riego actual asociada, ponderada por la tasa de riego actual del mes correspondiente, además se utiliza un factor de ajuste, que se convierte en un parámetro de ajuste durante la operación del modelo.

- Situación Futura Proyectada: capta un caudal equivalente al área de riego asociada, ponderada por la tasa de riego del mes correspondiente, además se utiliza un factor de ajuste, que se convierte en un parámetro de ajuste durante la operación del modelo.

$$Qemensual = factor\_de\_ajuste \cdot ÁreadeRiego \cdot Tasade\ riego\ mensual$$

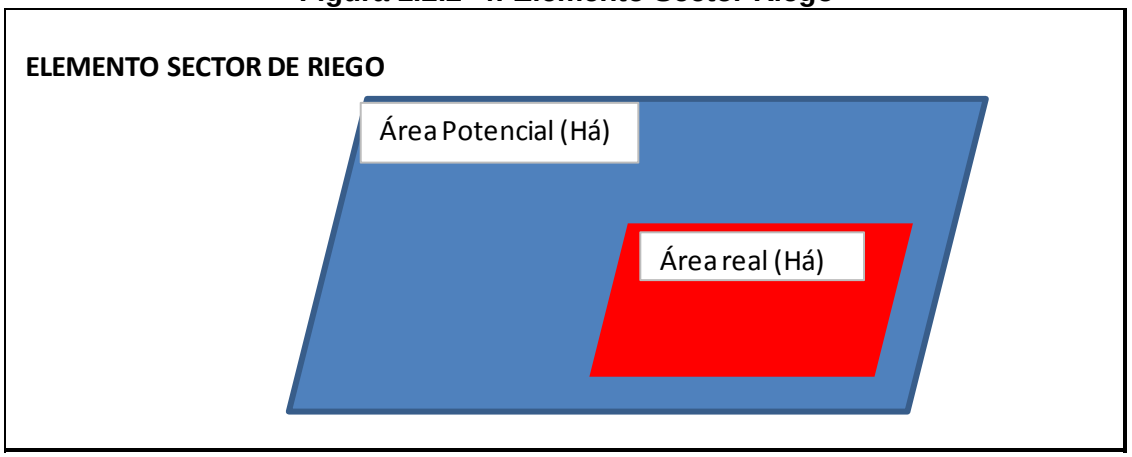
A medida que aumenta el referido factor de ajuste, crece también la demanda asociada a ese canal. Esta demanda calculada impone el régimen de operación del embalse, por lo tanto, influye sobre su balance, así se verifica si el volumen supuesto, es capaz de entregar un caudal de riego con un seguridad al menos de un 85%.

En el proceso de optimización, se encuentra el valor de este factor de ajuste, que maximiza el área de riego, para un volumen de embalse supuesto. Este proceso se encuentra sujeto a las restricciones de seguridad de riego al menos de un 85%, y que el volumen en el embalse no sea inferior al mínimo establecido.

1.2.2.4 ELEMENTO SECTOR DE RIEGO

El sector de riego se puede ilustrar de la siguiente manera:

Figura 1.2.2–4: Elemento Sector Riego



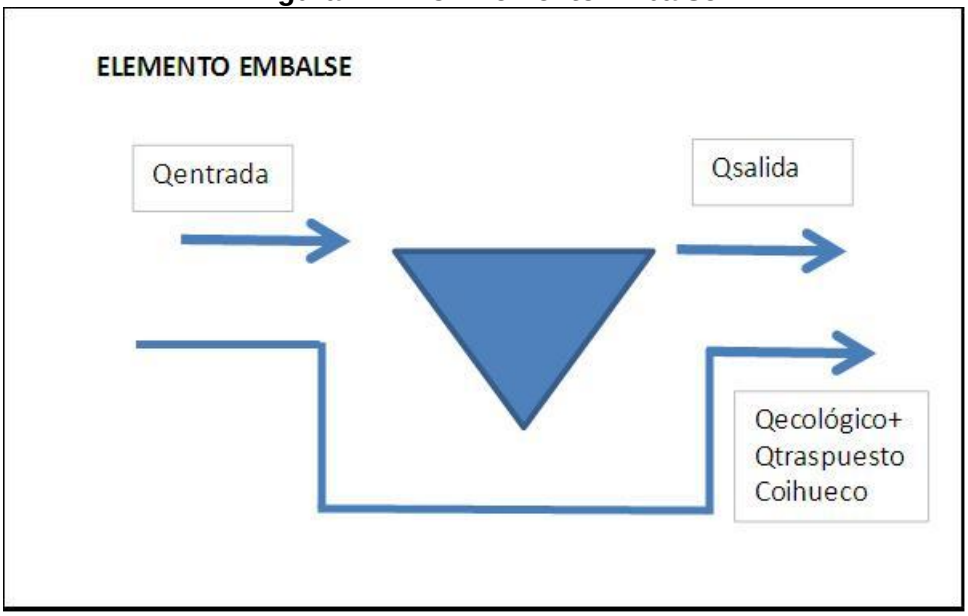
(Fuente de elaboración propia)

El área de riego real se obtiene de la operación del modelo, donde se ajusta un factor de ponderación sobre el área potencial. Ello permite ajustar la demanda a la superficie que requiere el agua y limitar el volumen de regulación en el embalse.

1.2.2.5 ELEMENTO EMBALSE

El elemento embalse se describe esquemáticamente en la siguiente figura:

Figura 1.2.2–5: ElementoEmbalse



(Fuente de elaboración propia)

Los flujos de entrada (serie mensual), se determinan por transposición de caudales, utilizando la estación fluviométrica base Río Niblinto antes de BT canal alimentador Embalse Coihueco. Se considera que debe mantenerse la operación normal del embalse existente Coihueco, por lo tanto, se efectuó una transposición de caudales de los ingresos históricos a su canal alimentador. Esta serie generada junto al caudal ecológico, no ingresan al embalse y son traspasados al río directamente en función del comportamiento hidrológico de la cuenca. La operación del embalse Coihueco se rige por la Resolución DGA Nº 382 de 1991, pero limitada a la disponibilidad hidrológica.

Los flujos de salida son las series de caudales mensuales regulados por cada embalse.

Se asume que el embalse inicialmente se encuentra lleno (sin perjuicio de que es una dato que puede ser modificado en la operación del modelo). El volumen final (V_f) se calcula a través de la siguiente expresión:

$$V_f = V_i + (Q_e - Q_s) \cdot \Delta t$$

Si el volumen final del período de modelación (nivel mensual) es mayor al volumen máximo (V_{max}), se evacúa el exceso y el volumen final del embalse será el volumen máximo.

$$Q_s = Q_s + (V_f - V_{max}) / \Delta t$$
$$V_f = V_{max}$$

Si el volumen final del período de modelación (mensual) es menor al volumen mínimo (V_{min}), se reducen las demandas hasta que el nuevo volumen al menos iguale el volumen mínimo.

$$V_f \geq V_{\min}$$

Se adjuntan las curvas de embalse para las tres alternativas de emplazamiento propuestas.

Figura 1.2.2–6:Curva de Embalse Aguas Abajo

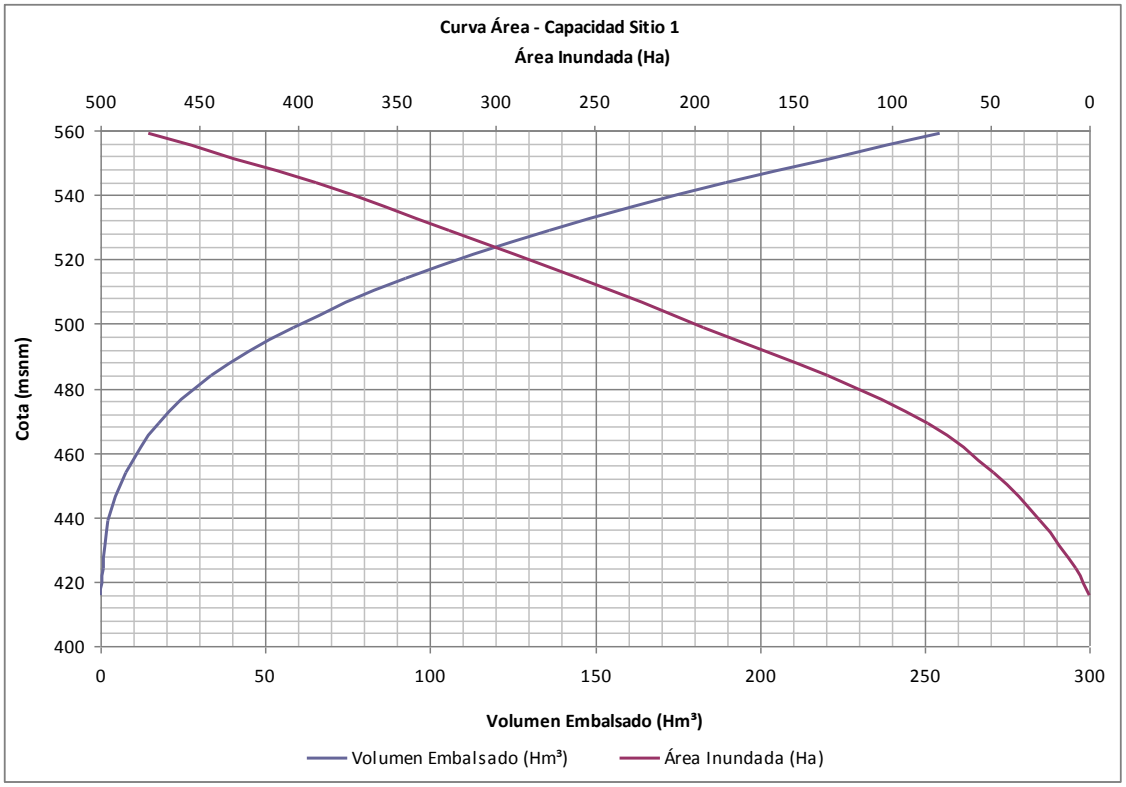
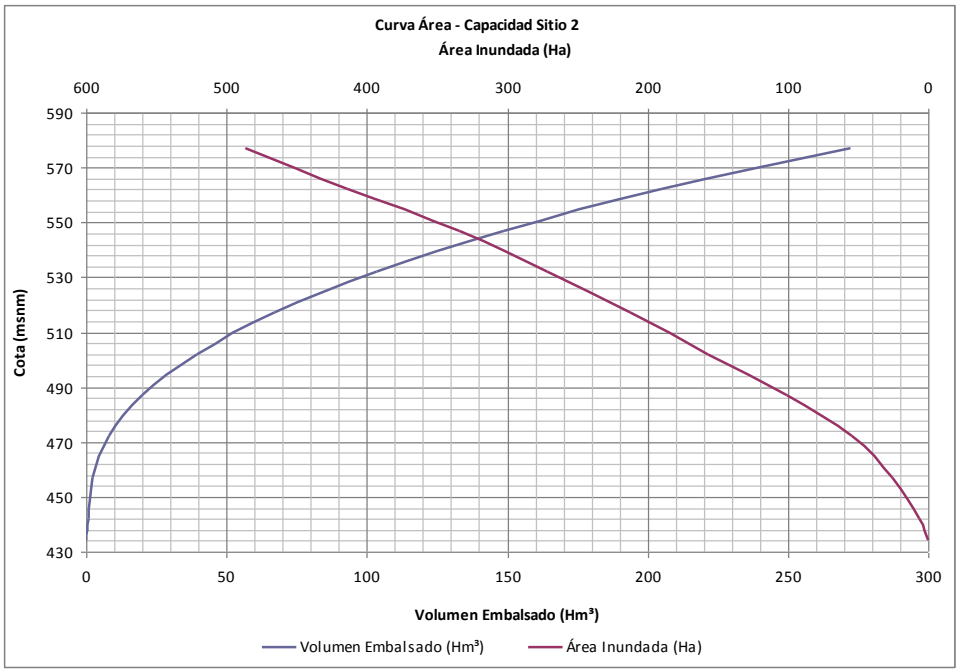
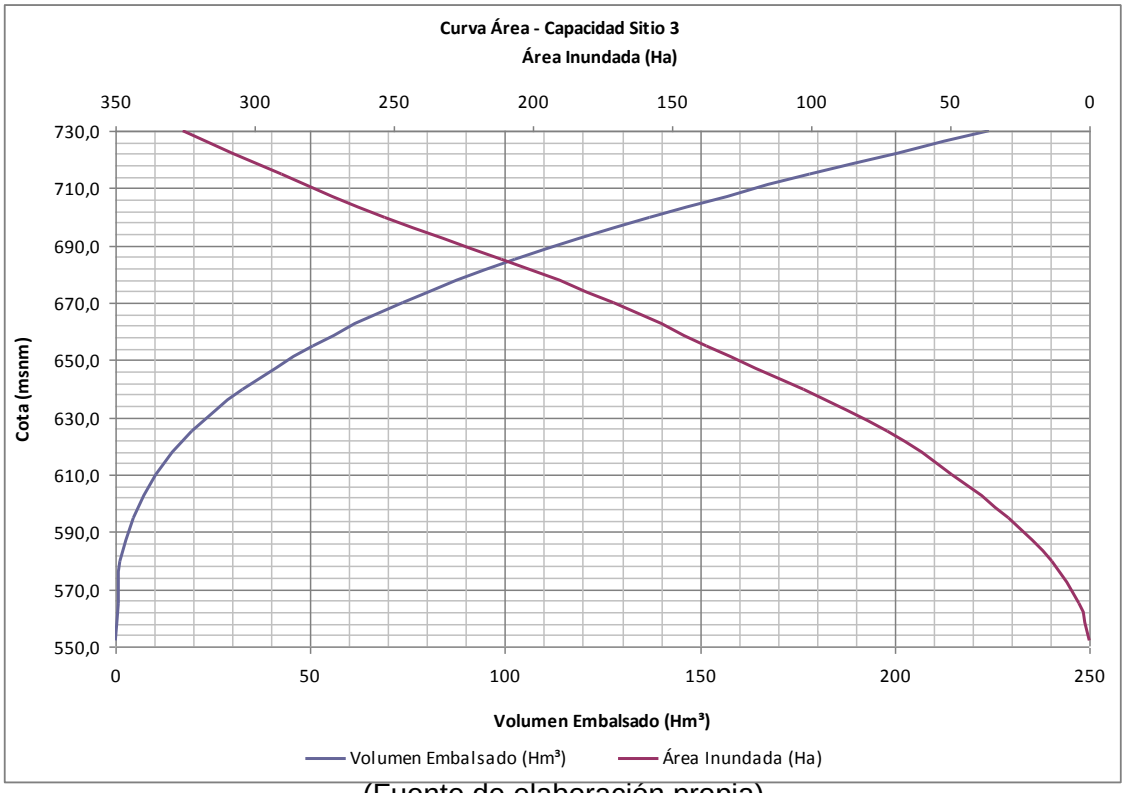


Figura 1.2.2–7:Curva de Embalse Intermedio



(Fuente de elaboración propia)

Figura 1.2.2–8:Curva de Embalse Aguas Arriba



(Fuente de elaboración propia)

No se incorporaron las pérdidas por efectos de evaporación del espejo de agua e infiltración en el vaso y muro, toda vez que la más relevante, en cuanto a pérdida no aprovechable, que es la evaporación, en condiciones de embalse lleno, no sobrepasa el 5% de la producción media de la cuenca. En la Tabla siguiente se ha asumido una evaporación potencial de 5 mm/d.

Tabla 1.2.2–2: Evaporación (l/s) vs área inundada

Cota (msnm)	Área Inundada (Ha)	Volumen Emb. (Hm^3)	Ev (l/s)
416	0,00	0,00	0
424	6,87	0,83	4
439	24,86	2,38	14
454	48,66	7,89	28
469	82,00	17,69	47
484	132,57	33,79	77
499	195,23	58,37	113
514	258,26	92,38	149
529	323,56	136,02	187
544	390,70	189,59	226
559	476,01	254,59	275

Para una producción media de cuenca de 6 m^3/s, se obtiene que la evaporación para embalse lleno, aproximadamente de un 5%.

Este modelo se considera a nivel de diseño, por lo tanto, no incorpora consignas operacionales.

Se considerará en la materialización de una estación fluviométrica, aguas arriba del embalse seleccionado.

1.2.3 ESTRUCTURACIÓN DEL MODELO

Entre cada tramo definido por alguna singularidad ya sea como aporte o extracción, se efectúa un balance de aguas, considerando la infiltración, que es función del caudal, ya que el parámetro correspondiente ya se encuentra calibrado.

En los tramos donde existen extracciones, se determina el factor de satisfacción de riego, de acuerdo a la demanda de riego asumida y al caudal disponible. En todo el horizonte de evaluación, se determina la seguridad de riego, según los criterios vigentes:

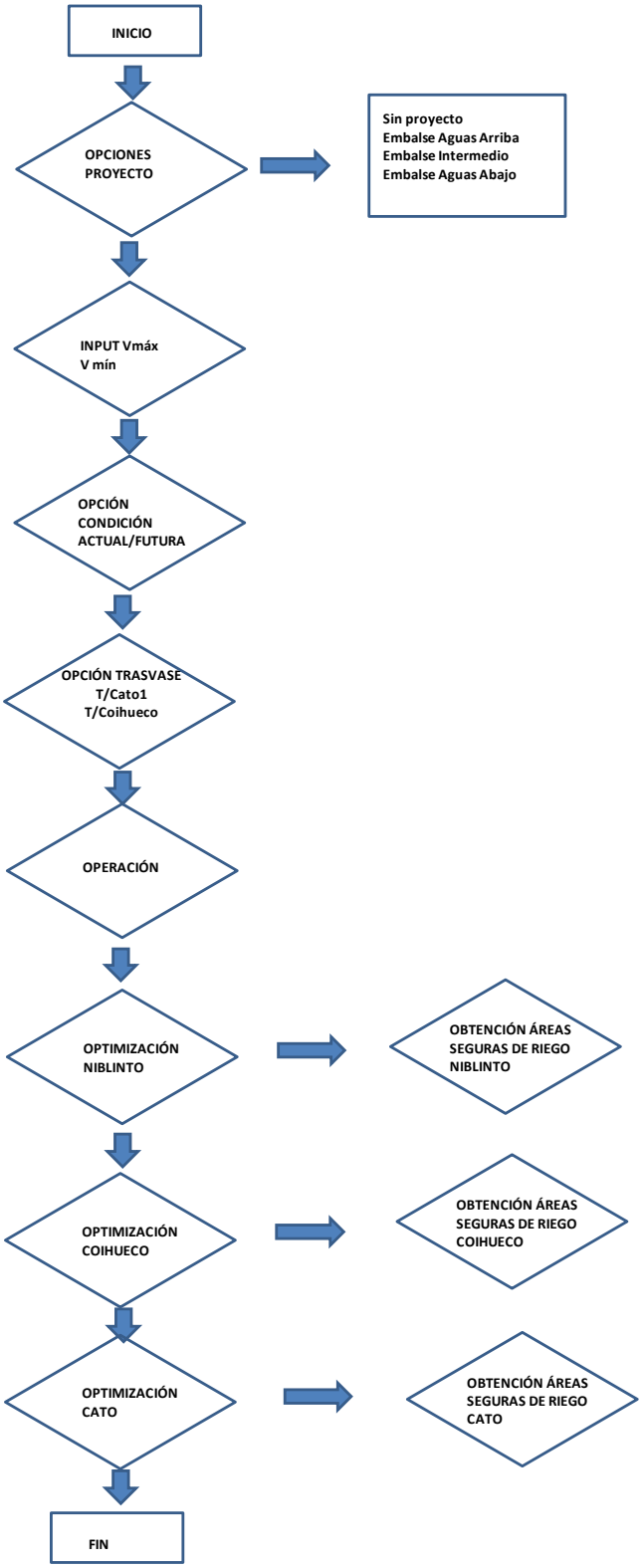
- Se considera como falla en el año al mínimo valor entre al menos un mes con factor de satisfacción de la demanda menor a un 85%

- Dos meses consecutivos con factores de satisfacción de demanda menores a un 90%.

Se define un volumen de embalse, el que entrega caudales regulados sobre los cuales se presenta la posibilidad de traspaso hacia Coihueco, toda vez, que este último sistema no se encuentra bajo la influencia directa del embalse.

Los diagramas de flujo representan en forma ideal la metodología utilizada en el procesamiento de datos, con posibilidades de seguir un orden en la programación y de detectar fácilmente los errores. A continuación se presenta el diagrama de flujo utilizado para representar los procesos que finalmente utiliza el modelo.

Figura 1.2.3–1:Diagrama de Flujo Modelo



Como es posible apreciar, no es necesario considerar un nodo como conector entre elementos. Esto se explica porque cada elemento interpretado por el modelo tiene bien definidos cuales son sus entradas y salidas, y como se relacionan entre ellos. Un tramo de río se relaciona con otro a través de su entrada y salida. Un canal puede extraer de cualquier tramo de río. Lo importante de esta forma de modelar es el orden de simulación representado en la malla del sistema, es decir hay que seguir el recorrido que realiza el agua a través de los cauces. Ello permite limitar las intervenciones al modelo y asegurar que se cumpla siempre la entrega de acuerdo a derecho en al situación actual.

A continuación se explican los bloques que constituyen el diagrama de flujo de la **Figura 1.2.3 -1**.

Al ejecutar el programa, se presenta un menú con la estructura de bloques.

Opciones de proyecto: El programa solicita que el usuario seleccione la alternativa de proyecto, esto es, Embalse Aguas Arriba, Embalse Intermedio, Embalse Aguas Abajo.

Input VmáxVmín: El programa solicita que el usuario especifique el volumen máximo que se pretende evaluar, además de un volumen mínimo, que se convierte en una restricción, en cuanto a que los volúmenes simulados en ningún momento podrán ser inferiores a ese piso.

Opción condición actual/futura: El programa solicita que el usuario especifique si las demandas consideradas serán para las condiciones actuales o futuras.

Opción trasvase T/Cato1T/Coihueco: Este bloque se refiere a la posibilidad de trasvase de caudales desde Niblinto hacia Cato Oriente y Coihueco.T/Cato1, es una alternativa de trasvase de caudales regulados por el embalse proyectado, entre la cabecera del Río Cato y aguas arriba de la confluencia de ese río con el Río Niblinto. T/Coihueco, es la segunda alternativa de trasvase, que contempla caudales regulados por el embalse proyectado, hacia el sistema Coihueco. En ambos casos, se debe definir la fracción del caudal a traspasar.

Operación: Este bloque ejecuta el balance en el embalse, asumiendo factores de ajuste de demanda por defecto. Esta ejecución ya permite visualizar todas las opciones de salida del modelo, como son, gráficos de caudales, volúmenes, seguridades de riego y tabla resumen de seguridades de riego y áreas de riego asociadas.

Optimización Niblinto: Este bloque ajusta los factores de demanda del sistema Niblinto, de tal manera de maximizar el área de riego para el volumen definido por el usuario.

Optimización Coihueco: Misma función que el bloque anterior, ahora para el sistema Coihueco.

Optimización Cato: Misma función que el bloque anterior, ahora para el sistema Cato, emplazado aguas abajo de la confluencia entre los Ríos Niblinto y Cato.

1.3 IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

1.3.1 MÓDULO DE SOLUCIÓN

El lenguaje de programación escogido para el módulo de simulación fue Visual Basic 6.0, por sus características de lenguaje modular, y su interfaz gráfica, además de ser compatible con el sistema operativo Windows, eso límitado al office 2000 (o versión anterior).

El programa opera sobre los datos de entrada, simula cada elemento y su conjunto a nivel mensual para la cantidad de años solicitada, calculando los flujos en los diferentes puntos de unión (entradas y salidas de cada elemento).

Una vez definidos los escenarios de modelación, el modelo computacional funciona como un programa cerrado con una interfaz que lee los archivos de entrada, los almacena, y procesa dicha información, generando archivos de salida accesibles al usuario. La interfaz gráfica "Visual" administra conjuntos de archivos vinculados a cada escenario que se defina, pudiendo el usuario modificarlos y consultarlos según lo requiera.

Datos de Entrada

Los datos de entrada y salida del modelo consisten íntegramente en archivos de tipo texto. Estos archivos entregan los resultados para los doce (12) meses del total de años simulados en archivos de tipo texto, que pueden ser leídos por cualquier planilla electrónica para su futuro análisis.

1.3.2 MÓDULO GRÁFICO

El objetivo de la interfaz es facilitar al usuario la creación, modificación y presentación de los escenarios de entrada y salidas del modelo, principalmente logrando el copiado y pegado de la información desde y hacia planillas electrónicas.

El Módulo Gráfico posee un archivo instalador, el cual se preocupa de instalar en el subdirectorio indicado los archivos necesarios para su funcionamiento.

1.4 APLICACIÓN DEL MODELO

1.4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Para lograr una correcta representación del Sistema Cato y sus afluentes, se identifican subsistemas dentro del funcionamiento del modelo. Esto significa que se diferencian hasta seis (6) subsistemas, cuales son:

- Niblinto1.Definido entre cabecera del Río Niblinto, y estación fluviométrica Río Niblinto antes de BT canal alimentador embalse Coihueco (EF1). En este sistema se propone emplazar alguna de las alternativas de embalses: EAAR, Embalse Aguas Arriba; EI, Embalse Intermedio; EAAB, Embalse Aguas Abajo.

- Niblinto 2. Tramo entre sección terminal anterior, y la confluencia del Río Niblinto con el Río Cato.

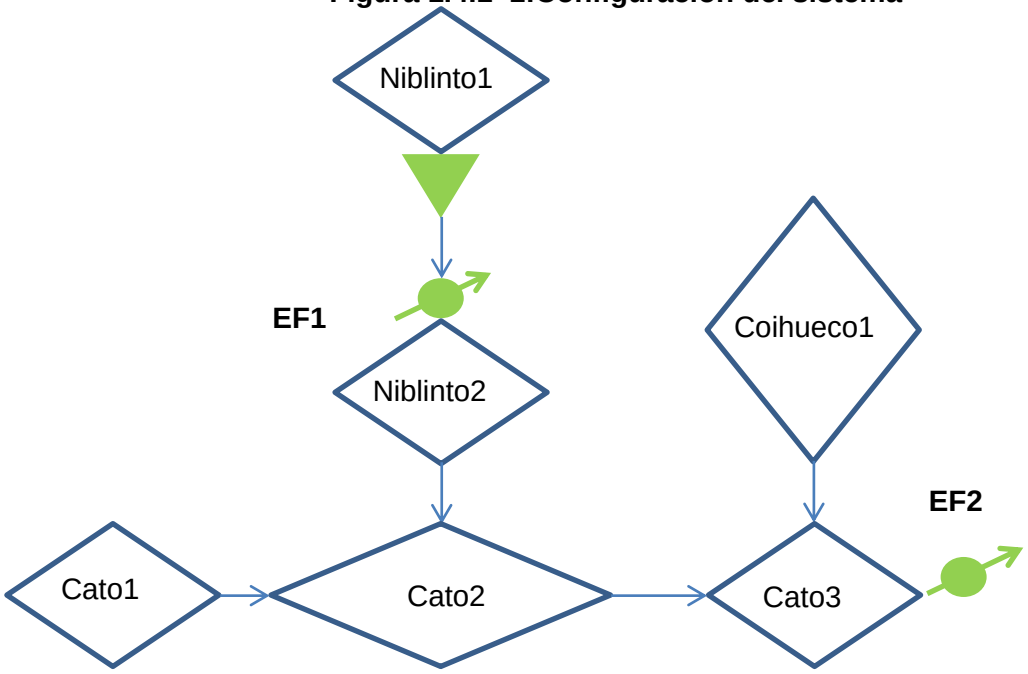
- Coihueco. Tramo definido entre su cabecera y la confluencia con el Río Cato.

- Cato 1. Tramo del Río Cato definido entre su cabecera, y la confluencia con el Río Niblinto.

- Cato2. Tramo del Río Cato entre sus confluencias con los ríos Niblinto y Coihueco.

- Cato3. Tramo terminal del Río Cato, definido aguas abajo de la confluencia con el Río Coihueco (EF2).

Figura 1.4.1–1:Configuración del sistema



Cada sistema cuenta con caudales de entradas definidos por transposición de caudales en base a la estación EF1, con el ajuste de factores de áreas provenientes de la calibración.

También cada sistema lleva asignado una superficie máxima de riego, y tasas mensuales de riego; esto para situación actual y futura.

Tabla 1.4.1–1: Áreas potenciales de Riego

Sistema	Área Máxima Actual (Há)	Área Máxima Futura (Há)
Cato1	891	1.362
Cato2	301	459
Niblinto1	53	79
Niblinto2	2.020	2.981
Coihueco1	3.297	5.686
Cato3	4.838	8.697

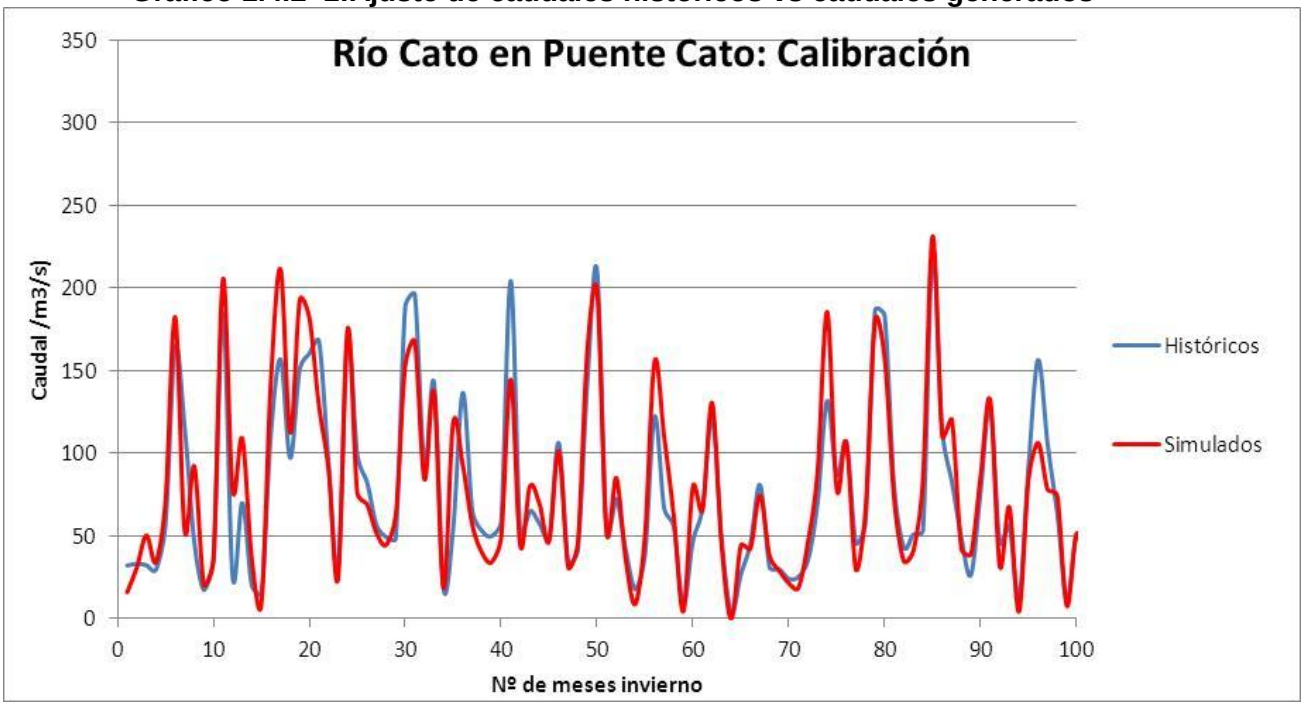
1.4.2 CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN

Para este proceso de ajuste, se utiliza como punto de calibración, la estación Río Cato en Puente Cato, utilizando la estadística correspondiente a los meses de invierno, por cierto, no sujetos a demandas de riego. Se utilizó un período de análisis de treinta (30) años, desde 1976 a 2006, y seleccionando cinco meses de invierno, se dispuso de ciento cincuenta (150) registros para los procesos de calibración y validación.

En este proceso se calibraron los factores de áreas de los aportes laterales, y también los factores de infiltración de todos los tramos definidos en los cauces. Tanto para el proceso de calibración como para el correspondiente de validación, se utilizaron los meses de invierno (mayo, junio, julio, agosto y septiembre), por excluir demandas de riego. Se utilizó la estadística entre los años 1973 y 2006, con esto un total de ciento cincuenta (150) registros, los cien primeros (2/3) para la calibración, y el tercio restante (50 registros), para el proceso de validación. El criterio de ajuste de la calibración es el de mínima incertidumbre, es decir, se minimiza la varianza de los residuos.

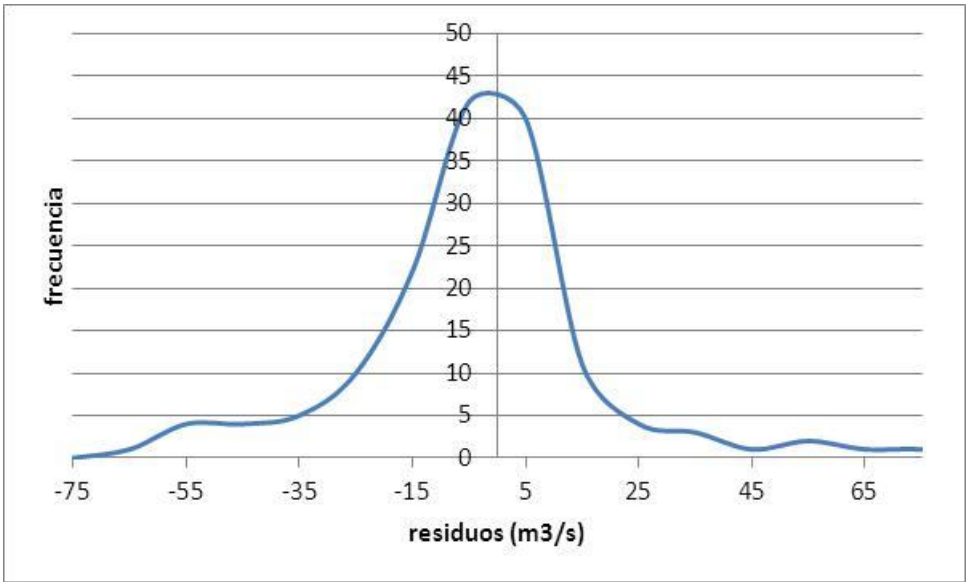
En el **Gráfico 1.4.2-1**, se presenta el resultado de la calibración, donde los caudales históricos, se reproducen de buena forma en la estación de control.

Gráfico 1.4.2–1:Ajuste de caudales históricos vs caudales generados



Adicionalmente, el análisis de residuos muestra una distribución de la frecuencia óptima (campana de Gauss), ya que el grueso de los errores son mínimos, y los residuos extremos, se dan en pocos casos (ver **Gráfico 1.4.2- 2**).

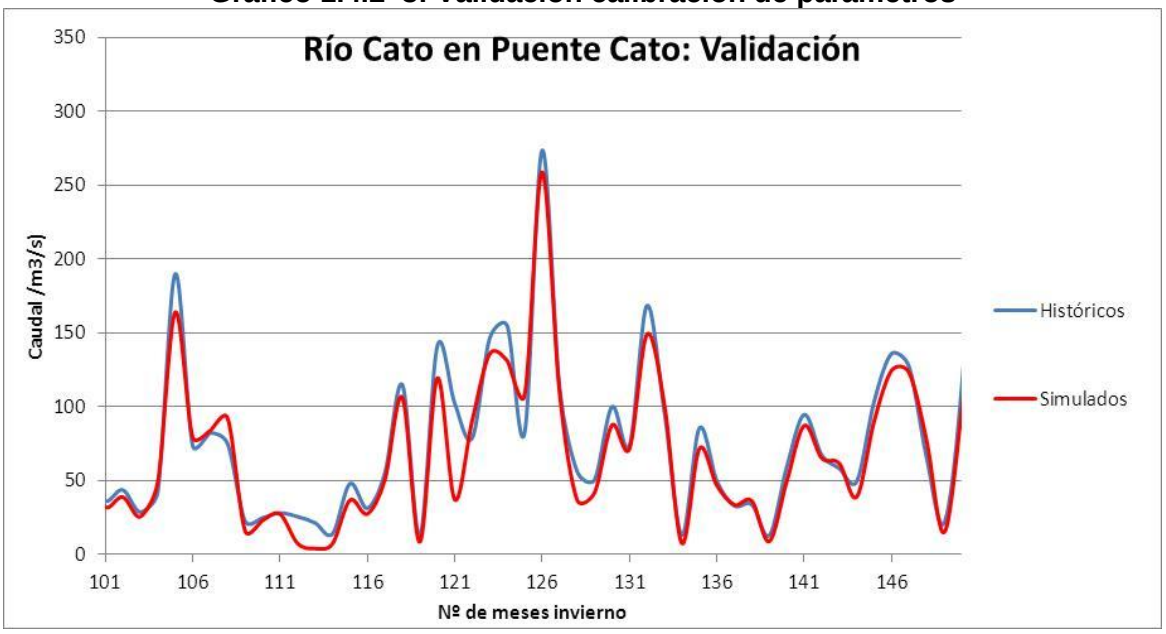
Gráfico 1.4.2–2: Análisis de residuos



Como ya se mencionó, en el proceso de calibración, se considera 2/3 de la estadística disponible de los meses de invierno, reservando el tercio restante para la correspondiente validación.

En el **Gráfico 1.4.2- 3**, se presentan los resultados del proceso de validación.

Gráfico 1.4.2–3: Validación calibración de parámetros



De acuerdo a estos últimos resultados, se considera validado el proceso de calibración, por lo tanto, los factores de área e infiltración determinados, se asumen establecidos para todo escenario hidrológico y de demanda de riego.

En la etapa anterior de este estudio, se incluyó la información de las estaciones utilizadas en este análisis, cuales son Niblinto antes de BT Canal Alimentador Embalse Coihueco, y la estación terminal, para efectos de esta evaluación, de Río Cato en Puente Cato. Se trata de registros de caudales medios mensuales, en ambas estaciones, información sobre la cual se realizaron los trabajos de rigor, en cuanto a calidad de los datos (detección de valores anómalos), rellenos y extensión de estadística.

En la carpeta *PlanillasCap6*, se encuentra la planilla *FluiviometriaCatoNiblinto.XLS*, con la información de caudales medios utilizada.

1.4.3 INFRAESTRUCTURA

Una vez revisados y analizados los antecedentes del presente proyecto, la infraestructura representada en el modelo considera la Red de Canales existentes y los Sectores de Riego.

Cada uno de los canales incorporados al modelo tiene asociado un sector de riego propio, cuya información se presenta en los antecedentes agronómicos incluidos en el presente proyecto. Los canales y sus características se muestran desde las **Tablas 1.4.3-1** a la **1.4.3-6**, ordenadas de acuerdo al sector de riego que abastece. Como área actual se entiende los sectores bajo riego (excluyendo secano), y área futura, que corresponde a la suma de riego actual más secano.

Tabla 1.4.3–1: Red de canales Cato1

Identificador	Nombre canal	Sector Agronómico	Sector Modelo	Área Actual (Há)	Área Futura (Há)
A11	Baeza	Sector 1	Cato1	94,53	144,41
A12	Peña (Peñón)	Sector 1	Cato1	436,88	667,41
A13	La Hijuela	Sector 1	Cato1	43,80	66,91
A14	Del Molino	Sector 1	Cato1	309,75	473,21
A25	Las Cajas	Sector 1	Cato1	5,64	8,62
A27	Los Potrerillos	Sector 1	Cato1	0,88	1,35

Tabla 1.4.3–2: Red de canales Cato2

Identificador	Nombre canal	Sector Agronómico	Sector Modelo	Área Actual (Há)	Área Futura (Há)
A28	Las Rosas	Sector 1	Cato2	141,79	216,61
A210	Bureo	Sector 1	Cato2	137,46	209,99
A211	El Cabro	Sector 1	Cato2	21,27	32,49

Tabla 1.4.3–3: Red de canales Niblinto1

Identificador	Nombre canal	Sector Agronómico	Sector Modelo	Área Actual (Há)	Área Futura (Há)
B11	Reveco	Sector 2	Niblinto1	3,99	5,88
B12	Gutiérrez	Sector 2	Niblinto1	7,25	10,69
B13	La Segunda	Sector 2	Niblinto1	10,87	16,04
B14	El Peral	Sector 2	Niblinto1	0,45	0,67
B15	La Leonera	Sector 2	Niblinto1	20,83	30,75
B23	San Miguel	Sector 2	Niblinto1	7,25	10,69
B24	Las Retamas	Sector 2	Niblinto1	2,72	4,01

Tabla 1.4.3–4: Red de canales Niblinto2

Identificador	Nombre canal	Sector Agronómico	Sector Modelo	Área Actual (Há)	Área Futura (Há)
B16	Alimentador Riego	Sector 2	Niblinto2	877,27	1294,85
B110	Los Olivos	Sector 2	Niblinto2	63,40	93,58
B111	Navarrete	Sector 2	Niblinto2	23,55	34,76
B112	La Primera	Sector 2	Niblinto2	167,37	247,04
B113	El Chaime	Sector 2	Niblinto2	13,59	20,05
B114	El Boldo	Sector 2	Niblinto2	1,81	2,67
B115	Vásquez	Sector 2	Niblinto2	36,25	53,50
B116	Vegas de Niblinto	Sector 2	Niblinto2	10,14	14,97
B117	Pullami	Sector 2	Niblinto2	725,48	1070,80
B118	Córdova	Sector 2	Niblinto2	63,22	93,31
B119	Penroz	Sector 2	Niblinto2	32,06	47,32
B25	Velásquez	Sector 2	Niblinto2	5,52	8,15

Tabla 1.4.3–5: Red de canales Coihueco1

Identificador	Nombre canal	Sector Agronómico	Sector Modelo	Área Actual (Há)	Área Futura (Há)
C11	Santa Teresa	Sector 3	Coihueco1	85,56	147,55
C12	Miraflores	Sector 3	Coihueco1	262,28	452,30
C13	Quintana	Sector 3	Coihueco1	191,07	329,51
C14	Molino Coihueco	Sector 3	Coihueco1	109,56	188,94
C21	Coihueco	Sector 3	Coihueco1	702,00	1210,61
C22	El salto	Sector 3	Coihueco1	98,82	170,41
C23	Coigue	Sector 3	Coihueco1	324,26	559,20
C25	Relbunco	Sector 3	Coihueco1	1024,17	1766,19
C27	El Atravesado	Sector 3	Coihueco1	201,06	346,73
C28	Paso Ancho	Sector 3	Coihueco1	298,21	514,27

Tabla 1.4.3–6: Red de canales Cato3

Identificador	Nombre canal	Sector Agronómico	Sector Modelo	Área Actual (Há)	Área Futura (Há)
A15	De la Luz Cato	Sector 4	Cato3	4838,00	8697,00

1.4.4 ESCENARIOS

Los escenarios de simulación se definieron según un orden creciente de áreas regadas, según sectores beneficiados.

Tabla 1.4.4–1: Escenarios de modelación

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)
		1.000
E1	Niblinto+Cato2	2.500
		3.519
E2	Niblinto+Cato2+Cato1	4.000
		4.881
		4.500
E3	Niblinto+Cato2+Coihueco	6.000
		7.700
		9.205
		6.500
E4	Niblinto+Cato2+Coihueco+Cato1	8.500
		10.000
		10.567

Estos escenarios se simulan para cada alternativa de emplazamiento de embalses.

1.4.5 SIMULACIONES

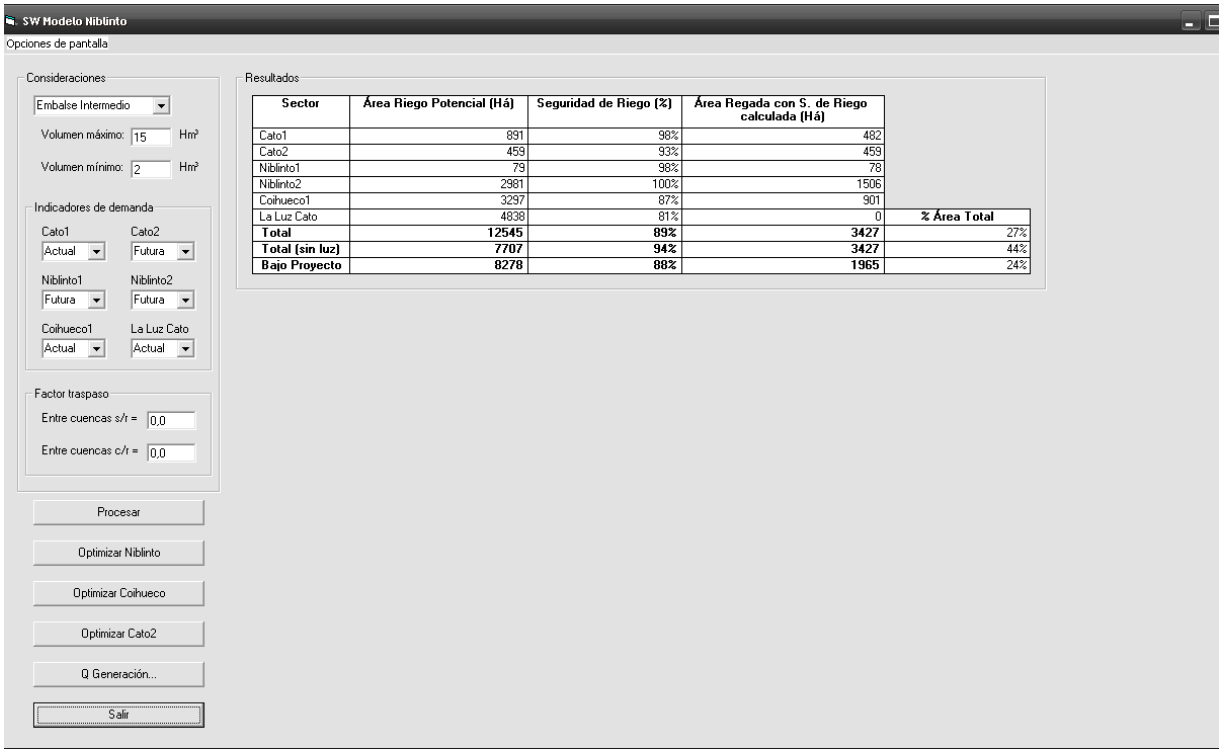
A continuación, se presentan algunas simulaciones características:

1.4.5.1 ESCENARIO E1

Se busca el volumen necesario para el riego seguro de 2.500 ha. En esta corrida del modelo se selecciona cualquiera de las alternativas de embalses, por ejemplo, embalse intermedio.A continuación, volúmenes máximo y mínimo, indicadores de demandas; finalmente se optimiza, presionando secuencialmente los botones *Optimizar Niblinto*y*Optimizar Cato2*.

En la **Tabla 1.4.5-1**, se muestra el resultado de la configuración anterior.

Tabla 1.4.5–1: Escenario E1: Embalse Intermedio. Prueba 1

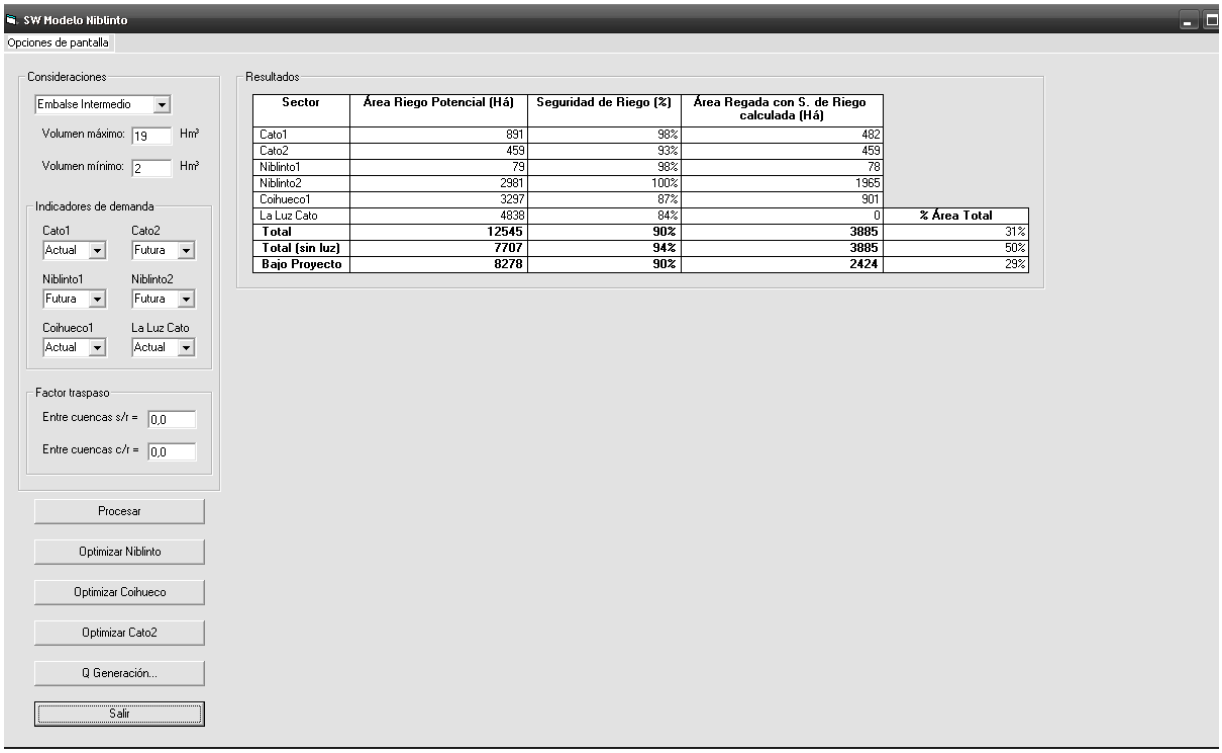


Sector	Área Riego Potencial (Há)	Seguridad de Riego (%)	Área Regada con S. de Riego calculada (Há)	
Cato1	891	98%	482	
Cato2	459	93%	459	
Niblinto1	79	98%	78	
Niblinto2	2981	100%	1506	
Coihueco1	3297	87%	901	
La Luz Cato	4838	81%	0	**% Área Total**
Total	**12545**	**89%**	**3427**	27%
Total (sin luz)	**7707**	**94%**	**3427**	44%
Bajo Proyecto	**8278**	**88%**	**1965**	24%

Para el volumen máximo de embalse asumido, el área de riego asciende a 2.043 ha, por lo tanto, se debe aumentar el volumen del embalse para alcanzar el área definida como objetivo de 2.500 ha.

Se mantienen las mismas consignas, y se aumenta el volumen máximo de embalse. En la **Tabla 1.4.5-2**, se presenta el mínimo volumen de embalse, que permite regar las 2.500 ha requeridas, que en este caso asciende a 19 Hm^3.

Tabla 1.4.5–2: Escenario E1: Embalse Intermedio. Prueba 2



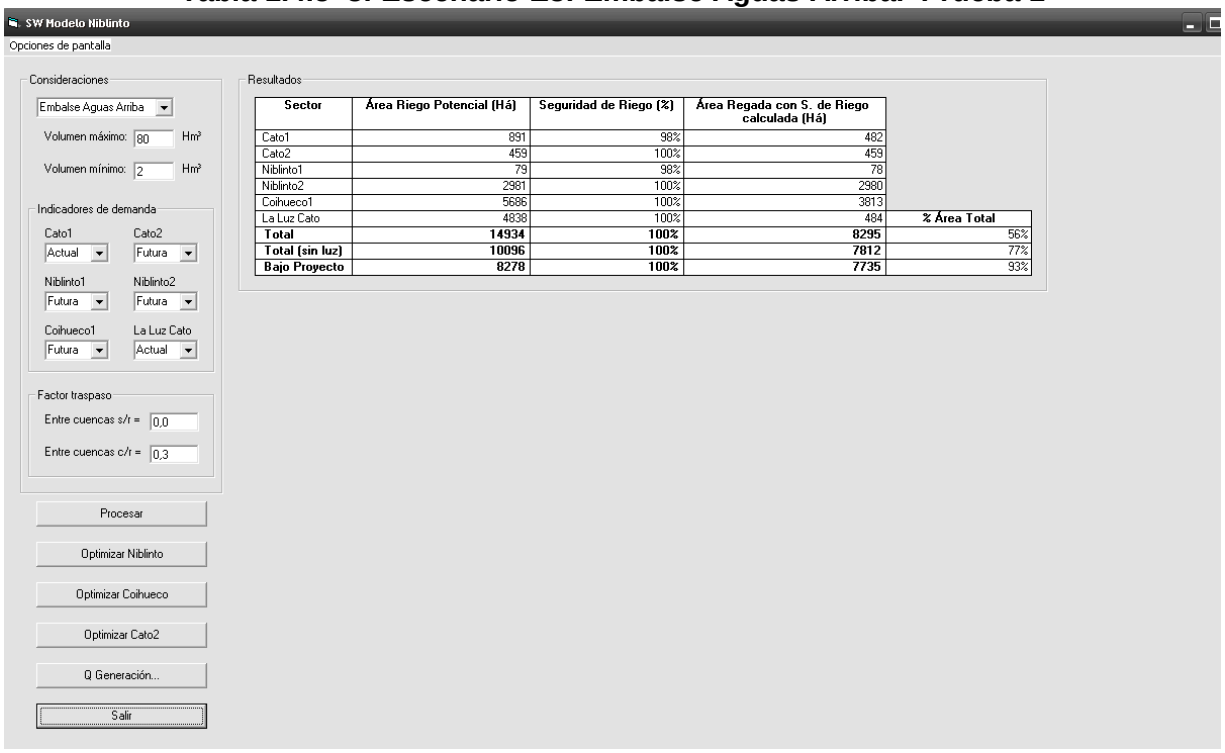
Sector	Área Riego Potencial (Há)	Seguridad de Riego (%)	Área Regada con S. de Riego calculada (Há)	
Cato1	891	98%	482	
Cato2	459	93%	459	
Niblinto1	79	98%	78	
Niblinto2	2981	100%	1965	
Coihueco1	3297	87%	901	
La Luz Cato	4838	84%	0	% Área Total
Total	**12545**	**90%**	**3885**	31%
Total (sin luz)	**7707**	**94%**	**3885**	50%
Bajo Proyecto	**8278**	**90%**	**2424**	29%

1.4.5.2 ESCENARIO E3

Se busca el volumen necesario para el riego seguro de 7.700 ha. En esta corrida del modelo se selecciona cualquiera de las alternativas de embalses, por ejemplo, embalse Aguas Arriba. A continuación, volúmenes máximo y mínimo, indicadores de demandas; finalmente se optimiza, presionando secuencialmente los botones *Trasvase c/r, Optimizar Niblinto, Optimizar Coihueco* y *Optimizar Cato2*.

En la **Tabla 1.4.5-3**, se muestra el resultado de la configuración anterior.

Tabla 1.4.5–3: Escenario E3: Embalse Aguas Arriba. Prueba 1

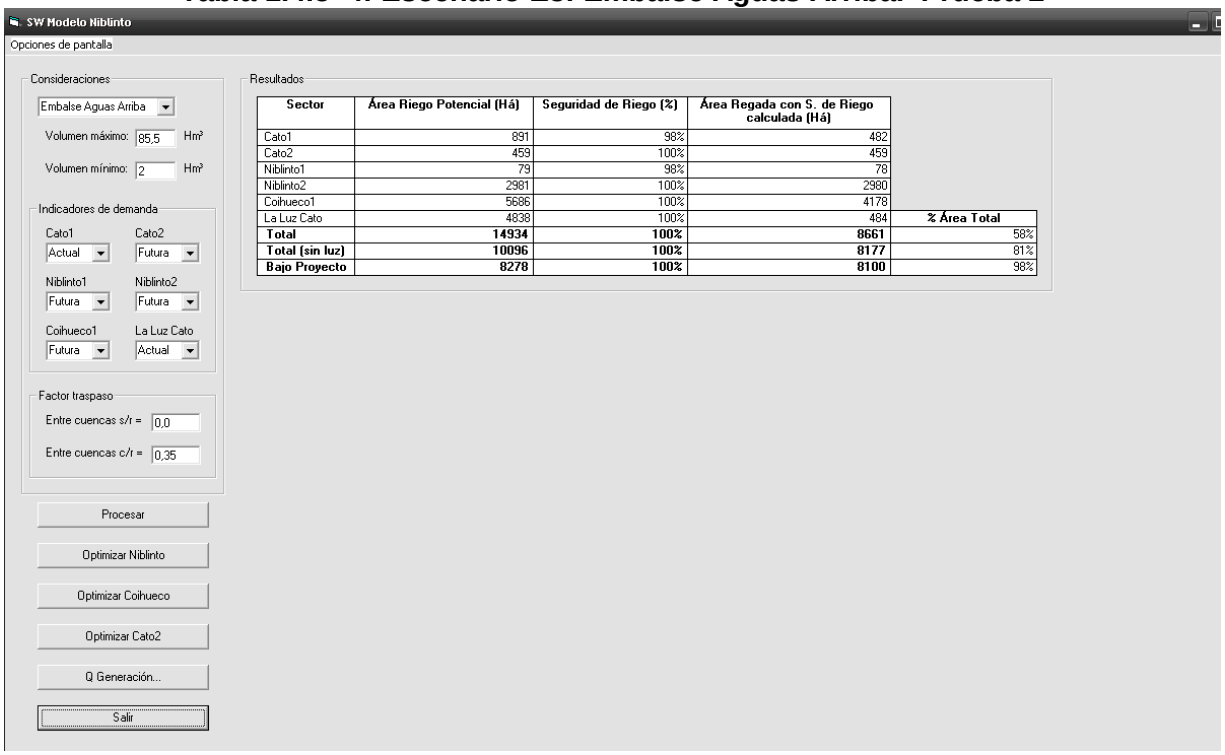


Sector	Área Riego Potencial (Há)	Seguridad de Riego (%)	Área Regada con S. de Riego calculada (Há)	
Cato1	891	98%	482	
Cato2	459	100%	459	
Niblinto1	79	98%	78	
Niblinto2	2981	100%	2980	
Coihueco1	5686	100%	3813	
La Luz Cato	4838	100%	484	**% Área Total**
Total	**14934**	**100%**	**8295**	56%
Total (sin luz)	**10096**	**100%**	**7812**	77%
Bajo Proyecto	**8278**	**100%**	**7735**	93%

Para el volumen máximo de embalse asumido de 80 Hm^3, el área de riego asciende a 7.330 ha, por lo tanto, se debe aumentar el volumen del embalse para alcanzar el área regada definida como objetivo de 7.700 ha.

Se mantienen las mismas consignas, y se aumenta el volumen máximo de embalse. En la **Tabla 1.4.5-4**, se presenta el mínimo volumen de embalse, que permite regar las 7.700 ha requeridas, que en este caso asciende a 85,5 Hm^3.

Tabla 1.4.5–4: Escenario E3: Embalse Aguas Arriba. Prueba 2



1.4.5.3 RESULTADOS DE ESCENARIOS DEFINIDOS

De esta forma se establecen los mínimos volúmenes de embalses que satisfacen las áreas regadas presentadas en la **Tabla 1.4.5 -5** (Escenarios de Modelación).

En la Tabla siguiente se presentan los resultados, de todos los escenarios definidos, para las tres alternativas de embalses.

Tabla 1.4.5–5: Volúmenes de embalses (Hm^3)

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	E. A. Arriba (Hm3)	E. Intermedio (Hm3)	E. A. Abajo (Hm3)
		1.000	7,1	6,7	6,7
E1	Niblinto+Cato2	2.500	19,9	19,0	18,9
		3.519	28,7	27,8	27,7
E2	Niblinto+Cato2+Cato1	4.000	32,2	31,3	31,2
		4.881	40,2	37,5	37,4
		4.500	37,0	35,9	35,8
E3	Niblinto+Cato2+Coihueco	6.000	59,9	51,0	49,8
		7.700	85,5	76,6	75,4
		9.205	111,2	99,3	98,1
		6.500	66,0	57,1	55,9
E4	Niblinto+Cato2+Coihueco+Cato1	8.500	96,1	87,2	86,0
		10.000	125,8	108,3	107,1
		10.567	139,9	116,9	115,7

De los tres sitios para embalses seleccionados en las evaluaciones previas (geotécnica y ambiental entre otras), para el emplazamiento propuesto relativo de aguas abajo, se requiere un volumen máximo de 115,7 millones de m^3 para abastecer a la totalidad de las áreas de riego de Niblinto, Coihueco y Cato, con una seguridad de riego al menos de un 85%. Se considera un volumen mínimo de 2 millones de metros cúbicos.

Los resultados muestran que los embalses intermedio y aguas abajo, presentan áreas de riego similares para volúmenes de diseño equivalentes. El embalse emplazado hacia aguas arriba, como era de suponer, requiere de dimensiones mayores para suplir las demandas potenciales del proyecto.

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO (CNR)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCÍA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO."

N° 3853-0000-IH-INF-006_1

INFORME DISEÑO PRELIMINAR MUROS Y OBRAS ANEXAS.

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	R. Suárez	E. Ballester	A. Gomez	Coordinación Interna
	Fecha	26.09.12	01.10.12	01.10.12	
B	Nombre Firma	R. Suárez	E. Ballester	A. Gomez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	01.10.12	02.10.12	03.10.12	
0	Nombre Firma	R. Suárez	E. Ballester	A. Gomez	Aprobado Cliente
	Fecha	30.10.12	31.10.12	06.11.12	
1	Nombre Firma	R. Suárez	E. Ballester	A. Gomez	Aprobado Cliente
	Fecha	15.01.13	15.01.13	31.01.13	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 02 381 6000
Fax: +56 02 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCÍA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO."

INFORME DISEÑO PRELIMINAR MUROS Y OBRAS ANEXAS.

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 6

2 REFERENCIAS 7

3 ALTERNATIVAS Y SITIOS EN ESTUDIO 8

4 DISEÑOS Y RESULTADOS 9

4.1 OBRA DE DESVÍO 9

4.1.1 Túnel de Desvío 9

4.1.2 Ataguías 11

4.2 MURO DE PRESA 12

4.2.1 Definición de Taludes 14

4.2.2 Cota de Coronamiento 14

4.2.2.1 Estimación de la Revancha 14

4.2.3 Ancho de Coronamiento 15

4.2.4 Cota de Fundación Muro 15

4.2.5 Pantalla de Hormigón 16

4.2.6 Plinto 16

4.2.7 Resumen Características Muros Niblinto 17

4.3 EVACUADOR DE CRECIDAS 19

4.3.1 Vertedero de Control 21

4.3.2 Canal Lateral Colector 25

4.3.3 Rápido de Descarga 27

4.3.4 Disipador de Energía 28

4.4 OBRA DE TOMA Y DESAGÜE DE FONDO 32

4.5 INSTRUMENTACIÓN EN LA PRESA 38

4.5.1 Tipos de Instrumentos 38

4.5.2 Piezómetros Casagrande Muro Principal 39

4.5.3 Piezómetros de cuerda vibrante Muro Principal 39

4.5.4 Medidores de Deformación del Hormigón Muro Principal 39

4.5.5 Medidores de Juntas Muro Principal 39

4.5.6 Medidores de Temperatura Muro Principal 40

4.5.7 Puntos de Control de Nivelación Muro Principal 40

4.5.8 Asentímetros Eléctricos Muro Principal 40

4.5.9 Acelerógrafo Muro Principal 40

4.5.10 Reglas Limnimétricas Muro Principal 41

4.5.11 Piezómetros Casagrande Muro Secundario 41

4.5.12 Puntos de Control de Nivelación Muro Secundario 41

5 COSTOS Y CUBICACIONES 42
5.1 SITIO 1 43
5.2 SITIO 2 48
5.3 SITIO 3 53
5.4 RESUMEN 58

ANEXOS

Anexo 1 Caudales Obras de Desvio (Se Adjunta en Digital)
Anexo 2 Curvas de Embalse (Se Adjunta en Digital)
Anexo 3 Diseño Bocatoma (Se Adjunta en Digital)
Anexo 4 Costos y Cubicaciones (Se Adjunta en Digital)
Anexo 5 Calculo Revancha Muros (Se Adjunta en Digital)
Anexo 6 Análisis de Precios Unitarios (Se Adjunta en Digital)

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1: Ubicación Sitios en Estudio 8
Tabla 4-1 Resultados Túneles de Desvío 10
Tabla 4-2 Resultados Canal de Salida 10
Tabla 4-3 Altura Ataguías de Desvío 12
Tabla 4-4: Descripción Rellenos Muro CFRD 13
Tabla 4-5: Fetch Efectivo 14
Tabla 4-6: Revancha Total Muro 15
Tabla 4-7: Cota de Fundación Muro 15
Tabla 4-8: Largo del Plinto 17
Tabla 4-9: Características Alternativas Sitio 1 17
Tabla 4-10: Características Alternativas Sitio 2 18
Tabla 4-11 Características Alternativas Sitio 3 18
Tabla 4-12: Recomendación Ubicación Vertedero 19
Tabla 4-13: Caudales de Diseño y Verificación Vertedero 21
Tabla 4-14: Coeficientes de Contracción por Estribos 23
Tabla 4-15: Resultados Vertederos Niblinto 24
Tabla 4-16: Verificación Vertederos Niblinto 24
Tabla 4-17: Resultado Altura Canal Colector y Canal de Conexión 27

Tabla 4-18: Resultado Rápido de Descarga 27
Tabla 4-19 Verificación Rápido de Descarga 28
Tabla 4-20: Resultado Disipador Salto de Esquí Sitio 1 y 2 29
Tabla 4-21: Distancia Máxima Flujo Lanzado 30
Tabla 4-22: Caudales Medios Río Niblinto 32
Tabla 4-23: Resultados Diámetros de Válvulas y Dimensión Rejas de Captación 36
Tabla 5-1: Resumen Precios Unitarios 42

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1 Ubicación General 6
Figura 3-1: Ubicación Sitios en Estudio 8
Figura 4-1 Esquema Típico Ataguía 12
Figura 4-2: Rellenos Típicos Presa CFRD 13
Figura 4-3: Esquema Típico Plinto 17
Figura 4-4: Coeficientes de Descarga para Vertederos Ogee 22
Figura 4-5: Relación de Descarga para Condición Distinta a la de Diseño 24
Figura 4-6: Esquema Canal Colector 26
Figura 4-7: Esquema Distancia Máxima del Flujo Lanzado 30
Figura 4-8 Disipador por Resalto USBR Tipo II 30
Figura 4-9: Disipador por Resalto Sitio 3 31
Figura 4-10: Curva de Embalse Sitio 1 33
Figura 4-11: Curva de Embalse Sitio 2 34
Figura 4-12: Curva de Embalse Sitio 3 35
Figura 4-13: Esquema Obra Captación 37
Figura 4-14: Esquema Ventanas de Captación 37
Figura 5-1: Costo y Cubicación Sitio 1 Alternativa Coronamiento 559 msnm 43
Figura 5-2 Costo y Cubicación Sitio 1 Alternativa Coronamiento 544 msnm 44
Figura 5-3 Costo y Cubicación Sitio 1 Alternativa Coronamiento 514 msnm 45
Figura 5-4 Costo y Cubicación Sitio 1 Alternativa Coronamiento 499 msnm 46
Figura 5-5 Costo y Cubicación Sitio 1 Alternativa Coronamiento 484 msnm 47
Figura 5-6 Costo y Cubicación Sitio 2 Alternativa Coronamiento 572 msnm 48
Figura 5-7 Costo y Cubicación Sitio 2 Alternativa Coronamiento 562 msnm 49

Figura 5-8 Costo y Cubicación Sitio 2 Alternativa Coronamiento 547 msnm 50
Figura 5-9 Costo y Cubicación Sitio 2 Alternativa Coronamiento 517 msnm 51
Figura 5-10 Costo y Cubicación Sitio 2 Alternativa Coronamiento 502 msnm 52
Figura 5-11 Costo y Cubicación Sitio 3 Alternativa Coronamiento 704,2 msnm 53
Figura 5-12 Costo y Cubicación Sitio 3 Alternativa Coronamiento 689,2 msnm 54
Figura 5-13 Costo y Cubicación Sitio 3 Alternativa Coronamiento 681,7 msnm 55
Figura 5-14 Costo y Cubicación Sitio 3 Alternativa Coronamiento 674,2 msnm 56
Figura 5-15 Costo y Cubicación Sitio 3 Alternativa Coronamiento 659,2 msnm 57
Figura 5-16 Relación de Costo Directo por Sitio 59

LISTADO DE FOTOGRAFIAS

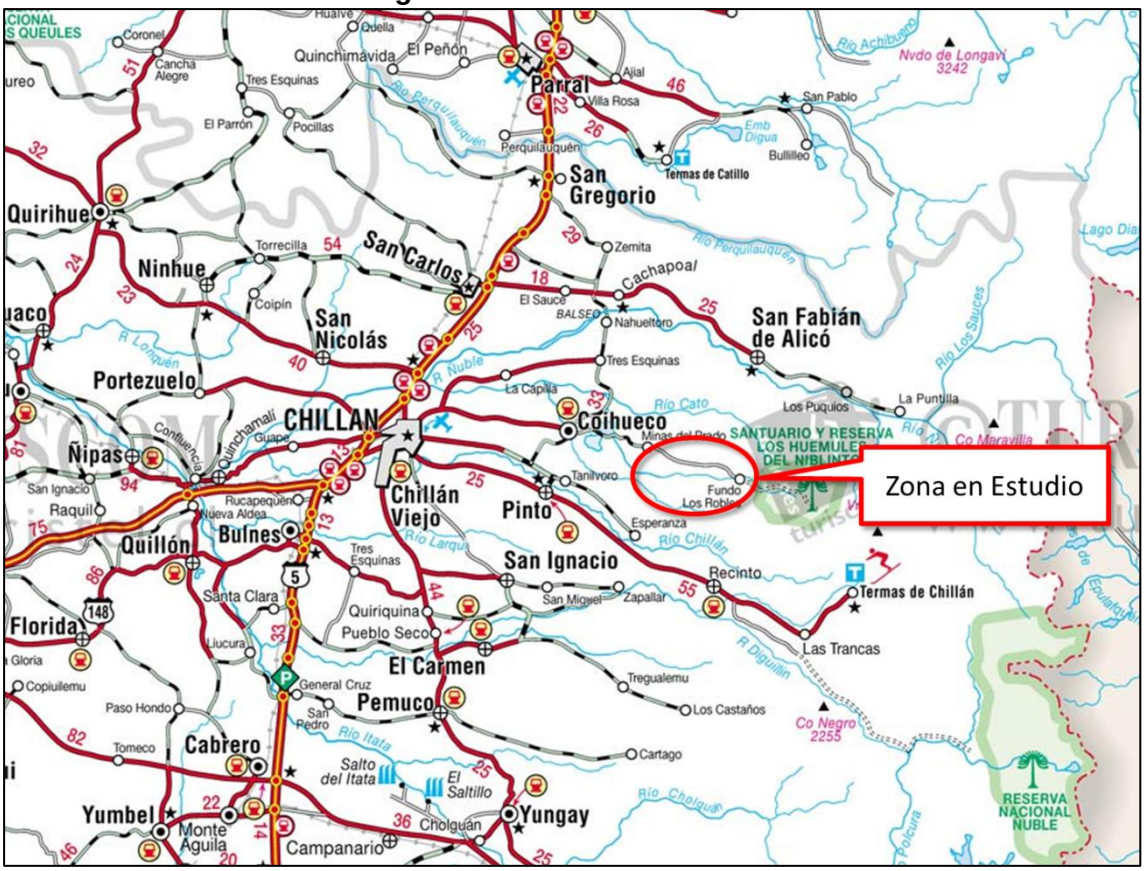
Fotografía 4-1: Estribo Izquierdo Sitio 1 20
Fotografía 4-2: Estribo Izquierdo Sitio 2 20
Fotografía 4-3: Estribo Izquierdo Sitio 3 21

1 INTRODUCCIÓN

La presente consultoría corresponde a la elaboración del Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto “Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío”, encargado a ARCADIS Chile por la Comisión Nacional de Riego (en adelante CNR) del Ministerio de Agricultura.Este estudio considera analizar conjuntamente distintas alternativas de embalses y obras de entrega las que junto a una red de distribución a proyectar permitirá un mejor manejo de los recursos hídricos y así conseguir una seguridad de riego del 85 % de la mayor superficie posible en las comunas beneficiadas.

El área de estudio se encuentra emplazada al interior de la cuenca del río Cato y políticamente abarca parte de las comunas de Coihueco, Chillan y Pinto, en la provincia de Ñuble, VIII Región. En la Figura 1-1 se presenta la ubicación general de la zona de estudio.

Figura 1-1 Ubicación General



En la etapa 2 de esta consultoría, se seleccionaron tres sitios posibles para emplazar el muro embalse. El presente documento contiene tanto los criterios hidráulicos como el dimensionamiento resultante del prediseño de los distintos componentes ligados a los embalses, como son: los muros; obras de captación; vertedero de seguridad y obras de desvío; esto aplicado a diversas alternativas para tres sitios en estudio, las cuales serán cuantificadas obteniendo costos directos que brinden los órdenes de magnitud del proyecto a realizarse en cada sitio.

2 REFERENCIAS

Para la elaboración de este documento se utilizaron los siguientes antecedentes:

Ref. 1. Arcadis Chile (2012). *Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío" - Informe Etapa 5 – Hidrología*(3853-0000-IH-INF-001). Santiago, Chile.

Ref. 2. Arcadis Chile (2012). *Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío" – Informe General Etapa 5* (3853-0000-GA-INF-005). Santiago, Chile.

Ref. 3. Arcadis Chile (2012). *Estudio Geotécnico - Etapa 5*(3853-0000-GO-INF-006). Santiago, Chile.

Ref. 4.Materon, B., Teixeira da Cruz, P., & De Souza Freitas Jr., M. (2010). *Concrete Face Rockfill Dams*. CRC Press.

Ref. 5. USBR. (1987). *Design of Small Dams*. Washington, DC.

Ref. 6. Suárez Villar, L. M. (1982). *Ingeniería de Presas - Obras de Toma, Descarga y Desviación*. Caracas, Venezuela: Ediciones Vega.

Ref. 7. Bolinaga I., J. J. (1999). *Proyectos de Ingeniería Hidráulica* (Vol. 1). Caracas: Fundación Polar.

Ref. 8. Chow, V. T. (1994). *Hidrología Aplicada*. Bogotá: McGraw-Hill.

3 ALTERNATIVAS Y SITIOS EN ESTUDIO

El alcance de este estudio comprende el diseño y estimación de costos, a nivel de prefactibilidad, de un muro de embalse con sus respectivas obras anexas, para tres sitios ubicados sobre el río Niblinto, siendo el sitio 1 el ubicado más hacia aguas abajo, el sitio 3 el ubicado más hacia aguas arriba de la zona de estudio y el sitio 2 se localiza entre los sitios 1 y 3 tal y como se muestra en la Figura 3-1.

Las coordenadas de los sitios en cuestión se muestran en la Tabla 3-1:

Tabla 3-1: Ubicación Sitios en Estudio

	Norte (m)	Este (m)	Cota Lecho del Cauce (msnm)
Sitio 1	5.934.529,31	258.490,91	416,00
Sitio 2	5.934.763,30	259.640,06	434,00
Sitio 3	5.933.788,26	266.192,49	552,20

Fuente: Elaboracion Propia Datum WGS84 H19

Para obtener la estimación de inversión se proyectó en cada sitio cinco alternativas de embalse con distintas alturas de muro, de esta forma se pudo construir la curva de costos en función de la altura de muro, lo que permitirá en una etapa posterior identificar el tamaño óptimo del proyecto para cada sitio.

Figura 3-1: Ubicación Sitios en Estudio

4 DISEÑOS Y RESULTADOS

4.1 OBRA DE DESVÍO

4.1.1 Túnel de Desvío

Las obras de desvío, esto es túnel de desvío y ataguías, se han proyectado para lograr una seguridad del 90 % durante el período de construcción de cada embalse.

La metodología de cálculo del riesgo hidrológico natural, o inherente, de falla se calcula mediante la siguiente expresión extraída de la Ref. 8:

$$\bar{R} = 1 - \left[1 - \frac{1}{T}\right]^n$$

Dónde:

$\bar{R}$: Probabilidad de que un evento mayor al de diseño ocurra en “n” años.
T: Período de retorno de la crecida (Años).
n: Plazo de tiempo estimado de construcción de la obra (Años).

Considerando un plazo de construcción de 2 años, y teniendo un porcentaje de riesgo de falla igual al 10%, se obtiene que el diseño de estas obras deberán conducir el caudal asociado a una crecida con período de retorno igual a 20 años. Cabe destacar que este periodo de construcción deberá ser sensibilizado en etapas posteriores del proyecto.

La ubicación de los portales de entrada y salida para cada sitio se realizó en función a lo observado por el profesional de la disciplina de geología, independizando, para esta etapa, el trazado del túnel respecto a la traza que generan las distintas alturas de muro. En los tres sitios analizados se verificó, eso sí, que el túnel desviara el río en el tramo ocupado para el muro de mayor altura. Como criterio hidráulico, además, se definió que la sección del túnel sea de arco de medio punto totalmente revestido en hormigón operando a flujo libre y con una revancha mínima de 1,0 m hasta la clave del mismo.

Por otro lado la pendiente longitudinal del túnel está condicionada por la pendiente del río en el tramo a desviar, la cual se verifica junto con las dimensiones del túnel de manera que el caudal de diseño pueda ser conducido preferiblemente en condición supercrítica para que no exista influencia desde aguas abajo al flujo dentro del túnel.

El canal de aproximación al túnel irá sin ningún tipo de revestimiento, tipo trapecial cuyos taludes serán 1,5:1 (H:V) y de ancho basal igual a tres veces el diámetro del túnel. Irá ubicado 1,0 m por sobre el fondo del cauce natural y su pendiente será horizontal.

La metodología de funcionamiento para el canal de aproximación al túnel de desvío considera que por la presencia de la ataguía, se formará aguas arriba del portal del túnel un pequeño embalse, en el cual la obra de aproximación figurará como una plataforma en la cabecera del portal. En períodos de estiaje, la función del canal de aproximación será

concentrar el bajo volumen del embalse hacia el portal de entrada, más se desestima la formación de un escurrimiento propiamente dicho.
Para el caso del canal de salida, éste tendrá las mismas características geométricas que el de llegada exceptuando el hecho que mantendrá la pendiente longitudinal del túnel e irá revestido con un enrocado de protección.

Para calcular las características del flujo en estas obras se utiliza la ecuación de flujo uniforme de Manning, la cual se expresa como:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Dónde:

Q: Caudal de diseño del túnel (m^3/s).
n: Coeficiente de rugosidad de Manning.
A: Área de la sección transversal del túnel (m^2).
R: Radio hidráulico de la sección transversal del túnel (m).
S: Pendiente de fondo del túnel (m/m).

Como se mencionó, para los tres sitios el túnel irá revestido en hormigón con un coeficiente de rugosidad de Manning igual a $n = 0{,}015$. Los resultados obtenidos, junto con el tamaño de la obra y sus características geométricas se muestran en la Tabla 4-1:

Tabla 4-1 Resultados Túneles de Desvío

	D. Túnel (m)	Caudal (m^3/s)	Pendiente (m/m)	Alt. Flujo (m)	Vel. Flujo (m/s)
Sitio 1	5,70	270	0,0130	4,51	10,75
Sitio 2	5,90	263	0,0114	4,73	9,66
Sitio 3	4,80	211	0,0220	3,60	12,40

Fuente: Elaboracion Propia

Verificando las condiciones del flujo en el canal de salida, y considerando coeficiente de rugosidad de Manning igual a $n = 0{,}030$ se obtienen los siguientes resultados mostrados en la Tabla 4.2.

Tabla 4-2 Resultados Canal de Salida

	Ancho Basal (m)	Caudal (m^3/s)	Pendiente (m/m)	Alt. Flujo (m)	Vel. Flujo (m/s)
Sitio 1	17,10	270	0,0130	2,29	5,74
Sitio 2	17,70	263	0,0114	2,30	5,41
Sitio 3	14,40	211	0,0220	1,87	6,55

Fuente: Elaboracion Propia

4.1.2 Ataguías

El objetivo de la ataguía ubicada aguas arriba del muro, es generar la poza tal que el flujo del cauce principal se acumule e ingrese al túnel de desvío. En el caso de la de aguas abajo, su objetivo es evitar el ingreso del flujo proveniente del túnel de desvío hacia la zona seca de obras. El dimensionamiento de la altura de la ataguía de aguas arriba será resultado de un balance de energía entre el nivel de poza aguas arriba del túnel de desvío. Debido a que los túneles presentan pendientes fuertes, en su interior se desarrollará un flujo con características supercríticas, y recordando que aguas arriba del portal de entrada al túnel existirá una poza con el flujo estanco, se establece un punto de control hidráulico ubicado en el portal de entrada del mismo donde existirá escurrimiento crítico.

Tomando un coeficiente de pérdidas a la entrada del túnel igual a 0,5 veces la velocidad del flujo normal dentro del túnel, debido a que dicha velocidad presenta mayor magnitud que la velocidad crítica, resultando desde el punto de vista del cálculo un criterio conservador, y realizando un balance energético se obtiene la siguiente expresión:

$$H_e = E_c + 0{,}5 \cdot \frac{{V_n}^2}{2 \cdot g}$$

Dónde:

H_e: Altura del flujo aguas arriba del portal del túnel (m).
E_C: Energía crítica en la sección del túnel (m).
V_n: Velocidad normal del flujo al interior del túnel (m/s).

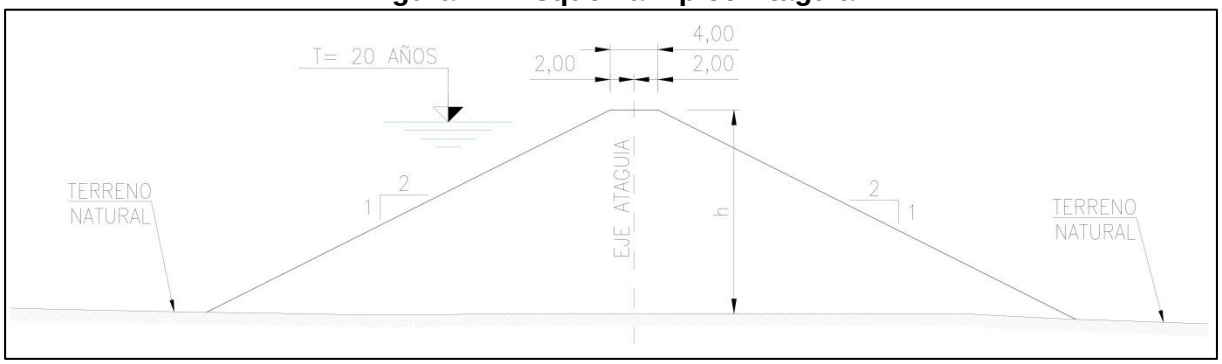
Observando la expresión anterior se deduce que la altura de la poza no depende de la altura de muro, si no que principalmente de la crecida de diseño adoptada.

Como criterio general se eligió una ataguía impermeable con taludes aguas arriba y aguas abajo iguales a 2:1 (H:V) y un ancho de coronamiento de 4,0 m. Igualmente se fijó que la altura contará con una revancha de 1,0 m sobre el nivel máximo de la poza para la condición de la crecida de 20 años.

La ataguía de aguas abajo poseerá una altura de 1,0 m por encima de la clave del portal de salida del túnel de desvío.

Un esquema típico de las ataguías se muestra en la Figura 4-1:

Figura 4-1 Esquema Típico Ataguía



De acuerdo a lo anterior, la altura final de esta obra se muestra en la Tabla 4-3:

Tabla 4-3 Altura Ataguías de Desvío

	Altura Ataguía Aguas Arriba (m)	Altura Ataguía Aguas Abajo (m)
Sitio 1	13,20	6,30
Sitio 2	15,10	7,40
Sitio 3	19,20	7,10

Fuente: Elaboracion Propia

4.2 MURO DE PRESA

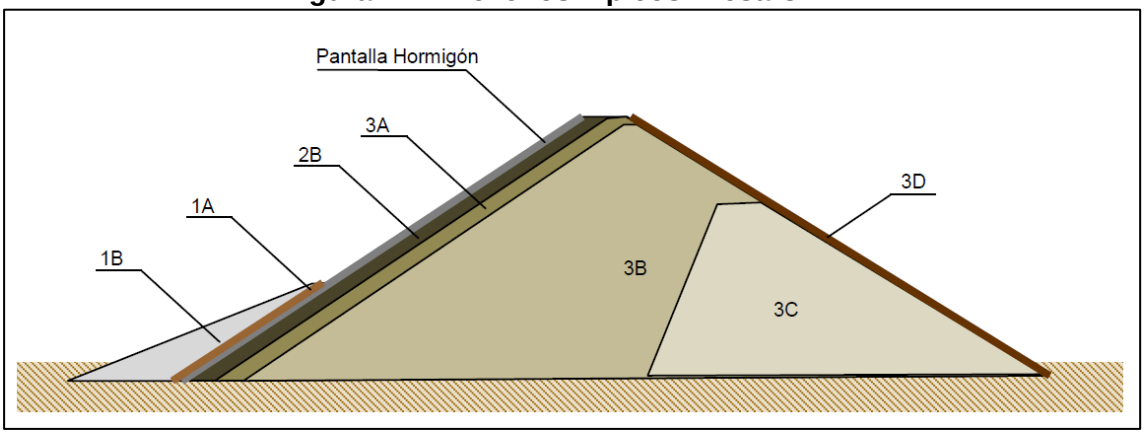
Para el estudio de las alternativas de los distintos sitios se consideró un muro cuyo núcleo esté integrado de gravas y enrocado con una pantalla de hormigón impermeable en el espaldón de aguas arriba (CFRD) cuya altura máxima se consideró, de acuerdo a la experiencia en Chile en este tipo de obras, en 150 m.

La justificación para la elección de este tipo de presa se presenta de manera detallada en el Anexo 3853-000-GA–INF-001 donde en las Tablas 7-18, 7-19 y 7-20 se presenta un resumen comparativo de los costos de tres tipos de presas (RCC, CFRD, Tierra) observándose que la alternativa más económica corresponde a la alternativa de CFRD.

Por otro lado, dadas las condiciones de terreno encontradas en los estudios básicos realizados en este proyecto no se encontraron razones para descartar este tipo de muros (CFRD) en ninguno de los tres sitios.

Un esquema de la composición típica de los muros de CFRD se muestra en la Figura 4-2:

Figura 4-2: Rellenos Típicos Presa CFRD



La descripción de cada relleno mostrado en la Figura anterior se presenta en la Tabla 4-4:

Tabla 4-4: Descripción Rellenos Muro CFRD

Relleno	Descripción
1A	Constituido por materiales con alto contenido de finos limosos. Se ubica aguas arriba de la pantalla de hormigón y tiene como propósito sellar potenciales fugas de agua en la zona del plinto y/o en la zona de la losa ubicada bajo la cota mínima de agua.
1B	Constituido por materiales granulares. Se ubica aguas arriba del relleno 1A y tiene como propósito dar confinamiento y estabilidad al relleno 1A.
2B	Constituido por materiales granulares con tamaño máximo 3”, alto contenido de arenas y algunos finos limosos. Se ubica aguas abajo de la pantalla de hormigón y tiene como propósito dar un soporte uniforme a la pantalla y reducir las fugas de agua en la eventualidad de producirse grietas en la pantalla de hormigón.
3A	Constituido por gravas y arenas. Se ubica aguas abajo del material 2B y tiene como propósito actuar como un filtro de transición entre los materiales 2B y 3B. En el caso de potenciales fugas a través del muro, este relleno evita el lavado de finos del material 2B, lo que generaría asentamientos de la pantalla de hormigón.
3B	Constituido por gravas arenosas con tamaño máximo 24”. Este relleno constituye el mayor apoyo de la pantalla de hormigón, por lo tanto, debe ser compactado de manera de lograr un alto módulo de elasticidad con el propósito de limitar los asentamientos de la pantalla. El material debe permitir un drenaje libre después de ser compactado
3C	Constituido por gravas, bolones y bloques con tamañomáximo 32”. Respecto del relleno 3B, este relleno es menos afectado por las cargasde agua, por lo tanto, se permiten módulos de elasticidad menores. El material debepermitir drenaje libre después de ser compactado.
3D	Constituido principalmente por bolones y bloques ytiene como propósito proteger el talud de aguas abajo del muro.

4.2.1 Definición de Taludes

Considerando que la zona está sometida a acción sísmica y revisando diseños de muros ya construidos en nuestro país, se ha adoptado los siguientes valores para taludes de presa, para el muro principal, los que serán verificados con los análisis simplificados de estabilidad seudo-estáticos y dinámicos.

- Talud de Aguas Arriba (H:V): 1,5:1
- Talud de Aguas Abajo (H:V): 1,6:1

4.2.2 Cota de Coronamiento

La cota de coronamiento de la presa ha sido calculada a partir de la cota del umbral del vertedero, adicionando la carga de diseño (3,0 m) y la revancha necesaria (2,0 m). Considerando esto, para esta etapa de pre-factibilidad se ha considerado que el coronamiento del muro se ubique a 5,0 m sobre el umbral del vertedero de control previa verificación hidráulica.

4.2.2.1 Estimación de la Revancha

El cálculo de la revancha se realizó para los tres sitios tomando la alternativa de muro más alta en cada uno, las cuales se ubican dentro del rango de los 138 m – 152 m de altura.

Debido a las características de la presa, se consideró una revancha por asentamiento igual al 0,8% de la altura del muro. [1]

Para el cálculo del oleaje, primeramente se obtuvo la velocidad del viento promediando los datos máximos en lo que va de 2012 publicados en los reportes de la Dirección Meteorológica de Chile para la estación “Base Bernardo O’Higgins” ubicada en Chillán, resultando en una velocidad de viento de diseño de 40 km/h sobre tierra.

En la Tabla 4-5 se muestra el Fetch efectivo para los tres sitios en estudio:

Tabla 4-5: Fetch Efectivo

	Fetch Efectivo (km)
Sitio 1	1,42
Sitio 2	1,73
Sitio 3	1,31

Fuente: Elaboracion Propia

[1] Esto a diferencia de los resultados del análisis estatico y dinamico del muro, los cuales arrojaron un 3.8%, considerado muy alto cuando se compara con la experiencia internacional en este tipo de presas, en que la mayoría de los asentamientos medidos luego de eventos sísmicos importantes es menor al 1% Swaisgood (2003). Los valores obtenidos provienen de un análisis muy simplificado, acorde con el nivel de prefactibilidad en que se encuentra el proyecto, y se deben a las altas aceleraciones sísmicas esperadas en terreno. Se recomienda fuertemente refinar la estimación de asentamientos sísmicos por medio de un análisis dinámico utilizando métodos de elementos finitos o diferencias finitas en las etapas de ingeniería de factibilidad o ingeniería básica.

La revancha final, considerando asentamiento, oleaje y carga de diseño sobre el vertedero, se presenta en la Tabla 4-6:

Tabla 4-6: Revancha Total Muro

	Revancha Total (m)
Sitio 1	4,89
Sitio 2	4,94
Sitio 3	4,93

Fuente: Elaboracion Propia

Con estos valores, se verifica que la revancha del muro adoptada en 5,0 m es suficiente para todas las alternativas y sitios en estudio.

A modo de referencia, se repitió el ejercicio con las alternativas de menor altura, cuyo valor varía entre los 68 m y los 107 m, obteniéndose valores de 4,29 m; 4,38 m y 4,57 m para los sitios 1, 2 y 3 respectivamente. Como se observa, el valor de la revancha disminuye en 0,50 m, lo cual para los fines del presente estudio no impacta en las conclusiones. Por lo tanto, para considerar un diseño conservador se determinó un valor único en el estudio.

4.2.3 Ancho de Coronamiento

Según la Ref. 7,para el muro de un embalse el ancho mínimo por requerimientos constructivos es de 5,0 m, mientras que el ancho máximo puede alcanzar más de 12 m. Según lo anterior, y de acuerdo con el nivel en el que se desarrolla esta memoria, se decidió fijar un ancho de coronamiento igual a 8,0 m para cada una de las alternativas de los sitios en estudio.

4.2.4 Cota de Fundación Muro

Según los estudios geológicos realizados para la zona de los embalses, en los sitios 1 y 2 se detectó roca a menos de 6,0 m de profundidad, para el sitio 3 no se detectó presencia de roca en el cauce, por lo cual únicamente se procederá a realizar un escarpe profundo con el objetivo de descubrir un suelo con mejor calidad de fundación.

De acuerdo a lo anterior, la profundidad de fundación para los distintos sitios se presenta en la Tabla 4-7:

Tabla 4-7: Cota de Fundación Muro

	Profundidad Fundación (m)
Sitio 1	6,0
Sitio 2	6,0
Sitio 3	3,0

Fuente: Elaboracion Propia

Ya que los sitios 1 y 2 presentan roca a nivel superficial, para el control de las filtraciones que puedan ocurrir se optó por realizar una cortina de inyecciones a todo lo largo del perímetro aguas arriba del muro del embalse.Para el sitio 3 se consideró un sistema mixto, compuesto por una pared moldeada de 40 m de profundidad(lo que se considera el límite económicamente viable para este tipo de obra) y un espesor fijo de 0,80 m,el que abarcará todo el lecho del cauce por la cara aguas arriba del muro, mientras que en los estribos se aplicará una cortina de inyecciones.

Para los tres sitios en estudio, la profundidad de la cortina de inyecciones se fijará haciendo uso de la expresión extraída del proyecto "Estudio de Diseño Construcción Sistema de Regadío Valle de Ligua" (DOH, 2012), la cual establece que:

$$P = 15 + 0{,}5 \cdot H$$

Dónde:

P: Profundidad de la cortina de inyecciones (m).
H: Altura del muro (m).

Para los sitios 1 y 2 las inyecciones se distanciaron 3,0 m entre sí y se ubicarán a lo largo de la traza aguas arriba del muro, mientras que para el sitio 3 las inyecciones tendrán una separación entre sí de 1,50 m y se ubicarán en la traza aguas arriba del muro que se encuentre fuera del cauce central del río.

4.2.5 Pantalla de Hormigón

De acuerdo a la Ref. 4, la recomendación para la pantalla impermeable es que ésta tenga un espesor mínimo 0,30 m. En la misma referencia se cita que en los proyectos de Puclaro y Santa Juana el espesor máximo de la pantalla de acuerdo a la altura de cada muro es aproximadamente 0,46 m y 0,53 m aproximadamente. Por lo anterior se decidió que el espesor la pantalla impermeable de hormigón fuese constante e igual a 0,40m para todas las alternativas de los sitios en estudio.

4.2.6 Plinto

Se comprende por plinto a un bloque de anclaje de hormigón armado sobre el cual se apoya la pantalla de hormigón impermeable del muro de la presa. Siguiendo las recomendaciones expuesta en la Ref. 4 y en base a la experiencia de las presas Santa Juana y Puclaro, se fija el espesor de la losa del plinto en 0,40 m y su largo para los sitios en estudio se muestran en la Tabla 4-8.Un esquema de la obra se muestra en la Figura 4-3:

Figura 4-3: Esquema Típico Plinto

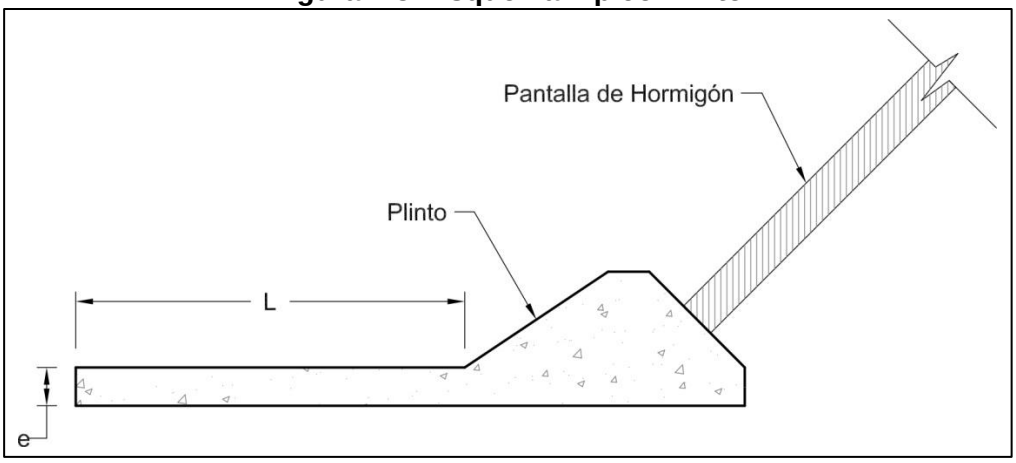


Tabla 4-8: Largo del Plinto

	Largo (m)
Sitio 1	4,0
Sitio 2	4,0
Sitio 3	7,0

Fuente: Elaboracion Propia

4.2.7 Resumen Características Muros Niblinto

Considerando los criterios de diseños mostrados anteriormente, en la Tabla 4-9, Tabla 4-10 y Tabla 4-11se muestra un resumen de las principales características de las alternativas consideradas por sitio.

Tabla 4-9: Características Alternativas Sitio 1

	1	2	3	4	5
Coronamiento Muro (msnm)	559,0	544,0	514,0	499,0	484,0
Cota Fundación (msnm)	410	410	410	410	410
Cota Fondo Cauce (msnm)	416	416	416	416	416
Umbral Vertedero (msnm)	138,0	123,0	93,0	78,0	63,0
Volumen Total (Hm³)	249,2	185,5	90,3	56,8	42,2
Volumen Útil (Hm³)	224,8	161,1	65,9	32,4	17,8
Volumen Muerto (Hm³)	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4
Volumen Relleno Muro (m³)	10.893.129	8.413.561	4.565.027	3.143.540	2.032.480
Revancha Muro (m)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Carga Vertedero (m)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Altura de Muro (m)	143	128	98	83	68
Longitud Muro (m)	645,6	596,5	502,8	439,1	400,7

Fuente: Elaboracion Propia

Tabla 4-10: Características Alternativas Sitio 2

	1	2	3	4	5
Coronamiento Muro (msnm)	572,0	562,0	547,0	517,0	502,0
Cota Fundación (msnm)	428	428	428	428	428
Cota Fondo Cauce (msnm)	434	434	434	434	434
Umbral Vertedero (msnm)	133,0	123,0	108,0	78,0	63,0
Volumen Total (Hm³)	268,7	201,6	146,3	65,9	48,9
Volumen Útil (Hm³)	235,3	168,2	112,9	32,5	15,5
Volumen Muerto (Hm³)	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4
Volumen Relleno Muro (m³)	8.539.769	6.981.580	5.002.449	2.232.699	1.372.972
Revancha Muro (m)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Carga Vertedero (m)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Altura de Muro (m)	138	128	113	83	68
Longitud Muro (m)	587,0	554,0	509,2	389,0	313,2

Fuente: Elaboracion Propia

Tabla 4-11 Características Alternativas Sitio 3

	1	2	3	4	5
Coronamiento Muro (msnm)	704,2	689,2	681,7	674,2	659,2
Cota Fundación (msnm)	549,2	549,2	549,2	549,2	549,2
Cota Fondo Cauce (msnm)	552,2	552,2	552,2	552,2	552,2
Umbral Vertedero (msnm)	147,0	135,0	127,5	120,0	105,0
Volumen Total (Hm³)	153,5	116,3	100,1	85,5	60,4
Volumen Útil (Hm³)	105,8	68,6	52,4	37,8	12,7
Volumen Muerto (Hm³)	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7
Volumen Relleno Muro (m³)	9.845.467	7.573.463	6.572.052	5.658.315	4.085.967
Revancha Muro (m)	5,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Carga Vertedero (m)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Altura de Muro (m)	152	137	130	122	107
Longitud Muro (m)	532,5	498,7	479,5	451,7	384,8

Fuente: Elaboracion Propia

4.3 EVACUADOR DE CRECIDAS

El vertedero diseñado corresponde a uno libre exento de cualquier tipo de regulación mediante compuertas, de trazado recto y lateral al sentido del muro. Como es usual para este tipo de proyectos, se selecciona un perfil Ogee debido a su mayor eficiencia en la descarga del flujo en excedencia.

Debido a que el vertedero es lateral, las aguas descargadas desde la sección de control son recibidas en un canal colector de geometría trapecial y pendiente subcrítica. Aguas abajo de esta obra se ubica un canal rectangular que mantiene la pendiente del anterior y cuya función es guiar el escurrimiento hacia un rápido de descarga rectangular y de fuerte pendiente en cuyo extremo final se ubica un disipador de energía para retornar de manera segura el flujo al cauce original.

La ubicación del vertedero de crecidas se determinó de acuerdo a las conclusiones mostradas en la Ref. 3, las cuales mediante los estudios de mecánica de suelos realizado en ambas laderas donde se ubicarán los estribos del muro del embalse, recomiendan los siguientes estribos para la ubicación del evacuador de crecida:

Tabla 4-12: Recomendación Ubicación Vertedero

	Estribo Sugerido	Estribo Adoptado
Sitio 1	Derecho	Izquierdo
Sitio 2	Izquierdo	Izquierdo
Sitio 3	Izquierdo	Izquierdo

Fuente: Elaboracion Propia

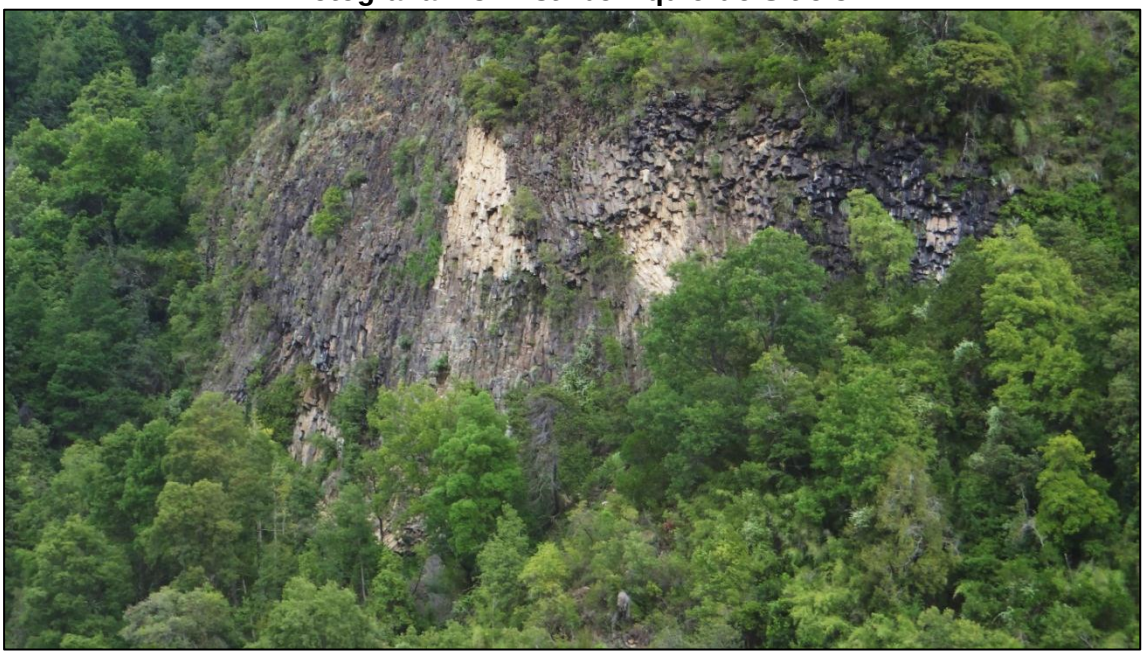
Sobre el sitio 1, aunque el informe geotécnico recomienda ubicar el evacuador de crecidas en el estribo derecho, esto fue descartado debido a la presencia de una importante quebrada en dicha ladera, la cual a primera vista representaría un riesgo mayor al de los cursos de agua presentes en la ladera izquierda. De igual manera, se observa que en el estribo recomendado, y de manera preliminar, la ubicación de la obra conllevaría una mayor cantidad de movimiento de tierra por la morfología de la misma.

En la Fotografía 4-1, Fotografía 4-2 y Fotografía 4-3 se muestran las laderas donde se ubicarán las obras:

Fotografía 4-1: Estribo Izquierdo Sitio 1

Fotografía 4-2: Estribo Izquierdo Sitio 2

Fotografía 4-3: Estribo Izquierdo Sitio 3



Hay que acotar que los planos que acompañan este estudio muestran solamente la alternativa de evacuador de crecidas de mayor altura de muro, esto debido a que la sección vertedora y la geometría de las secciones transversales de los elementos involucrados en la obra se mantendrán constantes variando únicamente el largo del rápido de descarga para adaptarse a las distintas alternativas en estudio. Adicionalmente, cabe mencionar que para efectos prácticos y para el nivel de ingeniería en el cual se desarrolla esta memoria, se optó por mantener una pendiente fija al rápido de descarga, lo cual puede inducir a excavaciones excesivas, que en una etapa posterior puedan ser optimizadas, sin embargo, para efectos de obtener órdenes de magnitud en el monto de inversión de cada sitio, se obtiene una buena aproximación.

4.3.1 Vertedero de Control

Las premisas de diseño para los vertederos resultan en que el caudal de diseño corresponderá a la crecida con período de retorno igual a 1.000 años, igualmente la obra se verificará para una crecida de 10.000 años.

Para los sitios en estudio, estos valores extraídos de la Ref. 1 se muestran en la Tabla 4-13:

Tabla 4-13: Caudales de Diseño y Verificación Vertedero

	$Q_{Diseño}$ (m^3/s)	$Q_{Verificación}$ (m^3/s)
Sitio 1	591	994
Sitio 2	577	971
Sitio 3	467	788

Fuente: Elaboracion Propia

Como se mencionó, esta obra corresponde a un vertedero tipo Ogee, el cual entrega las aguas al canal colector.

El caudal capaz de descargar un vertedero es calculado mediante la siguiente expresión:

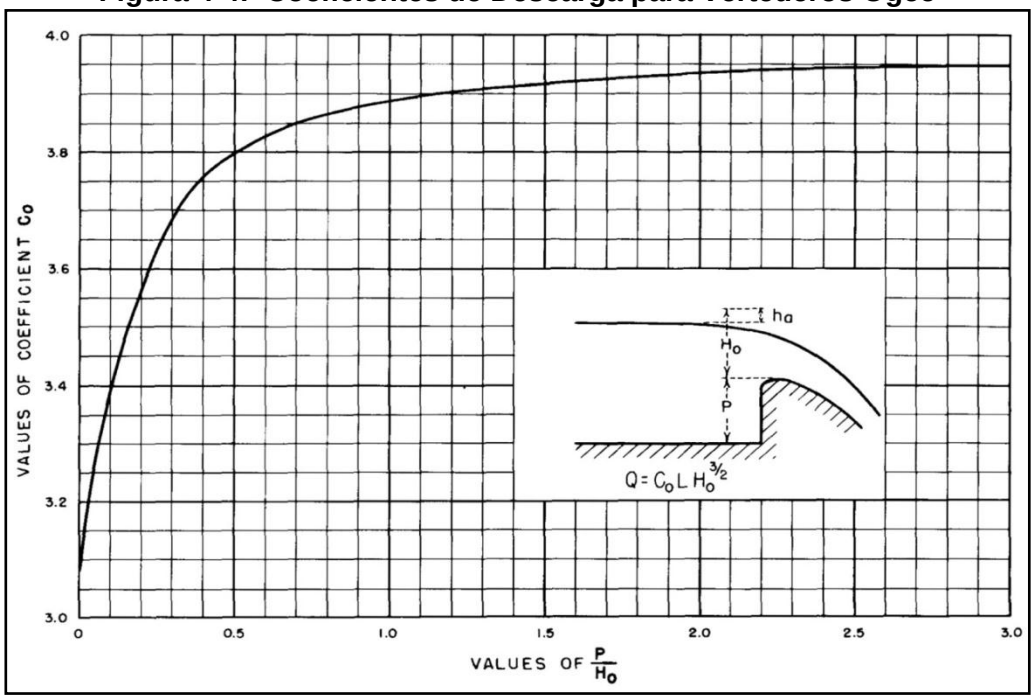
$$Q = C \cdot L \cdot H_0^{3/2}$$

Dónde:

Q: Caudal vertido (m^3/s).
C: Coeficiente de descarga del vertedero.
L: Longitud efectiva del vertedero (m).
H_0: Altura de la línea de energía sobre el vertedero (m).

El coeficiente de descarga del vertedero se extrae de la Figura 4-4 extraída de la Ref. 5:

Figura 4-4: Coeficientes de Descarga para Vertederos Ogee



A la Figura anterior se ingresa al eje de las abscisas con el cociente P/H_o, siendo "P" la altura del umbral de descarga, para los tres sitios en estudios se fijó P = 2,0 m.

Hay que acotar que los coeficientes mostrados en el eje de las ordenadas de la Figura 4-4 se encuentran en sistema de medición Imperial, por lo que deben ser multiplicados por 0,5521 para realizar la conversión al sistema métrico decimal.

Debido a que el flujo sufre una cierta perturbación producto de los muros laterales que rodean al vertedero, hidráulicamente esto se manifiesta mediante una disminución del coeficiente de descarga del mismo, efecto equivalente a la disminución del ancho neto de vertido de la obra. Para el cálculo de la longitud efectiva vertedero se utiliza la siguiente expresión extraída de la Ref. 5:

$$L = L' - 2 \cdot \left(N \cdot K_p + K_a\right) \cdot H_0$$

Dónde:

L: Longitud efectiva del vertedero (m).
L': Ancho neto del vertedero (m).
N: Número de pilas interpuestas al flujo.
Kp: Coeficiente de contracción de las pilas.
Ka: Coeficiente de contracción de los estribos.
H_0: Altura de la línea de energía sobre el vertedero (m).

Debido a que en esta obra no se cuentan con pilas de apoyo interpuestas en el vertedero, el parámetro "N" es igual a cero.

El coeficiente de contracción de los estribos se extrae de la Tabla 4-14:

Tabla 4-14: Coeficientes de Contracción por Estribos

Tipo de Muro en Ala o Estribo	Ka
Muros rectangulares, con la pared frontal a 90° con la dirección del flujo.	0,20
Muros rectangulares, con la pared frontal a 90° con la dirección del flujo cuando $0{,}50 \cdot H_0 \leq r \leq 0{,}15 \cdot H_0$	0,10
Muro redondeado cuando $r > 0{,}5 \cdot H_0$ y una pared frontal a 45° o menos a la dirección del flujo.	0,00

A efectos de cálculo, el muro de aproximación a la obra se considerará rectangular con un ala redondeada al flujo de entrada, por lo cual resulta:

$$K_a = 0{,}10$$

Finalmente, para fijar el largo final de la obra se definió como criterio de cálculo que la altura del flujo sobre el vertedero sea igual a 3,0 m, sin embargo y recordando que en la ecuación de caudal descargado por un vertedero el término "H_0" representa la altura del flujo sobre la sección de control más la altura de velocidad del flujo, esta ecuación debe ser resuelta iterativamente. Los resultados se presentan en la Tabla 4-15:

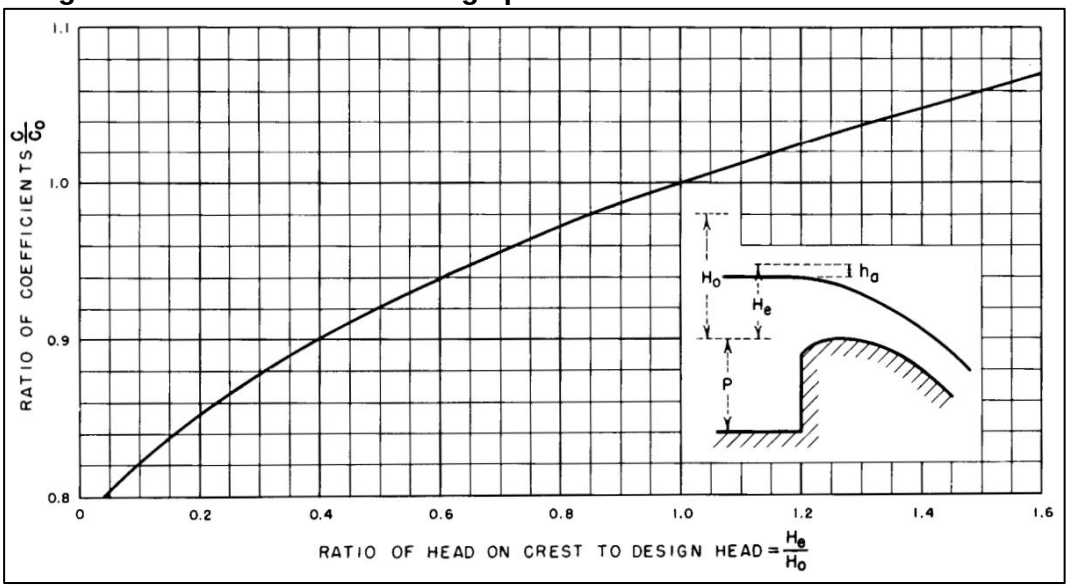
Tabla 4-15: Resultados Vertederos Niblinto

	Longitud (m)	H_0 (m)	Coeficiente de Descarga	Altura del Flujo (m)	Vel. del Flujo (m/s)
Sitio 1	47,0	3,31	2,11	2,99	2,52
Sitio 2	46,0	3,31	2,11	2,99	2,52
Sitio 3	37,0	3,33	2,11	3,01	2,52

Fuente: Elaboracion Propia

Para la verificación del vertedero se realizó el mismo procedimiento de cálculo iterativo expuesto anteriormente, sin embargo, ya que se diseñó el vertedero para un caudal distinto al de verificación, se debe obtener un nuevo coeficiente de descarga proporcionado por el nuevo caudal mediante el uso de la Figura 4-5, en la cual se vincula el coeficiente de descarga de diseño con el de verificación:

Figura 4-5: Relación de Descarga para Condición Distinta a la de Diseño



Las alturas que alcanza el flujo sobre el vertedero para los caudales de verificación mostrados en la Tabla 4-13 para los distintos sitios resultan:

Tabla 4-16: Verificación Vertederos Niblinto

	Longitud (m)	H_e (m)	Coeficiente de Descarga	Altura del Flujo (m)	Vel. del Flujo (m/s)
Sitio 1	47,0	3,86	2,20	3,86	3,61
Sitio 2	46,0	3,85	2,20	3,85	3,61
Sitio 3	37,0	3,87	2,20	3,87	3,63

Fuente: Elaboracion Propia

La principal conclusión que se puede extraer de la Tabla 4-16 es que para la condición de verificación, la altura que alcanza el flujo sobre el vertedero es inferior a los 5,0 m de revancha hasta el coronamiento del muro, por lo cual se deduce que el embalse no rebalsará al muro de la presa.

4.3.2 Canal Lateral Colector

Esta obra se ubica inmediatamente aguas abajo del vertedero y recibe toda la descarga proveniente de este. La peculiaridad desde el punto de vista del cálculo que este canal presenta es que a lo largo de su trazado el caudal no permanece constante, esto debido al aporte lineal de flujo que recibe desde la sección de control. Para el cálculo de las condiciones hidráulicas dentro de esta obra se hace uso de la ecuación general del flujo gradual y espacialmente variado con caudal creciente, la cual expresa:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_o - S_f - \frac{2 \cdot Q}{g \cdot A^2} \cdot \frac{dQ}{dx}}{1 - \frac{Q^2 \cdot T}{g \cdot A^3}}$$

Dónde:

dy/dx: Variación de la altura del flujo respecto a trazado del canal (m).
S_o: Pendiente de fondo del canal colector (m/m).
S_f: Pendiente de la línea de energía del canal (m/m).
Q: Caudal total en la sección del canal en estudio (m^3/s).
g: Aceleración gravitacional (m/s^2).
A: Área mojada de la sección del canal (m^2).
T: Ancho superficial del espejo de agua para la sección en estudio (m).

Respecto a la pendiente de la línea de energía, ésta se calcula extrayendo este término de la ecuación general de flujo uniforme de Manning, lo cual resulta en:

$$S_f = \left(\frac{Q \cdot n}{A \cdot R^{2/3}} \right)^2$$

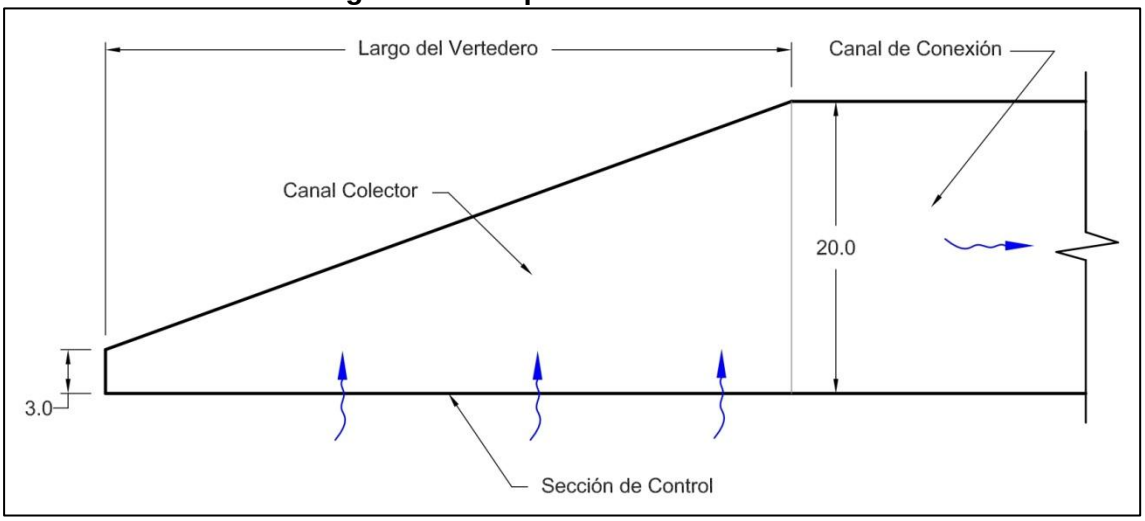
Dónde:

S_f: Pendiente de la línea de energía del canal (m/m).
Q: Caudal total en la sección del canal en estudio (m^3/s).
n: Coeficiente de rugosidad de Manning.
A: Área mojada de la sección del canal (m^2).
R: Radio hidráulico para la sección en estudio (m).

Como criterio de cálculo, se fija que la pendiente del canal colector sea sub-crítica, es por esto que en los tres sitios en estudio esta pendiente es fija e igual a $S_o = 0{,}0015\ m/m$. Igualmente, como se mencionó con anterioridad, el canal colector tendrá una geometría trapecial con taludes 1:1 (H:V) y ancho basal variable en cuyo extremo aguas arriba será igual a 3,0 m y aguas abajo a 20 m. El largo del canal será el mismo que el del vertedero e irá enteramente revestido en hormigón con un coeficiente de rugosidad de Manning $n = 0{,}015$.

Un esquema general en planta del canal colector se muestra en la Figura 4-6:

Figura 4-6: Esquema Canal Colector



Para la resolución de la ecuación anterior es necesario establecer un control hidráulico, el cual vendrá dado en el cambio de pendiente entre el canal aguas abajo del canal colector, que mantiene la misma pendiente subcrítica, y el rápido de descarga cuya pendiente es supercrítica, en este punto de transición el flujo necesariamente debe pasar por condición crítica.

Finalmente, para fijar la profundidad del canal colector, se siguió la recomendación de la Ref. 7, la cual indica que el vertedero puede sumergirse hasta un tercio de la altura del flujo vertiente, esto sin afectar su capacidad de descarga. De acuerdo a lo anterior, para la condición de verificación se aceptará que la altura máxima de agua dentro del canal colector se encuentre un tercio de la altura del flujo vertiente sobre el vertedero para la misma condición sobre el umbral de control.

Con estas consideraciones, la altura del canal colector y del canal aguas abajo del mismo (canal de conexión) resultan:

Tabla 4-17: Resultado Altura Canal Colector y Canal de Conexión

	Altura Canal Colector (m)	Altura Canal Conexión (m)
Sitio 1	9,0	7,10
Sitio 2	9,0	7,00
Sitio 3	8,0	6,00

Fuente: Elaboracion Propia

4.3.3 Rápido de Descarga

Esta obra se ubica a continuación del canal de conexión aguas abajo del canal colector. Corresponde a un canal revestido, de sección rectangular y pendiente constante.

Para calcular las características del flujo en esta obra se utilizó la ecuación de flujo uniforme de Manning, fijando el ancho del rápido de descarga en 20 m. Debido a que éste irá completamente revestido en hormigón, se consideró un coeficiente de rugosidad de Manning igual a $n = 0{,}015$.

Finalmente, para fijar la revancha del rápido, se adoptó la recomendación expuesta en la Ref. 5, la cual expresa que para canales supercríticos la revancha mínima es:

$$Revancha = 0{,}61 + 0{,}037 \cdot V_n \cdot \sqrt[3]{y_n}$$

Dónde:

V: Velocidad normal del flujo en el rápido (m/s).
y_n: Altura normal del flujo en el rápido (m).

Teniendo presente lo anterior, para los tres sitios las características del rápido de descarga son:

Tabla 4-18: Resultado Rápido de Descarga

	Pendiente (m/m)	Alt. Normal Flujo (m)	Vel. Flujo (m/s)	Revancha (m)	Alt. Muros (m)
Sitio 1	0,51	0,77	38,20	1,91	2,70
Sitio 2	0,48	0,78	37,13	1,87	2,70
Sitio 3	0,61	0,63	36,86	1,78	2,40

Fuente: Elaboracion Propia

Para la verificación hidráulica de esta obra se procederá a calcular la altura que el flujo alcanza para el caudal de verificación mostrado en la Tabla 4-13, los resultados se exponen en la Tabla 4-19:

Tabla 4-19 Verificación Rápido de Descarga

	Alt. Flujo (m)	Vel. Flujo (m/s)
Sitio 1	1,07	46,51
Sitio 2	1,07	45,24
Sitio 3	0,88	45,07

Fuente: Elaboracion Propia

Como se observa en la Tabla anterior, la altura del flujo para la condición de verificación es inferior a la altura de muros del rápido de descarga, por lo cual se acepta que la obra funcionará correctamente durante la eventualidad de la crecida con período de retorno igual a 10.000 años.

4.3.4 Disipador de Energía

Es la última parte del sistema del vertedero de excedencias y su función primordial es restar la energía en exceso que transporta el flujo para que éste pueda ser devuelto, sin provocar problemas colaterales, al cauce natural.
Para los sitios 1 y 2, debido a la presencia de roca de forma superficial, se eligió un disipador de energía tipo salto de esquí, el cual disipa la energía del flujo en dos etapas: la primera es el lanzamiento del flujo contra el aire, lo cual genera que parte de éste se pulverice perdiendo parte de la energía que acarrea, mientras que la segunda etapa es el impacto mismo del flujo restante contra el lecho del río, impacto que completa la disipación total de la energía del mismo.

Para el diseño de la forma del salto de esquí se debe determinar el radio mínimo que éste debe tener para producir el cambio de dirección del flujo entrante, para eso se utiliza la siguiente expresión:

$$R = \frac{105 \cdot d \cdot V^2}{P}$$

Dónde:

R: Radio mínimo de curvatura del salto de esquí (m).
d: Altura del flujo a la entrada del salto de esquí (m).
V: Velocidad del flujo a la entrada del salto de esquí (m/s).
P: Presión admisible por el material de fundación (kg/m^2).

Según la recomendación de la Ref. 5, se adoptó una presión admisible por el material de fundación igual a $P = 4.800\ kg/m^2$.

De acuerdo a lo anterior, los resultados para los disipadores del sitio 1 y 2 se muestran en la Tabla siguiente:

Tabla 4-20: Resultado Disipador Salto de Esquí Sitio 1 y 2

	Alt. Flujo (m)	Vel. Flujo (m/s)	Radio Mínimo (m)	Radio Adoptado (m)
Sitio 1	0,77	38,20	24,6	25
Sitio 2	0,78	37,13	23,5	25

Fuente: Elaboracion Propia

La trayectoria aproximada que realizará el flujo, para la condición de diseño, una vez "lanzado" desde el salto de esquí se calcula mediante la siguiente expresión extraída de la Ref. 5:

$$y = x \cdot \tan(\theta) - \frac{x^2}{K \cdot [4 \cdot (d + h_v) \cdot \cos^2(\theta)]}$$

Dónde:

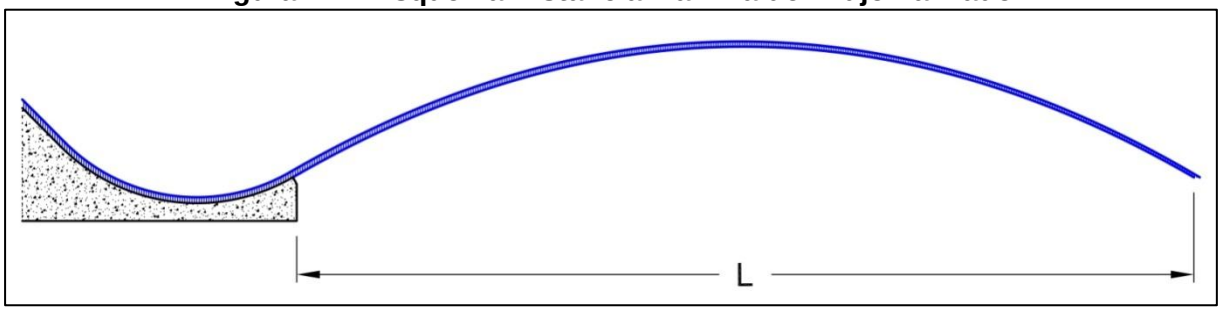
y: Coordenada vertical del sistema de referencia para la trayectoria (m).
x: Coordenada horizontal del sistema de referencia para la trayectoria (m).
θ: Ángulo de inclinación de la rampa respecto a la horizontal (grados °).
K: Factor de forma de la trayectoria parabólica.
d: Altura del flujo antes de la rampa (m).
h_v: Carga de velocidad del flujo antes de la rampa (m).

Respecto a factor de forma "K", si este fuese igual a la unidad estaríamos asumiendo que la trayectoria parabólica es teóricamente perfecta, sin embargo esto no ocurre debido, entre otros motivos, a la fricción del aire a la que está sometida la napa lanzada, por este motivo se decide adoptar un valor igual a $K = 0{,}90$ lo cual supone un retroceso de la zona de impacto comparándola con el factor unitario. Para el caso del parámetro "θ", siguiendo la recomendación de la Ref. 5 se fija en $\theta = 30°$ para ambos casos en estudio.

Igualando la expresión anterior a cero se puede obtener una estimación de la distancia máxima a la cual se encontrará la zona de impacto del flujo, asumiendo que esta se encuentra a la misma cota que el final de la rampa de lanzamiento del salto de esquí, simplificación válida para la etapa de ingeniería en la que se desarrolla el estudio.

Un esquema de lo anterior se muestra en la Figura 4-7:

Figura 4-7: Esquema Distancia Máxima del Flujo Lanzado



En la Tabla 4-21 se presentan los datos y resultados obtenidos para los sitios 1 y 2:

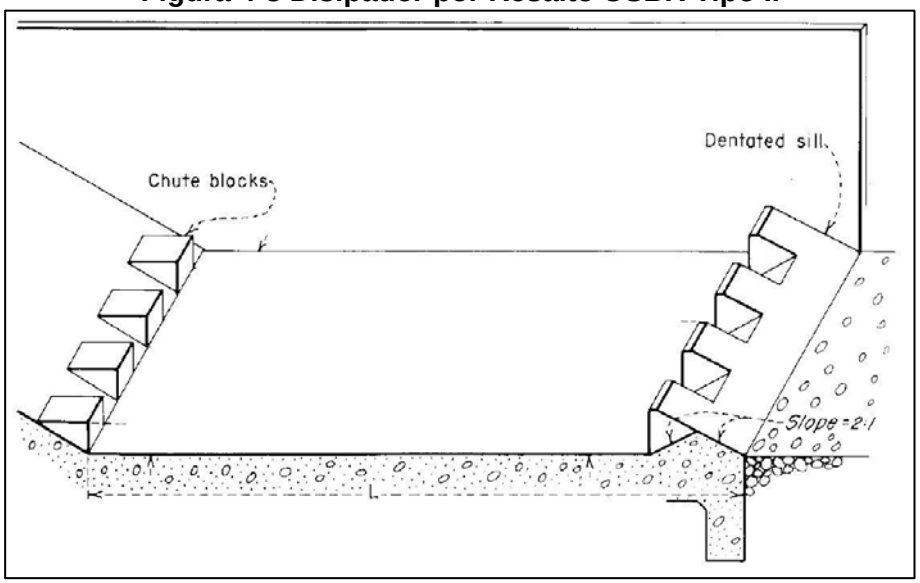
Tabla 4-21: Distancia Máxima Flujo Lanzado

	Alt. Flujo	Vel. Flujo	Carga de Velocidad	Distancia de Impacto
	(m)	(m/s)	(m)	(m)
Sitio 1	0,77	38,20	74,38	117
Sitio 2	0,78	37,13	70,27	111

Fuente: Elaboracion Propia

Debido a que el sitio 3 se encuentra en un lecho fluvial, de manera preliminar se desecha la idea de un disipador tipo salto de esquí por la gran socavación que pudiera producir. Por lo anterior, y de acuerdo a las características del flujo expuestas en la Tabla 4-18, se proyectó un disipador por resalto hidráulico USBR Tipo II el cual utiliza bloques de hormigón interpuestos directamente al flujo para provocar y confinar un resalto hidráulico para disiparla energía del fluido. Un esquema de esta obra se muestra en la Figura 4-8.

Figura 4-8 Disipador por Resalto USBR Tipo II



Siguiendo la metodología presentada en la Ref. 5, primeramente se debe calcular la altura conjugada del flujo que ingresa a la obra, para ello se utiliza la siguiente expresión:

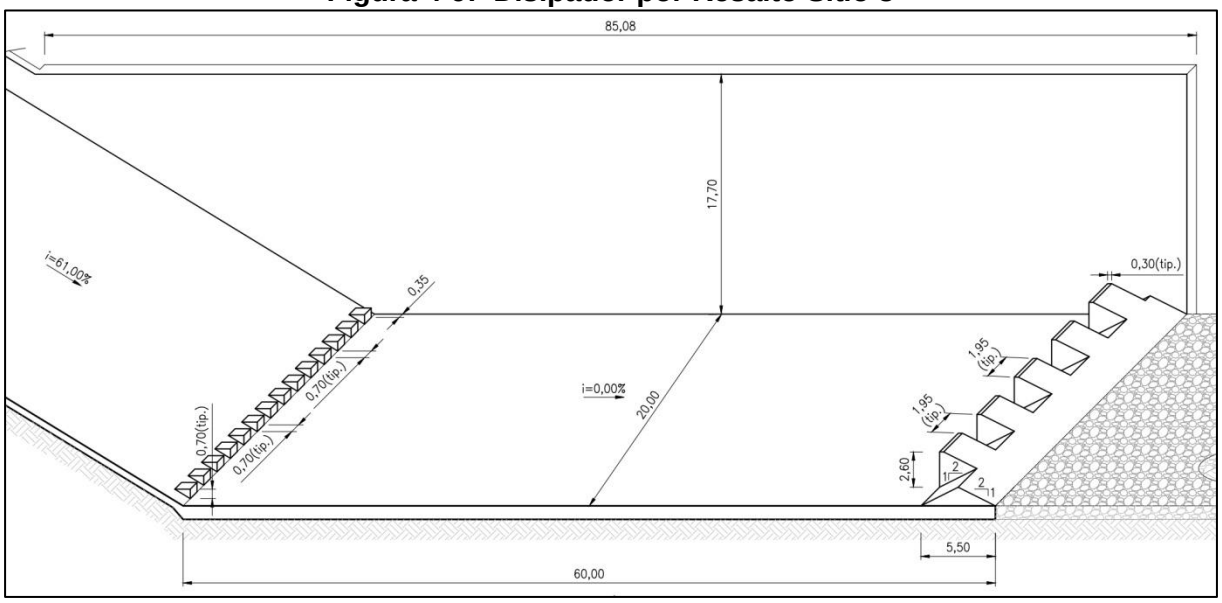
$$y_2 = \frac{y_1}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot {F_1}^2} - 1 \right)$$

Dónde:

y_2: Altura conjugada del flujo al final del rápido de descarga (m).
y_1: Altura del flujo al final del rápido de descarga (m).
F_1: Numero de Froude del flujo al final del rápido de descarga.

Teniendo que $y_1 = 0{,}63\,m$ y $F_1 = 14{,}8$ resulta que $y_2 = 12{,}9\,m$. El diseño depende enteramente del valor de y_2 por lo cual el disipador para el sitio 3 se muestra en la Figura 4-9. Igualmente, esta obra se muestra en el plano 3853-1200-IH-PLA-003.

Figura 4-9: Disipador por Resalto Sitio 3



4.4 OBRA DE TOMA Y DESAGÜE DE FONDO

Se proyecta una torre rectangular a la entrada del túnel de desvío en cuyo tope se encuentren dos rejas frontales al embalse por donde se captará el agua requerida por el riego e igualmente funcionen como descarga para el caso de vaciado del embalse. Es importante mencionar que, debido a la etapa de prefactibilidad en la que se desarrolla este estudio, se integran la captación y la descarga en un solo conducto por simplificación de diseño, sin embargo, la disposición y formas de operación óptimas deberán ser establecidas en etapas futuras del proyecto.

El vértice inferior de estas rejas se ubicará directamente a la cota que alcanzarían los sedimentos al final de los 50 años de vida útil del embalse.

Una vez captadas las aguas a través de la obra de toma, el flujo será dirigido por el túnel de desvío existente el cual en esta etapa trabajará a boca llena. En un punto definido del trazado se ubicará un tapón de hormigón desde el cual nacerá una tubería de acero en cuyo extremo final se ubicarán primeramente una válvula mariposa de emergencia y finalmente una válvula de regulación de caudal tipo Howell-Bunger.

Para el dimensionado del sistema entero primeramente se debe conocer el caudal máximo que fluirá a través de éste, ya que el sistema será mixto (captación de caudal de riego y vaciado del embalse) se parte de la premisa que la condición más desfavorable de flujo ocurrirá cuando se intente vaciar el embalse en caso de emergencia. Para ello se adoptaron las recomendaciones expuestas en la Ref. 6 entre las cuales están:

1. Los desagües de fondo tendrán como capacidad mínima el caudal medio del río.
2. El tercio superior del embalse debe poder vaciarse en un período menor a 30 días.
3. La totalidad del embalse debe poder vaciarse en menos de 3 meses.

De acuerdo a lo anterior, los caudales medios del río para los tres sitios en estudio se presentan en la Tabla 4-22:

Tabla 4-22: Caudales Medios Río Niblinto

	Caudales Medios (m^3/s)
Sitio 1	6,30
Sitio 2	6,13
Sitio 3	4,85

Fuente: Elaboracion Propia

Mientras que las curvas de embalse se muestran en las Figura 4-10, Figura 4-11 y Figura 4-12.

Figura 4-10: Curva de Embalse Sitio 1

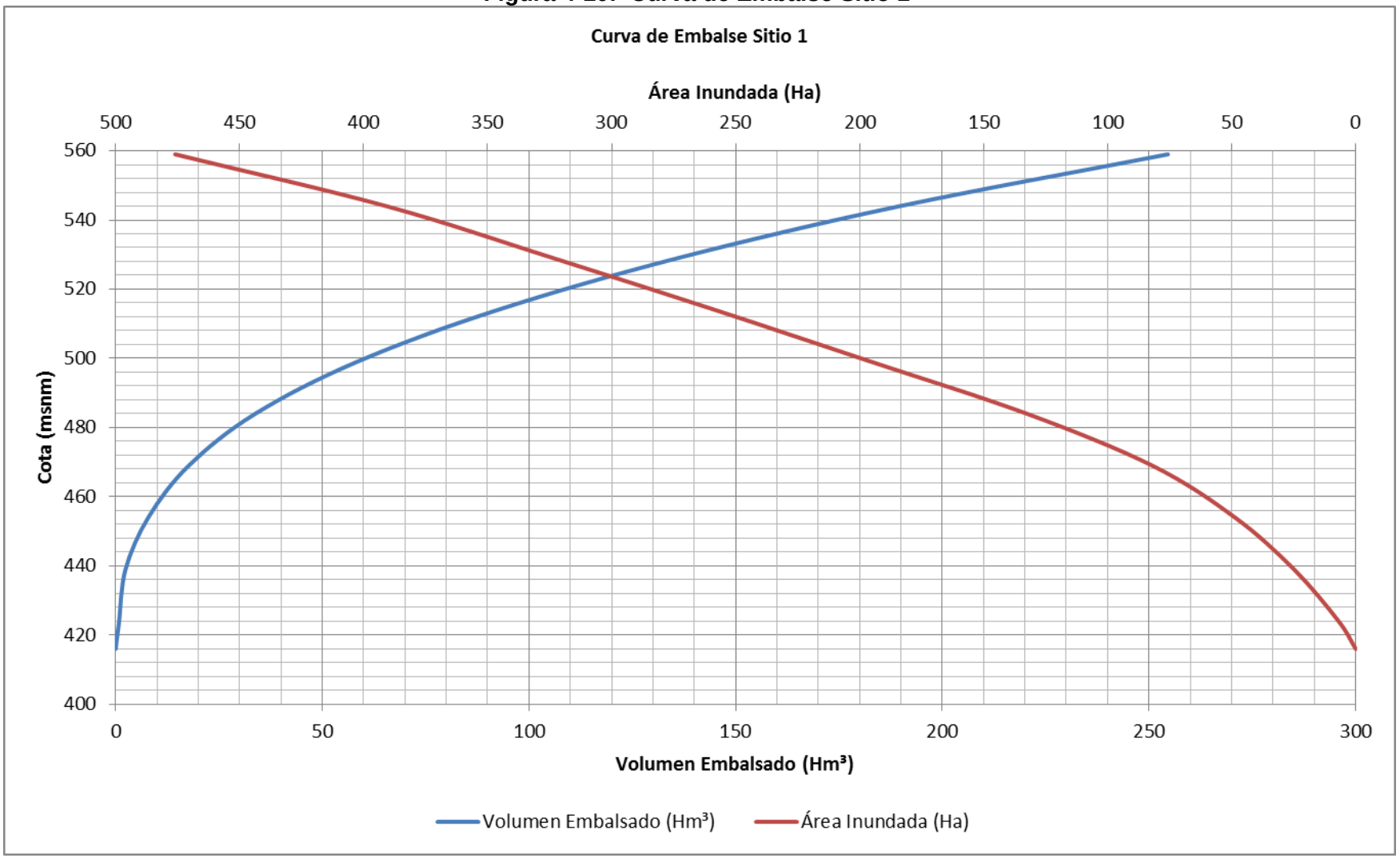


Figura 4-11: Curva de Embalse Sitio 2

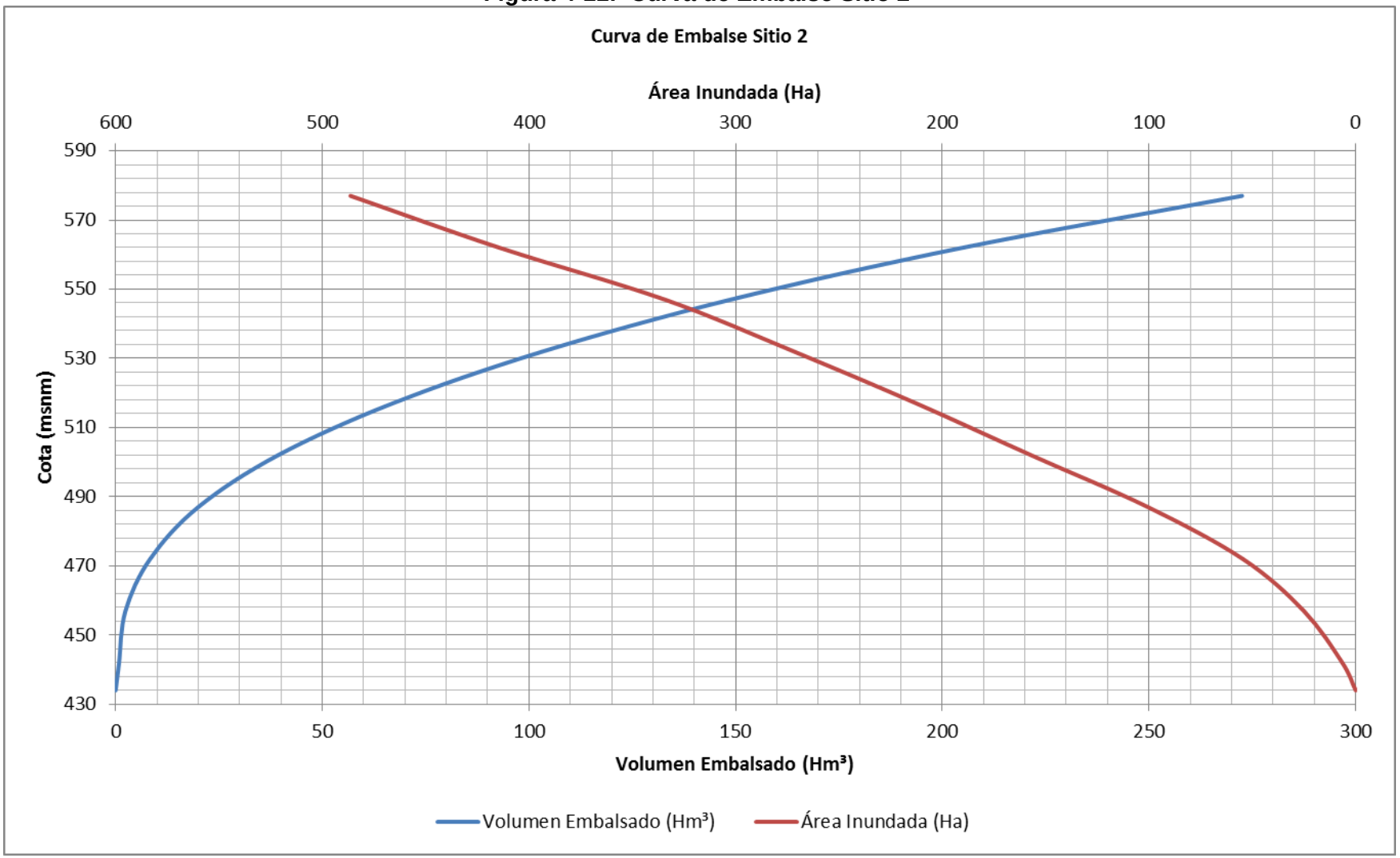
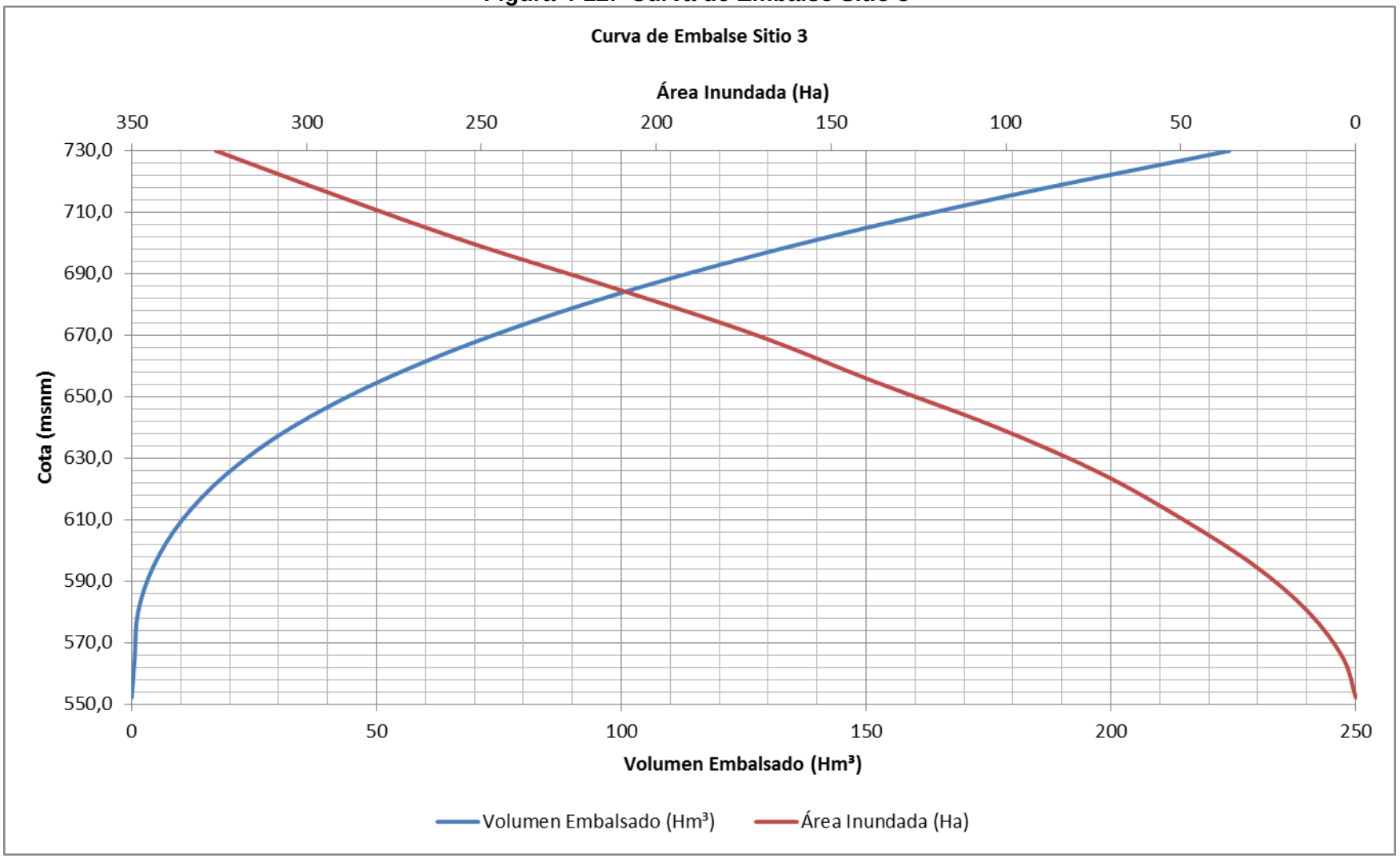


Figura 4-12: Curva de Embalse Sitio 3



Bajo estas tres premisas, y fijando un nivel de embalse al ras del umbral de vertido, se tiene que el caudal capaz de descargar una válvula Howell-Bunger con una apertura del 100% es:

$$Q = 0{,}85 \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot Z}$$

Dónde:

Q: Caudal descargado por la válvula de regulación (m^3/s).
A: Área de la sección del conducto aguas arriba de la válvula (m^2).
g: Aceleración gravitacional (m/s^2).
Z: Altura de la línea de energía aguas arriba de la válvula (m).

Para estimar las pérdidas friccionales se aplicó la ecuación de Manning tomando para la sección del túnel un coeficiente de rugosidad igual a $n = 0{,}015$ y para la tubería de acero un coeficiente de rugosidad $n = 0{,}012$. Las pérdidas singulares del trazado se estimaron como un 7% de la mayor carga de velocidad existente en el trazado.

Con los parámetros anteriores, se realizó la simulación para cinco alternativas de altura por sitio obteniendo para cada una de ellas un diámetro de conducto y válvula que cumple con los criterios anteriormente expuestos, al igual que un caudal máximo de descarga, el cual será utilizado para caracterizar la captación. Los resultados obtenidos para el diámetro de los conductos de cada alternativa fueron promediados para obtener un único valor por sitio.

Para el dimensionado de las rejas de captación se estableció que éstas sean completamente cuadradas, serán dos frontales al embalse, y que la velocidad máxima del flujo a través de ellas sea de $0{,}70\ m/s$. Esto se realizó para todas las alternativas y cuyos resultados fueron promediados para obtener un único valor por sitio.

En la Tabla 4-23 se muestran los resultados anteriormente explicados:

Tabla 4-23: Resultados Diámetros de Válvulas y Dimensión Rejas de Captación

	Diámetro Válvula (m)	Dimensión de la Reja (m)
Sitio 1	1,60	5,20 x 5,20
Sitio 2	1,60	5,30 x 5,30
Sitio 3	1,40	4,60 x 4,60

Fuente: Elaboracion Propia

Un esquema de la obra se muestra en la Figura 4-13 y Figura 4-14.

Figura 4-13: Esquema Obra Captación

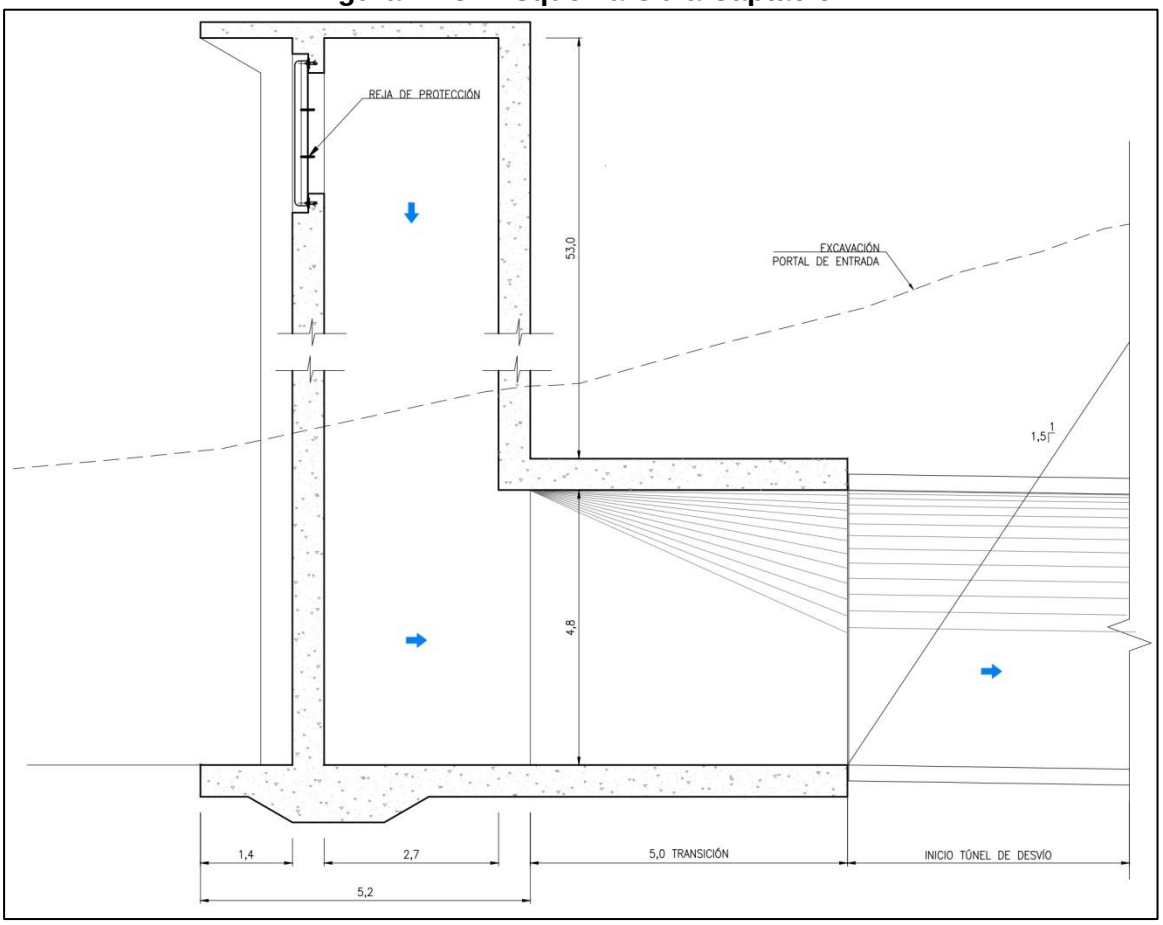
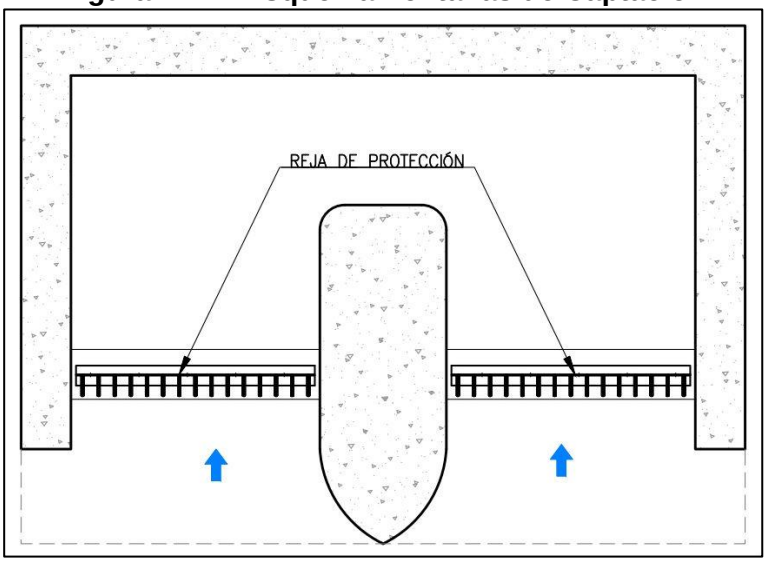


Figura 4-14: Esquema Ventanas de Captación



4.5 INSTRUMENTACIÓN EN LA PRESA

El programa de instrumentación de los muros principal y secundario del embalse Cautin, tiene por finalidad controlar el comportamiento de los muros frente a las diferentes solicitaciones a que pueden verse comprometidos, y también obtener información útil para el diseño de presas similares.

Dada las características del proyecto, resulta de interés controlar la deformación que sufrirán los rellenos como consecuencia de la construcción y el posterior llenado del embalse, las deformaciones y tensiones que se producirán en la pantalla, las filtraciones que pudieran originarse en los empotramientos y las aceleraciones que inducirán en los muros los sismos que afectan a la presa. Además será necesario medir el nivel de agua del embase, dado que esta información será básica para la interpretación de los datos que se obtendrán de los instrumentos.

Para conseguir los fines recién indicados, el proyecto ha considerado la instalación de los instrumentos que se describen a continuación.

4.5.1 Tipos de Instrumentos

Para controlar el comportamiento de la presa y sus fundaciones, el proyecto considera la instalación de los siguientes elementos e instrumentos de control para el muro principal.

- Piezómetros Casagrande
- Piezómetros eléctricos
- Medidores de deformación del hormigón
- Medidores de Juntas
- Medidores de temperatura
- Puntos de control de nivelación
- Asentímetros eléctricos
- Acelerógrafos
- Reglas limnimétricas

Para controlar el comportamiento del muro secundario, se considera la instalación de los siguientes elementos e instrumentos de control:

- Piezómetros Casagrande
- Puntos de control de nivelación

En los puntos siguientes, se indican las condiciones que deberán cumplir cada uno de los instrumentos.

4.5.2 Piezómetros Casagrande Muro Principal

Debido a su simple funcionamiento, a lo confiable de sus lecturas y a su longeva vida útil, se ha proyectado colocar 5 piezómetros Casagrande, los cuales se ubicarán en el coronamiento.

4.5.3 Piezómetros de cuerda vibrante Muro Principal

Se ha considerado instalar 8 piezómetros eléctricos de cuerda vibrante en el contacto entre la roca basal y el suelo aluvial que la cubre.

El objetivo de este instrumento es acusar los niveles piezométricos bajo el cuerpo de la presa, de manera de poder detectar posibles fugas de aguas por la pantalla o el plinto hacia aguas abajo.

4.5.4 Medidores de Deformación del Hormigón Muro Principal

A fin de determinar las tensiones a que se verán sometidos los hormigones de la pantalla se ha programado la colocación de 9 medidores de deformación del hormigón de tipo cuerda vibrante, los que se dispondrán en 3 líneas perpendiculares al eje de la presa. En cada uno de estos puntos, se instalarán cuatro rosetas, de tal forma que un par quede dispuesto en forma paralela al eje de la presa y el otro, perpendicular a éste, preocupándose que para todos los casos, una roseta quede en un plano intermedio entre la enfierradura y la cara inferior de la pantalla, mientras que la otra roseta, en un plano intermedio entre la enfierradura y la cara superior de la pantalla.

Dado que se requiere medir la temperatura en la pantalla de hormigón para una adecuada interpretación de los datos que entreguen los medidores de deformación del hormigón, se instalarán 9 instrumentos para su medición, uno por cada uno de los grupos de 4 rosetas que se instale en la pantalla. Dichos instrumentos, que también serán de cuerda vibrante, se colocarán amarrados junto a la armadura de la pantalla. Todos estos instrumentos son del tipo eléctrico y su terminal de lectura quedará ubicado en la caseta del celador.

4.5.5 Medidores de Juntas Muro Principal

A fin de determinar los desplazamientos que se producen en las juntas, se considera la colocación de un total de 6 medidores de separación de juntas del tipo cuerda vibrante en puntos claves de la junta del plinto con la pantalla. Estos medidores deben tener la capacidad de poder registrar desplazamientos diferenciales en tres ejes: vertical para los asentamientos entre juntas, longitudinal para la separación entre juntas y cizalle para corrimientos en el sentido de las juntas.

4.5.6 Medidores de Temperatura Muro Principal

A fin de interpretar adecuadamente los datos que entreguen los medidores de deformación del hormigón, se instalarán 9 medidores de temperatura del hormigón del tipo cuerda vibrante y se instalarán embebidos en el hormigón, amarrados a la armadura de la pantalla. Estos instrumentos serán del tipo eléctrico de cuerda vibrante. El equipo o tablero de medición se instalará en la caseta del celador del embalse.

4.5.7 Puntos de Control de Nivelación Muro Principal

Estos instrumentos se implementarán con el objetivo de controlar los corrimientos verticales y horizontales en el sentido del eje del río, que estará susceptible a sufrir el coronamiento y la superficie de la presa durante su construcción, llenado y por efecto de sismos.

Para el control de estos corrimientos se instalarán 21 monolitos de control, los que se dispusieron en 4 líneas paralelas al eje longitudinal de la presa. Dos de estas líneas se dispusieron en el talud de aguas arriba, la tercera en el coronamiento. Además se consideró una cuarta línea en el talud de aguas abajo.

En los extremos de la línea del coronamiento y dispuestos en ambos empotramientos, se considera la colocación de monolitos, que deberán quedar fundados en roca y que constituirán los puntos de referencia para las mediciones de corrimientos.

4.5.8 Asentímetros Eléctricos Muro Principal

Con el fin de determinar las deformaciones verticales que sufrirán los rellenos durante la construcción y el llenado posterior de la presa se ha considerado la colocación de asentímetros eléctricos, los que se distribuirán por partes iguales en tres secciones transversales de la presa. Cabe señalar que estos instrumentos son los idóneos para registrar asentamientos durante la construcción de la presa debido a que tienen que ir quedando instalados a medida que van creciendo los rellenos de ésta, no así los monolitos de control, los cuales, generalmente se instalan una vez que está hormigonada la pantalla.

4.5.9 Acelerógrafo Muro Principal

Se considera colocar 3 acelerógrafos triaxiales de movimiento fuerte, conectados a una estación registradora central que registra fecha y hora, y tenga además un dispositivo contador de eventos. Los dispositivos se ubicarán en el coronamiento y cercanías del estribo izquierdo, en el afloramiento rocoso. En tanto, el tercer instrumento se instalará en el pie de la presa, de manera tal que registre las aceleraciones de la roca basal.

4.5.10 Reglas Limnimétricas Muro Principal

En el plinto del empotramiento derecho se contempla colocar 34 limnímetros constituidos por sucesivas barras de acero fundido de 2 m de longitud, que se fijará a pilares de hormigón, de manera de tener cubierto con mediciones desde el nivel de aguas mínimas normales hasta el parapeto.

4.5.11 Piezómetros Casagrande Muro Secundario

Debido a su simple funcionamiento, a lo confiable de sus lecturas, se ha proyectado colocar 2 piezómetros Casagrande, de los cuales uno estará ubicado en el coronamiento del muro y el otro en el talud de aguas abajo.

4.5.12 Puntos de Control de Nivelación Muro Secundario

Estos instrumentos se implementarán con el objetivo de controlar los corrimientos verticales y horizontales en el sentido del eje del río, que estará susceptible a sufrir el coronamiento y la superficie del muro durante su construcción, llenado y por efecto de sismos.

Para el control de estos corrimientos se instalarán 3 monolitos de control, los que se dispusieron en el coronamiento.

En los extremos de esta línea y dispuestos en ambos empotramientos, se considera la colocación de monolitos de referencia, que deberán quedar fundados en roca y que constituirán los puntos de referencia para las mediciones de corrimientos.

5 COSTOS Y CUBICACIONES

La obtención de los costos de cada ítem del proyecto se basó en la experiencia de la consultora en proyectos similares. En las Figuras siguientes se muestran los resultados de las cubicaciones y de los costos de cada alternativa para cada sitio.

En la Tabla 5-1 se muestra un resumen de los precios unitarios considerados en los costos de los embalses:

Tabla 5-1: Resumen Precios Unitarios

Descripción	Un.	Precio Un. (USD)
Instalación de Faenas y Caminos de Acceso	**gl**	2.400.000,0
Obras de Desvío		
Ataguías	m³	9,7
Túnel de Desvío		
Excavación Túnel	m	2.736,0
Excavación Portales	m³	27,2
Sostenimiento Túnel	m	2.500,0
Hormigón H30 Revestimiento	m³	524,6
Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	399,0
Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	399,0
Armadura	Ton	1.940,0
Tubería de Acero Entrega	Ton	6.600,0
Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	700.000,0
Obra de Toma		
Hormigón H30	m³	524,6
Armadura	Ton	1.940,0
Rejas de Captación	Ton	5.972,0
Muro Embalse		
Excavación y Escarpe	m³	7,9
Relleno Muro	m³	9,7
Hormigón H30 Pantalla Impermeable y Plinto	m³	399,0
Armadura	Ton	1.940,0
Cortina de Inyecciones	m	646,0
Pared Moldeada	m²	1.450,0
Vertedero de Seguridad		
Hormigón H30	m³	350,4
Armadura	Ton	1.940,0
Excavación	m³	7,9

Fuente: Elaboracion Propia

5.1 SITIO 1

Figura 5-1: Costo y Cubicación Sitio 1 Alternativa Coronamiento 559 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."

Sitio 1 - Cota de Coronamiento: 559 msnm

Item	Descripción	Un.	Cantidad	Precio Un. (USD)	Total (USD)
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**679,321**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	62,570.0	9.7	607,555
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	7,391.0	9.7	71,767
03	**Túnel de Desvío (D=5.70m)**	**gl**	**1.0**		**13,318,497**
03.01	Excavación Túnel	m	872.0	2,736.0	2,385,792
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	2,180,000.0	2,180,000
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	5,605.0	524.6	2,940,103
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	224.2	1,940.0	434,948
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	540.0	399.0	215,444
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	10.8	1,940.0	20,952
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.60m)	Ton	325.5	6,600.0	2,148,234
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,735.0	399.0	692,213
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	34.7	1,940.0	67,318
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	31,097.0	27.2	846,460
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	25,240.0	27.2	687,033
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**350,255**
04.01	Hormigón H30	m³	401.0	524.6	210,345
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	32.1	1,940.0	62,274
04.03	Rejas de Captación	Ton	13.0	5,972.0	77,636
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**149,677,632**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	212,737.0	7.9	1,682,750
05.02	Relleno Muro	m³	10,893,129.0	9.7	105,772,283
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	45,470.0	399.0	18,141,166
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	3,637.6	1,940.0	7,056,944
05.05	Cortina de Inyecciones	m	26,353.7	646.0	17,024,490
05.06	Pared Moldeada	m²	0.0	1,450.0	0
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**14,110,438**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	995.0	350.4	348,618
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	4,101.0	350.4	1,436,867
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	3,632.0	350.4	1,272,544
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,272.0	350.4	796,041
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	880.0	1,940.0	1,707,200
06.06	Excavación Total	m³	1,080,805.0	7.9	8,549,168
	Costos Directos OOCC				**177,610,272**
	Costos Directos E&M				**2,925,870**
	COSTOS DIRECTOS				**180,536,142**

Nota:

Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

Figura 5-2 Costo y Cubicación Sitio 1 Alternativa Coronamiento 544 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."

Sitio 1 - Cota de Coronamiento: 544 msnm

Item	Descripción	Un.	Cantidad	Precio Un. (USD)	Total (USD)
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**679,321**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	62,570.0	9.7	607,555
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	7,391.0	9.7	71,767
03	**Túnel de Desvío (D=5.70m)**	**gl**	**1.0**		**13,094,889**
03.01	Excavación Túnel	m	872.0	2,736.0	2,385,792
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	2,180,000.0	2,180,000
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	5,605.0	524.6	2,940,103
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	224.2	1,940.0	434,948
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	540.0	399.0	215,444
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	10.8	1,940.0	20,952
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.60m)	Ton	291.6	6,600.0	1,924,626
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,735.0	399.0	692,213
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	34.7	1,940.0	67,318
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	31,097.0	27.2	846,460
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	25,240.0	27.2	687,033
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**350,255**
04.01	Hormigón H30	m³	401.0	524.6	210,345
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	32.1	1,940.0	62,274
04.03	Rejas de Captación	Ton	13.0	5,972.0	77,636
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**119,026,110**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	179,923.0	7.9	1,423,191
05.02	Relleno Muro	m³	8,413,561.0	9.7	81,695,677
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	38,702.0	399.0	15,440,937
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	3,096.2	1,940.0	6,006,628
05.05	Cortina de Inyecciones	m	22,383.4	646.0	14,459,676
05.06	Pared Moldeada	m²	0.0	1,450.0	0
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**10,422,443**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	995.0	350.4	348,618
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	4,347.0	350.4	1,523,058
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	3,262.0	350.4	1,142,907
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,272.0	350.4	796,041
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	870.1	1,940.0	1,687,994
06.06	Excavación Total	m³	622,481.0	7.9	4,923,825
	Costos Directos OOCC				**143,270,755**
	Costos Directos E&M				**2,702,262**
	COSTOS DIRECTOS				**145,973,017**

Nota:

Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

Figura 5-3 Costo y Cubicación Sitio 1 Alternativa Coronamiento 514 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sitio 1 - Cota de Coronamiento: 514 msnm					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**679,321**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	62,570.0	9.7	607,555
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	7,391.0	9.7	71,767
03	**Túnel de Desvío (D=5.70m)**	**gl**	**1.0**		**12,650,115**
03.01	Excavación Túnel	m	872.0	2,736.0	2,385,792
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	2,180,000.0	2,180,000
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	5,605.0	524.6	2,940,103
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	224.2	1,940.0	434,948
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	540.0	399.0	215,444
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	10.8	1,940.0	20,952
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.60m)	Ton	224.2	6,600.0	1,479,852
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,735.0	399.0	692,213
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	34.7	1,940.0	67,318
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	31,097.0	27.2	846,460
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	25,240.0	27.2	687,033
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**350,255**
04.01	Hormigón H30	m³	401.0	524.6	210,345
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	32.1	1,940.0	62,274
04.03	Rejas de Captación	Ton	13.0	5,972.0	77,636
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**69,997,142**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	125,267.0	7.9	990,862
05.02	Relleno Muro	m³	4,565,027.0	9.7	44,326,412
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	27,276.0	399.0	10,882,306
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	2,182.1	1,940.0	4,233,274
05.05	Cortina de Inyecciones	m	14,805.4	646.0	9,564,288
05.06	Pared Moldeada	m²	0.0	1,450.0	0
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**8,926,482**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	995.0	350.4	348,618
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	2,569.0	350.4	900,101
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	2,345.0	350.4	821,618
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,272.0	350.4	796,041
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	654.5	1,940.0	1,269,730
06.06	Excavación Total	m³	605,610.0	7.9	4,790,375
	Costos Directos OOCC				**92,745,827**
	Costos Directos E&M				**2,257,488**
	COSTOS DIRECTOS				**95,003,315**

Nota:
Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

Figura 5-4 Costo y Cubicación Sitio 1 Alternativa Coronamiento 499 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sitio 1 - Cota de Coronamiento: 499 msnm					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**679,321**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	62,570.0	9.7	607,555
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	7,391.0	9.7	71,767
03	**Túnel de Desvío (D=5.70m)**	**gl**	**1.0**		**12,430,863**
03.01	Excavación Túnel	m	872.0	2,736.0	2,385,792
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	2,180,000.0	2,180,000
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	5,605.0	524.6	2,940,103
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	224.2	1,940.0	434,948
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	540.0	399.0	215,444
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	10.8	1,940.0	20,952
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.60m)	Ton	191.0	6,600.0	1,260,600
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,735.0	399.0	692,213
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	34.7	1,940.0	67,318
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	31,097.0	27.2	846,460
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	25,240.0	27.2	687,033
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**350,255**
04.01	Hormigón H30	m³	401.0	524.6	210,345
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	32.1	1,940.0	62,274
04.03	Rejas de Captación	Ton	13.0	5,972.0	77,636
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**50,841,187**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	99,263.0	7.9	785,170
05.02	Relleno Muro	m³	3,143,540.0	9.7	30,523,773
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	21,810.0	399.0	8,701,536
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	1,744.8	1,940.0	3,384,912
05.05	Cortina de Inyecciones	m	11,526.0	646.0	7,445,796
05.06	Pared Moldeada	m²	0.0	1,450.0	0
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**14,782,504**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	995.0	350.4	348,618
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	2,357.0	350.4	825,822
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	1,910.0	350.4	669,207
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,272.0	350.4	796,041
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	602.8	1,940.0	1,169,432
06.06	Excavación Total	m³	1,387,280.0	7.9	10,973,385
	Costos Directos OOCC				**79,445,894**
	Costos Directos E&M				**2,038,236**
	COSTOS DIRECTOS				**81,484,130**

Nota:
Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

Figura 5-5 Costo y Cubicación Sitio 1 Alternativa Coronamiento 484 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."

Sitio 1 - Cota de Coronamiento: 484 msnm

Item	Descripción	Un.	Cantidad	Precio Un. (USD)	Total (USD)
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**679,321**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	62,570.0	9.7	607,555
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	7,391.0	9.7	71,767
03	**Túnel de Desvío (D=5.70m)**	**gl**	**1.0**		**12,378,063**
03.01	Excavación Túnel	m	872.0	2,736.0	2,385,792
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	2,180,000.0	2,180,000
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	5,605.0	524.6	2,940,103
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	224.2	1,940.0	434,948
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	540.0	399.0	215,444
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	10.8	1,940.0	20,952
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.60m)	Ton	183.0	6,600.0	1,207,800
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,735.0	399.0	692,213
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	34.7	1,940.0	67,318
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	31,097.0	27.2	846,460
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	25,240.0	27.2	687,033
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**350,255**
04.01	Hormigón H30	m³	401.0	524.6	210,345
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	32.1	1,940.0	62,274
04.03	Rejas de Captación	Ton	13.0	5,972.0	77,636
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**35,409,636**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	76,056.0	7.9	601,603
05.02	Relleno Muro	m³	2,032,480.0	9.7	19,735,381
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	16,936.0	399.0	6,756,956
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	1,354.9	1,940.0	2,628,506
05.05	Cortina de Inyecciones	m	8,803.7	646.0	5,687,190
05.06	Pared Moldeada	m²	0.0	1,450.0	0
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**10,262,573**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	995.0	350.4	348,618
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	1,871.0	350.4	655,542
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	1,475.0	350.4	516,796
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,272.0	350.4	796,041
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	529.1	1,940.0	1,026,454
06.06	Excavación Total	m³	874,731.0	7.9	6,919,122
	Costos Directos OOCC				**59,494,411**
	Costos Directos E&M				**1,985,436**
	COSTOS DIRECTOS				**61,479,847**

Nota:

Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

5.2 SITIO 2

Figura 5-6 Costo y Cubicación Sitio 2 Alternativa Coronamiento 572 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sitio 2 - Cota de Coronamiento: 572 msnm					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**557,373**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	46,232.0	9.7	448,913
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	11,170.0	9.7	108,461
03	**Túnel de Desvío (D=5.90m)**	**gl**	**1.0**		**10,471,083**
03.01	Excavación Túnel	m	685.0	2,736.0	1,874,160
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	1,712,500.0	1,712,500
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	4,550.0	524.6	2,386,703
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	182.0	1,940.0	353,080
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	582.0	399.0	232,201
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	11.7	1,940.0	22,698
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.60m)	Ton	248.0	6,600.0	1,636,800
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,363.0	399.0	543,796
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	27.3	1,940.0	52,962
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	17,367.0	27.2	472,730
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	17,761.0	27.2	483,454
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**521,265**
04.01	Hormigón H30	m³	650.0	524.6	340,958
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	52.0	1,940.0	100,880
04.03	Rejas de Captación	Ton	13.3	5,972.0	79,428
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**131,117,133**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	1,237,960.0	7.9	9,792,264
05.02	Relleno Muro	m³	8,539,769.0	9.7	82,921,157
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	41,980.0	399.0	16,748,761
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	3,358.4	1,940.0	6,515,296
05.05	Cortina de Inyecciones	m	23,436.0	646.0	15,139,656
05.06	Pared Moldeada	m²	0.0	1,450.0	0
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**13,362,423**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	973.0	350.4	340,910
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	1,996.0	350.4	699,339
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	3,779.0	350.4	1,324,048
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,014.0	350.4	705,645
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	701.0	1,940.0	1,359,940
06.06	Excavación Total	m³	1,129,272.0	7.9	8,932,542
	Costos Directos OOCC				**156,013,051**
	Costos Directos E&M				**2,416,228**
	COSTOS DIRECTOS				**158,429,278**
	Nota:				
	Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.				

Fuente: Elaboracion Propia

Figura 5-7 Costo y Cubicación Sitio 2 Alternativa Coronamiento 562 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sitio 2 - Cota de Coronamiento: 562 msnm					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**557,373**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	46,232.0	9.7	448,913
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	11,170.0	9.7	108,461
03	**Túnel de Desvío (D=5.90m)**	**gl**	**1.0**		**10,352,283**
03.01	Excavación Túnel	m	685.0	2,736.0	1,874,160
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	1,712,500.0	1,712,500
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	4,550.0	524.6	2,386,703
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	182.0	1,940.0	353,080
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	582.0	399.0	232,201
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	11.7	1,940.0	22,698
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.60m)	Ton	230.0	6,600.0	1,518,000
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,363.0	399.0	543,796
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	27.3	1,940.0	52,962
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	17,367.0	27.2	472,730
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	17,761.0	27.2	483,454
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**521,265**
04.01	Hormigón H30	m³	650.0	524.6	340,958
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	52.0	1,940.0	100,880
04.03	Rejas de Captación	Ton	13.3	5,972.0	79,428
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**110,171,178**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	1,086,499.0	7.9	8,594,207
05.02	Relleno Muro	m³	6,981,580.0	9.7	67,791,142
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	36,992.0	399.0	14,758,698
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	2,959.4	1,940.0	5,741,236
05.05	Cortina de Inyecciones	m	20,566.4	646.0	13,285,894
05.06	Pared Moldeada	m²	0.0	1,450.0	0
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**9,719,509**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	973.0	350.4	340,910
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	2,119.0	350.4	742,434
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	3,474.0	350.4	1,217,185
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,014.0	350.4	705,645
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	686.4	1,940.0	1,331,616
06.06	Excavación Total	m³	680,369.0	7.9	5,381,719
	Costos Directos OOCC				**131,424,181**
	Costos Directos E&M				**2,297,428**
	COSTOS DIRECTOS				**133,721,609**

Nota:
Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

Figura 5-8 Costo y Cubicación Sitio 2 Alternativa Coronamiento 547 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."

Sitio 2 - Cota de Coronamiento: 547 msnm

Item	Descripción	Un.	Cantidad	Precio Un. (USD)	Total (USD)
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**557,373**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	46,232.0	9.7	448,913
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	11,170.0	9.7	108,461
03	**Túnel de Desvío (D=5.90m)**	**gl**	**1.0**		**10,180,683**
03.01	Excavación Túnel	m	685.0	2,736.0	1,874,160
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	1,712,500.0	1,712,500
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	4,550.0	524.6	2,386,703
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	182.0	1,940.0	353,080
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	582.0	399.0	232,201
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	11.7	1,940.0	22,698
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.60m)	Ton	204.0	6,600.0	1,346,400
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,363.0	399.0	543,796
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	27.3	1,940.0	52,962
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	17,367.0	27.2	472,730
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	17,761.0	27.2	483,454
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**521,265**
04.01	Hormigón H30	m³	650.0	524.6	340,958
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	52.0	1,940.0	100,880
04.03	Rejas de Captación	Ton	13.3	5,972.0	79,428
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**83,375,594**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	884,606.0	7.9	6,997,233
05.02	Relleno Muro	m³	5,002,449.0	9.7	48,573,780
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	30,364.0	399.0	12,114,325
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	2,429.2	1,940.0	4,712,648
05.05	Cortina de Inyecciones	m	16,993.2	646.0	10,977,607
05.06	Pared Moldeada	m²	0.0	1,450.0	0
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**11,919,450**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	973.0	350.4	340,910
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	2,345.0	350.4	821,618
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	2,983.0	350.4	1,045,154
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,014.0	350.4	705,645
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	665.2	1,940.0	1,290,488
06.06	Excavación Total	m³	975,428.0	7.9	7,715,635
	Costos Directos OOCC				**106,828,538**
	Costos Directos E&M				**2,125,828**
	COSTOS DIRECTOS				**108,954,365**

Nota:

Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

Figura 5-9 Costo y Cubicación Sitio 2 Alternativa Coronamiento 517 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sitio 2 - Cota de Coronamiento: 517 msnm					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**557,373**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	46,232.0	9.7	448,913
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	11,170.0	9.7	108,461
03	**Túnel de Desvío (D=5.90m)**	**gl**	**1.0**		**9,830,883**
03.01	Excavación Túnel	m	685.0	2,736.0	1,874,160
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	1,712,500.0	1,712,500
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	4,550.0	524.6	2,386,703
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	182.0	1,940.0	353,080
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	582.0	399.0	232,201
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	11.7	1,940.0	22,698
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.60m)	Ton	151.0	6,600.0	996,600
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,363.0	399.0	543,796
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	27.3	1,940.0	52,962
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	17,367.0	27.2	472,730
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	17,761.0	27.2	483,454
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**521,265**
04.01	Hormigón H30	m³	650.0	524.6	340,958
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	52.0	1,940.0	100,880
04.03	Rejas de Captación	Ton	13.3	5,972.0	79,428
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**42,037,503**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	499,807.0	7.9	3,953,473
05.02	Relleno Muro	m³	2,232,699.0	9.7	21,679,507
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	17,615.0	399.0	7,027,857
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	1,409.2	1,940.0	2,733,848
05.05	Cortina de Inyecciones	m	10,283.0	646.0	6,642,818
05.06	Pared Moldeada	m²	0.0	1,450.0	0
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**10,798,435**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	973.0	350.4	340,910
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	2,870.0	350.4	1,005,562
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	2,446.0	350.4	857,005
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,014.0	350.4	705,645
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	664.3	1,940.0	1,288,742
06.06	Excavación Total	m³	834,459.0	7.9	6,600,571
	Costos Directos OOCC				**64,369,432**
	Costos Directos E&M				**1,776,028**
	COSTOS DIRECTOS				**66,145,460**

Nota:
Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

Figura 5-10 Costo y Cubicación Sitio 2 Alternativa Coronamiento 502 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sitio 2 - Cota de Coronamiento: 502 msnm					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**557,373**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	46,232.0	9.7	448,913
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	11,170.0	9.7	108,461
03	**Túnel de Desvío (D=5.90m)**	**gl**	**1.0**		**9,784,683**
03.01	Excavación Túnel	m	685.0	2,736.0	1,874,160
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	1,712,500.0	1,712,500
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	4,550.0	524.6	2,386,703
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	182.0	1,940.0	353,080
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	582.0	399.0	232,201
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	11.7	1,940.0	22,698
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.60m)	Ton	144.0	6,600.0	950,400
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,363.0	399.0	543,796
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	27.3	1,940.0	52,962
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	17,367.0	27.2	472,730
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	17,761.0	27.2	483,454
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**521,265**
04.01	Hormigón H30	m³	650.0	524.6	340,958
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	52.0	1,940.0	100,880
04.03	Rejas de Captación	Ton	13.3	5,972.0	79,428
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**28,199,103**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	358,275.0	7.9	2,833,955
05.02	Relleno Muro	m³	1,372,972.0	9.7	13,331,558
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	12,861.0	399.0	5,131,153
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	1,028.9	1,940.0	1,996,066
05.05	Cortina de Inyecciones	m	7,595.0	646.0	4,906,370
05.06	Pared Moldeada	m²	0.0	1,450.0	0
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**6,992,680**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	973.0	350.4	340,910
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	1,995.0	350.4	698,988
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	1,613.0	350.4	565,147
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,014.0	350.4	705,645
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	527.6	1,940.0	1,023,544
06.06	Excavación Total	m³	462,509.0	7.9	3,658,446
	Costos Directos OOCC				**46,725,277**
	Costos Directos E&M				**1,729,828**
	COSTOS DIRECTOS				**48,455,105**

Nota:
Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

5.3 SITIO 3

Figura 5-11 Costo y Cubicación Sitio 3 Alternativa Coronamiento 704,2 msnm

500

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."

Sitio 3 - Cota de Coronamiento: 704.2 msnm

Item	Descripción	Un.	Cantidad	Precio Un. (USD)	Total (USD)
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**1,137,429**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	110,138.0	9.7	1,069,440
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	7,002.0	9.7	67,989
03	**Túnel de Desvío (D=4.80m)**	**gl**	**1.0**		**10,692,522**
03.01	Excavación Túnel	m	795.0	2,736.0	2,175,120
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	1,987,500.0	1,987,500
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	4,344.0	524.6	2,278,645
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	173.8	1,940.0	337,172
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	381.0	399.0	152,008
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	7.7	1,940.0	14,938
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.40m)	Ton	245.0	6,600.0	1,617,000
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,352.0	399.0	539,407
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	27.1	1,940.0	52,574
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	16,147.0	27.2	439,521
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	14,645.0	27.2	398,637
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**755,939**
04.01	Hormigón H30	m³	1,024.0	524.6	537,139
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	82.0	1,940.0	159,080
04.03	Rejas de Captación	Ton	10.0	5,972.0	59,720
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**161,459,862**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	610,126.0	7.9	4,826,097
05.02	Relleno Muro	m³	9,845,467.0	9.7	95,599,485
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	41,446.0	399.0	16,535,711
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	3,315.7	1,940.0	6,432,458
05.05	Cortina de Inyecciones	m	35,672.0	646.0	23,044,112
05.06	Pared Moldeada	m²	10,360.0	1,450.0	15,022,000
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**15,972,455**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	730.0	350.4	255,770
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	2,972.0	350.4	1,041,300
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	2,610.0	350.4	914,466
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,639.0	350.4	924,626
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	716.1	1,940.0	1,389,234
06.06	Excavación Total	m³	1,447,163.0	7.9	11,447,059
	Costos Directos OOCC				**190,041,488**
	Costos Directos E&M				**2,376,720**
	COSTOS DIRECTOS				**192,418,208**

Nota:

Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

Figura 5-12 Costo y Cubicación Sitio 3 Alternativa Coronamiento 689,2 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."

Sitio 3 - Cota de Coronamiento: 689.2 msnm

Item	Descripción	Un.	Cantidad	Precio Un. (USD)	Total (USD)
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**1,137,429**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	110,138.0	9.7	1,069,440
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	7,002.0	9.7	67,989
03	**Túnel de Desvío (D=4.80m)**	**gl**	**1.0**		**10,540,722**
03.01	Excavación Túnel	m	795.0	2,736.0	2,175,120
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	1,987,500.0	1,987,500
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	4,344.0	524.6	2,278,645
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	173.8	1,940.0	337,172
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	381.0	399.0	152,008
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	7.7	1,940.0	14,938
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.40m)	Ton	222.0	6,600.0	1,465,200
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,352.0	399.0	539,407
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	27.1	1,940.0	52,574
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	16,147.0	27.2	439,521
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	14,645.0	27.2	398,637
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**755,939**
04.01	Hormigón H30	m³	1,024.0	524.6	537,139
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	82.0	1,940.0	159,080
04.03	Rejas de Captación	Ton	10.0	5,972.0	59,720
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**131,654,786**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	520,065.0	7.9	4,113,714
05.02	Relleno Muro	m³	7,573,463.0	9.7	73,538,326
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	35,555.0	399.0	14,185,378
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	2,844.4	1,940.0	5,518,136
05.05	Cortina de Inyecciones	m	29,392.0	646.0	18,987,232
05.06	Pared Moldeada	m²	10,560.0	1,450.0	15,312,000
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**16,420,714**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	730.0	350.4	255,770
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	3,192.0	350.4	1,118,381
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	3,227.0	350.4	1,130,644
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,639.0	350.4	924,626
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	783.1	1,940.0	1,519,214
06.06	Excavación Total	m³	1,450,326.0	7.9	11,472,079
	Costos Directos OOCC				**160,684,672**
	Costos Directos E&M				**2,224,920**
	COSTOS DIRECTOS				**162,909,592**

Nota:

Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

Figura 5-13 Costo y Cubicación Sitio 3 Alternativa Coronamiento 681,7 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sitio 3 - Cota de Coronamiento: 681.7 msnm					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**1,137,429**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m^3	110,138.0	9.7	1,069,440
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m^3	7,002.0	9.7	67,989
03	**Túnel de Desvío (D=4.80m)**	**gl**	**1.0**		**10,461,522**
03.01	Excavación Túnel	m	795.0	2,736.0	2,175,120
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	1,987,500.0	1,987,500
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m^3	4,344.0	524.6	2,278,645
03.04	Armadura (40 kg/m^3)	Ton	173.8	1,940.0	337,172
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m^3	381.0	399.0	152,008
03.06	Armadura (20 kg/m^3)	Ton	7.7	1,940.0	14,938
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.40m)	Ton	210.0	6,600.0	1,386,000
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m^3	1,352.0	399.0	539,407
03.09	Armadura (20 kg/m^3)	Ton	27.1	1,940.0	52,574
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m^3	16,147.0	27.2	439,521
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m^3	14,645.0	27.2	398,637
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**755,939**
04.01	Hormigón H30	m^3	1,024.0	524.6	537,139
04.02	Armadura (80 kg/m^3)	Ton	82.0	1,940.0	159,080
04.03	Rejas de Captación	Ton	10.0	5,972.0	59,720
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**117,501,032**
05.01	Excavación y Escarpe	m^3	476,340.0	7.9	3,767,849
05.02	Relleno Muro	m^3	6,572,052.0	9.7	63,814,625
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m^3	32,657.0	399.0	13,029,163
05.04	Armadura (80 kg/m^3)	Ton	2,612.6	1,940.0	5,068,444
05.05	Cortina de Inyecciones	m	26,902.4	646.0	17,378,950
05.06	Pared Moldeada	m^2	9,960.0	1,450.0	14,442,000
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**17,389,135**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m^3	730.0	350.4	255,770
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m^3	2,972.0	350.4	1,041,300
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m^3	3,036.0	350.4	1,063,723
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m^3	2,639.0	350.4	924,626
06.05	Armadura (80 kg/m^3)	Ton	750.2	1,940.0	1,455,388
06.06	Excavación Total	m^3	1,599,030.0	7.9	12,648,327
	Costos Directos OOCC				**147,499,338**
	Costos Directos E&M				**2,145,720**
	COSTOS DIRECTOS				**149,645,058**

Nota:
Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

Figura 5-14 Costo y Cubicación Sitio 3 Alternativa Coronamiento 674,2 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sitio 3 - Cota de Coronamiento: 674.2 msnm					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**1,137,429**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m^3	110,138.0	9.7	1,069,440
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m^3	7,002.0	9.7	67,989
03	**Túnel de Desvío (D=4.80m)**	**gl**	**1.0**		**10,382,322**
03.01	Excavación Túnel	m	795.0	2,736.0	2,175,120
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	1,987,500.0	1,987,500
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m^3	4,344.0	524.6	2,278,645
03.04	Armadura (40 kg/m^3)	Ton	173.8	1,940.0	337,172
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m^3	381.0	399.0	152,008
03.06	Armadura (20 kg/m^3)	Ton	7.7	1,940.0	14,938
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.40m)	Ton	198.0	6,600.0	1,306,800
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m^3	1,352.0	399.0	539,407
03.09	Armadura (20 kg/m^3)	Ton	27.1	1,940.0	52,574
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m^3	16,147.0	27.2	439,521
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m^3	14,645.0	27.2	398,637
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**755,939**
04.01	Hormigón H30	m^3	1,024.0	524.6	537,139
04.02	Armadura (80 kg/m^3)	Ton	82.0	1,940.0	159,080
04.03	Rejas de Captación	Ton	10.0	5,972.0	59,720
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**104,265,988**
05.01	Excavación y Escarpe	m^3	432,928.0	7.9	3,424,460
05.02	Relleno Muro	m^3	5,658,315.0	9.7	54,942,239
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m^3	29,770.0	399.0	11,877,337
05.04	Armadura (80 kg/m^3)	Ton	2,381.6	1,940.0	4,620,304
05.05	Cortina de Inyecciones	m	23,965.4	646.0	15,481,648
05.06	Pared Moldeada	m^2	9,600.0	1,450.0	13,920,000
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**14,678,423**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m^3	730.0	350.4	255,770
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m^3	2,890.0	350.4	1,012,569
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m^3	2,841.0	350.4	995,401
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m^3	2,639.0	350.4	924,626
06.05	Armadura (80 kg/m^3)	Ton	728.0	1,940.0	1,412,320
06.06	Excavación Total	m^3	1,274,050.0	7.9	10,077,736
	Costos Directos OOCC				**131,553,582**
	Costos Directos E&M				**2,066,520**
	COSTOS DIRECTOS				**133,620,102**

Nota:
Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

Figura 5-15 Costo y Cubicación Sitio 3 Alternativa Coronamiento 659,2 msnm

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sitio 3 - Cota de Coronamiento: 659.2 msnm					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Instalación de Faenas y Caminos de Acceso**	**gl**	**1.0**	2,400,000.0	**2,400,000**
02	**Obras de Desvío**	**gl**	**1.0**		**1,137,429**
02.01	Ataguía Aguas Arriba	m³	110,138.0	9.7	1,069,440
02.02	Ataguía Aguas Abajo	m³	7,002.0	9.7	67,989
03	**Túnel de Desvío (D=4.80m)**	**gl**	**1.0**		**10,223,922**
03.01	Excavación Túnel	m	795.0	2,736.0	2,175,120
03.02	Sostenimiento Túnel	gl	1.0	1,987,500.0	1,987,500
03.03	Hormigón H30 Revestimiento (e=0,30m)	m³	4,344.0	524.6	2,278,645
03.04	Armadura (40 kg/m³)	Ton	173.8	1,940.0	337,172
03.05	Hormigón H30 Tapón de Cierre	m³	381.0	399.0	152,008
03.06	Armadura (20 kg/m³)	Ton	7.7	1,940.0	14,938
03.07	Tubería de Acero Entrega (D=1.40m)	Ton	174.0	6,600.0	1,148,400
03.08	Hormigón H30 Protección Tubería de Acero	m³	1,352.0	399.0	539,407
03.09	Armadura (20 kg/m³)	Ton	27.1	1,940.0	52,574
03.10	Sist. De Válvulas Entrega a Riego (Mariposa + Howell-Bunger)	gl	1.0	700,000.0	700,000
03.11	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	16,147.0	27.2	439,521
03.12	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	14,645.0	27.2	398,637
04	**Obra de Toma**	**gl**	**1.0**		**755,939**
04.01	Hormigón H30	m³	1,024.0	524.6	537,139
04.02	Armadura (80 kg/m³)	Ton	82.0	1,940.0	159,080
04.03	Rejas de Captación	Ton	10.0	5,972.0	59,720
05	**Muro Embalse**	**gl**	**1.0**		**80,668,898**
05.01	Excavación y Escarpe	m³	348,683.0	7.9	2,758,083
05.02	Relleno Muro	m³	4,085,967.0	9.7	39,674,740
05.03	Hormigón H30 Pantalla Impemeable y Plinto	m³	24,204.0	399.0	9,656,670
05.04	Armadura (80 kg/m³)	Ton	1,936.4	1,940.0	3,756,616
05.05	Cortina de Inyecciones	m	18,403.7	646.0	11,888,790
05.06	Pared Moldeada	m²	8,920.0	1,450.0	12,934,000
06	**Vertedero de Seguridad**	**gl**	**1.0**		**11,095,796**
06.01	Hormigón H30 Vertedero y Canal Colector Lateral	m³	730.0	350.4	255,770
06.02	Hormigón H30 Canal de Conexión a Rápido	m³	1,768.0	350.4	619,454
06.03	Hormigón H30 Rápido de Descarga	m³	2,448.0	350.4	857,706
06.04	Hormigón H30 Disipador de Energía	m³	2,639.0	350.4	924,626
06.05	Armadura (80 kg/m³)	Ton	606.8	1,940.0	1,177,192
06.06	Excavación Total	m³	917,958.0	7.9	7,261,048
	Costos Directos OOCC				**104,373,865**
	Costos Directos E&M				**1,908,120**
	COSTOS DIRECTOS				**106,281,985**

Nota:
Precio Dólar Americano 1 USD = 500 CLP.

Fuente: Elaboracion Propia

5.4 RESUMEN

Obtenidos los costos directos de cada una de las alternativas en estudio, estas se analizaron en conjunto ajustándoles líneas de tendencia exponenciales para obtener así un espectro completo de los costos directos dependientes de la altura de los muros, las ecuaciones obtenidas se expresan a continuación:

- Sitio 1:

$$C.D. = 24.359.499{,}7 \cdot e^{0{,}014 \cdot H}$$

- Sitio 2:

$$C.D. = 16.127.870{,}3 \cdot e^{0{,}017 \cdot H}$$

- Sitio 3:

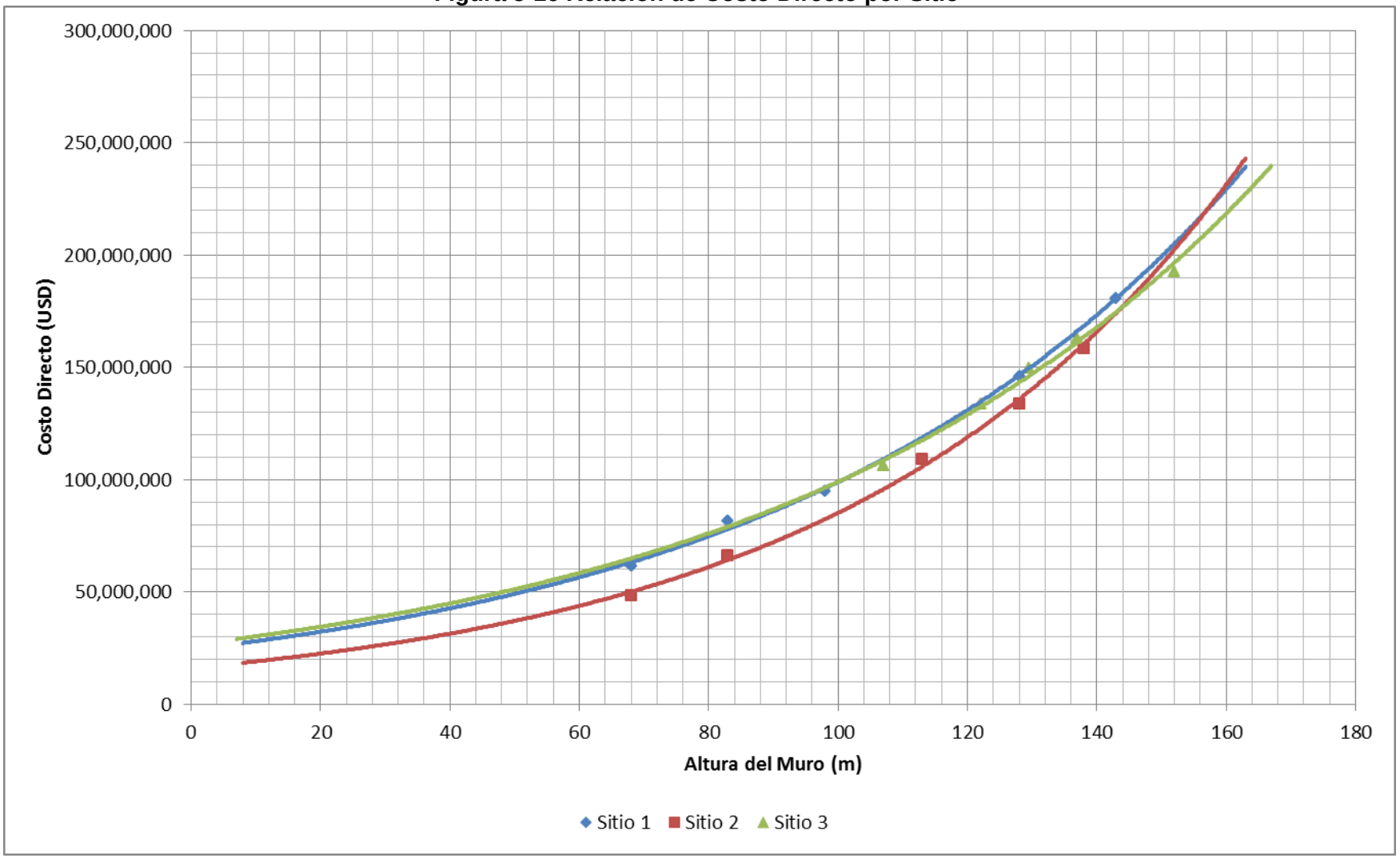
$$C.D. = 26.469.088{,}5 \cdot e^{0{,}013 \cdot H}$$

Dónde:

C.D.: Costo directo de la alternativa (USD).
H: Altura del muro del embalse (m).

Lo anterior se grafica en la Figura 5-16:

Figura 5-16 Relación de Costo Directo por Sitio



ANEXO 1
CAUDALES OBRAS DE DESVIO
(Se adjunta en digital)

ANEXO 2
CURVAS DE EMBALSE
(Se adjunta en digital)

ANEXO 3
DISEÑO BOCATOMA
(Se adjunta en digital)

ANEXO 4
COSTOS Y CUBICACIONES
(Se adjunta en digital)

ANEXO 5
CALCULO REVANCHA MUROS
(Se adjunta en digital)

ANEXO 6
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
(Se adjunta en digital)

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO (CNR)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO DEL RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA DEL ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO"

N° 3853-2000-IH-INF-002_1

INFORME DISEÑO DE CANALES

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	R. Iturra	N. Starck	A. Gomez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	30.10.12	30.10.12	07.11.12	
0	Nombre Firma	R. Iturra	N. Starck	A. Gomez	Aprobado Cliente
	Fecha	10.12.12	10.12.12	10.12.12	
1	Nombre Firma	R. Iturra	N. Starck	A. Gomez	Aprobado Cliente
	Fecha	15.01.13	15.01.13	31.01.13	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 02 381 6000
Fax: +56 02 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO DEL RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA DEL ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO"

INFORME FINAL. DISEÑO DE CANALES

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 5

2 OBJETIVO 6

3 ALCANCES 6

4 REFERENCIAS 7

5 ALTERNATIVAS Y SECTORES EN ESTUDIO 8

6 CRITERIOS DE DISEÑO 9

6.1 TRAZADO DE CANALES 9

6.1.1 Canales Trasvases 9

6.1.2 Canales Matrices 9

6.2 CAUDALES DE DISEÑO 10

6.3 OBRAS EN LOS TRAZADOS 10

6.3.1 Bocatomas 10

6.3.1.1 Canales de Trasvases 10

6.3.1.2 Canales Matrices 11

6.3.2 Obras de Artes en los Canales 11

6.4 SECTORIZACIÓN GEOTÉCNICA 11

6.4.1 Revestimiento de canales 12

6.4.1.1 Canales de Trasvase 12

6.4.1.2 Canales Matrices 12

6.5 DISEÑO HIDRÁULICO 13

6.5.1 Velocidades admisibles en Canales 13

6.5.2 Pérdidas de carga Hidráulica 13

6.5.2.1 Canales Abiertos 13

6.5.2.2 Conductos Cerrados 13

6.5.3 Revanchas en Canales 14

6.5.4 Radios mínimos 15

6.5.5 Rugosidad de Revestimiento en Canales 15

6.5.6 Taludes 15

6.5.7 Sección Transversal del Canal 15

6.5.7.1 Canales Matrices 15

6.5.7.2 Canales de Trasvase 15

7 PREDISEÑO DE CANALES 16

8 CUBICACIÓN 18

8.1 MOVIMIENTO DE TIERRA 18

8.1.1 Canales Matrices 18
8.1.2 Canales de Trasvases 18
8.1.3 Estimación Movimiento de Tierra 18
8.2 REVESTIMIENTO DE CANALES 19
9 COSTOS 20
10 RESUMEN DE COSTOS 26

LISTADO DE TABLAS

Tabla 6-1: Resumen de Caudales de Diseño 10
Tabla 6-2: Sectorización Geotécnica 12
Tabla 6-3: Velocidades Máximas Permisibles de Canales 13
Tabla 7-1: Parámetros de Diseños 16
Tabla 7-2: Resultados Diseño Hidráulico 17
Tabla 8-1: Movimiento de Tierras por Canal 18
Tabla 8-2: Cubicación del Revestimiento por Canal 19
Tabla 9-1: Resumen Precios Unitarios 20
Tabla 9-2: Resumen Costo Directo Canal Matriz 1 21
Tabla 9-3: Resumen Costo Directo Canal Matriz 2 21
Tabla 9-4: Resumen Costo Directo Canal Matriz 3 22
Tabla 9-5: Resumen Costo Directo Canal Matriz 4 22
Tabla 9-6: Resumen Costo Directo Canal Matriz 5 23
Tabla 9-7: Resumen Costo Directo Canal Trasvase 1 23
Tabla 9-8: Resumen Costo Directo Canal Trasvase 2 24
Tabla 9-9 Resumen Costo Directo Canal Trasvase 3 25
Tabla 10-1 Resumen Costos por Canal 26

LISTADO DE FIGURAS

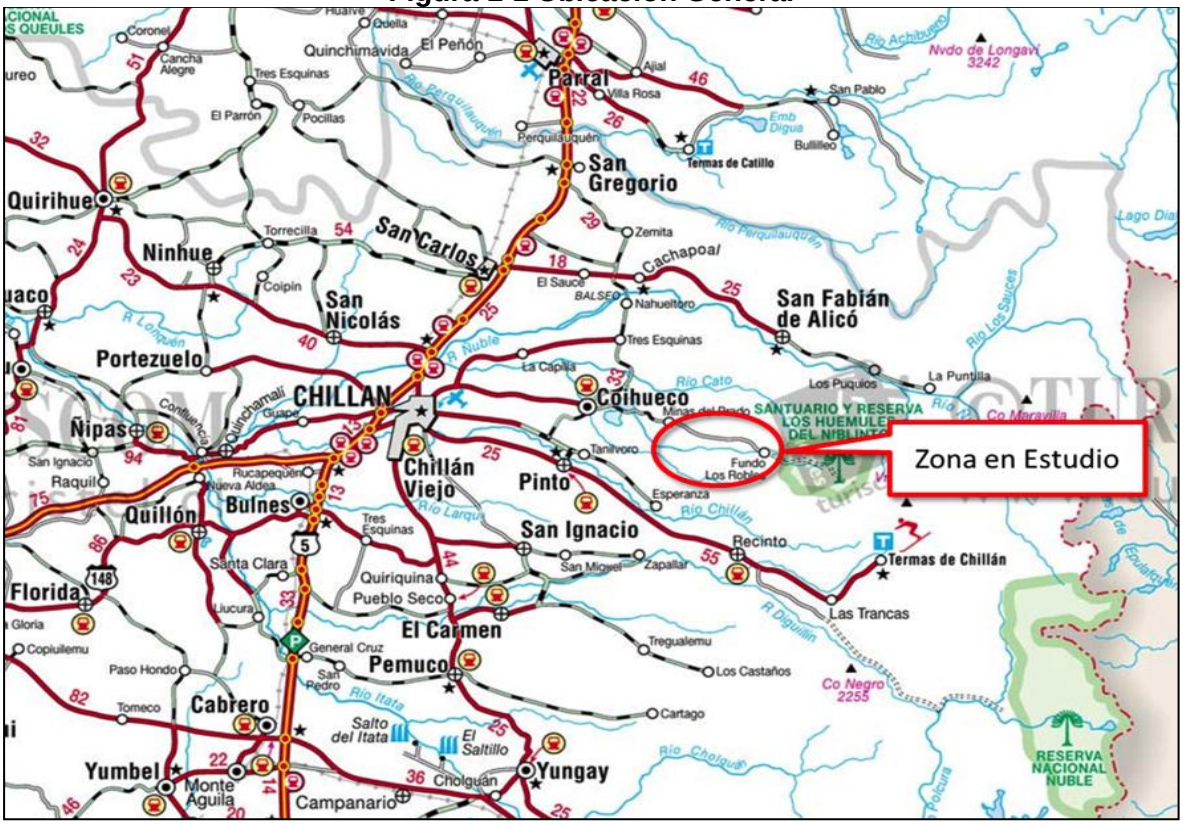
Figura 1-1 Ubicación General 5
Figura 5-1: Ubicación Áreas en Estudio 8
Figura 10-1: Curva de Costos Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 1 27
Figura 10-2: Curva de Costos Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 1 28
Figura 10-3: Curva de Costos Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 1 28
Figura 10-4: Curva de Costos Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 2 29
Figura 10-5: Curva de Costos Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 2 29
Figura 10-6: Curva de Costos Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 2 30

1 INTRODUCCIÓN

La presente consultoría corresponde a la elaboración del Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto “Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío”, encargado a ARCADIS Chile por la Comisión Nacional de Riego (en adelante CNR) del Ministerio de Agricultura. Este estudio considera analizar conjuntamente distintas alternativas de embalses y obras de entrega las que junto a una red de distribución a proyectar permitirá un mejor manejo de los recursos hídricos y así conseguir una seguridad de riego del 85 % de la mayor superficie posible en las comunas beneficiadas.

El área de estudio se encuentra emplazada al interior de la cuenca del río Cato y políticamente abarca parte de las comunas de Coihueco, Chillan y Pinto, en la provincia de Ñuble, VIII Región. En la Figura 1-1 se presenta la ubicación general de la zona de estudio.

Figura 1-1 Ubicación General



El presente documento contiene tanto los criterios hidráulicos como el dimensionamiento resultante del prediseño de los canales ligados a la red de riego proyectados para abastecer los sectores 1, 2 y 3. Asimismo, se presentan en este informe una estimación de los costos directos, a nivel de prefactibilidad, de las obras para cada una de las alternativas consideradas.

En primer lugar se aborda la metodología utilizada para el desarrollo de este estudio, luego se exponen los criterios de diseño utilizados en el cálculo de las diferentes obras, y continuación se desarrolla el prediseño y costeo de la red de distribución.

2 OBJETIVO

El objetivo del presente documento es determinar el costo y diseños de la red de riego proyectada, evaluando el costo asociado a la red de canales trasvases y matrices, indicando las obras de artes necesarias para cruzar quebradas o caminos, entrega de agua a canales, descargas a esteros y bocatomas, a lo largo de los trazados.

3 ALCANCES

En concordancia a los términos de referencia el diseño preliminar de las obras tiene el fin de determinar los costos asociados a cada escenario de proyecto que se plantee. Para lo anterior se utilizó toda la información obtenida en estudios básicos, prospecciones en terreno y ensayos, así como la bibliografía disponible. No se plantea como objetivo del estudio el diseño particular de las bocatomas u obras de artes indicadas en los trazados. Para la estimación de los costos de estas obras, se utilizaran obras de artes cubicadas en proyectos con características y envergadura similares, ancho del canal y caudales, actualizando los costos a los precios unitarios del presente estudio.

En terreno, se constató el buen estado de la red secundaria existente. Esta red tiene la capacidad de portear caudales mayores a los estimados para las distintas zonas, por estas razones, no se considera el mejoramiento de la red secundaria.

4 REFERENCIAS

Para la elaboración de este documento se utilizaron los siguientes antecedentes:

Ref. 1. Arcadis Chile (2012). *Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío" - Informe Etapa 5 – Hidrología* (3853-0000-IH-INF-001). Santiago, Chile.

Ref. 2. Arcadis Chile (2012). *Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío" – Informe Etapa 5 - Informe General Etapa 5* (3853-0000-GA-INF-005). Santiago, Chile.

Ref. 3. Arcadis Chile (2012). *Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío" – Informe Etapa 5 - Catastro Infraestructura de Riego* (3853-0000-GA-INF-004). Santiago, Chile.

Ref. 4. Arcadis Chile (2012). *Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío" – Informe Etapa 5 - Estudio Geotécnico* (3853-0000-GO-INF-006). Santiago, Chile.

Ref. 5. USBR. (1987). *Design of Small Dams*. Washington, DC.

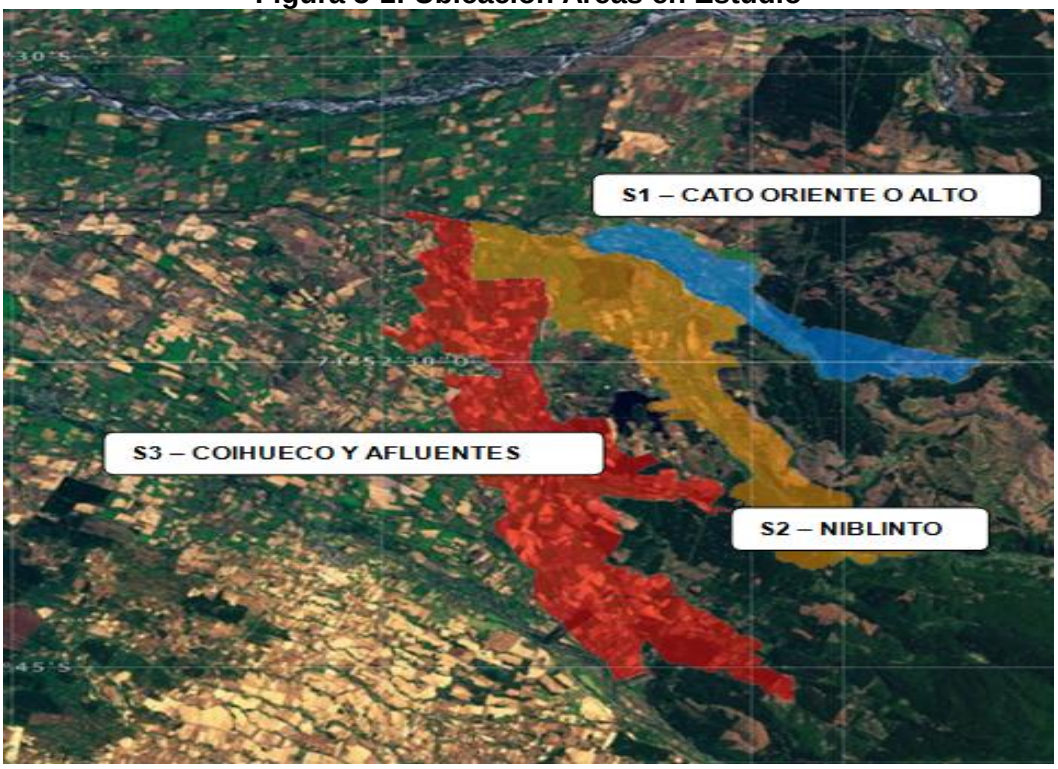
Ref. 6. Mery, H. (2000), *Apuntes de Curso de Diseño de Obras Hidráulicas. Parte III. Universidad de Chile.* Santiago, Chile.

Ref. 7. Ex Dirección de Riego, MOP. (1960), *Especificaciones Técnicas para Proyectos de Canales*, Santiago, Chile.

5 ALTERNATIVAS Y SECTORES EN ESTUDIO

El área de estudio se circunscribió a los sectores 1, 2 y 3 definidos en el estudio agroeconómico de la Ref.2, en el cual quedó establecido que el sector 1 (S1) corresponde a la zona que actualmente es regada por el río Cato, tanto en su ribera izquierda como derecha en el área oriente del estudio, no alcanzando la localidad de Coihueco. El sector 2 (S2) corresponde al área actualmente regada por el río Niblinto, inmediatamente al oriente del Embalse Coihueco. El sector 3 (S3) corresponde al área ubicada inmediatamente al poniente del Embalse Coihueco y no abastecida por este embalse. Esta área incluye el pueblo de Coihueco. En la Figura 5-1 se presentan los sectores de riego identificados anteriormente.

Figura 5-1: Ubicación Áreas en Estudio



6 CRITERIOS DE DISEÑO

6.1 TRAZADO DE CANALES

En función de los sectores de riego definidos en el Anexo B Estudios de Agronomía, se definieron los trazados de un total de 3 canales trasvases y 5 canales matrices, así como también de las obras de artes principales necesarias para el riego de las superficies de desarrollo agrícola en cada sector. El trazado de los canales y el emplazamiento de las obras son presentados en los planos 3853-2000-IH-PLA-001 al 3853-2000-IH-PLA-016. En el plano 3853-2000-IH-PLA-017 se muestra un unifilar del proyecto.

6.1.1 Canales Trasvases

Se proyectaron tres canales trasvases denominados como trasvase 1, 2 y 3. El canal trasvase 1 conduce las aguas captadas del río Niblinto al río Cato. El trasvase 2 transporta las aguas desde el río Niblinto al estero Coihueco, con una descarga intermedia en el estero Relbunco. Por último, el trasvase 3 lleva las aguas del río Niblinto al estero Relbunco.

Los canales de trasvase fueron trazados de forma tal que permitiesen incorporar el máximo de áreas de desarrollo agrícola ubicadas en la zona alta de cada sector, S1 y S3.

Los canales trasvases 1 y 2 se proyectaron siguiendo la topografía del sector, sobre la ladera de cerro, con una pendiente de fondo de canal de un 0,1%. El canal trasvase 3, en tanto, corresponde a un túnel cuyo trazado se definió de tal manera que la longitud del trazado fuese mínima, con el objetivo de disminuir los costos asociados a su construcción.

6.1.2 Canales Matrices

Se definieron 5 canales matrices de riego denominados 1, 2, 3, 4 y 5, los cuales se proyectaron siguiendo los siguientes criterios:

- Maximizar el área de riego bajo la cota de los canales, y;
- Minimizar los costos de construcción, utilizando las fajas y trazados de canales de riego ya existentes.

Los canales matrices de riego 1, 2, 3 y 4 se emplazan en el sector 3, mientras que el canal matriz 5 riega el sector 2. Para el sector 1 no se consideró un canal matriz, el riego de la superficie de ese sector se realizará con la red existente sin mejoramiento de canales.

Como se señaló anteriormente, el trazado de los canales matrices se realizó considerando emplazamientos de canales ya existentes. En el caso del canal matriz 1 se utilizó el canal Mardones y Maldonado. El canal matriz 2 consiste en un mejoramiento del actual canal Elgueta de Coihueco, mientras que para el trazado del canal matriz 3 se consideró el recorrido del canal Fundo Relbunco. El canal matriz 4 utilizó, de forma parcial, trazados de los canales Jorge de la Cerda, Navarrete Relbunco y Molino. Finalmente, el trazado del canal matriz 5 fue definido en base al emplazamiento del canal Navarrete.

6.2 CAUDALES DE DISEÑO

Se evaluó el costo de la red de riego analizando para ello el diseño de canales, tanto matrices como de trasvases, asociado al caudal máximo de diseño definidos como el 100%, de la superficie regada de cada sector. Los caudales considerados permitieron abarcar el rango de áreas potencialmente regables a través del embalse asociado a la red.

En la Tabla 6-1 se muestran los caudales de diseños considerados para determinar los costos.

Tabla 6-1: Resumen de Caudales de Diseño

Canal	Longitud (km)	Demanda Futura (l/s/ha)	100%	
			Sup. Riego Potencial (ha)	Q (m^3/s)
Matriz 1	17,0	0,75	2.667	2,0
Matriz 2	3,8	0,75	745	0,6
Matriz 3	6,8	0,75	329	0,2
Matriz 4	14,0	0,75	1.597	1,2
Matriz 5	10,4	0,79	2.445	1,9
Trasvase 1	16,8	0,75	1.187	0,9
Trasvase 2	35,6	0,68	1.015	2,7
Trasvase 3	7,0	0,75	767	2,6
TOTAL			**8.798**	**12,1**

Fuente: Elaboración Propia

6.3 OBRAS EN LOS TRAZADOS

6.3.1 Bocatomas

6.3.1.1 Canales de Trasvases

La ubicación de las distintas bocatomas de los canales de trasvases se definieron de acuerdo a los siguientes criterios:

- Maximizar el área de riego de los distintos sectores, definiendo para ello una cota de emplazamiento mínima de la bocatoma;
- Minimización de longitudes de los canales proyectados;
- Cota máxima posible de emplazamiento de botacomas igual a 412 m s.n.m., fijada por la entrega del posible embalse emplazado en el sitio 1.

6.3.1.2 Canales Matrices

Para el caso de los canales matrices, se proyecta utilizar de forma parcial los canales existentes, razón por la cuál, se consideró utilizar los emplazamientos de las bocatomas actuales de los canales.

6.3.2 Obras de Artes en los Canales

De acuerdo a la información disponible y lo observado en terreno, se identificaron las siguientes obras en la red de riego:

- Obra de toma
- Puentes sobre el canal
- Obra de entrega
- Obra de entrega tipo Cipoletti
- Obra caída inclinada
- Obra canoa
- Obras de cruce quebradas
- Obras de cruce de camino en alcantarilla
- Obra de entrega estero

Considerando el nivel de ingeniería solicitado en este estudio (prefactibilidad), las obras identificadas anteriormente fueron diseñadas como Obras Tipo, las cuales fueron ya proyectadas en estudios de similares características y envergaduras.

Las obras tipo utilizadas como base se presentan en los planos 3853-2000-IH-PLA-013 a 3853-2000-IH-PLA-016.

6.4 SECTORIZACIÓN GEOTÉCNICA

De acuerdo a los antecedentes geotécnicos generales levantados en el área de estudio, así como de la información obtenida a partir de las calicatas efectuadas en la zona del proyecto, se realizó una sectorización de los canales de riego de la zona que serán utilizados como parte de los canales matrices proyectados. El detalle de la sectorización se consigna en la Tabla 6-2.

Tabla 6-2: Sectorización Geotécnica

Canal	Canales Existentes	Taludes del Canal	Taludes de Terraplén	Revestimiento	Drenaje
MATRIZ 1	Mardones	1.5H/1V	3H/2V	Si	Si
	Miraflores				
MATRIZ 2	Elgueta	1H/1V	3H/2V	Si	Si
MATRIZ 3	Fundo Relbunco	1.5H/1V	3H/2V	Si	Si
MATRIZ 4	Jorge de la Cerda	1.5H/1V	3H/2V	No	No
	Navarrete Relbunco				
	Molino	1H/1V		Si	Si
MATRIZ 5	Navarrete	1H/1V	3H/2V	No	No
TRASVASES 1 Y 2	-	S.Inf 1.5H/1V	Roca: 1H/4V Con banquetas cada 8 m.	Si	S. Inf – si
			Suelo: 2H/3V Con banquetas cada 6 m.	Si	S. Inf – si

Fuente: Elaboración Propia

En caso que el canal matriz o trasvase requiera un sistema de drenaje se consideró un drenaje tipo barbacana ϕ = 1“ cada 20 m.

6.4.1 Revestimiento de canales

6.4.1.1 Canales de Trasvase

Conforme a la información geotécnica recopilada en el área de estudio, se consideró que los todos canales de trasvase fueran diseñados con revestimiento de hormigón, debido al importante grado de infiltración que presentan los suelos existentes.

6.4.1.2 Canales Matrices

El revestimiento de los canales matrices estará definido de acuerdo a la zona de riego. En caso de considerase revestimiento, las alternativas de revestimiento consideradas fueron hormigón o mampostería de piedra.

6.5 DISEÑO HIDRÁULICO

6.5.1 Velocidades admisibles en Canales

Se adoptaron las velocidades recomendadas en Ref. 7, la cuales se presentan en la Tabla 6-3.

Tabla 6-3: Velocidades Máximas Permisibles de Canales

Tipo de terreno.	v (m/s)
Roca sana	4,5
Conglomerados firmes	2,5
Toscas	2,5
Ripios bien conglomerados	2,0
Arcillas	1,0
Trumaos	0,7
Arenas	0,5
Revestimientos de hormigones	6,0
Revestimientos de suelo-cemento	3,0

Fuente: Elaboración Propia

6.5.2 Pérdidas de carga Hidráulica

6.5.2.1 Canales Abiertos

Para el cálculo de las pérdidas de carga por roce en flujos gravitacionales se utilizó la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:
V velocidad del flujo (m/s)
R radio hidráulico (m)
J pérdida friccional unitaria (m/m)
n coeficiente de rugosidad de Manning

6.5.2.2 Conductos Cerrados

Para estimar las pérdidas de carga por roce a lo largo de ductos en presión se utilizó la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

h_f Pérdida de carga (m)
f Factor de fricción (adimensional)
D Diámetro de la tubería (m)
L Longitud de tramo (m)

El factor de fricción f se obtiene con la ecuación de Nikuradse:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot Log\left(\frac{K/D}{3.71}\right)$$

Dónde:

K Rugosidad absoluta (m)
f Factor de fricción (adimensional)
Para el cálculo de pérdidas de carga singulares en flujos en presión se usó la siguiente expresión:

$$h_s = C\frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

C coeficiente de pérdida de carga por efecto de la singularidad
g Aceleración de gravedad (9,8 m/s^s)

6.5.3 Revanchas en Canales

La revancha de los canales se definió de acuerdo al régimen de escurrimiento esperado en el canal (subcrítico o supercrítico):

a) Escurrimiento Subcrítico: Se proyectaron revanchas equivalentes a un 15% de la altura normal de escurrimiento, con un mínimo de 0,2 m.

b) Escurrimiento Supercrítico: se adoptó la recomendación expuesta en la Ref. 5, la cual expresa que para canales supercríticos la revancha mínima es:

$$Revancha = 0{,}61 + 0{,}037 \cdot V_n \cdot \sqrt[3]{y_n}$$

Dónde:

V: Velocidad normal del flujo en el rápido (m/s).
y_n: Altura normal del flujo en el rápido (m).

6.5.4 Radios mínimos

De acuerdo a lo definido en Ref. 6, se aceptará como mínimo un radio de curvatura de canal igual a 5 veces el ancho superficial de la sección mojada del canal.

6.5.5 Rugosidad de Revestimiento en Canales

Se consideró un coeficiente de rugosidad de Manning para superficies de hormigón de n=0,015, para la mampostería de piedra n=0,025 y 0,030 para terreno natural.

6.5.6 Taludes

Se utilizaron los taludes adoptado acorde a las recomendaciones de la sectorización geotécnica consignada en la Tabla 6-2.

6.5.7 Sección Transversal del Canal

6.5.7.1 Canales Matrices

En general los canales matrices se proyectaron sobre canales existentes, por lo que se consideró un mejoramiento de dichos canales manteniendo sus anchos basales originales, definiéndose secciones trapezoidales en los canales.

6.5.7.2 Canales de Trasvase

El diseño del canal trasvase 1 consideró una sección trapecial con un ancho basal constante a lo largo de todo el trazado.

El diseño del canal trasvase 2 consideró dos secciones trasversales. La primera sección va desde la bocatoma hasta la entrega en el Estero Relbunco, para un caudal de 5,3 m^3/s, y la segunda desde Estero Relbunco hasta el Estero coihueco para un caudal de 2,7 m^3/s.

7 PREDISEÑO DE CANALES

En la Tabla 7-1 se consignan la tramificación adoptada por canales y los parámetros de diseño utilizados.

Tabla 7-1: Parámetros de Diseños

Canal	Tramo	Caudal	KM		Pendiente	Coeficiente Manning	Ancho Basal	Talud	
		(m³/s)	INI	FIN			(m)	(H : V)	
Matriz 1	1	2,0	0	1000	0,65%	0,025	2,00	1,5	1
	2	2,0	1000	1500	0,70%	0,025	2,00	1,5	1
	3	2,0	1500	4000	0,70%	0,025	2,00	1,5	1
	4	2,0	4000	7000	0,75%	0,025	2,00	1,5	1
	5	2,0	7000	11000	0,80%	0,025	2,00	1,5	1
	6	2,0	11000	14000	0,60%	0,025	2,00	1,5	1
	7	2,0	14000	15240	0,75%	0,025	2,00	1,5	1
Matriz 2	1	0,6	0	334	0,30%	0,015	1,50	1	1
	2	0,6	334	2622	0,18%	0,015	1,50	1	1
	3	0,6	2622	3771	0,82%	0,025	1,50	1	1
Matriz 3	1	0,2	0	6728	1,03%	0,025	0,50	1,5	1
Matriz 4	1	1,2	0	2700	0,96%	0,030	1,50	1,5	1
	2	1,2	2700	7000	0,96%	0,030	1,00	1,5	1
	3	1,2	7000	9000	0,88%	0,015	1,00	1,0	1
	4	1,2	9000	12000	0,53%	0,015	1,00	1,0	1
	5	1,2	12000	13040	0,56%	0,015	1,00	1	1
Matriz 5	1	1,9	0	1537	0,28%	0,030	3,00	1	1
	2	1,0	1537	5237	0,82%	0,030	2,50	1	1
	3	0,4	5237	9753	0,82%	0,030	1,50	1	1
Trasvase 1	1	0,9	0	16839	0,10%	0,015	1,00	1,5	1
Trasvase 2	1	5,3	0	14950	0,10%	0,015	1,50	1,5	1
	2	2,7	14950	35759	0,10%	0,015	1,00	1,2	1
Trasvase 3	1	2,6	0	666	0,30%	0,015	1,50	0	1
	2	2,6	666	2321	0,30%	0,015	1,50	0	1
	3	2,6	2321	2384	0,30%	0,015	1,50	0	1

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 7-2 se muestran las condiciones hidráulicas de escurrimiento de los canales matrices y trasvases.

Tabla 7-2: Resultados Diseño Hidráulico

Canal	Tramo	Altura Escurrimiento (m)	Altura Canal (m)	A* (m²)	P* (m)	Rh* (m)	Velocidad (m/s)	Fr	Material**
Matriz 1	1	0,47	0,70	1,3	3,7	0,3	1,58	0,83	MP
	2	0,46	0,65	1,2	3,7	0,3	1,62	0,86	MP
	3	0,46	0,65	1,2	3,7	0,3	1,62	0,86	MP
	4	0,45	0,65	1,2	3,6	0,3	1,66	0,89	MP
	5	0,44	0,65	1,2	3,6	0,3	1,70	0,91	MP
	6	0,48	0,70	1,3	3,7	0,3	1,54	0,80	MP
	7	0,45	0,65	1,2	3,6	0,3	1,66	0,89	MP
Matriz 2	1	0,27	0,50	0,5	2,2	0,2	1,28	0,85	H
	2	0,31	0,50	0,6	2,4	0,2	1,08	0,67	H
	3	0,27	0,50	0,5	2,3	0,2	1,27	0,85	MP
Matriz 3	1	0,22	0,45	0,2	1,3	0,1	1,10	0,88	MP
Matriz 4	1	0,40	0,60	0,8	2,9	0,3	0.99	0,41	TN
	2	0,48	0,70	0,8	2,7	0,3	0.99	0,54	TN
	3	0,36	0,60	0,5	2,0	0,2	2,44	1,46	H
	4	0,42	0,65	0,6	2,2	0,3	2,03	1,14	H
	5	0,41	0,65	0,6	2,2	0,3	2,07	1,17	MP
Matriz 5	1	0,54	0,75	1,9	4,5	0,4	0,99	0,46	TN
	2	0,30	0,50	0,8	3,3	0,2	1,20	0,74	TN
	3	0,23	0,45	0,4	2,2	0,2	0,99	0,70	TN
Trasvase 1	1	0,51	0,70	0,9	2,9	0,3	0,99	0,53	H
Trasvase 2	1	1,32	1,52	3,3	5,0	0,7	1,60	0,56	H
	2	0,78	1,00	2,1	4,3	0,5	1,30	0,56	H
Trasvase 3	1	0,87	1,10	1,3	3,2	0,4	1,99	0,68	H
	2	0,87	1,10	1,3	3,2	0,4	1,99	0,68	H
	3	0,87	1,10	1,3	3,2	0,4	1,99	0,68	H

* A: área, P: perímetro mojado, Rh: Radio hidráulico.
** TN: terreno natural, H: hormigón; MP: Mampostería piedra.
Fuente: Elaboración Propia

8 CUBICACIÓN

8.1 MOVIMIENTO DE TIERRA

8.1.1 Canales Matrices

La cubicación del movimiento de tierra (excavación y relleno) de los canales matrices fue determinada utilizando el programa Civil 3D, considerando como base el levantamiento topográfico realizado para este estudio.

8.1.2 Canales de Trasvases

La determinación del movimiento de tierra de los canales de trasvases se realizó a partir de un levantamiento topográfico utilizando el software Global Mapper, considerando una sección trapezoidal tipo.

8.1.3 Estimación Movimiento de Tierra

El movimiento de tierra estimado para el mejoramiento y construcción de los canales matrices y trasvases se muestra en la Tabla 8-1.

Tabla 8-1: Movimiento de Tierras por Canal

Canal	Longitud (m)	Excavación (m^3)	Relleno (m^3)	Tipo de Suelo a excavar
Matriz 1	15.240	292.751	265	Material común
Matriz 2	3.771	19.119	2	Material común
Matriz 3	7.106	156.929	290	Material común
Matriz 4	13.040	147.414	122	Material común
Matriz 5	9.753	94.940	318	Material común
Trasvase 1	16.839	146.010	12.268	Roca
		964.066		Material común
Trasvase 2	35.759	367.686	1.457	Roca
		832.053		Material común
Trasvase 3	2.384	13.015	0	Roca

Fuente: Elaboración Propia

8.2 REVESTIMIENTO DE CANALES

De acuerdo a la sectorización geotécnica por canal, presentado en la Tabla 6-2 del Acápite 4.4, se estimaron los siguientes volúmenes de revestimiento por canal, los cuales se presentan en la Tabla 8-2. La cubicación del revestimiento utilizado en la red de riego proyectada, se calculó con un espesor de 0,2 m, para el revestimiento de hormigón y mampostería de piedra.

Tabla 8-2: Cubicación del Revestimiento por Canal

Canal	Tramo	Volumen de Revestimiento (m^3)
Matriz 1	1	989
	2	476
	3	2382
	4	2859
	5	3812
	6	2967
	7	1182
Matriz 2	1	219
	2	1501
	3	754
Matriz 3	1	3423
Matriz 4	3	1225
	4	1922
	5	666
Trasvase 1	1	13286
Trasvase 2	1	17977
	2	23001
Trasvase 3	1	546
	2	2009
	3	52

Fuente: Elaboración Propia

9 COSTOS

La obtención de los costos de cada ítem del proyecto se basó en la experiencia de la consultora en proyectos similares. En la Tabla 9-1 se indican los precios unitarios desglosados según las actividades principales que se deben ejecutar.

Tabla 9-1: Resumen Precios Unitarios

Descripción	Unidad	Costo Unitario US$
Movimiento de Tierra		
Preparación y limpieza de la faja	km	2918,03
Escarpe	m³	2,53
Excavación Plataforma en material común	m³	4,85
Excavación Plataforma en roca	m³	22,11
Excavación Zanja en material común	m³	8,19
Excavación zanja en roca	m³	26,48
Terraplén	m³	7,00
Relleno estructural	m³	14,07
Hormigón para emplantillado	m³	240,86
Obras Civiles		
Mampostería de Piedra	m³	86,93
Hormigón H30 para losas	m³	497,97
Hormigón H30 cruce camino	m³	435,38
Hormigón H30 para obras exteriores	m³	373,53
Hormigón H-30 canal de conducción	m³	372,07
Hormigón H25 para radier túnel	m³	350,37
Tubo de acero corrugado D = 500 mm	m	136,10
Tubo de acero corrugado 1/2 caña D = 800 mm	m	137,20
Enfierradura A44-28H y A63-42H	kg	1,87
Estructuras		
Reja Hidráulica	kg	6,42
Estructuras apoyos	kg	8,03
Compuerta metálica	kg	7,86
Junta estructural	un	36,00
Baranda metálica	m	54,00
Señalización Letreros	un	100,00
Porton de Madera (5 m luz dos Hojas)	un	182,40
Limnimetro	m	30,00

Fuente: Elaboración Propia

A continuación en las Tabla 9-2 a Tabla 9-9 se muestran los costos directos asociado a cada canal.

Tabla 9-2: Resumen Costo Directo Canal Matriz 1

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sector 3 (Coihueco) - Canal Matriz 1:					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Captación Canal Matriz 1 (Q = 2 m³/s)**	**gl**	**1,0**	1.070.505	**1.070.505**
02	**Canal Matriz 1**				**3.676.359**
	Movimiento de Tierra				
02.01	Excavación Material Común	m³	292.751	8,2	2.397.627
02.02	Relleno Compactado	m³	265	14,1	3.729
	Obras Civiles				
02.03	Mampostería de Piedra	m³	14.667,0	86,9	1.275.002
03	**Obras de Cruce de Camino**	**gl**	7,0	8.484,7	**59.393**
04	**Obras de Cruce de Quebrada**	**gl**	1,0	3.934,7	**3.935**
05	**Drenaje**	un	762,0	2,7	**2.027**
	COSTOS DIRECTOS				**4.812.218**

Tabla 9-3: Resumen Costo Directo Canal Matriz 2

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sector 3 (Coihueco) - Canal Matriz 2:					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Captación Canal Matriz 2**	**gl**	**1,0**	780.999,3	**780.999**
02	**Canal Matriz 2**				**862.117**
	Movimiento de Tierra				
02.01	Excavación Material Común	m³	19.119	8,2	156.584
02.02	Relleno Compactado	m³	2	14,1	28
	Obras Civiles				
02.03	Hormigones H-30 canal de conducción	m³	1.720	372,1	639.959
02.04	Mampostería de Piedra	m³	754	86,9	65.545
03	**Obras de Entrega**	**gl**	**2,0**	27.503,5	**55.007**
04	**Obras de Cruce camino**	**gl**	**2,0**	8.484,7	**16.969**
05	**Drenaje**	**un**	**188,6**	2,7	**502**
	COSTOS DIRECTOS				**1.715.594**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9-4: Resumen Costo Directo Canal Matriz 3

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sector 3 (Coihueco) - Canal Matriz 3:					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Captación Canal Matriz 3**	**gl**	**1,0**	780.999	**780.999**
02	**Canal Matriz 3**				**1.586.889**
	Movimiento de Tierra				
02.01	Excavación Material Común	m³	156.929	8,2	1.285.247
02.02	Relleno Compactado	m³	290	14,1	4.081
	Obras Civiles				
02.03	Mampostería de Piedra	m³	3.423	86,9	297.561
03	**Drenaje**	**un**	**355,3**	2,7	**945**
	COSTOS DIRECTOS				**2.368.834**

Tabla 9-5: Resumen Costo Directo Canal Matriz 4

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sector 3 (Coihueco) - Canal Matriz 4:					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Captación Canal Matriz 4**	**gl**	**1,0**	1.070.505	**1.070.505**
02	**Canal Matriz 4**				**2.540.967**
	Movimiento de Tierra				
02.01	Excavación Material Común	m³	147.414	8,2	1.207.321
02.02	Relleno Compactado	m³	122	14,1	1.717
	Obras Civiles				
02.03	Hormigones H-30 canal de conducción	m³	3.148	372,1	1.171.276
02.04	Mampostería de Piedra	m³	667	240,9	160.654
03	**Obras de Entrega**	**gl**	**2,0**	27.503,5	**55.007**
04	**Obras de Cruce camino**	**gl**	**7,0**	8.484,7	**59.393**
05	**Obras de Caídas**	**gl**	**12,0**	109.597,8	**1.315.173**
06	**Drenaje**	**un**	**652,0**	2,7	**1.734**
	COSTOS DIRECTOS				**5.042.779**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9-6: Resumen Costo Directo Canal Matriz 5

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sector 2 (Niblinto) - Canal Matriz 5:					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Captación Canal Matriz 5**	**gl**	**1,0**	1.070.505	**1.070.505**
02	**Canal Matriz 5**				**782.033**
	Movimiento de Tierra				
02.01	Excavación Material Común	m³	94.940	8,2	777.559
02.02	Relleno Compactado	m³	318	14,1	4.474
	Obras Civiles				
03	**Obras de Cruce de Canal**	**gl**	**3,0**	6.437,6	**19.313**
04	**Obras de Cruce camino**	**gl**	**7,0**	8.484,7	**59.393**
05	**Obras de Caídas**	**gl**	**2,0**	109.597,8	**219.196**
06	**Obras de Entrega**	**gl**	**2,0**	27.503,5	**55.007**
	COSTOS DIRECTOS				**2.205.446**

Tabla 9-7: Resumen Costo Directo Canal Trasvase 1

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sector 3 (Coihueco) - Canal Trasvase 1:					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Captación Canal Trasvase 1 (Q=2 a 3 m³/s)**	**gl**	**1,0**	780.999,3	**780.999**
02	**Canal Trasvase 1**				**27.769.501**
	Movimiento de Tierra				
02.01	Escarpe	m³	55.504	2,53	140.425
02.02	Excavación Material Común	m³	146.010	8,2	1.195.819
02.03	Excavación en roca	m³	964.066	22,1	21.317.320
02.04	Relleno Compactado	m³	12.268	14,1	172.615
	Obras Civiles				
02.05	Hormigones H-30 canal de conducción	m³	13.286	372,1	4.943.322
03	**Obras de Cruce Camino**	**gl**	3,0	8.484,7	**25.454**
04	**Obras de Cruce Quebrada**	**gl**	3,0	3.974,8	**11.924**
05	**Drenaje**	**un**	840	2,7	**2.234**
	COSTOS DIRECTOS				**28.590.113**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9-8: Resumen Costo Directo Canal Trasvase 2

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sector 3 (Coihueco) - Canal Trasvase 2:					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Captación Canal Trasvase 2**	**gl**	**1,0**	1.171.499	**1.171.499**
02	**Canal Trasvase 2 (Km 0,0 - Km 14,950)**				**18.038.547**
	Movimiento de Tierra				
02.01	Escarpe	m^3	27.948	2,53	70.709
02.02	Excavación Material Común	m^3	77.874	8,2	637.791
02.03	Excavación en roca	m^3	481.088	22,1	10.637.767
02.04	Relleno Compactado	m^3	246	14,1	3.467
	Obras Civiles				
02.04	Hormigones H-30 canal de conducción	m^3	17.977	372,1	6.688.813
03	**Obras de Cruce Camino**	**gl**	1,0	8.484,7	**8.485**
04	**Obras de Cruce Quebrada**	**gl**	4,0	3.974,8	**15.899**
05	**Obras de entrega a estero**	**gl**	1,0	138.588	**138.588**
06	**Drenaje**	**un**	748	2,7	**1.988**
	COSTOS DIRECTOS				**19.375.006**
07	**Captación Canal Trasvase 2**	**gl**	**1,0**	1.171.499	**1.171.499**
08	**Canal Trasvase 2 (Km 14,950 - Km 35,759)**				**18.790.068**
	Movimiento de Tierra				
08.01	Escarpe	m^3	32.039	2,53	81.058
08.02	Excavación Material Común	m^3	289.811	8,2	2.373.555
08.03	Excavación en roca	m^3	350.965	22,1	7.760.494
08.04	Relleno Compactado	m^3	1.210	14,1	17.030
	Obras Civiles				
08.05	Hormigones H-30 canal de conducción	m^3	23.001	372,1	8.557.930
09	**Obras de Cruce Camino**	**gl**	4,0	8.484,7	**33.939**
10	**Obras de Cruce Quebrada**	**gl**	7,0	3.974,8	**27.824**
11	**Obras de entrega a estero**	**gl**	2,0	138.588	**277.176**
12	**Drenaje**	**un**	1.040	2,7	**2.768**
	COSTOS DIRECTOS				**20.303.273**
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				**39.678.279**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9-9 Resumen Costo Directo Canal Trasvase 3

Estudio de Prefactibilidad "Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincía de Ñuble, Región del Bío-Bío."					
Sector de Coihueco - Canal Trasvase 3:					
Item	**Descripción**	**Un.**	**Cantidad**	**Precio Un. (USD)**	**Total (USD)**
01	**Obra toma Trasvase 3**	**gl**	**1,0**	1.171.499	**1.171.499**
02	**Canal aducción Trasvase 1**				**409.922**
	Movimiento de Tierra				
01.01	Escarpe	**m³**	773,5	2,5	1.960
01.02	Excavación en zanja Roca	**m³**	7.735	26,5	204.812
	Obras Civiles				
01.03	Hormigones H-30 canal de conducción	**m³**	546,0	372,1	203.150
03	**Túnel Trasvase 1**				**15.386.984**
	Movimiento de Tierra				
02.01	Excavación Túnel	m³	3.325,7	2.736	9.099.060
02.02	Excavación Portal Aguas Arriba	m³	50,0	27,2	1.361
02.03	Excavación Portal Aguas Abajo	m³	50,0	27,2	1.361
	Obras Civiles				
02.04	Sostenimiento Túnel	gl	1.623,0	2.743	4.451.889
02.05	Hormigones H-30 Túnel	m³	2.009,0	524,6	1.053.821
02.06	Armadura (40 kg/m³)	Ton	401,8	1.940,0	779.492
04	**Canal aducción Trasvase 1**				**71.609**
	Movimiento de Tierra				
04.01	Escarpe	**m³**	**196**	2,5	495
04.02	Excavación en zanja Roca	**m³**	**1.955**	26,5	51.766
	Obras Civiles				
04.03	Hormigón estructural H-30	**m³**	**52,0**	372,1	19.348
05	**Obras de entrega a estero**	**gl**	1,0	137.101,2	**137.101**
06	**Drenaje**	**un**	238,3	2,7	**634**
	COSTOS DIRECTOS				**17.177.750**

Fuente: Elaboración Propia

10 RESUMEN DE COSTOS

En la Tabla 10-1 se resumen los costos directos por canal.

Tabla 10-1 Resumen Costos por Canal

Canal	TOTAL US$
Matriz 1	4.812.258
Matriz 2	1.715.594
Matriz 3	2.368.834
Matriz 4	5.060.620
Matriz 5	2.208.419
Trasvase 1	28.590.113
Trasvase 2	39.678.279
Trasvase 3	17.179.236

En la Figura 10-1 a 13-6

Figura 10-6 se muestran las curvas de costos de la red de canales, obras de embalse y costos totales para los 3 sitios en estudio y para las dos Configuraciones de escenarios de riego (superficies) consideradas en Anexo I Evaluación Económica.

En estas figuras se aprecia claramente los saltos en los montos de inversión que se producen en la curva de costos por efecto de la incorporación de los sectores o superficies de riego Cato y Coihueco, a través de las obras de trasvase.

Figura 10-1: Curva de Costos Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 1

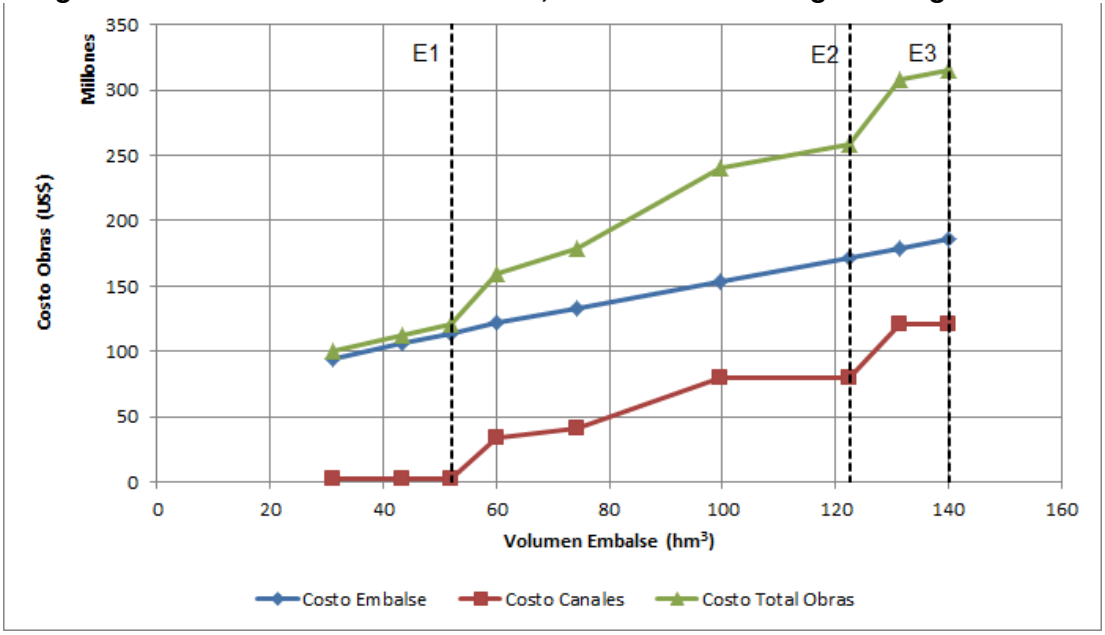


Figura 10-2: Curva de Costos Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 1

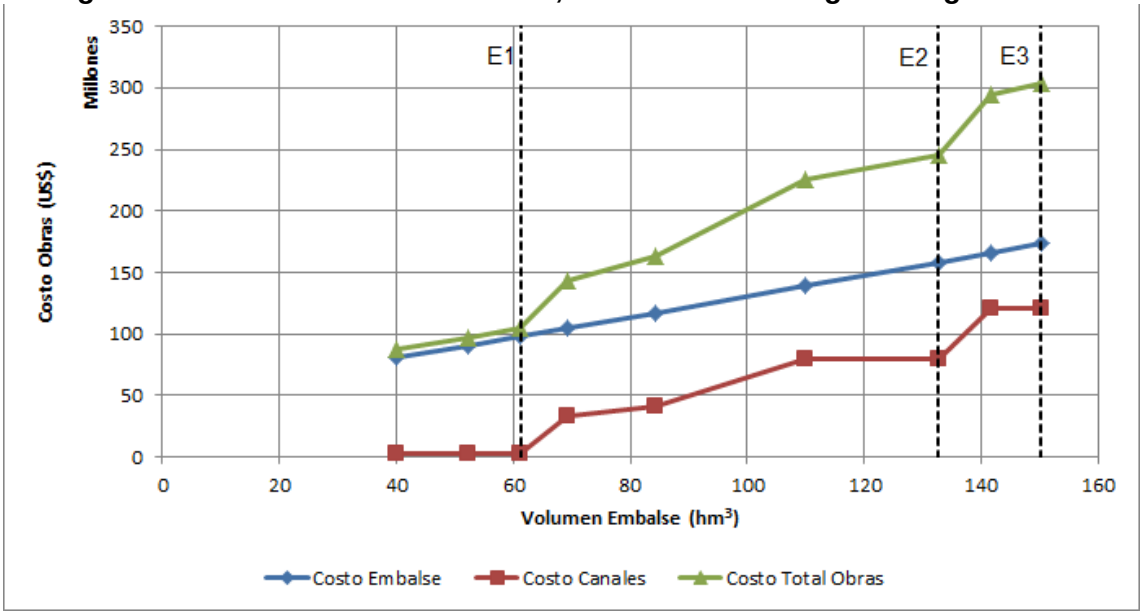


Figura 10-3: Curva de Costos Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 1

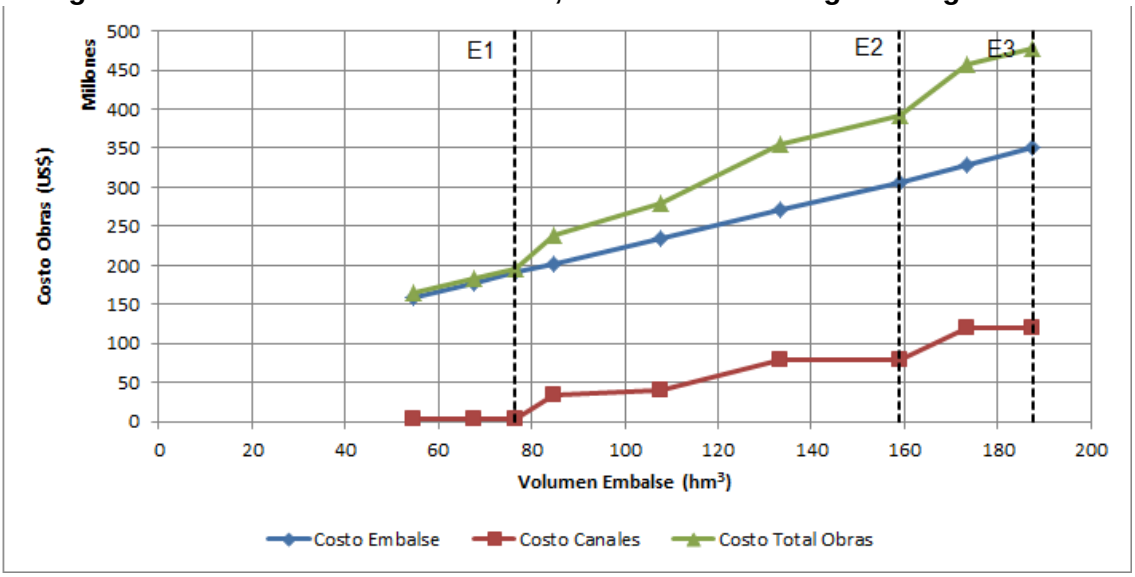


Figura 10-4: Curva de Costos Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 2

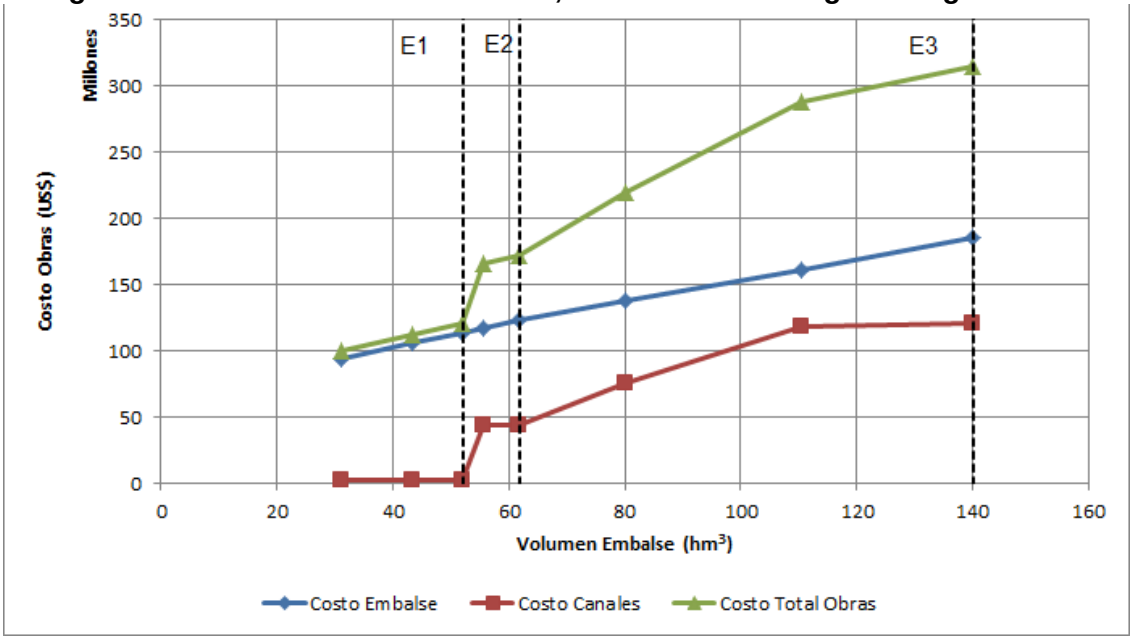


Figura 10-5: Curva de Costos Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 2

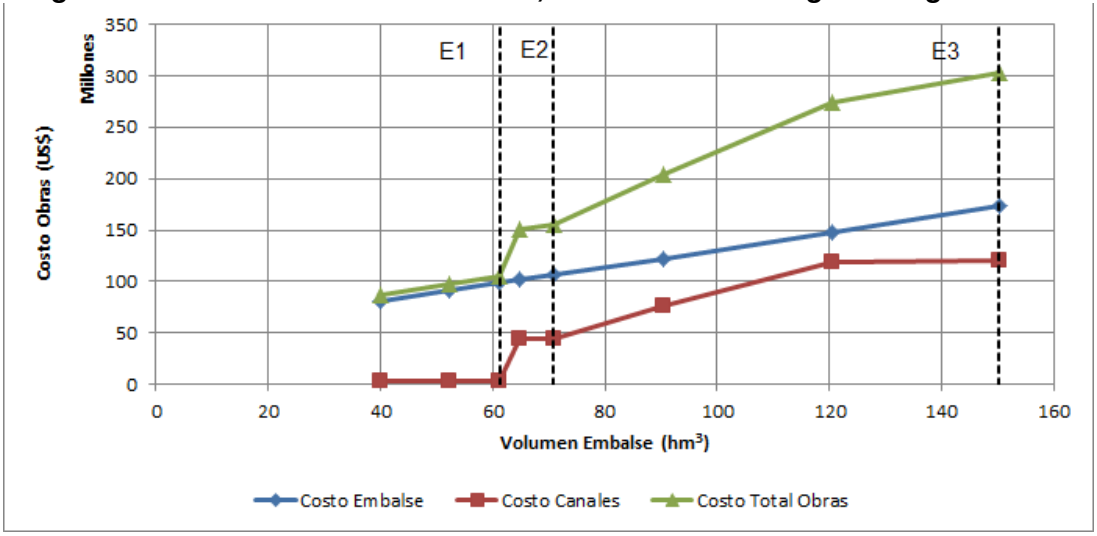
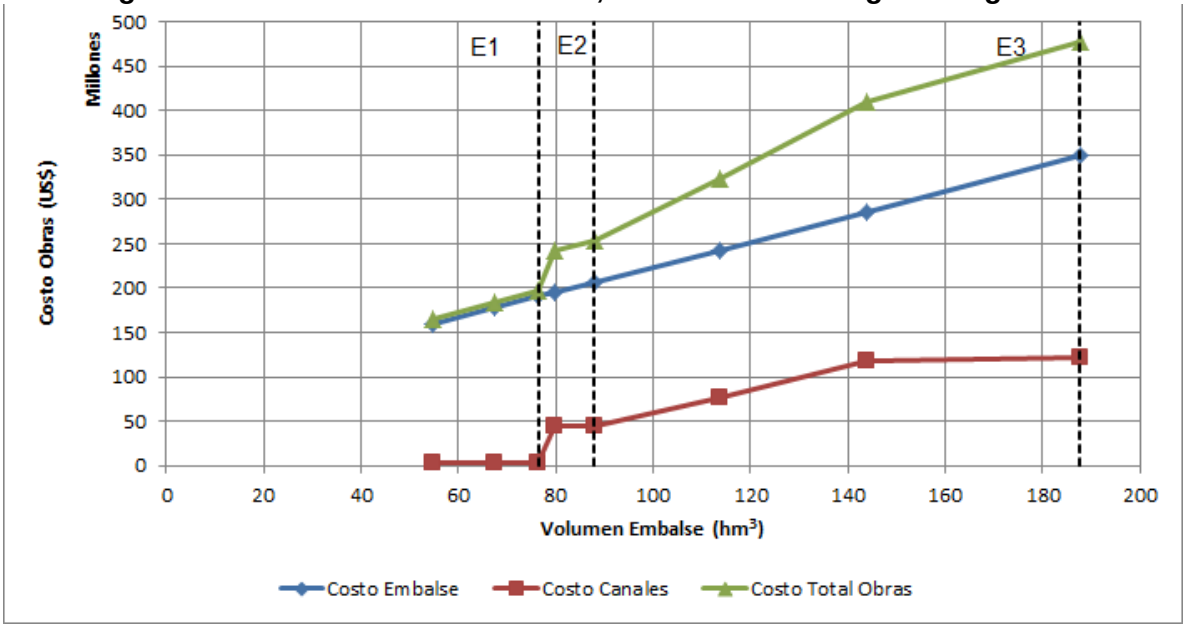


Figura 10-6: Curva de Costos Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 2



COMISION NACIONAL DE RIEGO (CNR)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO"

N° 3853-1000-GE-INF-001_1

INFORME ANÁLISIS DE ESTABILIDAD MUROS DE PRESA EMBALSE NIBLINTO

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	E. Santos	J. Ubilla	A. Gómez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	29.10.12	05.11.12	05.11.12	
0	Nombre Firma	E. Santos	J. Ubilla	A. Gómez	Aprobado Cliente
	Fecha	06.12.12	06.12.12	11.12.12	
1	Nombre Firma	E. Santos	J. Ubilla	A. Gómez	Aprobado Cliente
	Fecha	15.01.13	15.01.13	31.01.13	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 02 381 6000
Fax: +56 02 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO"

INFORME ANÁLISIS DE ESTABILIDAD MUROS DE PRESA EMBALSE NIBLINTO

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4

2 ALCANCE 4

3 REFERENCIAS 5

4 CRITERIOS DE DISEÑO 6

4.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS 6
4.2 FUNDACIONES DE LA PRESA 6
4.3 RELLENOS DE MURO 6

5 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD 9

6 ANALISIS DE ESTABILIDAD 10

6.1 METODOLOGÍA 10
6.2 SECCIONES ANALIZADAS 11
6.3 CASOS DE ANÁLISIS 15
6.4 HIPÓTESIS DE CÁLCULO 15
6.4.1 Nivel Freático Muros 15
6.4.2 Coeficiente seudo-estático 16
6.5 CONDICIONES ANALIZADAS 17
6.6 CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD 17
6.7 RESULTADOS 18

7 ANÁLISIS DE SIMPLIFICADO DE DEFORMACIONES POR ASENTAMIENTO 20

8 CONCLUSIONES 22

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A Figuras Análisis de Estabilidad

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4-1: Geometría de Embalse Niblinto 6

Tabla 5-1: Parámetros Geotécnicos Adoptados Terreno de Fundación. 9

Tabla 5-2: Parámetros Geotécnicos Adoptados Muro. 9

Tabla 6-1: Aceleraciones máximas del suelo (g) esperadas. Embalse Niblinto 16

Tabla 6-2: Embalse Niblinto. Resultados de análisis de estabilidad Muro “Sitio 1”. Factores de seguridad asociados a superficies de deslizamiento críticas. 18

Tabla 6-3: Embalse Niblinto. Resultados de análisis de estabilidad Muro “Sitio 2”. Factores de seguridad asociados a superficies de deslizamiento críticas. 18

Tabla 6-4: Embalse Niblinto. Resultados de análisis de estabilidad Muro “Sitio 3”. Factores de seguridad asociados a superficies de deslizamiento críticas. 18

Tabla 7-1: Muro Embalse Niblinto. Datos considerados para análisis simplificado de deformaciones. 20

Tabla 7-2: Muro Embalse Niblinto. Asentamiento relativo y magnitud de los asentamiento. . 21

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4-1: Figura representativa Rellenos Muro Tipo CFRD. 8

Figura 6-1: Sección Analizada Muro “Sitio 1” 12

Figura 6-2: Sección Analizada Muro “Sitio 2” 13

Figura 6-3: Sección Analizada Muro “Sitio 3” 14

Figura 7-1: Evaluación de los asentamientos sísmicos porcentuales (ref. a) 20

1 INTRODUCCIÓN

En el marco del estudio de prefactibilidad para el mejoramiento del riego en la cuenca del río Niblinto, se presentan en este informe los resultados de un análisis de estabilidad (estático y seudo-estático) y de un análisis dinámico simplificado de deformaciones para las alternativas de embalses seleccionadas en etapas previas del estudio.

Las alternativas de embalses analizadas corresponden a:

- Muro sector “Sitio 1”: Alternativa de Ubicación seleccionada N°2 en la Etapa 1. Ubicada a 16 km de la confluencia con el río Cato, aproximadamente.

- Muro sector “Sitio 2”: Alternativa de Ubicación seleccionada N°3 en la Etapa 1. Ubicada 1,6 km aguas arriba del “Sitio 1”, aproximadamente a 18 km de la confluencia con el río Cato.

- Muro sector “Sitio 3”: Alternativa de Ubicación seleccionada N°4 en la Etapa 1. Se sitúa 1,2 km aguas abajo de la confluencia del río Niblinto con la quebrada El Imposible, a 7 km aguas arriba de “Sitio 2”.

Para los análisis de estabilidad en dos dimensiones (2D) se consideró la sección transversal de mayor altura de muro.

2 ALCANCE

El alcance de este informe incluye:

- Descripción, a nivel de prefactibilidad, de las características geométricas de los muros del embalse Niblinto, para las tres alternativas descritas;

- Definición de los materiales componentes de los muros de los embalses, a nivel de prefactibilidad, y sus propiedades geotécnicas de acuerdo a antecedentes disponibles y la experiencia de ARCADIS en el diseño de embalses de enrocado con pantalla de hormigón (Concrete Face Rockfill Dam - CFRD);

- Estimación de los factores de seguridad estáticos y seudo-estáticos mediante métodos de equilibrio límite bidimensionales, en condición de embalse vacío y en condición de embalse lleno. Análisis realizado para las tres alternativas descritas; y

- Estimación de las deformaciones sísmicas a través del método simplificado de Swaisgood (2003), para la sección de mayor altura de muro, para los tres casos de estudio.

3 REFERENCIAS

Los siguientes antecedentes han sido utilizados en la preparación de este informe:

a) Swaisgood (2003). Embankment Dam Deformations Caused by Earthquakes. Conferencia “2003 Pacific Conference on Earthquake Engineering”. Paper No. 14.

b) Ponce de León y Asociados, S.A. Presa La Regadera II – Colombia. II Simposio sobre Barragens de Enrocamento com Face de Concreto. .

c) Fell, MacGregor, Stapledon & Bell (2005). Geotechnical Engineering of Dams. Editorial Balkema.

d) Cooke, B. & Sherard, J. (Editores). (1985). “Concrete Face Rockfill Dams - Design, Construction and Performance”.

e) Castro, J.P. (2001). “Instrumentación y Comportamiento de la Presa del Embalse Puclaro Durante su Construcción y Llenado.” Tesis para optar al título de ingeniero civil.

f) Kramer, S. (1996). “Geotechnical Earthquake Engineering”. Editorial Prentice Hall.

g) Saragoni, R. (1993). Análisis del Riesgo Sísmico para la Reconstrucción del Puerto de Valparaíso.

h) ARCADIS (2012). Estudio Geotécnico – Estudio de Prefactibilidad del Proyecto “Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble”, Región del Bío-Bío - 3853-0000-GO-INF-006_0.

i) ARCADIS (2012). Estudio Sísmico – Estudio de Prefactibilidad del Proyecto “Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble”, Región del Bío-Bío - 3853-0000-GO-INF-003_0.

j) ARCADIS (2012). Geología de Alternativas de Embalse 1, 2 y 3 – Estudio de Prefactibilidad del Proyecto “Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble”, Región del Bío-Bío - 3853-0000-GO-INF-002_0.

k) ARCADIS (2012). Informe Etapa 1 – Estudio de Prefactibilidad del Proyecto “Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble”, Región del Bío-Bío - 3853-0000-GA-INF-001_0.

4 CRITERIOS DE DISEÑO

4.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

La Tabla 4-1 presenta la características geométricas para las tres alternativas de ubicación (ref. k).

Tabla 4-1: Geometría de Embalse Niblinto

Parámetro	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Altura máxima muro (m)	149	144	155
Nivel máximo agua eventual (m)	147	142	153
Ancho coronamiento (m)	8		
Talud Aguas Arriba (H:V)	1,5:1		
Talud Aguas Abajo (H:V)	1,6:1		

4.2 FUNDACIONES DE LA PRESA

Los muros de presa en el “Sitio 1” y “Sitio 2” estarán fundados en roca. En efecto, el muro de “Sitio 1” se encuentra sobre tobas y brechas volcánicas de calidad media a mala y el muro de “Sitio 2” sobre dacitas/riolitas de calidad buena a excelente. El muro de “Sitio 3” se encuentra sobre depósitos fluviales correspondientes a bolones y bloques, algunos de diámetro métrico, de naturaleza fundamentalmente andesítica y granodiorítica, entre los que se detectaron algunos niveles de suelos granulares, cuyas propiedades geotécnicas fueron estimadas a partir de los resultados de una campaña de prospecciones realizadas en los sectores de emplazamiento de dichos muros (ref. h). Al momento de escribir este informe la profundidad de la roca se encuentra en estudio por lo que para efectos del análisis de estabilidad se asume que el muro será fundado sobre un estrato de suelo de gran profundidad.

4.3 RELLENOS DE MURO

De acuerdo con el nivel de ingeniería de pre-factibilidad del proyecto, se considera que tanto para la evaluación de la estabilidad estática y seudo-estática como para la evaluación de las deformaciones sísmicas con método simplificado, que los materiales de relleno a utilizarse corresponden a 8 tipos de rellenos de características y disposición típicas en muros tipos CFRD. A continuación se presentan sus características principales y en la Figura 4-1 se presenta una sección representativa con la ubicación de cada uno de ellos dentro del muro.

- **Relleno 1A:** Este relleno está constituido por materiales con alto contenido de finos limosos. Se ubica aguas arriba de la pantalla de hormigón y tiene como propósito sellar potenciales fugas de agua en la zona del plinto y/o en la zona de la losa ubicada bajo la cota mínima de agua.

- **Relleno 1B:** Este relleno está constituido por materiales granulares. Se ubica aguas arriba del relleno 1A y tiene como propósito dar confinamiento y estabilidad al relleno 1A.

- **Relleno 2A:** Constituido por Arena o grava fina arenosa con tamaño máximo 3/4". Se emplaza como superficie de apoyo de la pantalla de hormigón y tiene por objetivo limitar deformaciones en la zona del plinto y actuar como filtro de relleno 1A.

- **Relleno 2B:** Este relleno está constituido por materiales granulares con tamaño máximo 3", alto contenido de arenas y algunos finos limosos. Se ubica aguas abajo de la pantalla de hormigón y tiene como propósito dar un soporte uniforme a la pantalla y reducir las fugas de agua en la eventualidad de producirse grietas en la pantalla de hormigón.

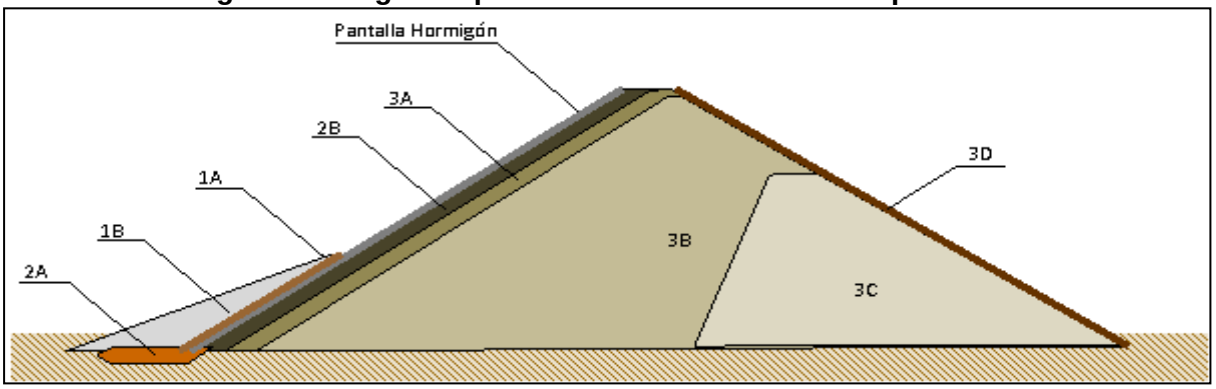
- **Relleno 3A:** Este relleno está constituido por gravas y arenas. Se ubica aguas abajo del material 2B y tiene como propósito actuar como un filtro de transición entre los materiales 2B y 3B. En el caso de potenciales fugas a través del muro, este relleno evita el lavado de finos del material 2B, lo que generaría deformaciones y grietas de la pantalla de hormigón. En etapas siguientes de la ingeniería deberá evaluarse su utilización.

- **Relleno 3B:** Este relleno está constituido por gravas arenosas con tamaño máximo 24". Este relleno constituye el mayor apoyo de la pantalla de hormigón, por lo tanto, debe ser compactado de manera de lograr un alto módulo de elasticidad con el propósito de limitar los asentamientos de la pantalla. El material debe permitir un drenaje libre después de ser compactado, por lo tanto, se recomienda que el porcentaje de finos no sea superior a 10% (Cooke and Sherard (1985), ref. d). Además se restringe el porcentaje de partículas menores a 4,76 mm (malla Nº4), a un 35%.

- **Relleno 3C**: Este relleno está constituido por gravas, bolones y bloques con tamaño máximo 32". Este material debe permitir drenaje libre después de ser compactado. Se recomienda que el porcentaje de finos no sea superior a 10% (Cooke and Sherard (1985), ref. d). Además se restringe el porcentaje de partículas menores a 4,76 mm (malla Nº4), a un 35%.

- **Relleno 3D:** Este relleno está constituido principalmente por bolones y bloques y tiene como propósito proteger el talud de aguas abajo del muro.

Figura 4-1: Figura representativa Rellenos Muro Tipo CFRD.



Para los análisis de estabilidad se ha considerado, a modo de simplificación acorde con el nivel de ingeniería actual y con un criterio conservador, que los materiales 3C y 3D poseen iguales propiedades geotécnicas que el material 3B (denominados los tres materiales como 3B en las secciones de análisis). Con el mismo criterio conservador, en los modelos no se incluyen los materiales 2A y 1A ni tampoco la pantalla de hormigón.

5 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

La definición de los parámetros geotécnicos se realizó a partir de la campaña de prospecciones de terreno y ensayos de laboratorio cuyos resultados están incluidos en el informe N° 3853-0000-GO-INF-006_0 realizado por ARCADIS (ref. h). Por otro lado, los parámetros geotécnicos utilizados en los materiales que componen los muros del embalse, debido al nivel de ingeniería de prefactibilidad actual del proyecto, fueron obtenidos a partir de antecedentes de otros proyectos que incluyen embalses con muros tipo CFRD de similares características que el embalse Niblinto. Las propiedades propuestas deberán ser validadas en etapas siguientes del proyecto.

Tabla 5-1: Parámetros Geotécnicos Adoptados Terreno de Fundación. Embalse Niblinto

Tipo de Suelo	Cohesión (kPa)	Ángulo de fricción interna ϕ (º)	γ (kN/m³)
Roca (tobas y brechas): Sitio 1	-	-	20,6
Roca (dacita/riolita): Sitio 2	-	-	17,7
Depósitos fluviales (Qfa): Sitio 3	9,81	38	23,5

Tabla 5-2: Parámetros Geotécnicos Adoptados Muro. Embalse Niblinto

Parámetro	Espaldones	Transiciones	Rellenos
	3B	2B/3A	1B
γ_d (kN/m³)	19,6	19,1	19,6
γ_t (kN/m³)	21,6	20,6	21,6
γ_{sat} (kN/m³)	23,5	22,6	23,5
c (kPa)	0	0	9,8
ϕ (º)	45	40	43

6 ANALISIS DE ESTABILIDAD

A continuación se presenta el análisis de estabilidad estático y seudo-estático de los muros de los Sitios 1, 2 y 3 mediante el modelo de equilibro límite, a través del cual se han determinado los factores de seguridad asociados a potenciales superficies de deslizamiento.

Se evaluarán las secciones a ser analizadas en la modelación seleccionando aquellos que sean más críticos para la estabilidad.

6.1 METODOLOGÍA

Los análisis de estabilidad se efectuaron mediante el método de equilibrio límite. Este método permite asociar un factor de seguridad a una potencial superficie de deslizamiento con una geometría definida. El factor de seguridad depende de la geometría de la potencial superficie de deslizamiento, de las propiedades de resistencia al corte y de las condiciones particulares que presenta la situación analizada (presiones de poros, sobrecargas, fuerzas sísmicas).

Los cálculos se desarrollaron mediante el programa SLOPE/W 2007, el cual permite determinar los factores de seguridad asociados a un gran número de potenciales superficies de deslizamiento. Este programa permite, entre otras, las siguientes capacidades:

- Evaluar geometrías con varios tipos de suelos con distintas propiedades geotécnicas,
- Adoptar distintos modelos de resistencia al corte de los suelos,
- Analizar el caso sísmico mediante un análisis seudo-estático,
- Analizar distintos tipos de superficies de deslizamiento (planas, circulares, o definidas por el usuario),
- Verificar los resultados con distintos métodos de equilibrio límite (Bishop, Janbu, Spencer, Morgenstern-Price, etc.).

Para evaluar la estabilidad de los muros del embalse Niblinto durante la ocurrencia de un evento sísmico, se utilizó un análisis seudo-estático. Este análisis consiste en imponer fuerzas horizontales al potencial volumen de deslizamiento, que representan las fuerzas sísmicas inerciales. Estas fuerzas, que son proporcionales a peso de la cuña de deslizamiento, se definen a través de coeficientes sísmicos. Los factores de seguridad reportados en este estudio son calculados mediante el método de Morgenstern-Price.

6.2 SECCIONES ANALIZADAS

Las características de las secciones analizadas se presentan en las Figuras 6-1, 6-2 y 6-3. En el caso del Muro “Sitio 1”, la sección analizada corresponde a una altura de muro igual a 149 m, en el caso del Muro “Sitio 2” la sección analizada tiene una altura igual a 144 m y en el caso del Muro “Sitio 3” la sección tiene una altura igual a 155 m.

Figura 6-1: Sección Analizada Muro "Sitio 1"

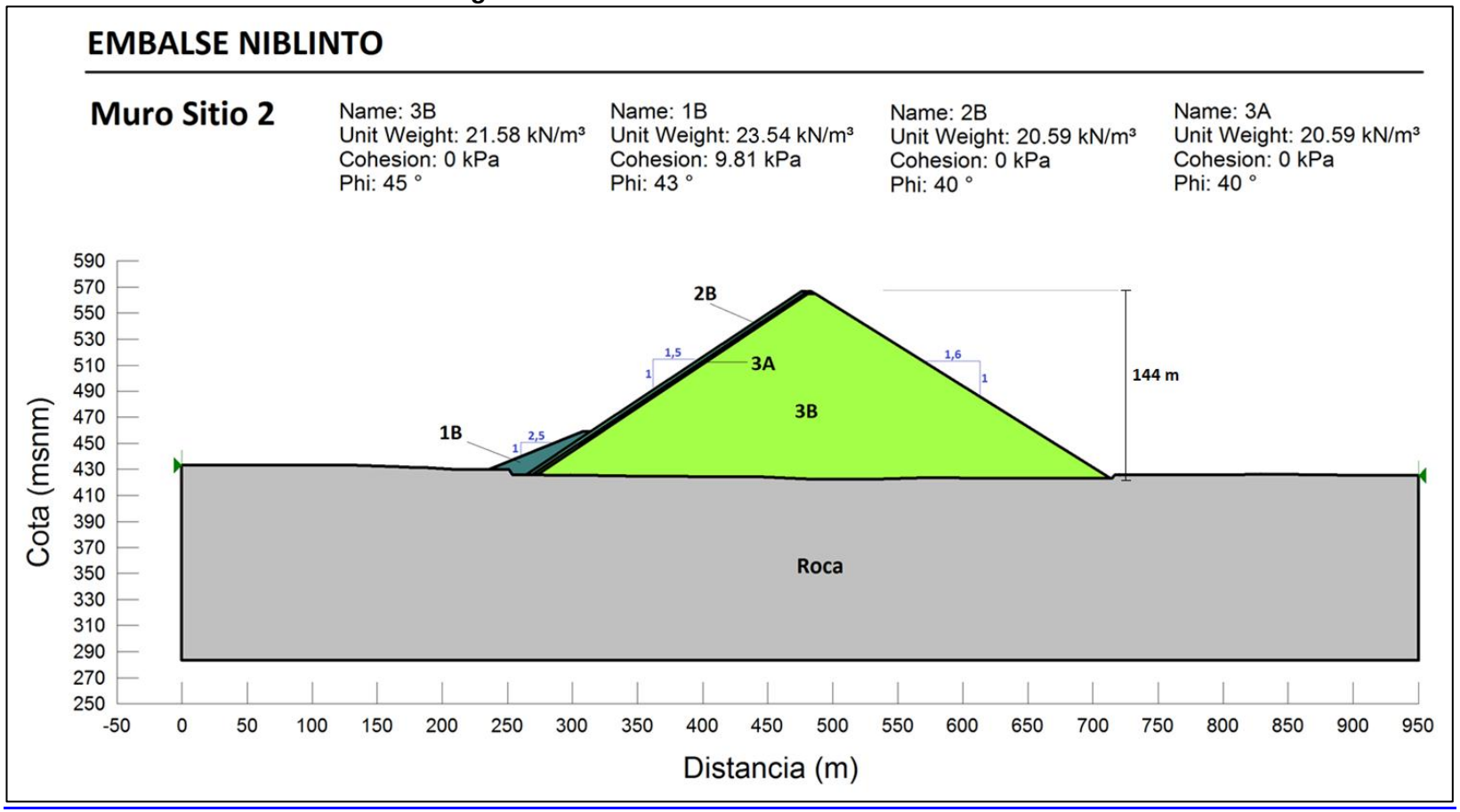


Figura 6-2: Sección Analizada Muro "Sitio 2"

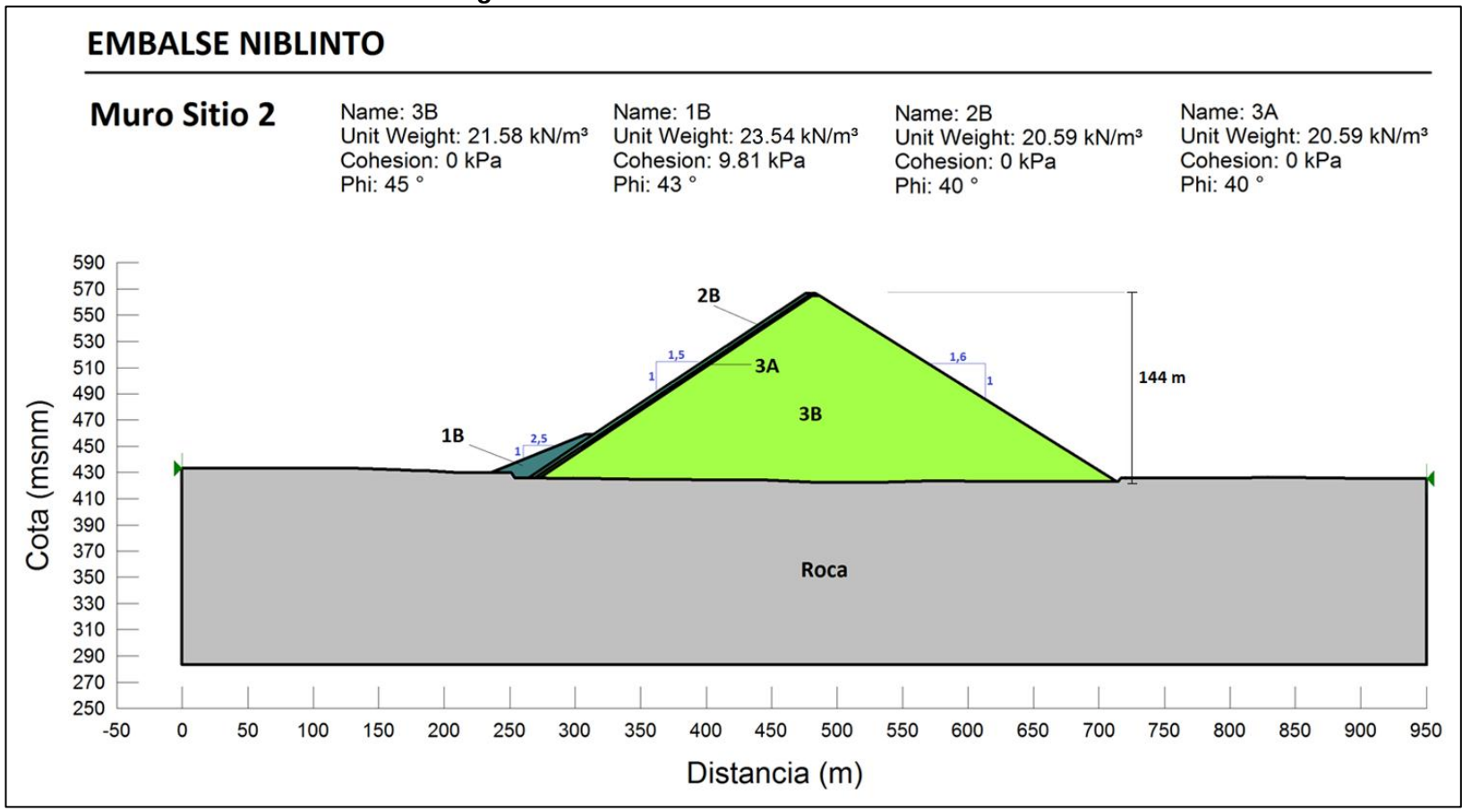
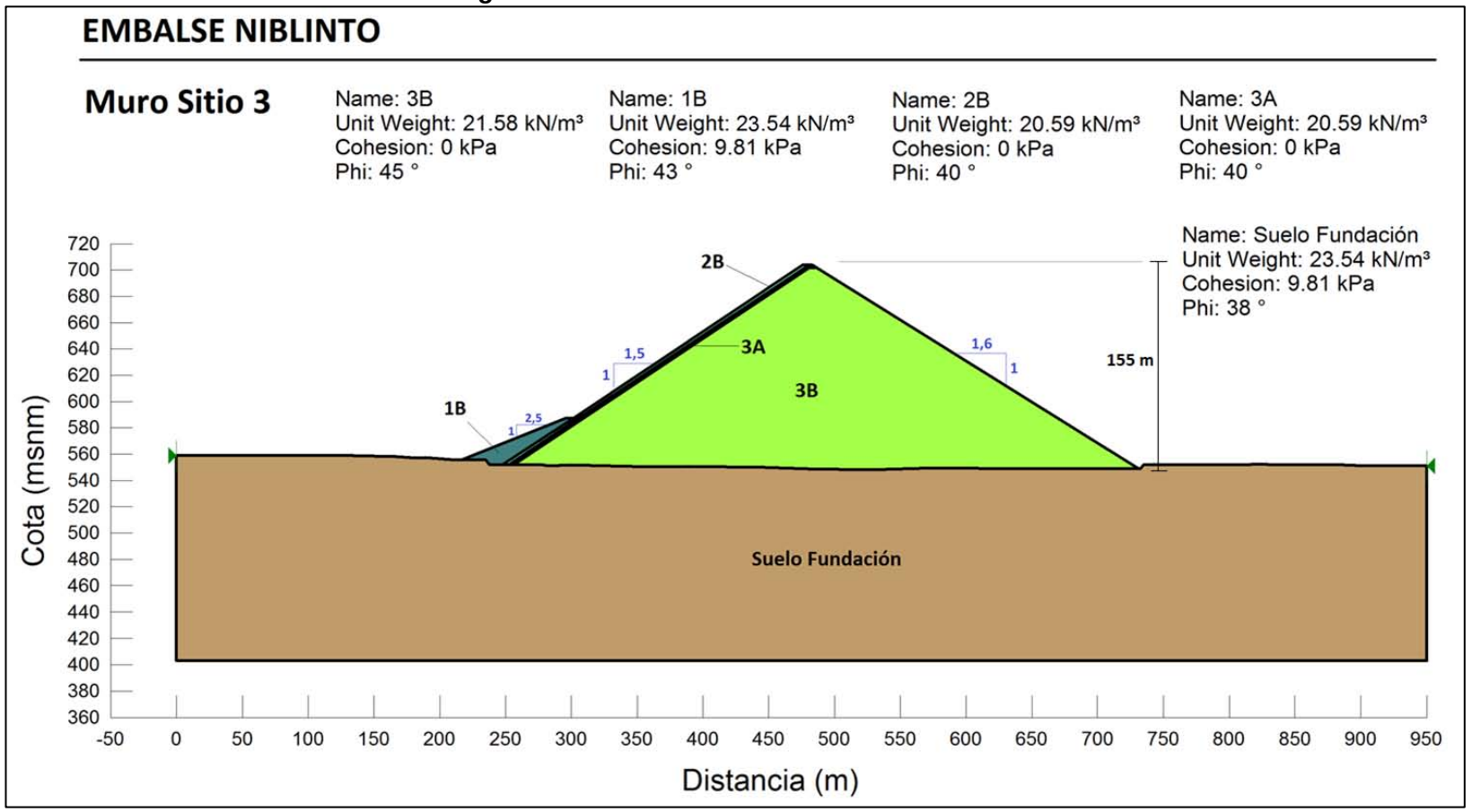


Figura 6-3: Sección Analizada Muro "Sitio 3"



6.3 CASOS DE ANÁLISIS

Para el análisis de estabilidad del talud aguas arriba del muro, se considera un caso de análisis:

- **Caso A:** Embalse vacío

Para el análisis de estabilidad del talud aguas abajo del muro, se considera:

- **Caso B:** Embalse vacío

- **Caso C:** Embalse lleno hasta la cota máxima de agua. La cota máxima de agua considerada es de 2 m por debajo de la cota de coronamiento de los muros. Este nivel de embalse se adopta para el análisis de estabilidad de manera conservadora a nivel de prefactibilidad, independientemente que el nivel del vertedero actualmente se ubica 5 m por debajo del nivel de coronamiento.

En el Caso C se consideran 3 análisis, los que corresponden a:

- **Caso C-1**: Superficie de falla que involucra la mitad del coronamiento muro. Corresponde al caso en que la falla afecta parcialmente la operatividad del embalse sin requerir el vaciado ni representar necesariamente una condición de colapso del embalse;

- **Caso C-2**: Superficie de falla que involucra la totalidad del coronamiento muro y afecta la operatividad total del embalse, se requiere el vaciado para evaluación y reparación, pero no representa necesariamente una condición de colapso del embalse;

- **Caso C-3:** Superficie de falla que involucra la totalidad del coronamiento muro y además permite el vaciamiento del embalse hacia aguas abajo. Corresponde a una condición de colapso del embalse;

6.4 HIPÓTESIS DE CÁLCULO

6.4.1 Nivel Freático Muros

El sistema de impermeabilización del talud aguas arriba de los muros del embalse y la granulometría de los materiales componentes de éste impiden que se generen niveles freáticos de altura significativa dentro del cuerpo de la presa. No obstante, con un criterio conservador, se consideró en los análisis de estabilidad un nivel freático de 5 m sobre la base del muro.

6.4.2 Coeficiente seudo-estático

De acuerdo al estudio de amenaza sísmica elaborado para este proyecto (ref. i), las aceleraciones de campo libre esperadas son las indicadas en la Tabla 6-1.

Tabla 6-1: Aceleraciones máximas del suelo (g) esperadas. Embalse Niblinto

Vida útil (años)	Período de retorno (años)	Sismicidad interplaca (g) (Roca)	Sismicidad intraplaca (g) (Roca y suelo duro)	Sismicidad cortical (g) (Roca y suelo duro)
20	190	0,207	0,694	0,273
50	475	0,209	0,709	0,277
75	712	0,209	0,713	0,278
100	949	0,209	0,715	0,279

Para el análisis seudo-estático, se determinó el coeficiente sísmico aplicando las recomendaciones de Saragoni para el caso Chileno (ref. j), utilizando un periodo de retorno de 949 años.

La metodología recomendada para evaluar el coeficiente sísmico horizontal es la siguiente:

Sismos tipo Interplaca:

$$k_h = \begin{cases} 0{,}3 \cdot \dfrac{a_{max}}{g} & ; \quad a_{max} \le 0{,}66g \\ 0{,}22 \cdot \left(\dfrac{a_{max}}{g} \right)^{1/3} & ; \quad a_{max} > 0{,}66g \end{cases}$$

Sismos tipo Intraplaca profundidad intermedia:

$$k_h = \begin{cases} 0{,}214 \cdot \dfrac{a_{max}}{g} & ; \quad a_{max} \le 0{,}66g \\ 0{,}22 \cdot \left(\dfrac{a_{max}}{2{,}51g} \right)^{1/3} & ; \quad a_{max} > 0{,}66g \end{cases}$$

A partir de la evaluación de las aceleraciones máximas definidas en Tabla 6-1 en la metodología descrita, se ha decidido utilizar en los análisis de estabilidad un coeficiente sísmico horizontal k_h=0,15.

6.5 CONDICIONES ANALIZADAS

Los análisis de estabilidad consideran las siguientes condiciones:

- Análisis Estático. Condición drenada

  No se incluyen solicitaciones sísmicas y se considera que los parámetros de resistencia al corte de todos los materiales se asocian a una condición drenada.

- Análisis Seudo-Estático. Condición drenada

  Se incluyen solicitaciones sísmicas y se considera que los parámetros de resistencia al corte de todos los materiales se asocian a una condición drenada.

Sólo la condición drenada es analizada por considerarse que los materiales que componen el cuerpo de la presa son de alta permeabilidad por lo que se considera improbable la generación de exeso de presión de poros.

6.6 CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD

Se adoptan los siguientes factores de seguridad mínimos como criterio de estabilidad:

- Caso estático. Condición drenada FS > 1,5
- Análisis Seudo-Estático. Condición drenada FS > 1,0

Los factores de seguridad mínimos recomendados se asocian a superficies de deslizamiento globales, que afectan la seguridad y/o la continuidad de las operaciones (Caso C-3). Los taludes del material depositado por volteo, en forma natural, desarrollan una pendiente definida por el ángulo de fricción movilizado a grandes deformaciones. Por lo tanto, los factores de seguridad asociados a deslizamientos superficiales son cercanos a la unidad, en el caso estático, e inferiores a la unidad, para el caso sísmico. Debido a esta condición, es natural que se produzcan derrames superficiales de menor importancia, que no representan mayores riesgos para la seguridad y/o continuidad de la operación del embalse.

6.7 RESULTADOS

En la Tabla 6-2, Tabla 6-3 y en la Tabla 6-4 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en los análisis de estabilidad.

Tabla 6-2: Embalse Niblinto. Resultados de análisis de estabilidad Muro "Sitio 1". Factores de seguridad asociados a superficies de deslizamiento críticas.

Caso	Factores de Seguridad	
	Análisis Estático Condición drenada	Análisis Seudo-Estático Condición drenada
A	1,3	0,9
B	1,6	1,2
C-1	1,6	1,2
C-2	1,6	1,2
C-3	1,7	1,2

Tabla 6-3: Embalse Niblinto. Resultados de análisis de estabilidad Muro "Sitio 2". Factores de seguridad asociados a superficies de deslizamiento críticas.

Caso	Factores de Seguridad	
	Análisis Estático Condición drenada	Análisis Seudo-Estático Condición drenada
A	1,3	0,9
B	1,6	1,2
C-1	1,6	1,2
C-2	1,6	1,2
C-3	1,7	1,2

Tabla 6-4: Embalse Niblinto. Resultados de análisis de estabilidad Muro "Sitio 3". Factores de seguridad asociados a superficies de deslizamiento críticas.

Caso	Factores de Seguridad	
	Análisis Estático Condición drenada	Análisis Seudo-Estático Condición drenada
A	1,3	0,9
B	1,6	1,2
C-1	1,6	1,2
C-2	1,6	1,2
C-3	1,7	1,2

Los resultados indican que los depósitos cumplen con los criterios de aceptabilidad, excepto para la condición de embalse vacío y en el talud aguas arriba (Caso A). En este caso la superficie de deslizamiento ocurriría en los materiales de filtro y transición mientras el embalse no se encuentra con agua. Se espera que ante un sismo de gran magnitud la superficie de aguas arriba del embalse (embalse vacío) experimente deformaciones menores, que serían reparables a un costo relativamente bajo, y no producirían consecuencias para la población.

Por otro lado, se observa una similitud en los factores de seguridad calculados para los tres casos de estudio, lo que se puede explicar por la poca variabilidad de altura entre los tres muros (menor a un 7%) y porque las superficies de deslizamiento ocurren a lo largo de los taludes de los muros de contención sin entrar en contacto con el suelo de fundación.

Cabe señalar, que los resultados presentados son válidos para las condiciones descritas en este informe, ante cualquier modificación de éstas deben recalcularse los factores de seguridad.

7 ANÁLISIS DE SIMPLIFICADO DE DEFORMACIONES POR ASENTAMIENTO

Para la estimación de los asentamientos remanentes sísmicos en el coronamiento del muro, se ha utilizado el método de Swaisgood (ref. a), el cual estima los asentamientos relativos expresados como un porcentaje de la altura del muro más el espesor de los depósitos aluviales bajo el muro Sitio 3 o considerando solamente la altura de coronamiento para los casos del Sitio 1 y Sitio 2 fundados sobre roca. El método de Swaisgood, es un método empírico, que se basa en la recopilación de datos reales.

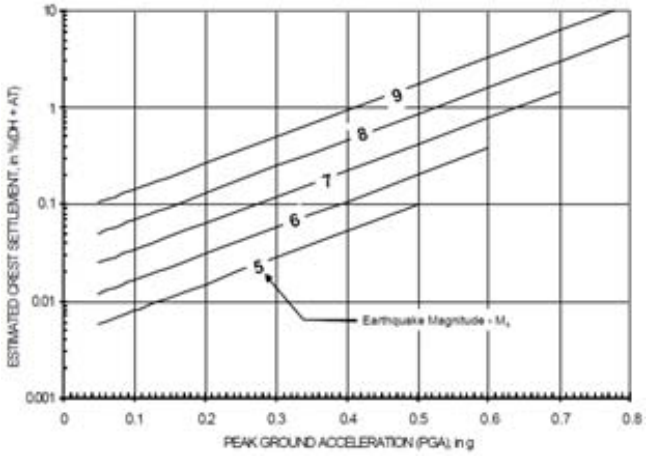
Para determinar los asentamientos se debe utilizar la siguiente expresión:

$$CS = e^{0,57M + 6,07PAG - 8,00}$$

Donde:

CS: Asentamiento vertical relativo en el coronamiento del muro.
M: Magnitud del sismo
PGA: Aceleración máxima horizontal.

Figura 7-1: Evaluación de los asentamientos sísmicos porcentuales (ref. a)



En la Tabla 7-1 se presentan los datos considerados para el análisis de deformaciones del muro.

Tabla 7-1: Muro Embalse Niblinto. Datos considerados para análisis simplificado de deformaciones.

Altura muro Sitio 1	149	m
Altura muro Sitio 2	144	m
Altura muro Sitio 3	155	m
Fundación en Roca. Sitio 1 y Sitio 2.	Roca	-
Espesor depósitos fluviales. Sector Sitio 3	80	m
Magnitud de Sismo	8,8	
Aceleración de diseño - Aceleración máxima	0,715	g

Los asentamientos verticales relativos, obtenidos se presentan en la Tabla 7-2. Además, se incluyen la magnitud de los asentamientos, la que se obtiene de multiplicar el asentamiento relativo por la altura del muro del embalse más el espesor de suelo sobre roca.

Tabla 7-2: Muro Embalse Niblinto. Asentamiento relativo y magnitud de los asentamiento.

Muro	Asentamiento Relativo (%)	Asentamiento (m)
Sitio 1	3,88	5,8
Sitio 2	3,88	5,7
Sitio 3	3,88	9,1

Los asentamientos asociados a eventos sísmicos deben ser considerados en el diseño de los muros a través de la definición de la revancha mínima permitida entre el nivel máximo de agua y el coronamiento del muro, es decir mediante la definición del nivel del vertedero.

El nivel de asentamiento del embalse presentado en la Tabla 7-2 es considerado muy alto cuando se compara con la experiencia internacional en este tipo de presas, en que la mayoría de los asentamientos medidos luego de eventos sísmicos importantes es menor al 1% Swaisgood (2003). Los valores obtenidos en la Tabla 7-2 provienen de un análisis muy simplificado, acorde con el nivel de prefactibilidad en que se encuentra el proyecto, y se deben a las altas aceleraciones sísmicas esperadas en terreno (Tabla 6-1). Se recomienda fuertemente refinar la estimación de asentamientos sísmicos por medio de un análisis dinámico utilizando métodos de elementos finitos o diferencias finitas en las etapas de ingeniería de factibilidad o ingeniería básica.

8 CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados de los análisis desarrollados para evaluar la estabilidad de de los Muros “Sitio 1”, “Sitio 2” y “Sitio 3”, se concluye lo siguiente:

Muro “Sitio 1”:

- El Muro cumple satisfactoriamente con los criterios de estabilidad definidos.
- La condición de análisis más desfavorable resulta ser el caso sísmico.
- El asentamiento sísmico máximo en el coronamiento del muro calculado mediante el método de Swaisgood corresponde a 5,8 m.

Muro “Sitio 2”:

- El Muro cumple satisfactoriamente con los criterios de estabilidad definidos.
- La condición de análisis más desfavorable resulta ser el caso sísmico.
- El asentamiento sísmico máximo en el coronamiento del muro calculado mediante el método de Swaisgood corresponde a 5,7 m.

Muro “Sitio 3”:

- El Muro cumple satisfactoriamente con los criterios de estabilidad definidos.
- La condición de análisis más desfavorable resulta ser el caso sísmico.
- El asentamiento sísmico máximo en el coronamiento del muro calculado mediante el método de Swaisgood corresponde a 9,1 m.

Cabe señalar, que los resultados presentados en este informe son válidos para la configuración y los parámetros utilizados en el mismo. Cambios en cualquiera de estos datos deberá ser acompañado de un nuevo análisis de estabilidad, de manera de asegurar una configuración estable para el embalse Niblinto. En particular, se recomienda actualizar este análisis una vez que esté definida su ubicación y geometría y se cuente con los parámetros geotécnicos definitivos de los materiales componentes del muro del Embalse y su distribución dentro de éste.

ANEXO A
FIGURAS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Figura A-1: Embalse Niblinto. Muro Sitio 1. Condición Drenada y Análisis Estático.
Caso A: Embalse vacío talud aguas arriba.

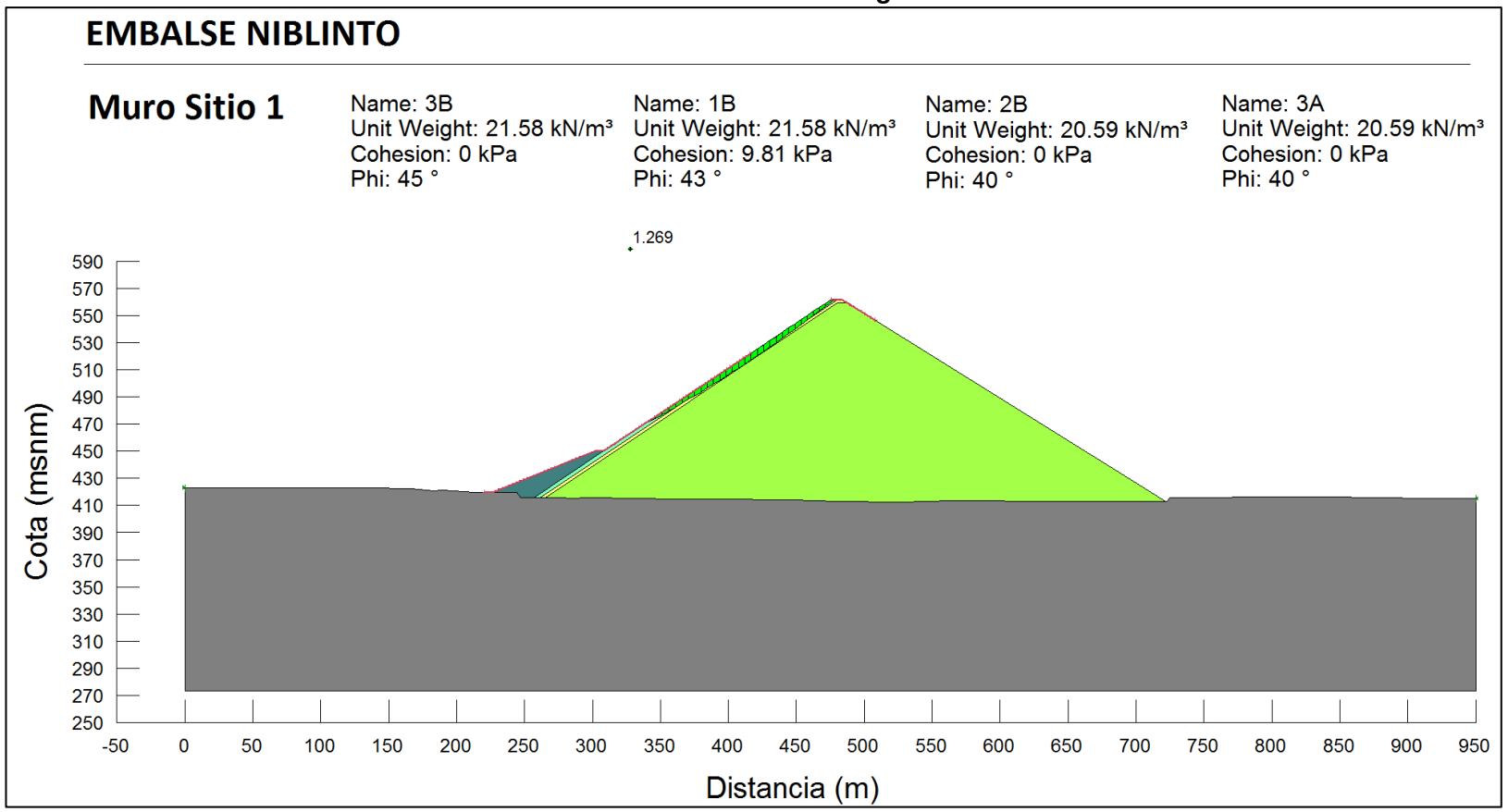


Figura A-2: Embalse Niblinto. Muro Sitio 1. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso A: Embalse vacío talud aguas arriba.

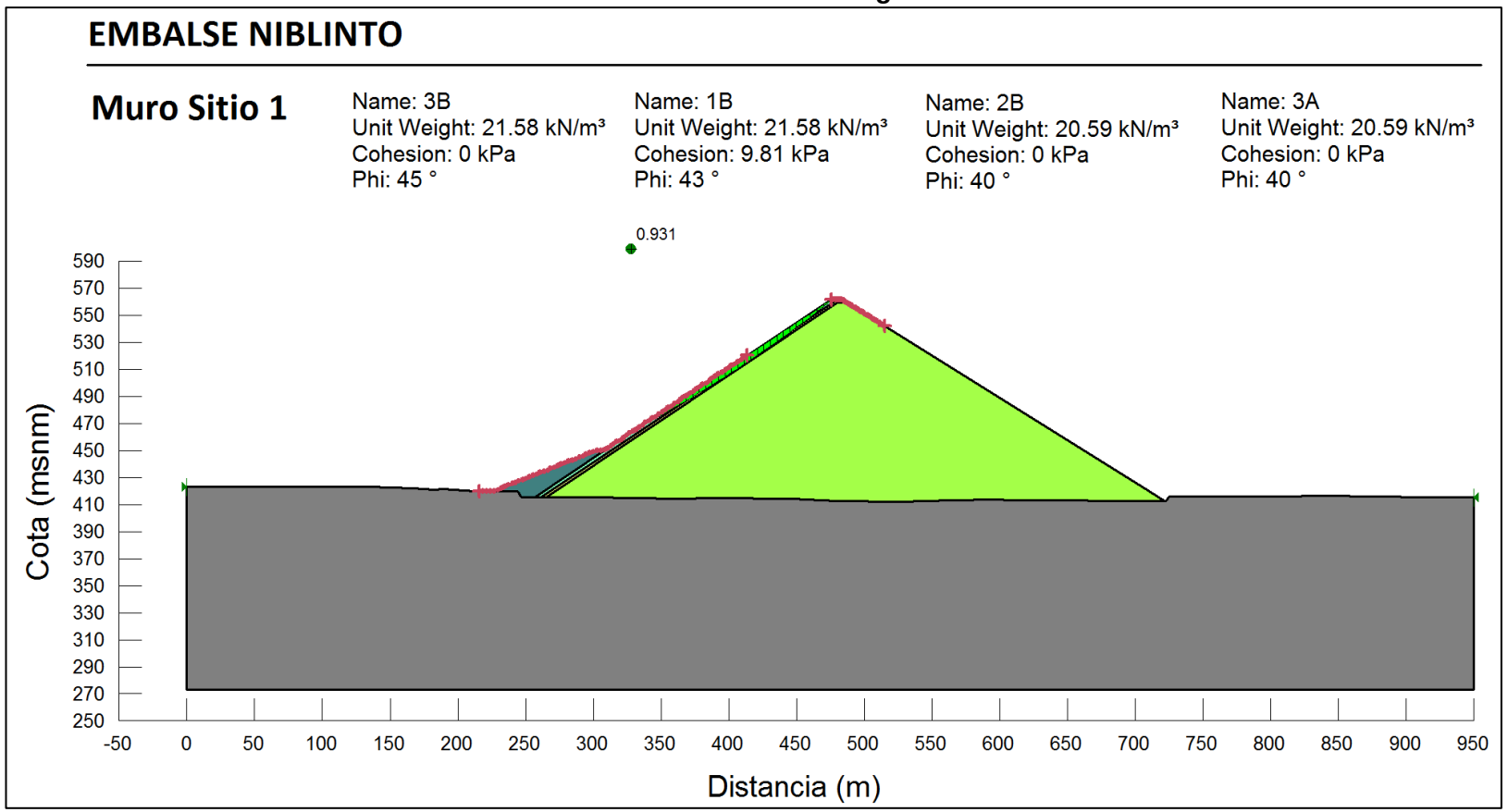


Figura A-3: Embalse Niblinto. Muro Sitio 1. Condición Drenada y Análisis Estático. Caso B: Embalse vacío talud aguas abajo.

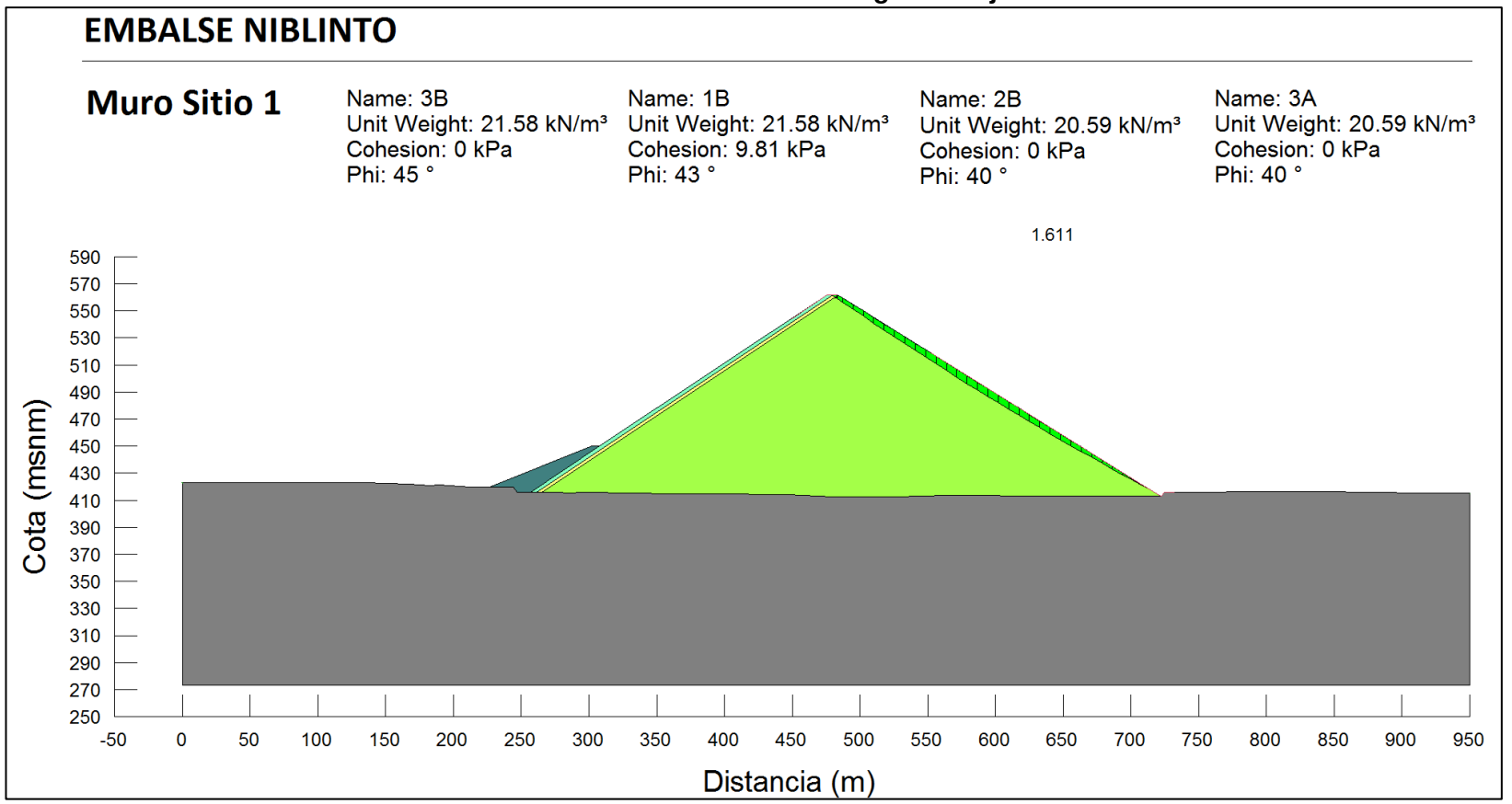


Figura A-4: Embalse Niblinto. Muro Sitio 1. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso B: Embalse vacío talud aguas abajo.

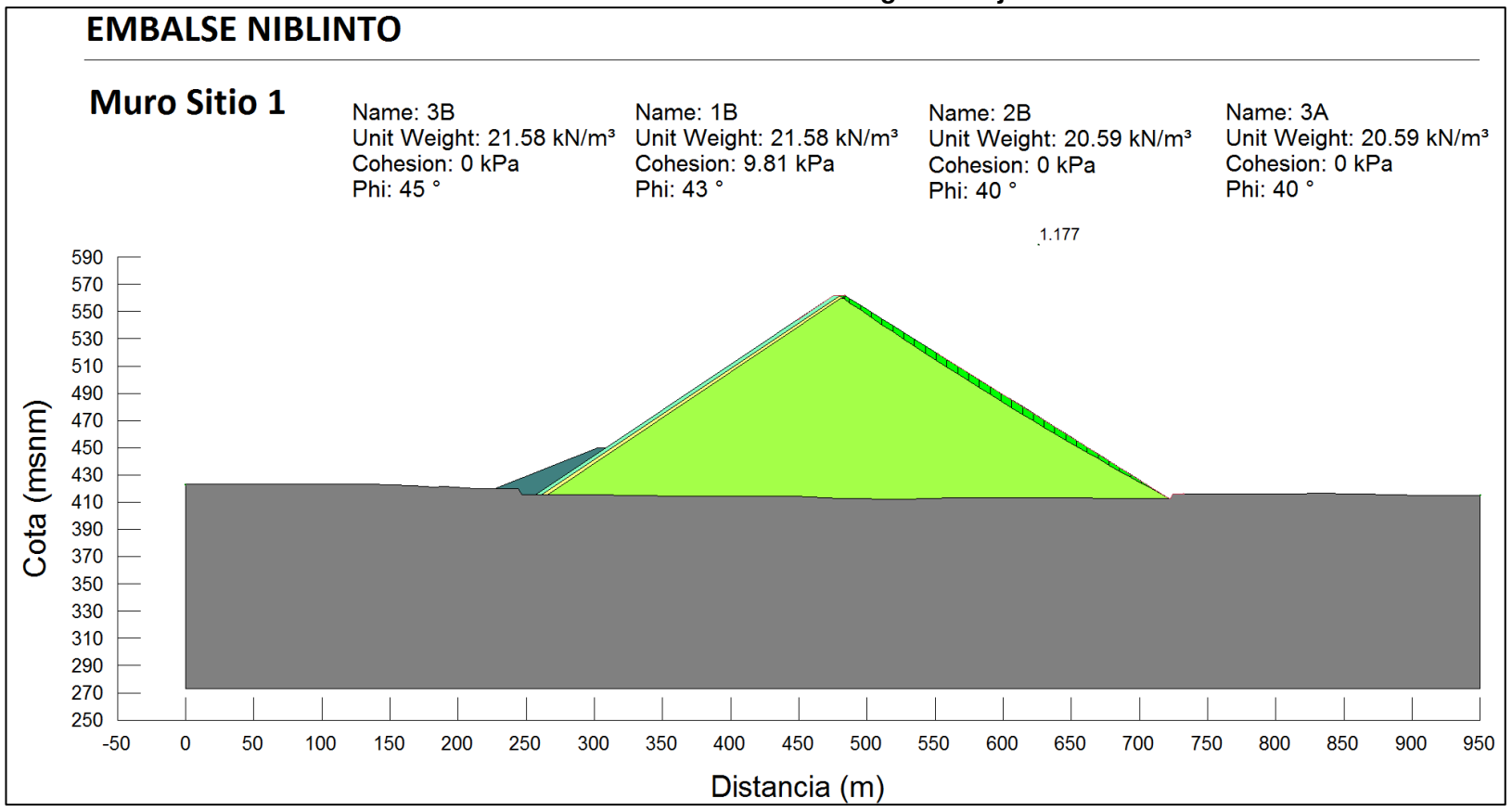


Figura A-5: Embalse Niblinto. Muro Sitio 1. Condición Drenada y Análisis Estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-1.

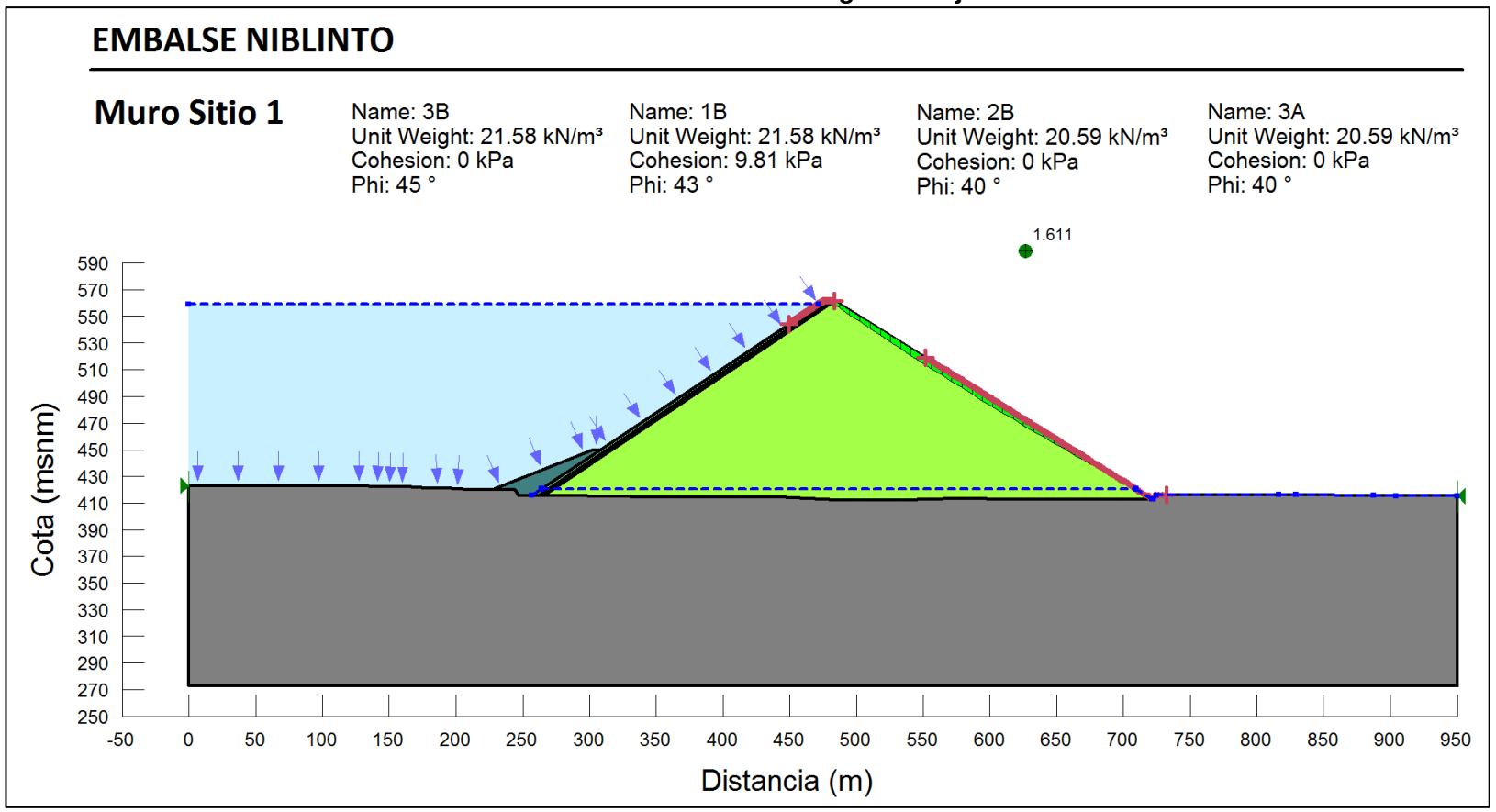


Figura A-6: Embalse Niblinto. Muro Sitio 1. Condición Drenada y Análisis Estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-2.

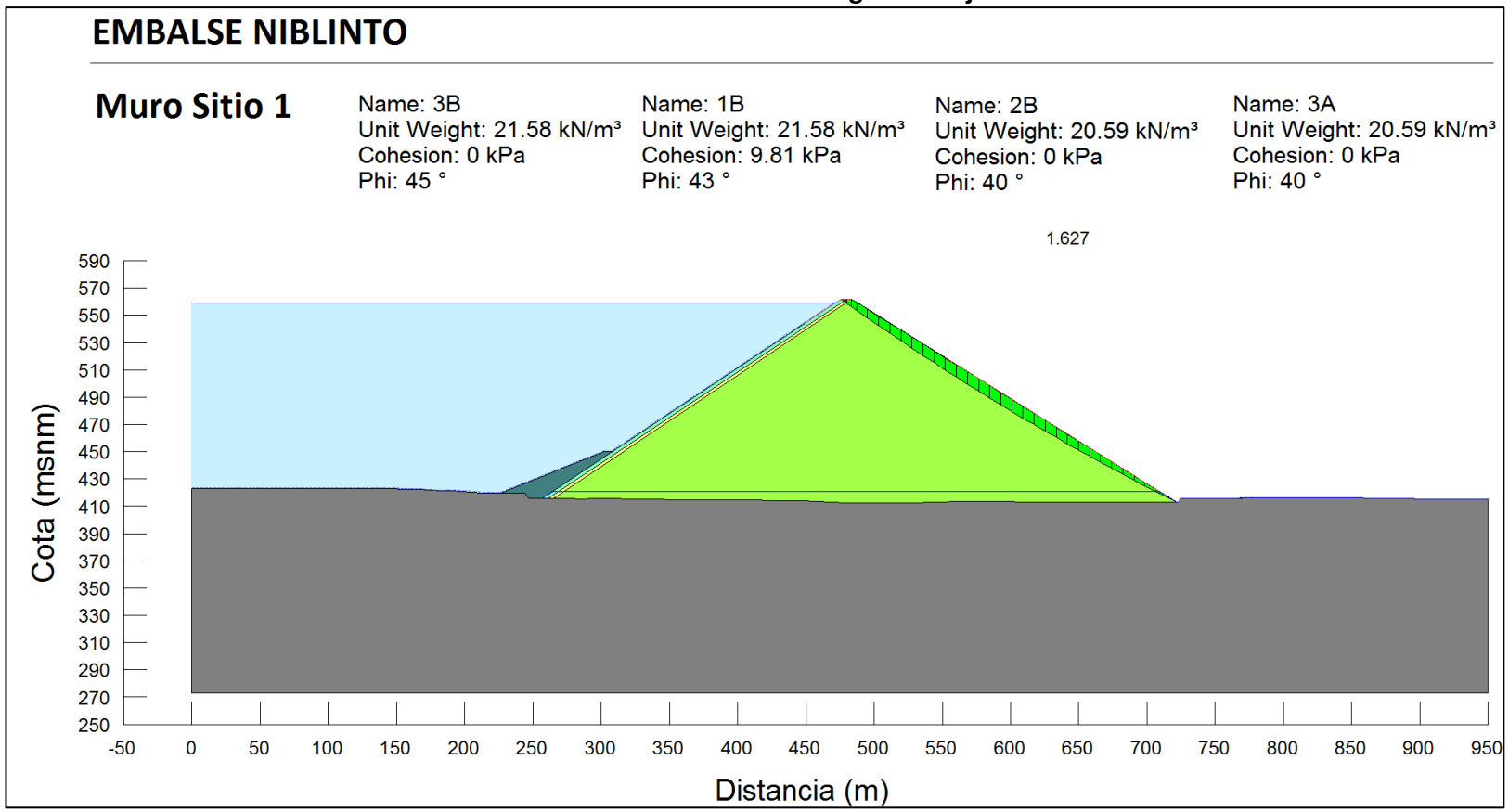


Figura A-7: Embalse Niblinto. Muro Sitio 1. Condición Drenada y Análisis Estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-3.

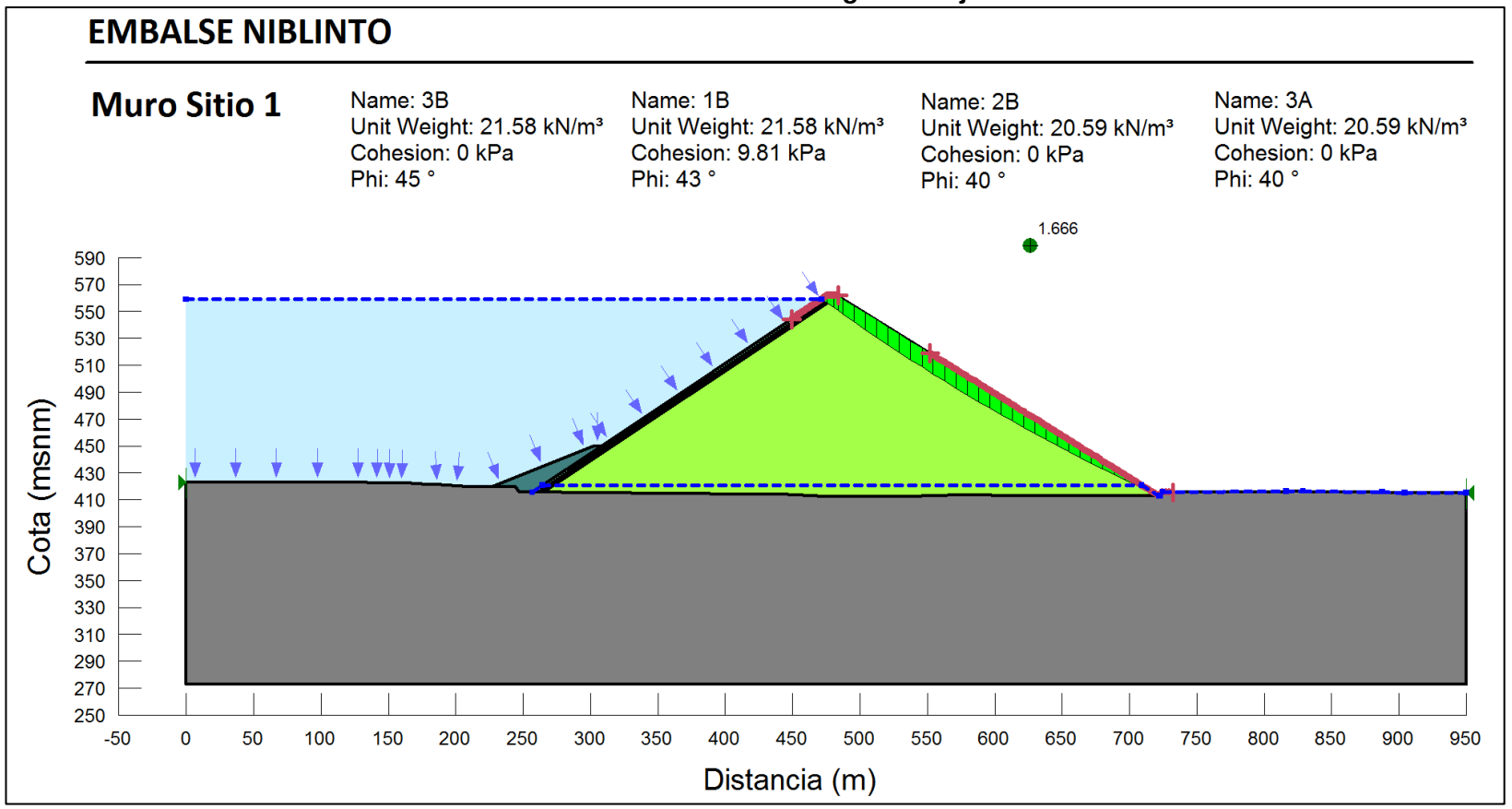


Figura A-8: Embalse Niblinto. Muro Sitio 1. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-1.

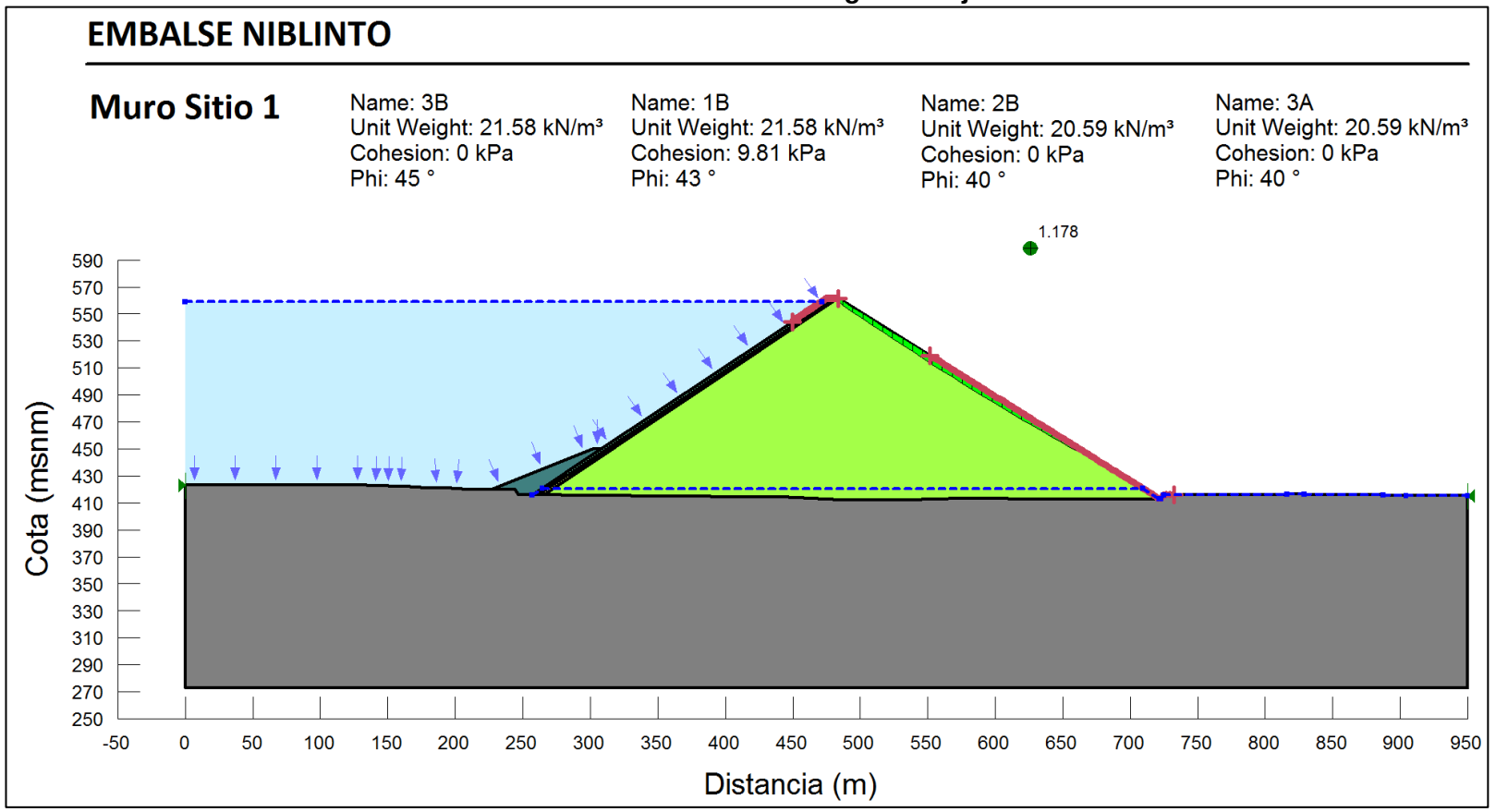


Figura A-9: Embalse Niblinto. Muro Sitio 1. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-2.

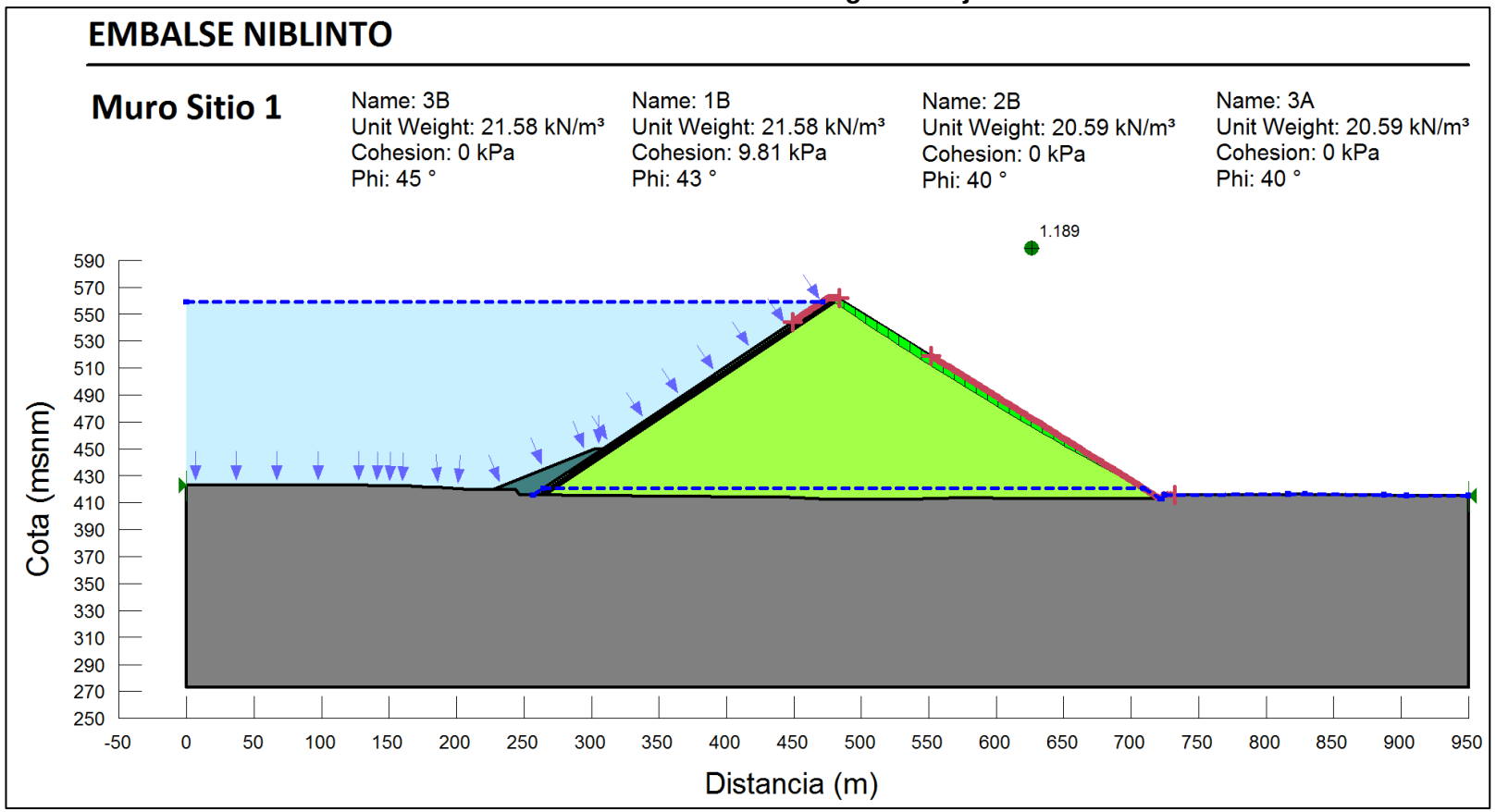


Figura A-10: Embalse Niblinto. Muro Sitio 1. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-3.

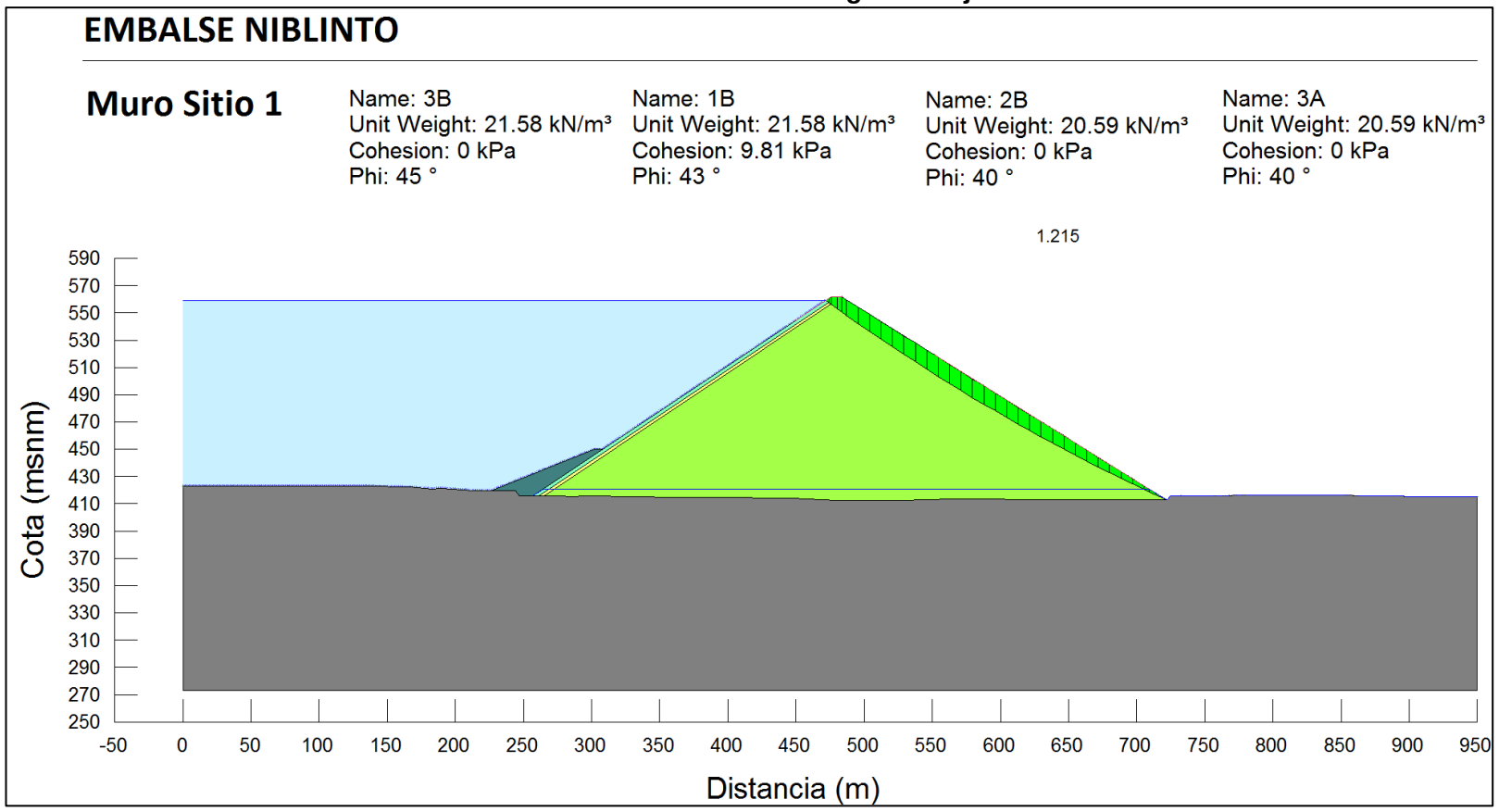


Figura A-11: Embalse Niblinto. Muro Sitio 2. Condición Drenada y Análisis Estático. Caso A: Embalse vacío talud aguas arriba.

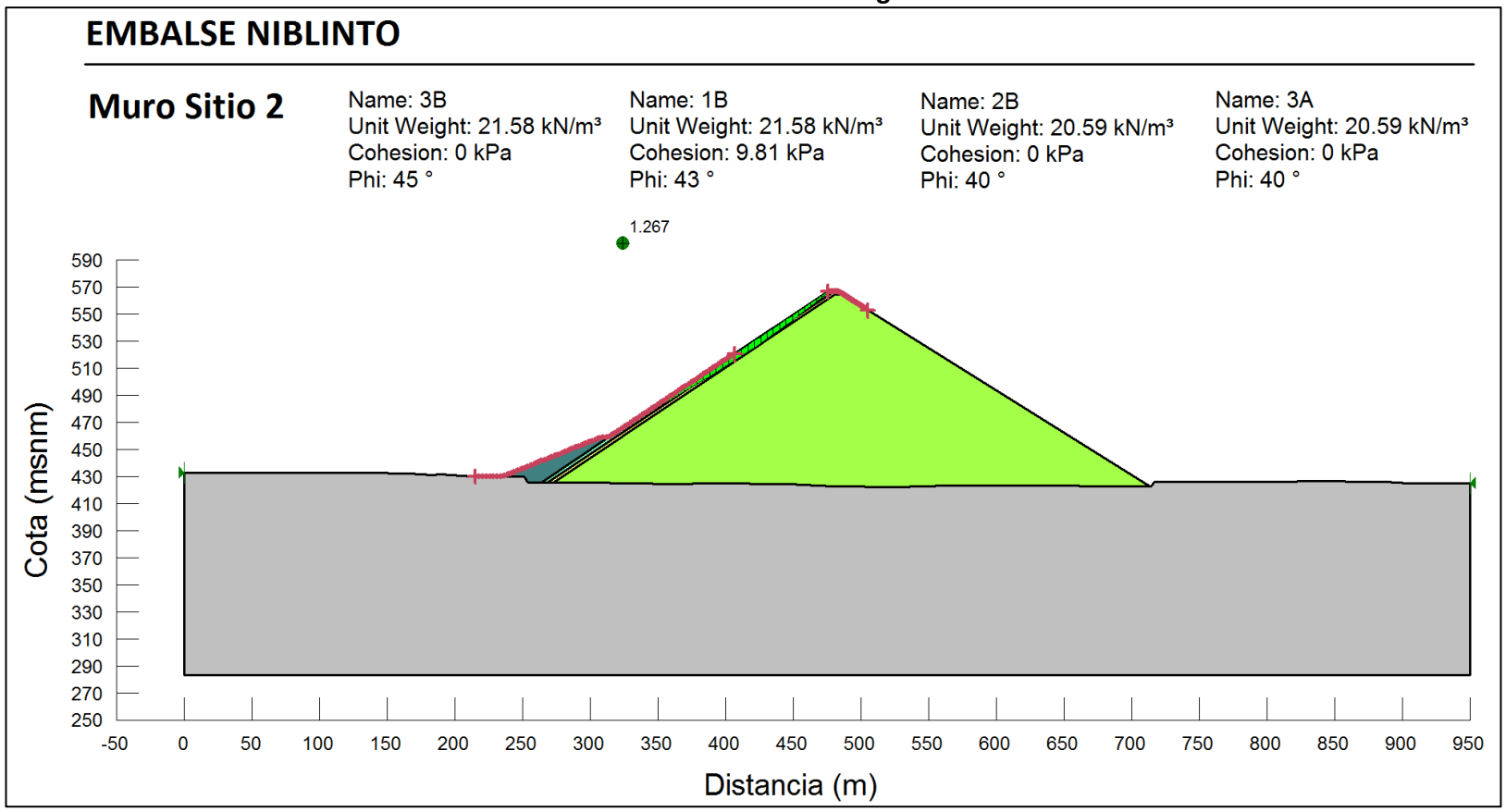


Figura A-12: Embalse Niblinto. Muro Sitio 2. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso A: Embalse vacío talud aguas arriba.

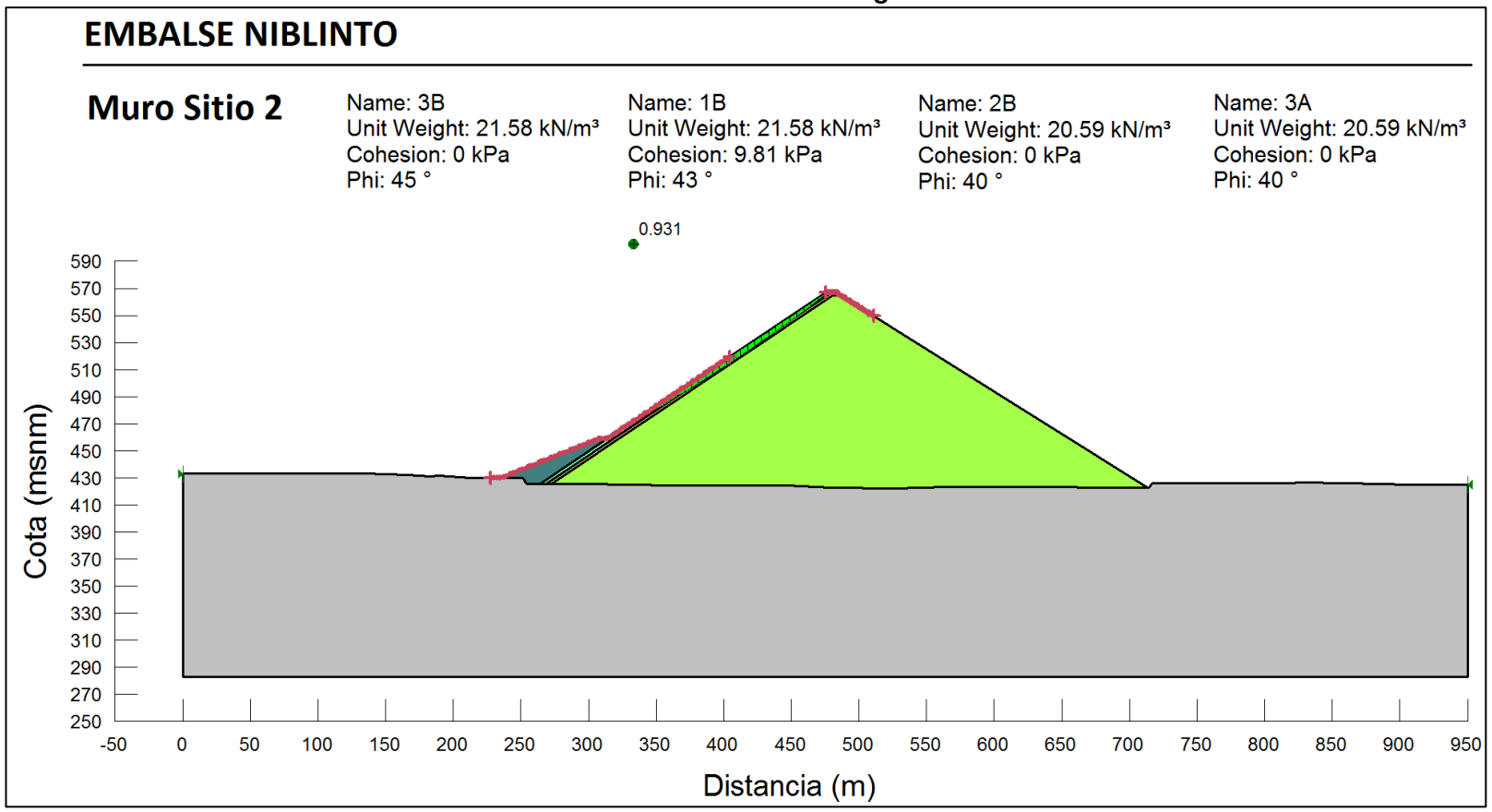


Figura A-13: Embalse Niblinto. Muro Sitio 2. Condición Drenada y Análisis Estático. Caso B: Embalse vacío talud aguas abajo.

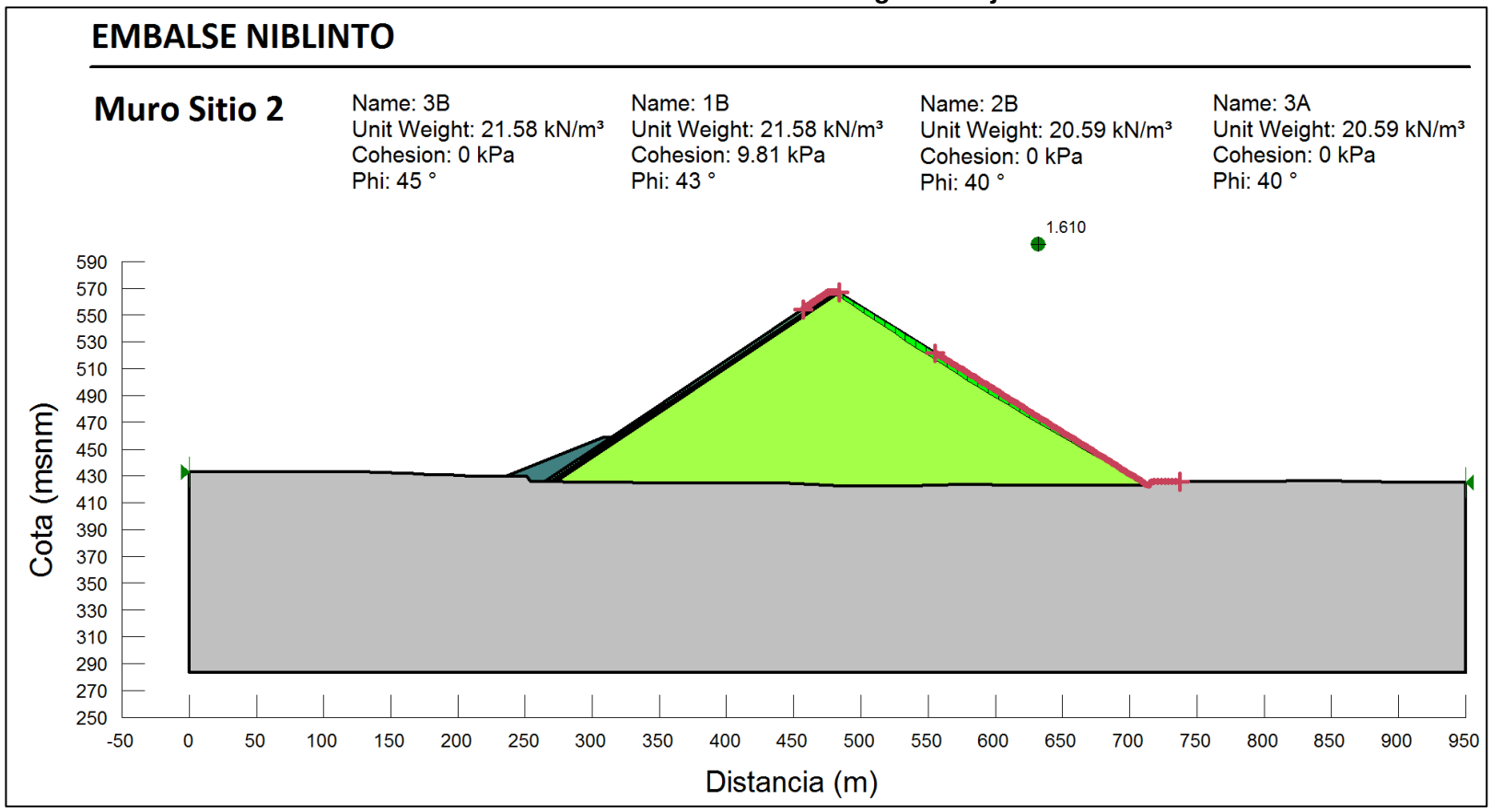


Figura A-14: Embalse Niblinto. Muro Sitio 2. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso B: Embalse vacío talud aguas abajo.

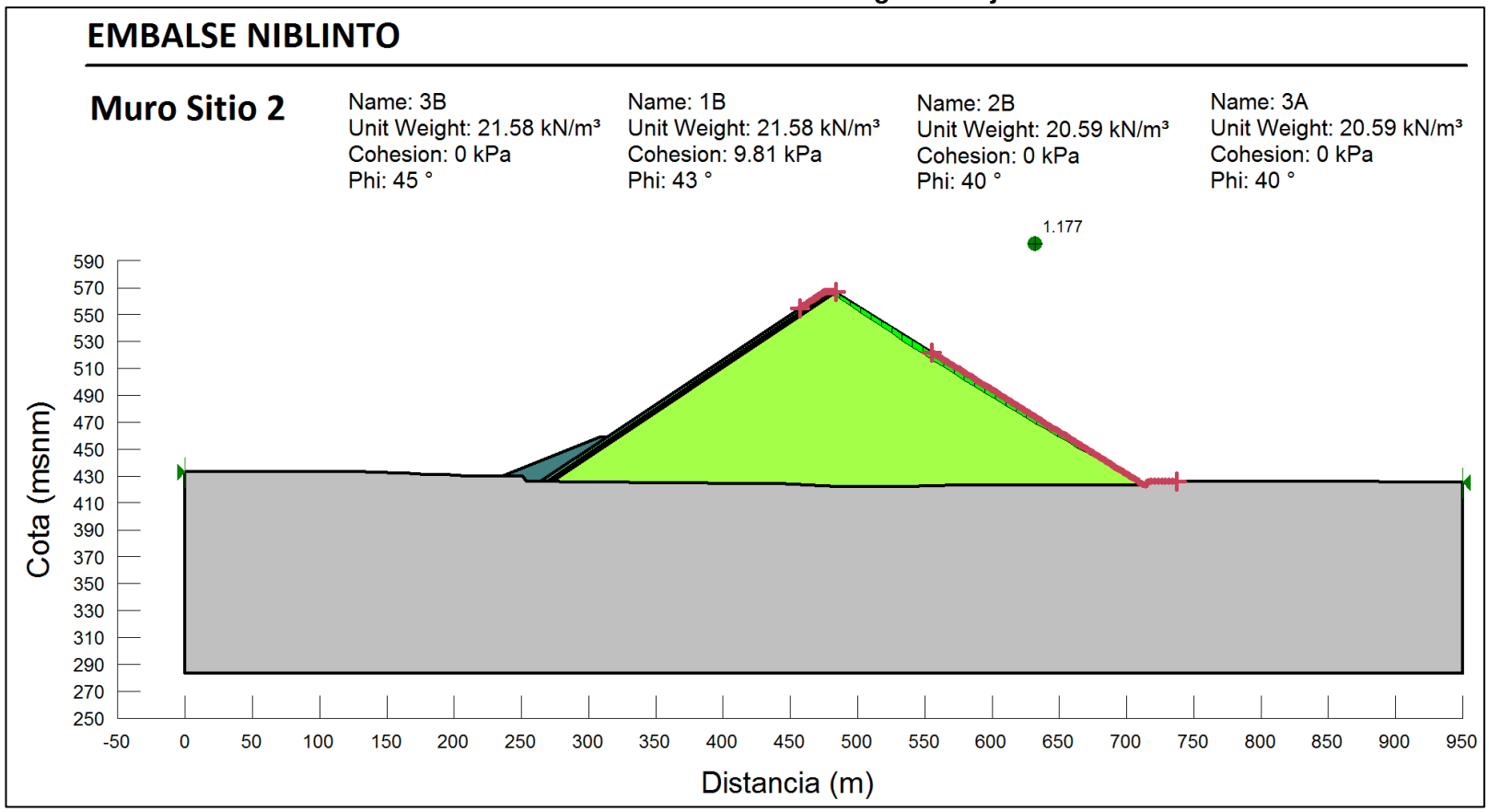


Figura A-15: Embalse Niblinto. Muro Sitio 2. Condición Drenada y Análisis Estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-1.

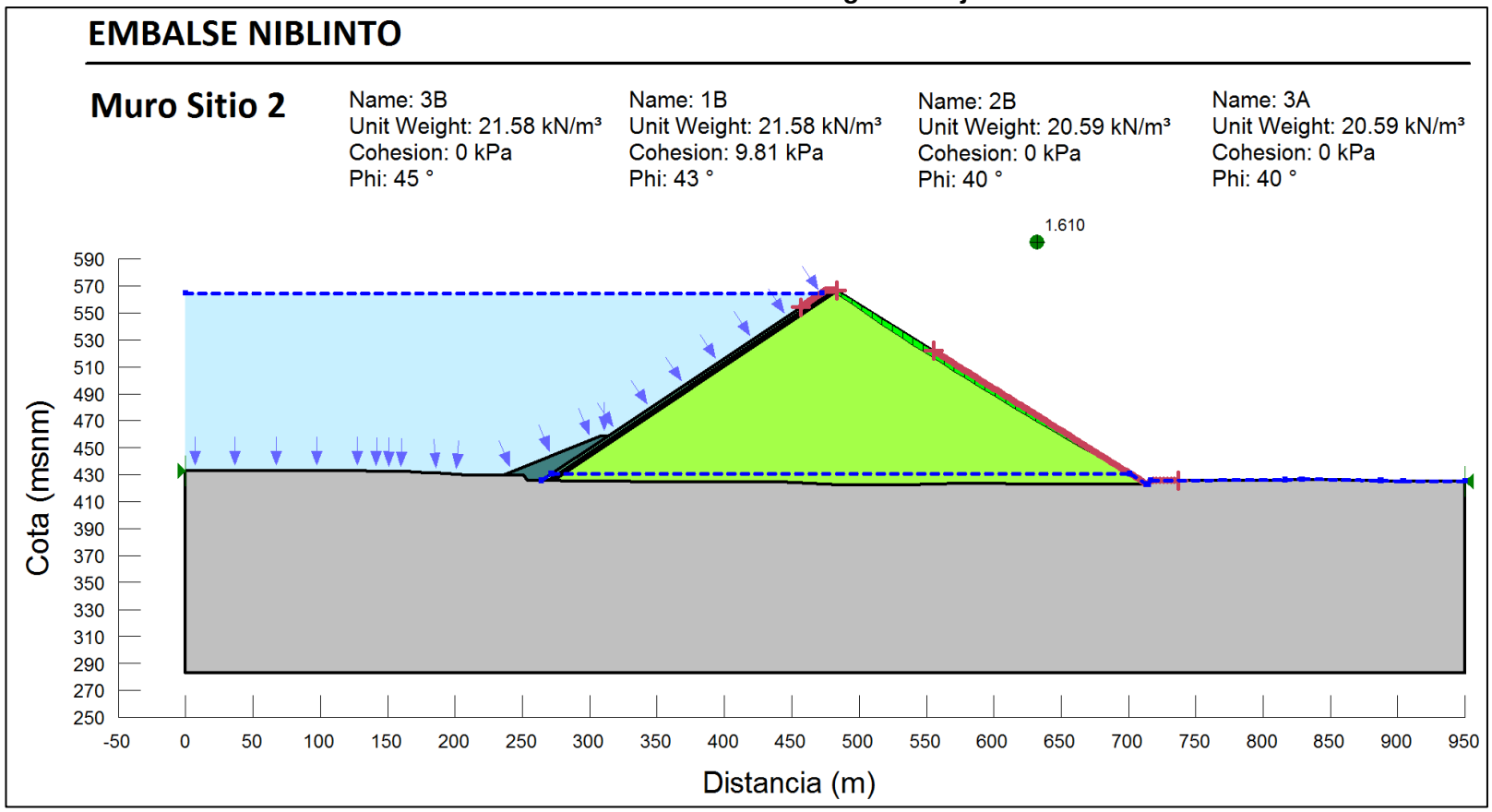


Figura A-16: Embalse Niblinto. Muro Sitio 2. Condición Drenada y Análisis estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-2.

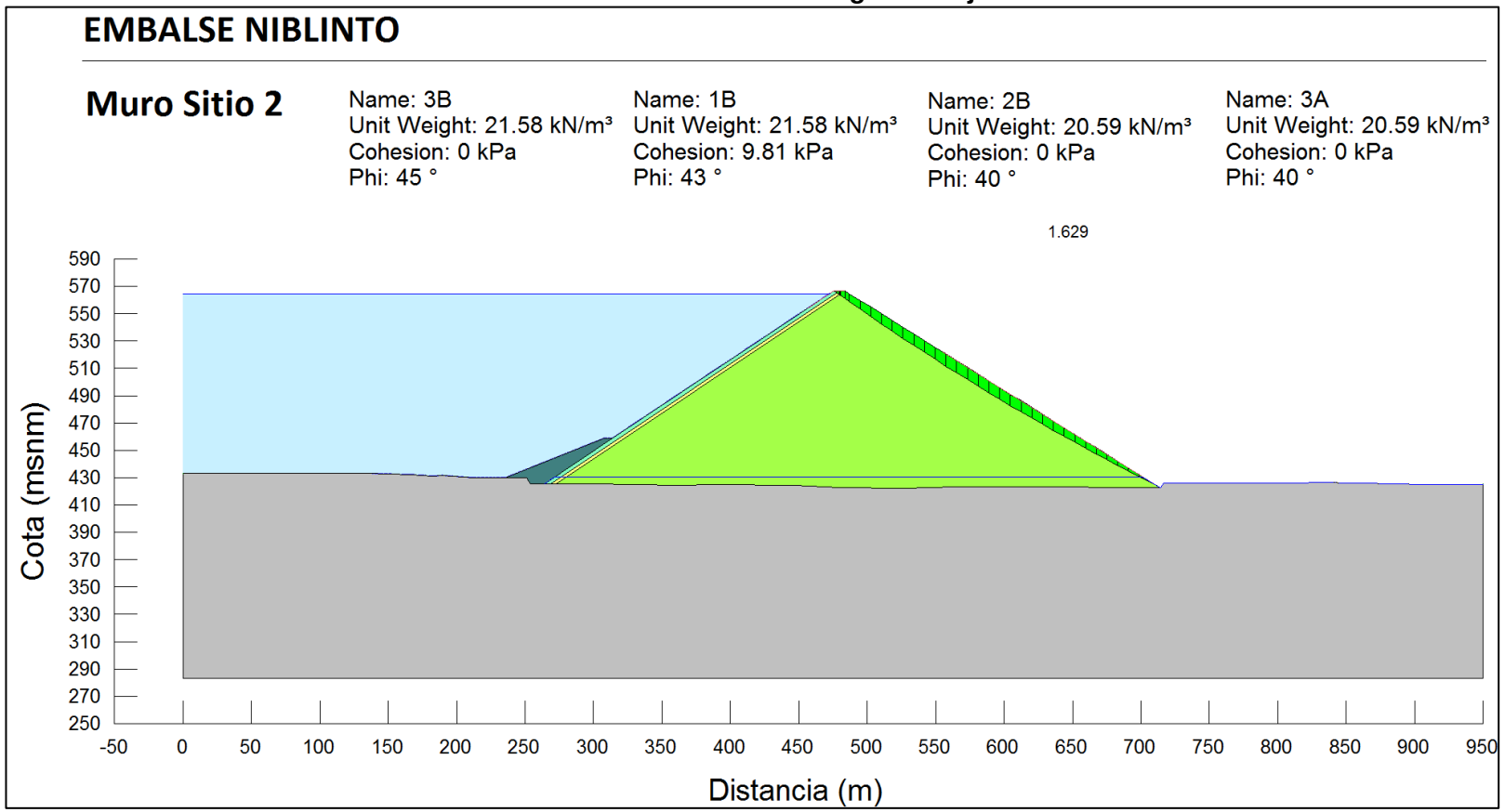


Figura A-17: Embalse Niblinto. Muro Sitio 2. Condición Drenada y Análisis estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-3.

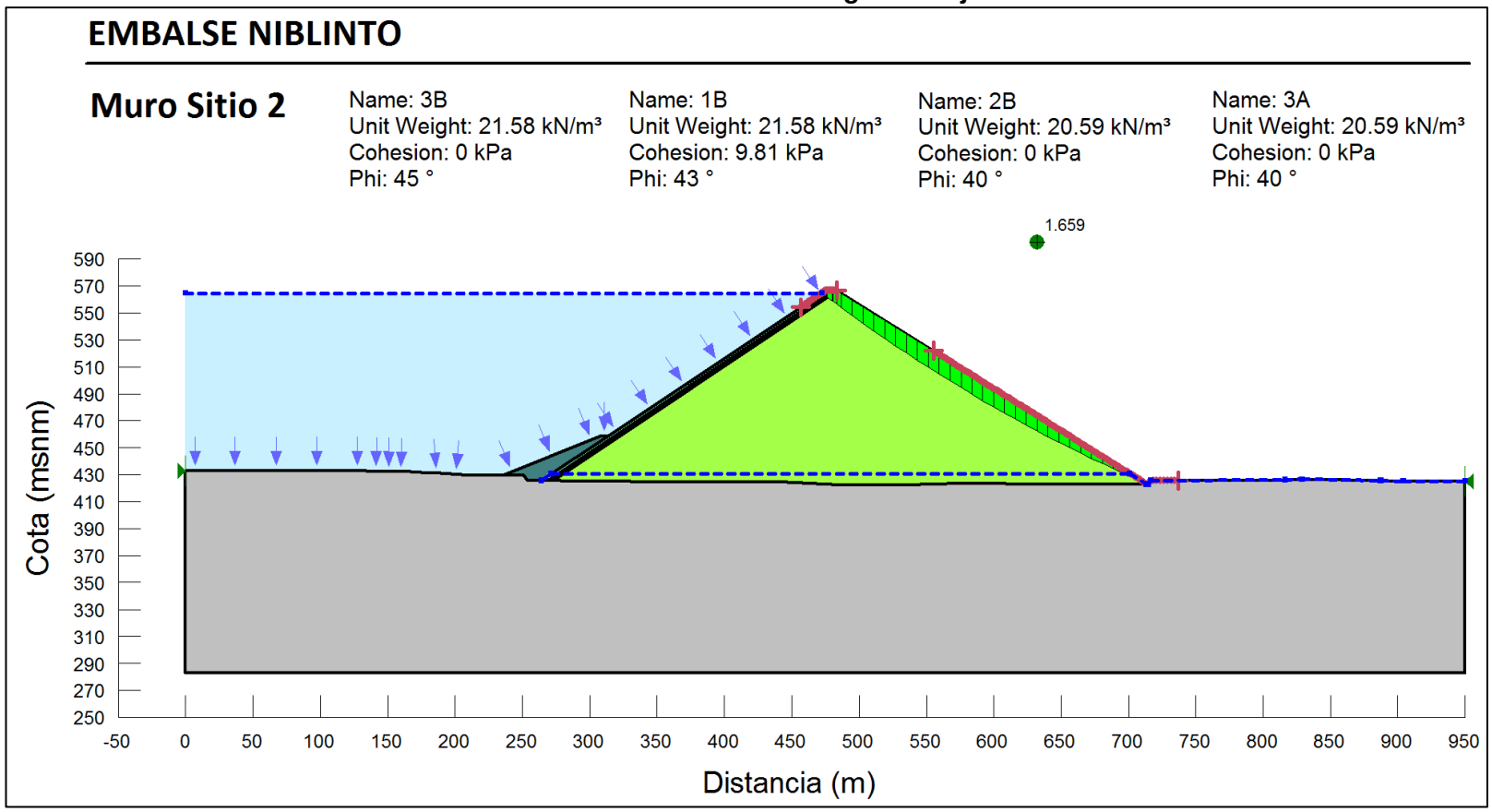


Figura A-18: Embalse Niblinto. Muro Sitio 2. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-1.

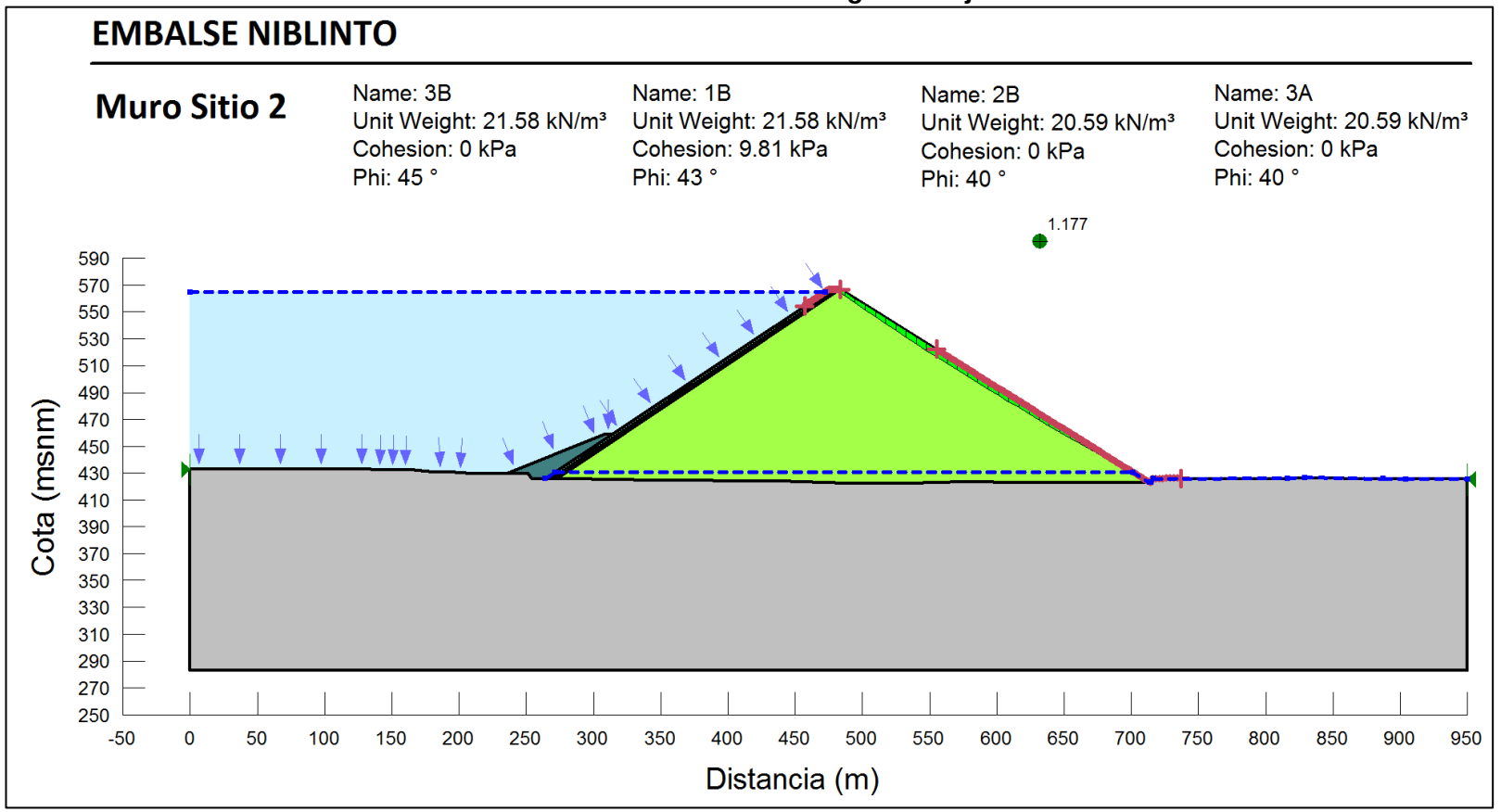


Figura A-19: Embalse Niblinto. Muro Sitio 2. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-2.

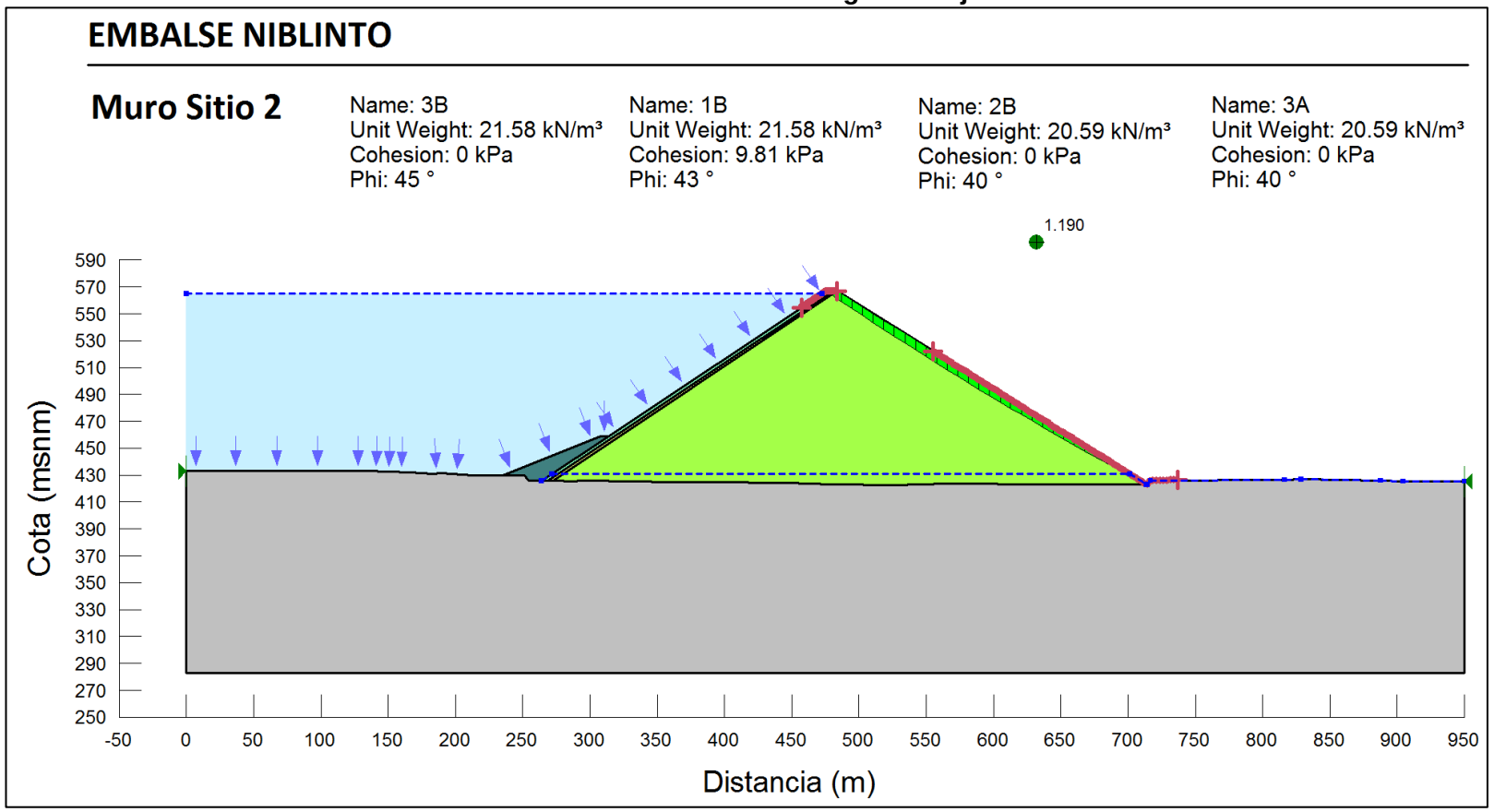


Figura A-20: Embalse Niblinto. Muro Sitio 2. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-3.

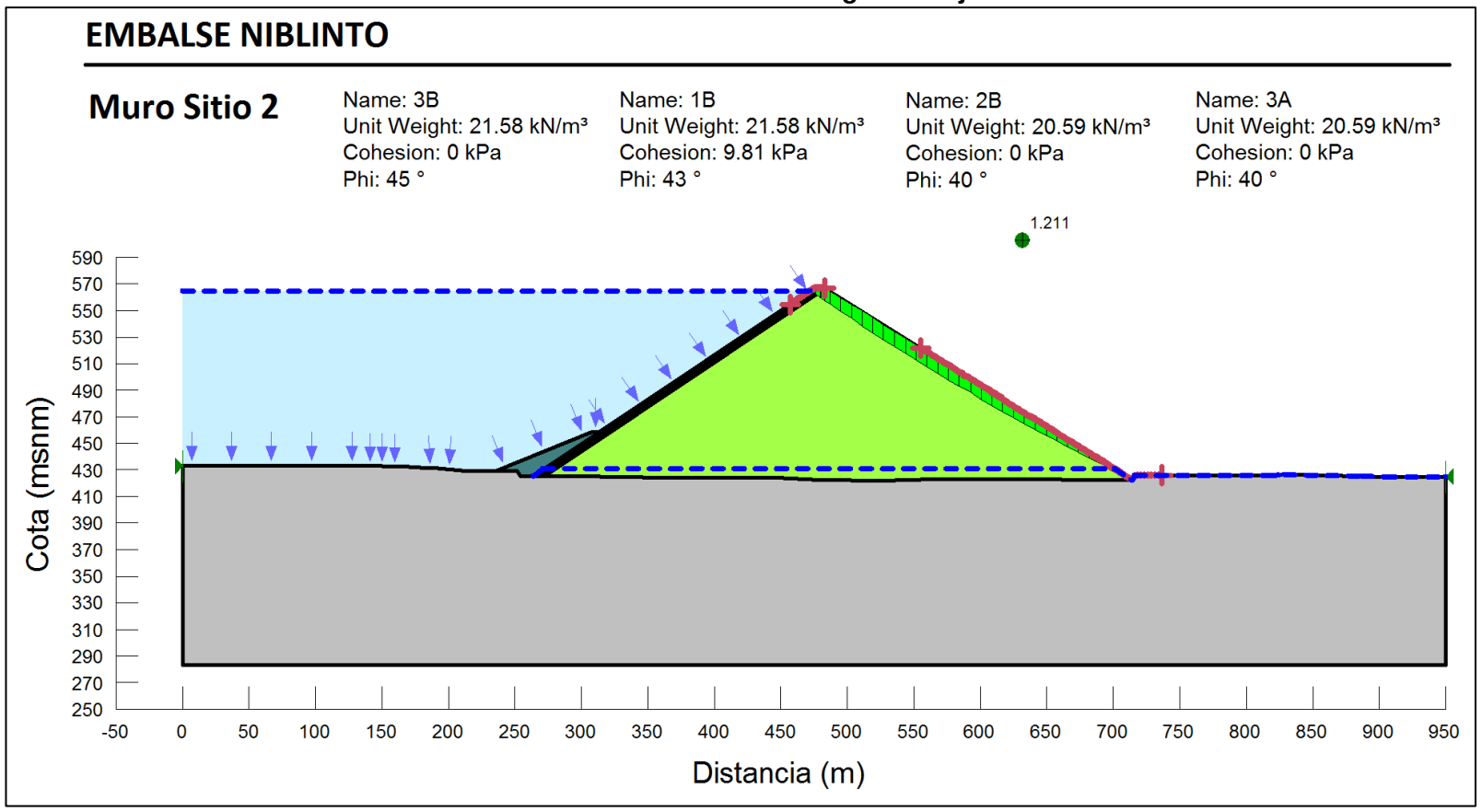


Figura A-21: Embalse Niblinto. Muro Sitio 3. Condición Drenada y Análisis Estático. Caso A: Embalse vacío talud aguas arriba.

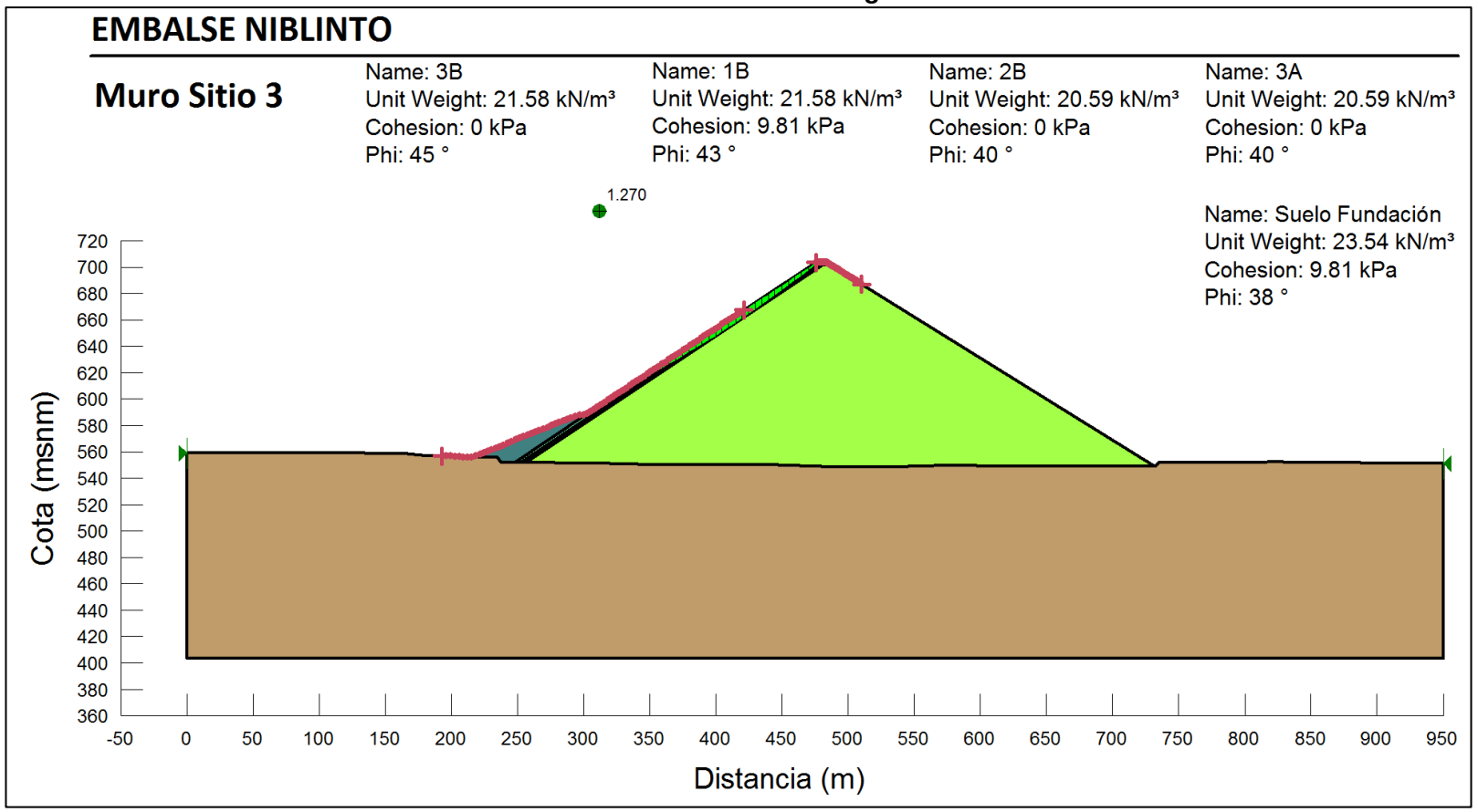


Figura A-22: Embalse Niblinto. Muro Sitio 3. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso A: Embalse vacío talud aguas arriba.

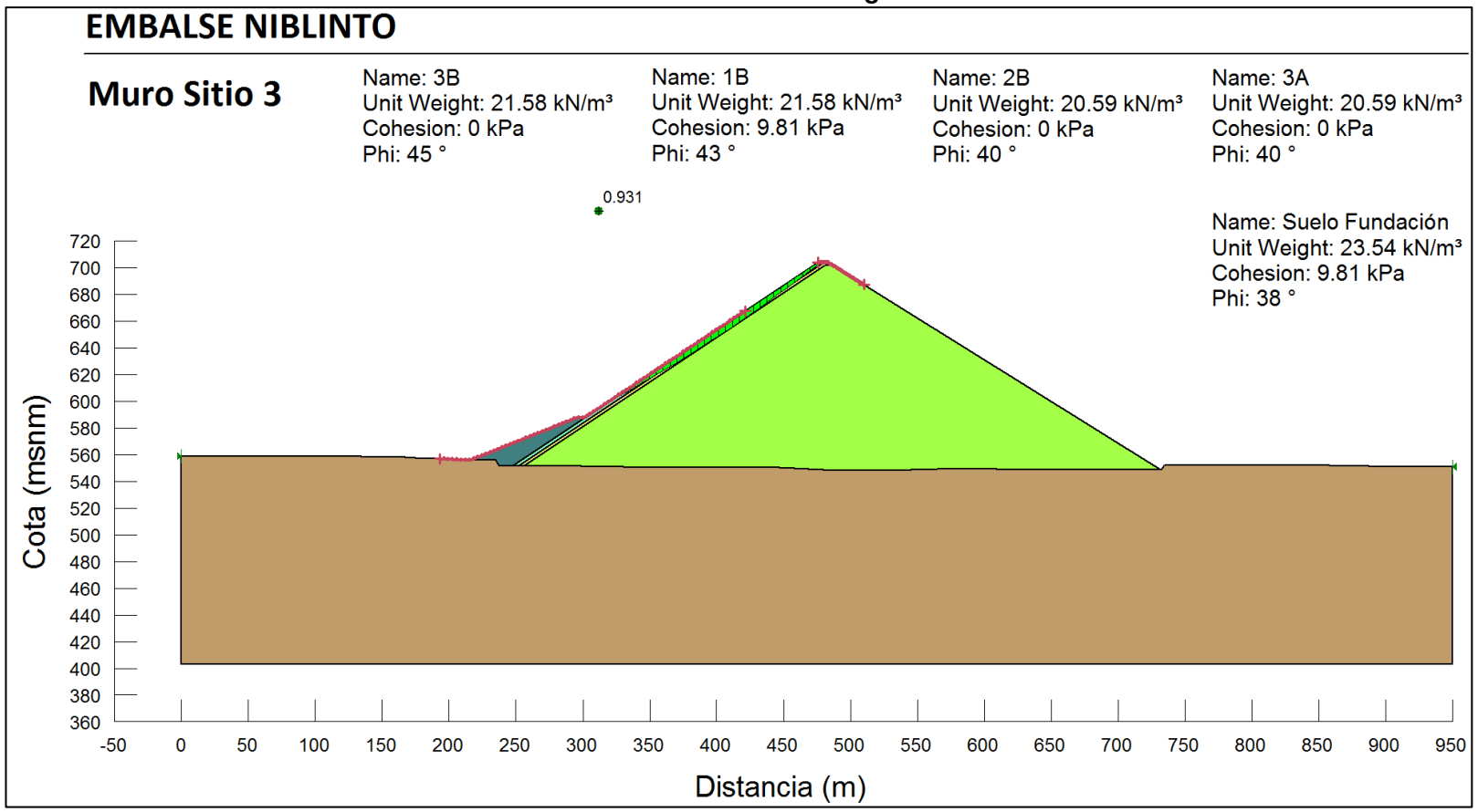


Figura A-23: Embalse Niblinto. Muro Sitio 3. Condición Drenada y Análisis Estático. Caso B: Embalse vacío talud aguas abajo.

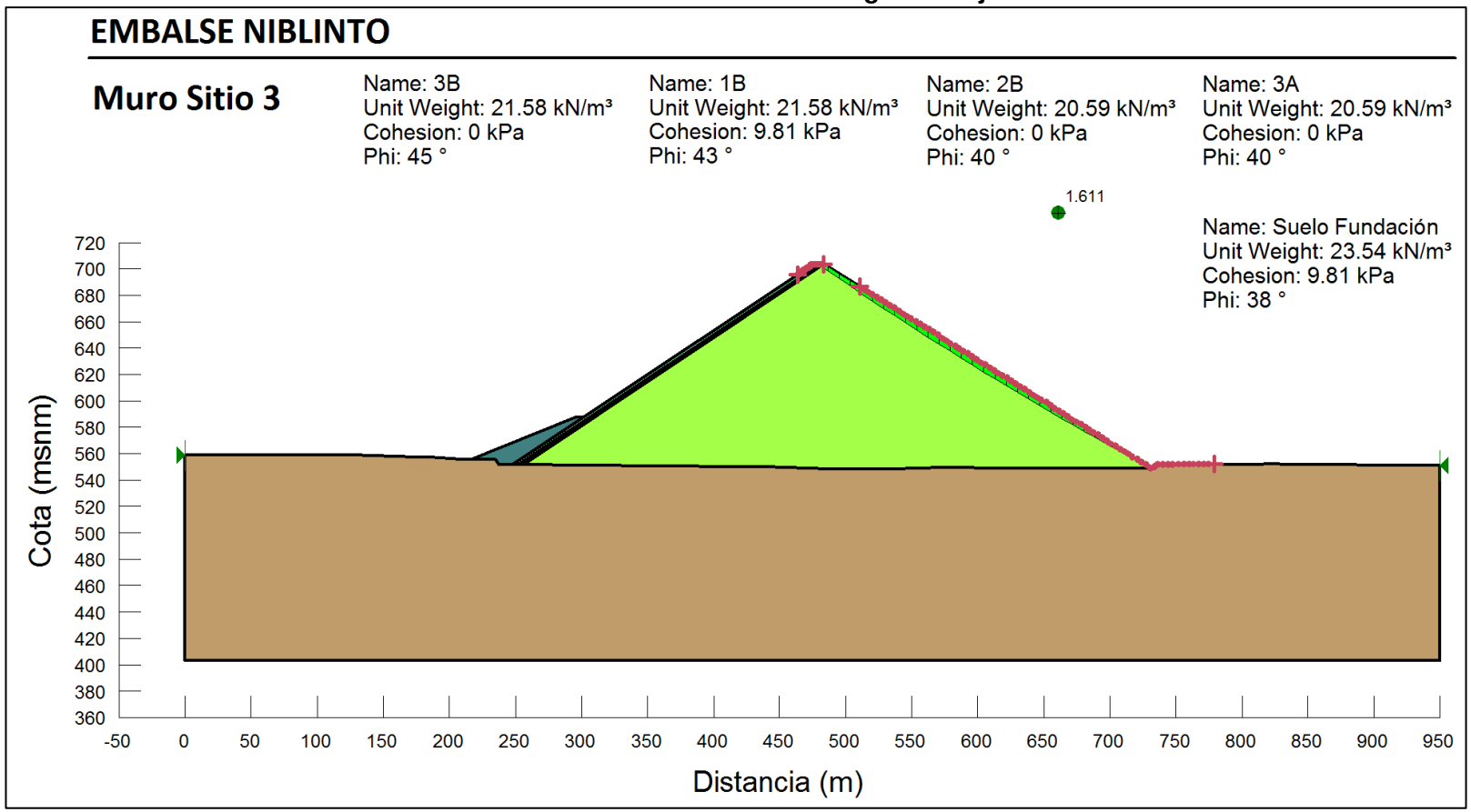


Figura A-24: Embalse Niblinto. Muro Sitio 3. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso B: Embalse vacío talud aguas abajo.

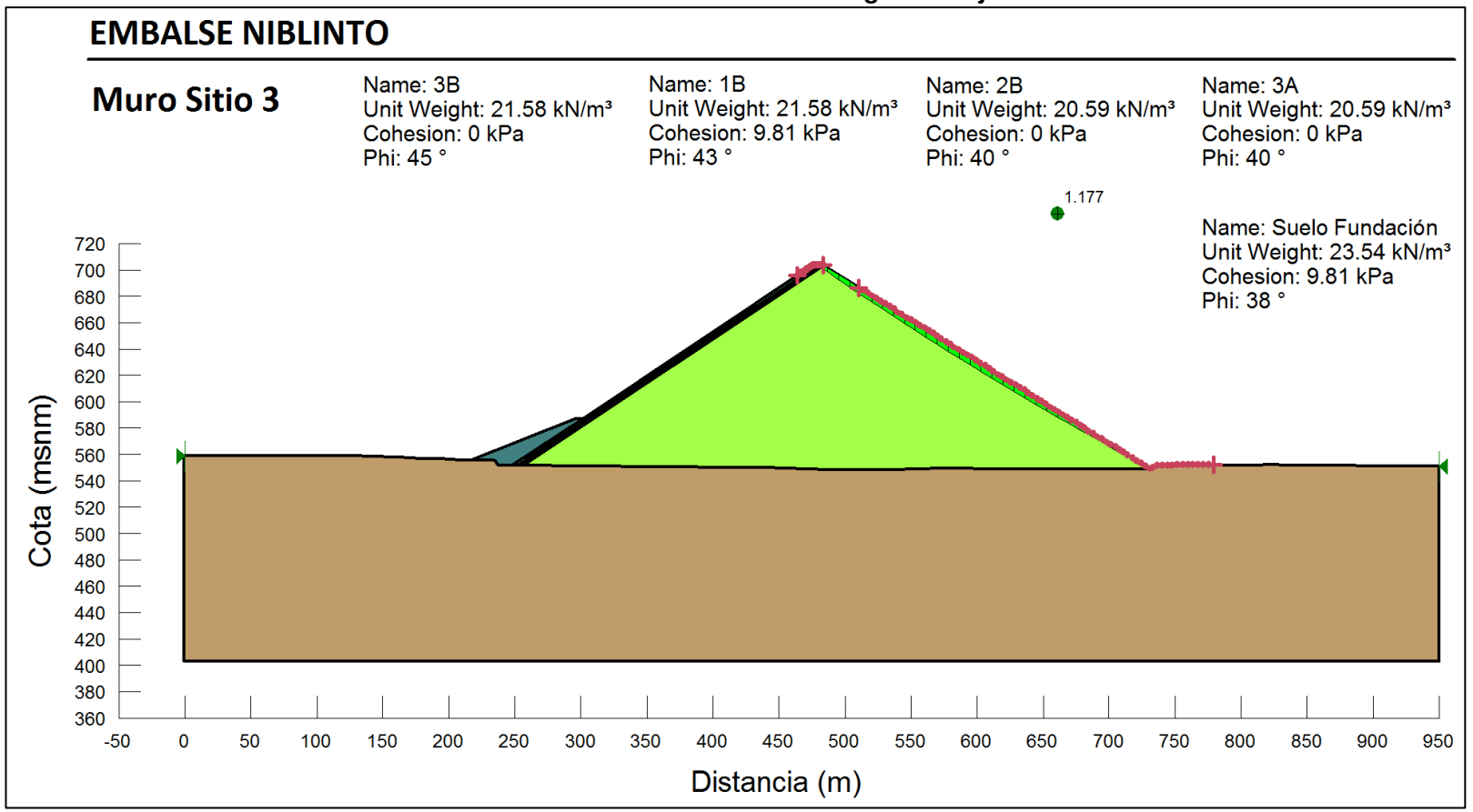


Figura A-25: Embalse Niblinto. Muro Sitio 3. Condición Drenada y Análisis Estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-1.

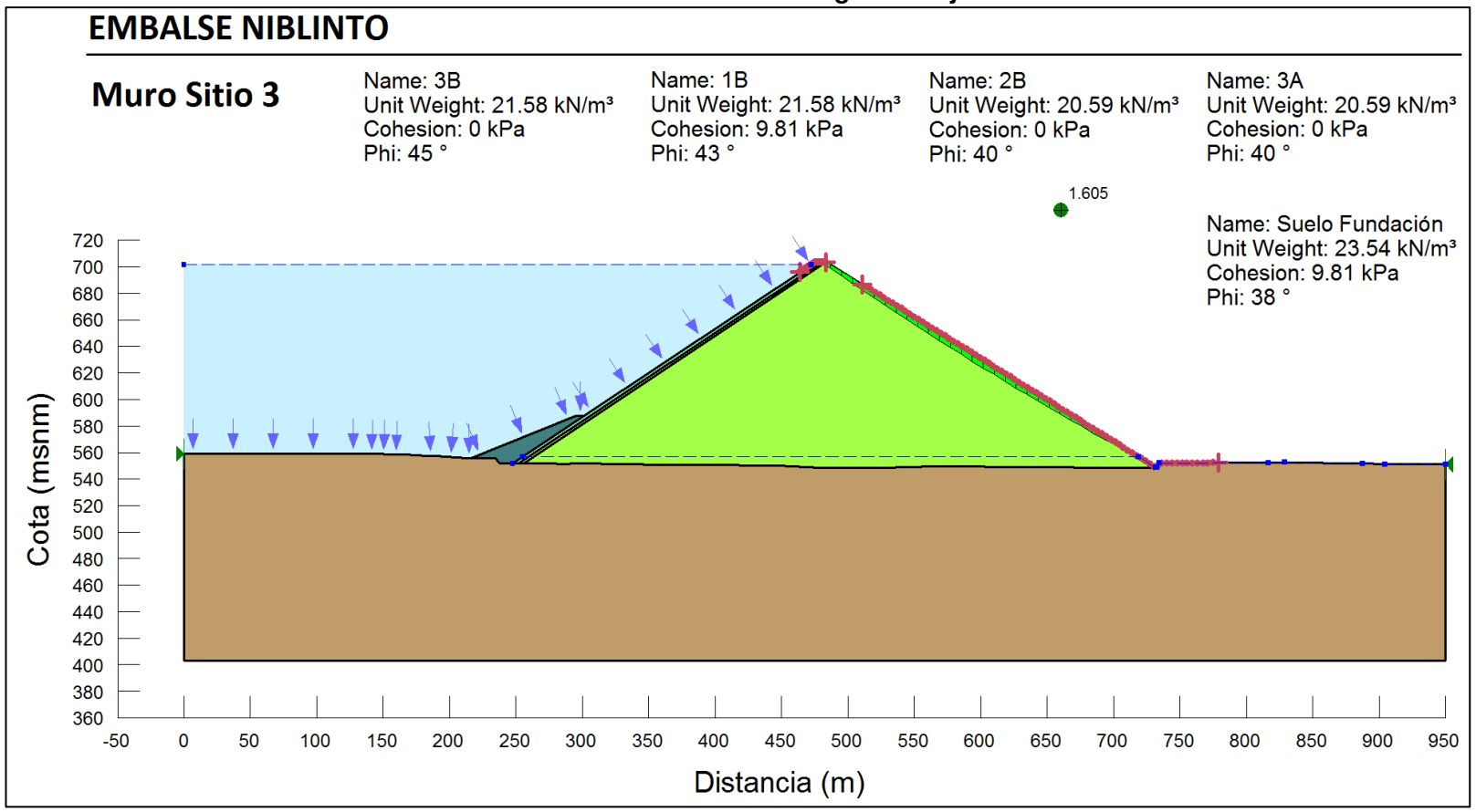


Figura A-26: Embalse Niblinto. Muro Sitio 3. Condición Drenada y Análisis Estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-2.

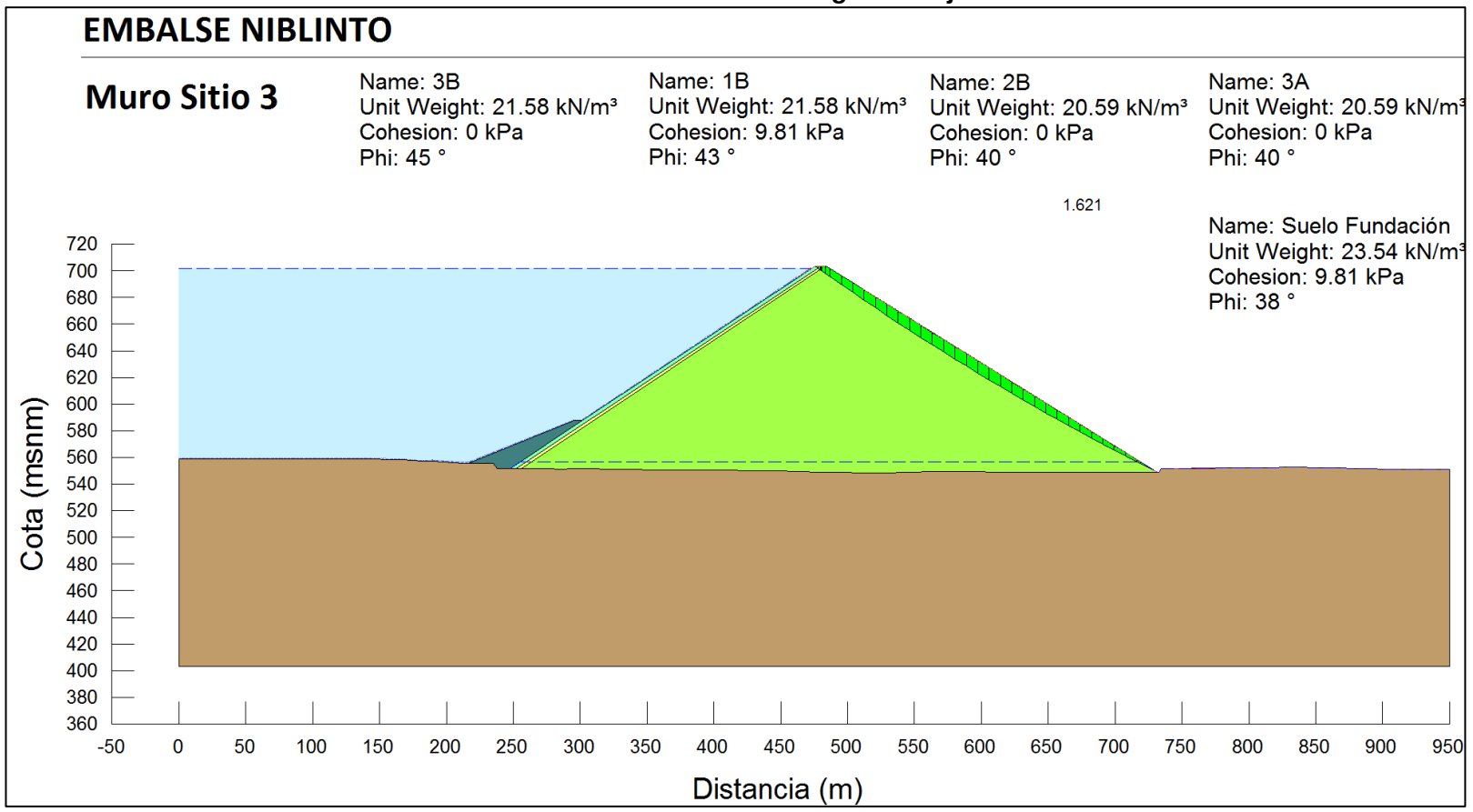


Figura A-27: Embalse Niblinto. Muro Sitio 3. Condición Drenada y Análisis Estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-3.

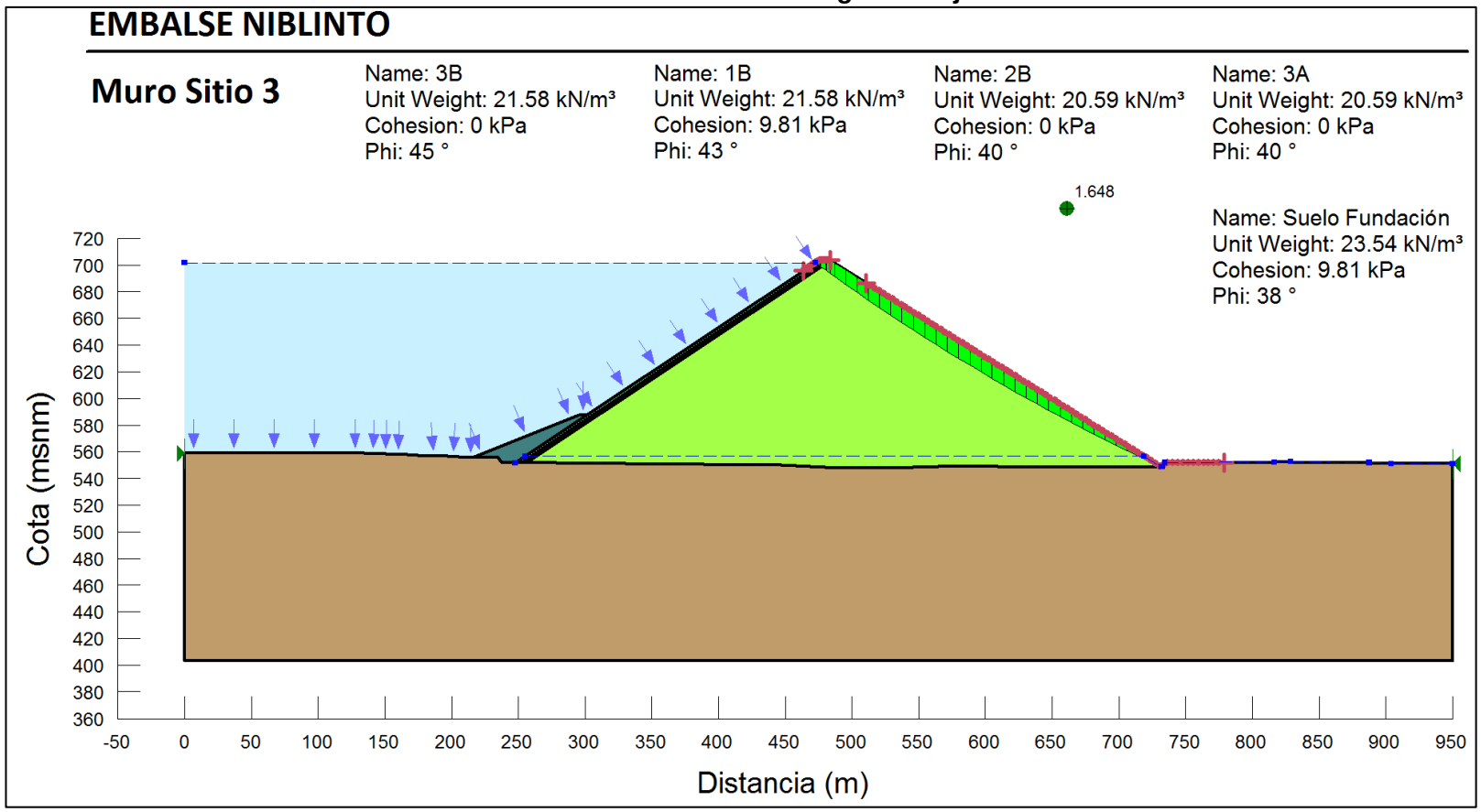


Figura A-28: Embalse Niblinto. Muro Sitio 3. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-1.

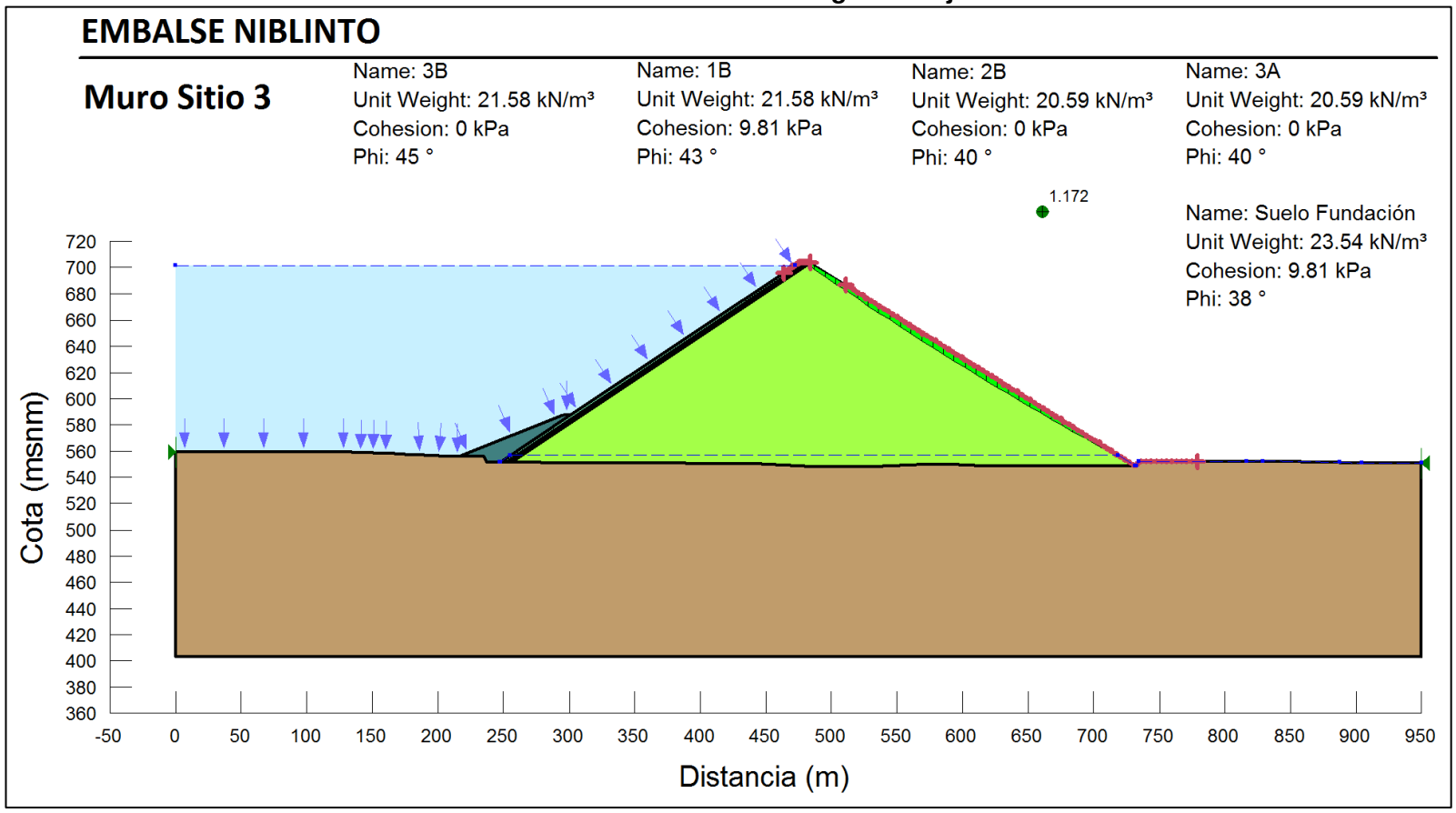


Figura A-29: Embalse Niblinto. Muro Sitio 3. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-2.

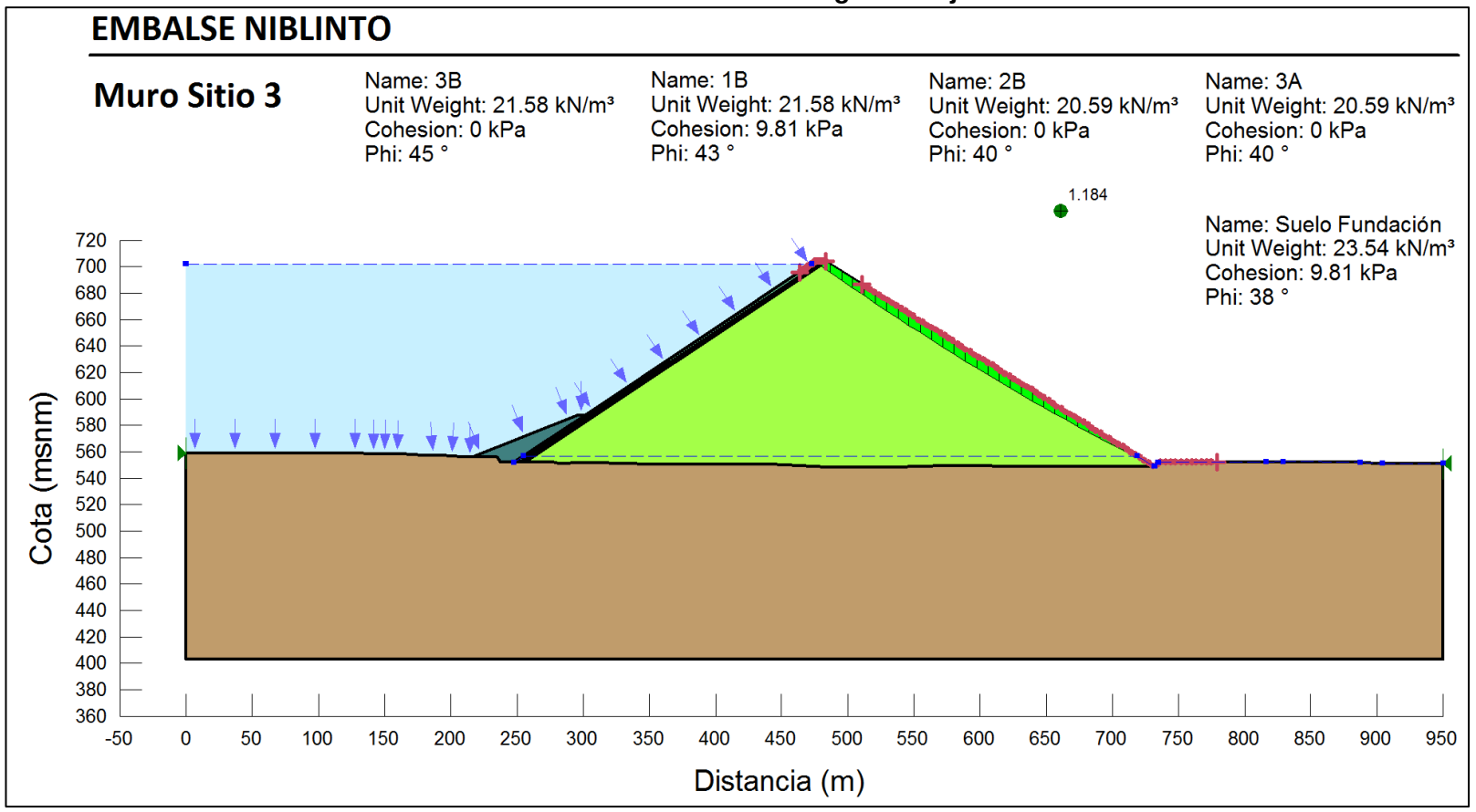
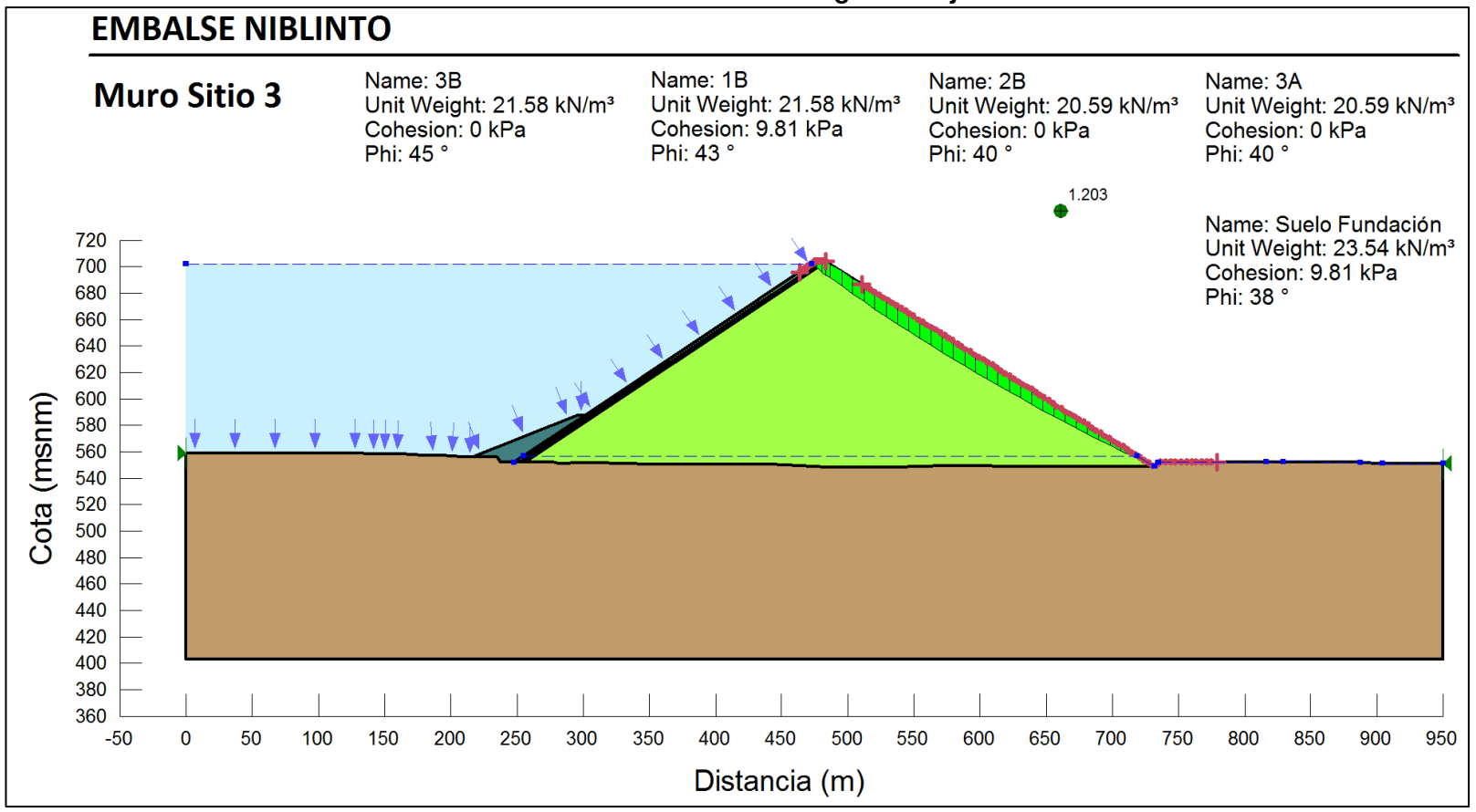


Figura A-30: Embalse Niblinto. Muro Sitio 3. Condición Drenada y Análisis Seudo-estático. Caso C: Embalse lleno talud aguas abajo. C-3.



COMISION NACIONAL DE RIEGO (CNR)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO"

N° 3853-0000-IH-INF-008_1

SISTEMA AFORO DE CAUDALES

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	F. Smith	P. Zúñiga	A. Gomez	Coordinación Interna
	Fecha	01.10.12	01.10.12	01.10.12	
B	Nombre Firma	F. Smith	P. Zúñiga	A. Gomez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	01.10.12	02.10.12	02.10.12	
0	Nombre Firma	F. Smith	P. Zúñiga	A. Gomez	Aprobado Cliente
	Fecha	22.10.12	22.10.12	07.11.12	
1	Nombre Firma	F. Smith	P. Zúñiga	A. Gomez	Aprobado Cliente
	Fecha	15.01.13	15.01.13	31.01.13	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 02 381 6000
Fax: +56 02 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO"

SISTEMA AFORO DE CAUDALES

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 3

2 COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN 6

2.1 EQUIPOS DE MONITOREO 6
2.2 WISEFLOW SERVER 8
2.3 PLATAFORMA WEB 8

3 CERCOS PERIMETRALES 11

4 UBICACIÓN DE LOS MEDIDORES 12

5 COSTOS 14

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4-1: Detalle Sensores 12
Tabla 5-1: Costos implementación 14

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1: Redes de comunicación inalámbrica 4
Figura 1-2: Base de datos WiseFlow 4
Figura 2-1: Los equipos WiseFlow 6
Figura 2-2: Plataforma Web 8
Figura 2-3: Página de inicio del sistema WiseFlow 9
Figura 2-4: Forma de Acceso Sistema WiseFlow 10
Figura 4-1: Ubicación Sensores 13

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1: Los equipos WiseFlow en terreno 7
Fotografía 3-1: Imágenes referenciales de los cercos perimetrales a instalar 11

1 INTRODUCCIÓN

Para el sistema de Aforo de Caudales en forma remota para el sistema del embalse Niblinto se ha definido la solución WiseFlow, el cual es un sistema que combina hardware y software dedicado para la provisión de una solución integral para la gestión del recurso hídrico en grandes sistemas hidráulicos en el que se interactúan embalses, canales matrices, derivados, trasvases, etc y las comunidades de agua. El sistema se compone de sensores electrónicos, equipos de monitoreo y comunicación WiseFlow 0020 y la aplicación web WiseFlow para el manejo de la información muestreada.

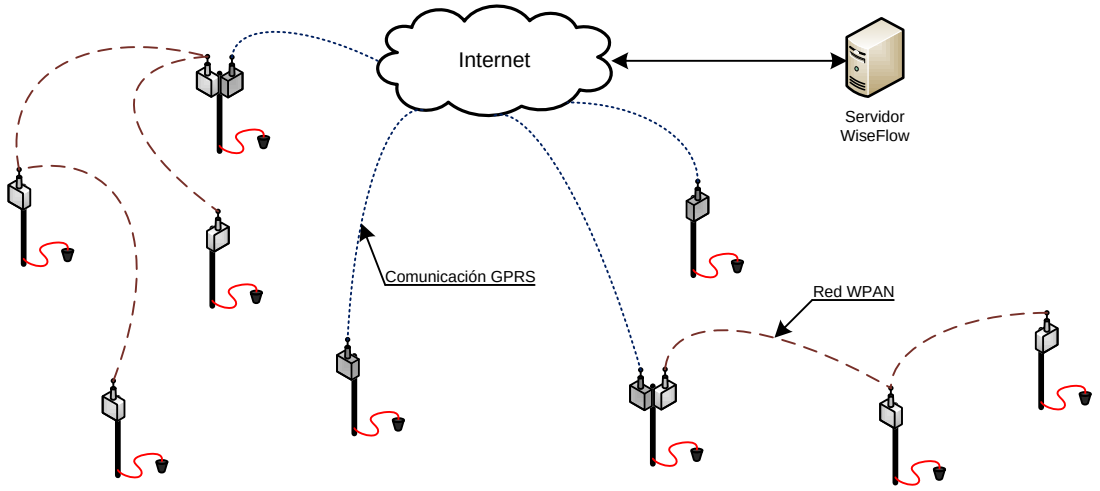
WiseFlow opera por medio de equipos de monitoreo con capacidad de comunicación inalámbrica local y GPRS (en el caso de los concentradores). Los sensores que se consideran miden la variable correspondiente conforme se requiera:

1. Altura de agua; nivel en el afluente o en un repositorio de agua, por medio de sensores electrónicos.
2. Altura de columna de agua: presión de agua.
3. Diseño doppler: sensores que monitorean velocidad y altura de columna generando una lectura directa de caudal en una sección conocida.

La solución se convierte en una herramienta fundamental para los usuarios de agua que quieran hacer una buena distribución del recurso hídrico. El seguimiento continuo del nivel de agua, permite conocer de manera precisa los volúmenes de agua que cada uno de las organizaciones está manejando, lo que se integra directamente con los derechos de agua de cada uno de los usuarios, simplificando el trabajo de los jueces de agua, administradores de canal/canales y los mismos celadores.

Los equipos forman redes locales de comunicación inalámbrica (redes WPAN, con el protocolo IEEE 802.15.4), operando en la frecuencia ISM de los 900 MHz. con un alcance máximo de 3.000 metros, tal como se muestra a continuacion:

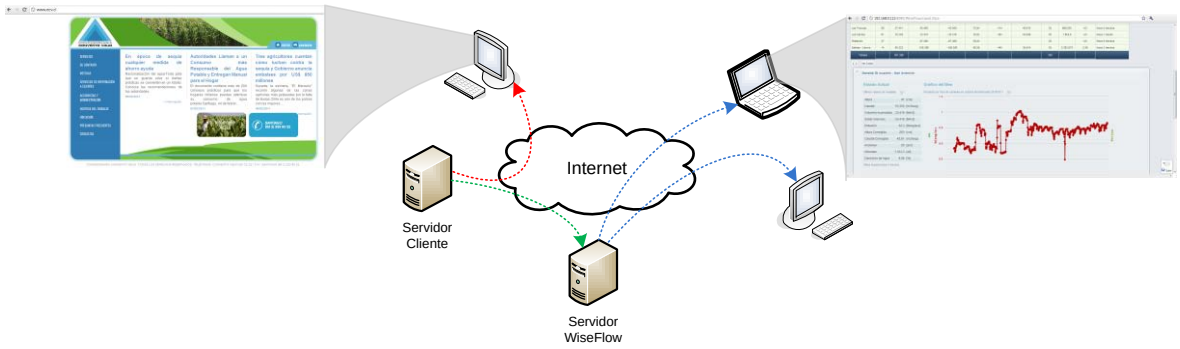
Figura 1-1: Redes de comunicación inalámbrica



Las mediciones locales de cada equipo son transmitidas a través de la red WPAN, convergiendo en los concentradores con capacidad de enlace GPRS, permitiendo acceder directamente a Internet, enlazando con los servidores WiseFlow.

Con los registros disponibles en la base de datos WiseFlow, los usuarios pueden acceder a la aplicación WiseFlow 2.0. Esta permite hacer una revisión general y específica de cada uno de los afluentes monitoreados, los que con la respectiva curva de caudal o el algoritmo requerido permite estimar el caudal en cada efluente. Asimismo, el sistema maneja datos de dotación y volumen acumulado, otra característica es la definición de alarmas de nivel, las que generan alarmas vía correo electrónico y/o mensajería SMS.

Figura 1-2: Base de datos WiseFlow



El sistema (Hardware y Software) también permite integrar estaciones meteorológicas y los niveles de embalses.

La naturaleza web del Sistema mantiene la solución operando en tiempo real, disponibles desde cualquier lugar, en cualquier momento. Esta misma característica permite que los datos puedan ser consultados desde otras aplicaciones, por ejemplo, el sitio web del cliente.
El servidor central sirve como repositorio de datos para la consulta de información en tiempo real e histórico, disponiendo de datos continuos a lo largo del tiempo, desde la fecha de implementación de la solución en adelante.

La consulta de datos se realiza por medio de cualquier browser web, permitiendo el acceso a la aplicación web WiseFlow, desarrollada para la administración de información hídrica. Al ser un software en línea, se habilita el acceso de manera libre a cualquier usuario registrado, permitiendo un acceso simple y amigable a cualquier desde cualquier lugar, en cualquier momento.

2 COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN

La solución utiliza elementos de Hardware y Software que serán descritos en esta sección.

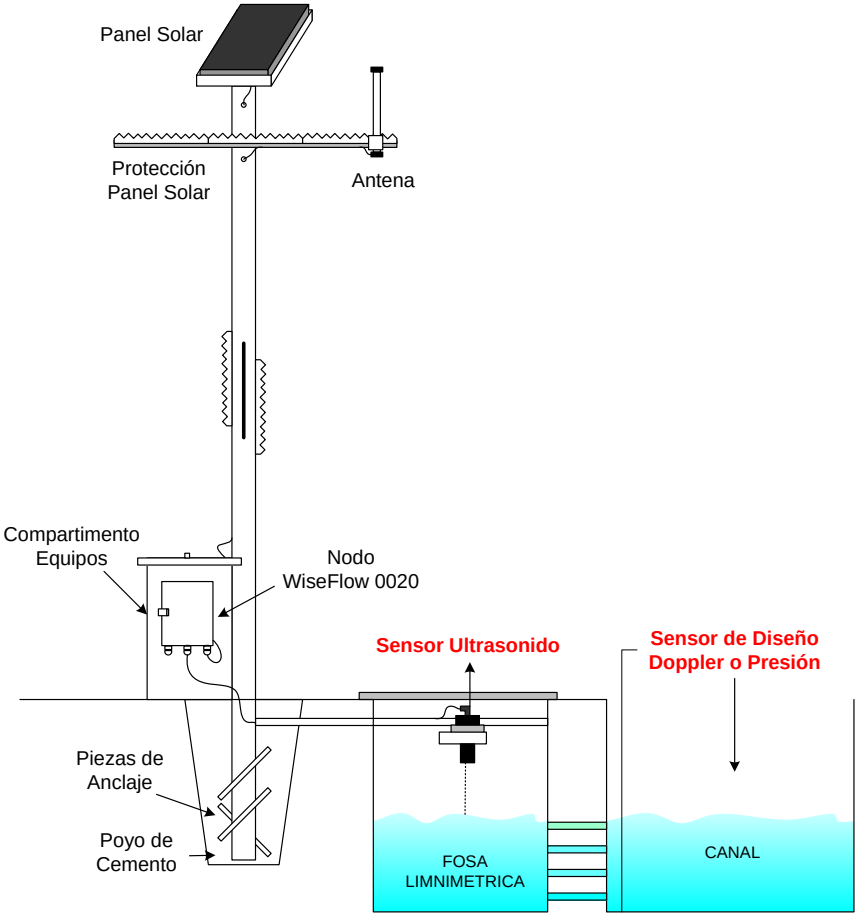
2.1 EQUIPOS DE MONITOREO

En terreno se ubican los equipos WiseFlow, que incluyen:

1. Sensores electrónicos que pueden ser de diseño doppler, presión o ultrasonido según se requiera en cada caso.
2. El equipo de monitoreo y comunicación WiseFlow 0020
3. Un kit de energía solar que entrega total autonomía energética al equipo en terreno.

El siguiente esquemático permite distinguir las principales componentes de los equipos a instalar:

Figura 2-1: Los equipos WiseFlow



Junto con los diferentes elementos electrónicos se considera el sistema de montaje y opcionalmente de protección. Esta disponible una propuesta opcional de diseño seguro, las siguientes imágenes ilustran el tipo de sistema que se instalará:

Fotografía 2-1: Los equipos WiseFlow en terreno

El objetivo del diseño es minimizar la posibilidad de daño o hurto.

2.2 WISEFLOW SERVER

Los equipos de monitoreo y comunicación en terreno transmiten a un sistema de servidores -WiseServer- centrales que almacenan y centralizan los datos recopilados por cada uno de los equipos WiseFlow; estos equipos operan como servidores para las aplicaciones web con que el sistema opera.

Los sistemas de servidores son alojados y mantenidos por Wiseconn en sus oficinas, y son una componente *invisible* para el usuario en el sistema. Wiseconn tiene la responsabilidad de mantener operativos estos sistemas con un nivel de disponibilidad sobre el 99%, lo que sumado a otros gastos operacionales en que la empresa incurre (por ejemplo el soporte y el trafico mensual de datos vía celular) lleva a establecer un contrato de mantención mensual del sistema por equipo, el que será detallado en la parte final del documento, junto con la cotización.

2.3 PLATAFORMA WEB

El software web tiene como principal objetivo proveer al administrador de aguas de las herramientas suficientes para hacer una gestión completa del manejo de las aguas que ingresan y se asignan a cada uno de los usuarios de agua de la comunidad.

Para estos efectos la aplicación web dispone de herramientas gráficas que permiten visualizar y entender el funcionamiento de cada uno de los afluentes bajo observación, presentando el nivel de agua y el caudal instantáneo en cada punto y el volumen acumulado a lo largo del tiempo, etc.

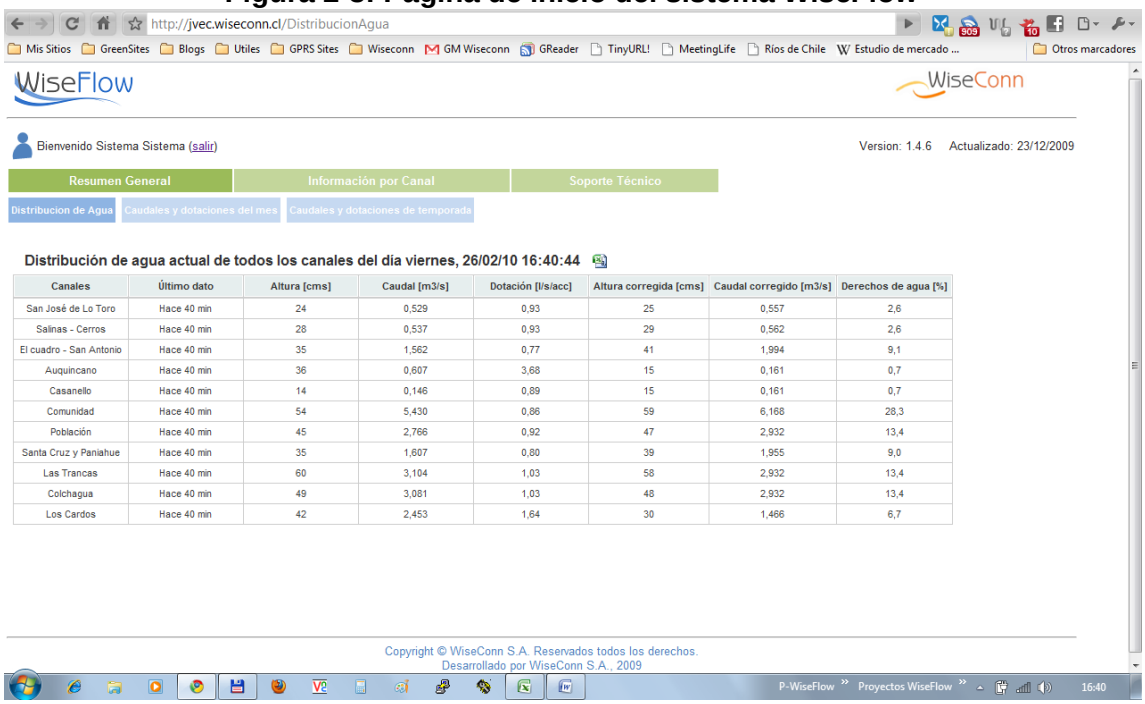
Figura 2-2: Plataforma Web

El variable tiempo es un parámetro ajustable permitiendo que los interesados puedan hacer estudios considerando distintos espacios temporales, desde datos inmediatos hasta un análisis por temporada o una revisión histórica personalizada.

Junto con el sistema gráfico para una comprensión inmediata de la realidad hídrica, se puede manejar la información en tablas, las que permiten ver la misma información de los gráficos de manera tabulada, permitiendo al usuario hacer una importación de los datos a un formato que puede ser accedido con MS Excel para que pueda procesar la información a su manera.

El sistema maneja una página de inicio que resume el actual estado de todos los puntos del sistema y un total global del sistema hídrico bajo observación:

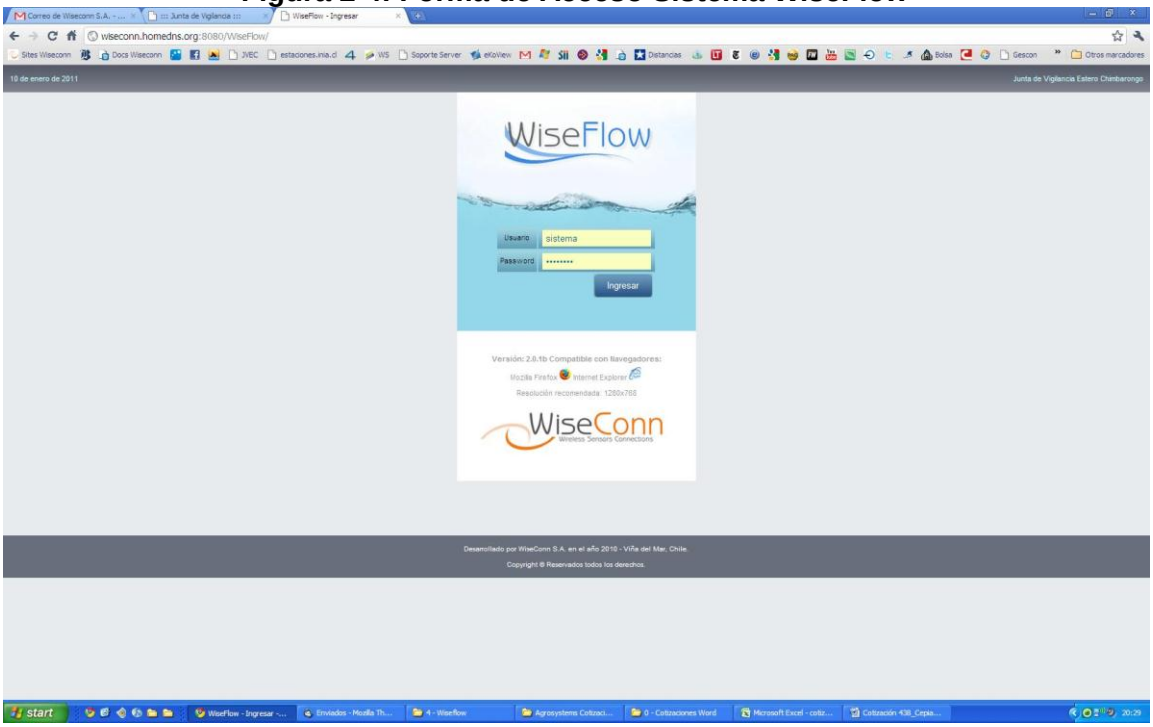
Figura 2-3: Página de inicio del sistema WiseFlow



Canales	Último dato	Altura [cms]	Caudal [m3/s]	Dotación [l/s/acc]	Altura corregida [cms]	Caudal corregido [m3/s]	Derechos de agua [%]
San José de Lo Toro	Hace 40 min	24	0,529	0,93	25	0,557	2,6
Salinas - Cerros	Hace 40 min	28	0,537	0,93	29	0,562	2,6
El cuadro - San Antonio	Hace 40 min	35	1,562	0,77	41	1,994	9,1
Auquincano	Hace 40 min	36	0,607	3,68	15	0,161	0,7
Casanello	Hace 40 min	14	0,146	0,89	15	0,161	0,7
Comunidad	Hace 40 min	54	5,430	0,86	59	6,168	28,3
Población	Hace 40 min	45	2,766	0,92	47	2,932	13,4
Santa Cruz y Paniahue	Hace 40 min	35	1,607	0,80	39	1,955	9,0
Las Trancas	Hace 40 min	60	3,104	1,03	58	2,932	13,4
Colchagua	Hace 40 min	49	3,081	1,03	48	2,932	13,4
Los Cardos	Hace 40 min	42	2,453	1,64	30	1,466	6,7

El acceso a la información está restringido a los usuarios que estén autorizados, con niveles de jerarquía que permitirían limitar el acceso y el manejo de la información, según sea el vínculo de los usuarios con la organización.

Figura 2-4: Forma de Acceso Sistema WiseFlow



De esta manera se podrá entregar información general a terceros, como pueden ser comunidades de riego aguas arriba, aguas abajo, asesores, o incluso (si la organización lo autoriza) dar acceso a la Dirección General de Aguas.

Dos instrumentos que es importante destacar dentro de la aplicación WiseFlow son:

- Capacidad de implementar curvas de aforo paralelas para cada punto (basadas en la misma medición de nivel).
- Sistema de alarmas dinámico para la generación de acciones de control sobre cada uno de los canales bajo observación.

El último punto descrito tiene por objetivo poder definir volúmenes de control, al acercarse o sobrepasar aquellos niveles predeterminados por el administrador, la aplicación podría genera una alerta visual que lleva a que el responsable genere las acciones correspondientes para optimizar el uso del recurso.

3 CERCOS PERIMETRALES

Para mayor seguridad de los equipos se deben instalar cercos perimetrales (no incluidos). Los cercos a construir son similares a los que se muestran en las siguientes fotos:

Fotografía 3-1: Imágenes referenciales de los cercos perimetrales a instalar

4 UBICACIÓN DE LOS MEDIDORES

Para el Sistema de Niblinto se ha identificado la necesidad de 16 sensores y 3 repetidores, tanto para el embalse, como la red de canales diseñada a nivel de prefactibilidad. A continuación se presenta el detalle y la ubicación en planta de estos sensores:

Tabla 4-1: Detalle Sensores

				SENSORES						
				Monitoreo Canales				Monitoreo		
N°	Niblinto	Zona	Canal	Doppler 0.08-5.0 mts	Doppler 0.08 1.5 mts	Ultrasonido	Caudalimetro EMAg	Presostato	EMA	Repetidores
	Ducto Entrega Embalse						1			3
	Cola Embalse									
	Presostato							1		
	EMA Embalse								1	
5	CM1.1	BT CM1	Matriz 1		1					
	CM1.2	Ent. CM1.2	Matriz 1							
	CM1.3	Ent. CM1.3	Matriz 1							
	CM1.4	Ent. CM1.4	Matriz 1							
6	CM2.1	BT CM2.1	Matriz 2		1					
	CM2.2	Ent. CM2.2	Matriz 2							
	CM2.3	Ent. CM2.3	Matriz 2							
7	CM3.1	BT CM3	Matriz 3		1					
8	CM4.1	BT CM4	Matriz 4		1					
	CM4.2	Ent. CM4	Matriz 4							
	CM4.3	Ent. CM4	Matriz 4							
	CM4.4	Ent. CM4	Matriz 4							
9	CM5.1	BT CM5	Matriz 5		1					
	CM5.2	Ent CM5	Matriz 5							
	CM5.3	Ent CM5	Matriz 5							
	CM5.4	Ent CM5	Matriz 5							
3	BT TR2		Tr a Sector 3		2					
2	BT TR1		Tr a Sector 1		4					
4	BT TR3		Tunel Tr a Sector 3		2					
					13	0	1	1	1	3

Figura 4-1: Ubicación Sensores

5 COSTOS

A continuación se presenta el detalle de costos para implementar el sistema de aforo de Caudales de Niblinto, con un costo Total de 158 Millones de pesos.

Tabla 5-1: Costos implementación

EQUIPOS ELECTRÓNICOS	Cantidad	Valor Unitario	Valor
Nodo Dropflow	19	$1.031.159	$19.592.027
Módulo COMs GPRS	13	$509.721	$6.626.371
Kit de Energía - Solar 22 W.	13	$316.378	$4.112.920
Sontek IQ - 0,08m - 1,5 m de altura de agua	13	$5.542.481	$72.052.259
Cable Sontek RS 232 - 10 mts	5	$292.943	$1.464.715
Estación Meteorológica	1	$1.042.877	$1.042.877
OBRAS CIVILES	Cantidad	Valor Unitario	Valor
Estructura de Montaje Sensor	19	$363.249	$6.901.737
Estructura de Montaje Nodo RED	6	$583.933	$3.503.598
Fosa Limnimétrica (1 x 1 x 1,5 mt) - construida	6	$1.054.595	$6.327.569
INSTALACIÓN	Cantidad	Valor Unitario	Valor
Instalación y puesta en operación GPRS	13	$492.144	$6.397.875
Instalación y puesta en operación RED	6	$392.544	$2.355.262
Otros	1	$2.793.797	$2.793.797
		Neto	$ 133.171.006
		19% iva	$ 25.302.491
		TOTAL	$ 158.473.497

Este costo se ha incluido en la evaluación económica, en el diseño de las obras de canales matrices proyectados. Además, dado el bajo costo (menos del 1% del total del costo de obras) y los posibles problemas no considerados en la ejecucion de estos medidores que tienen que resolverse una vez que se realicen las visitas de campo correspondientes, se ha considerado un porcentaje dentro del ítem de imprevistos en la evaluación económica para el desarrollo de aforo de caudales.

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO (CNR)

ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCÍA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO

N° 3853-0000-IH-INF-007_2

INFORME HIDROGENERACIÓN

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	P.Zuñiga	I. Schreuder	A.Gomez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	02.10.12	03.10.12	03.10.12	
0	Nombre Firma	P.Zuñiga	I. Schreuder	A.Gomez	Aprobado Cliente
	Fecha	22.10.12	22.10.12	07.11.12	
1	Nombre Firma	P.Zuñiga	I. Schreuder	A.Gomez	Aprobado Cliente
	Fecha	11.12.12	11.12.12	11.12.12	
2	Nombre Firma	P.Zuñiga	I. Schreuder	A.Gomez	Aprobado Cliente
	Fecha	15.01.13	15.01.13	31.01.13	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 02 381 6000
Fax: +56 02 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCÍA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO

INFORME HIDROGENERACIÓN

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 3
1.1 METOLOGÍA UTILIZADA 4
1.2 CALCULO DE ALTURA NETA DISPONIBLE 7
1.3 CALCULO MATRIZ DE GENERACION 12
1.4 RESULTADOS OBTENIDOS 15
2 EVALUACIÓN ECONÓMICA 16
2.1 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN 16

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1-1: Matriz de Volumenes Embalse 7
Tabla 1-2: Matriz de Altura Bruta 8
Tabla 1-3: Matriz de Altura Neta 9
Tabla 1-4: Matriz de Caudales Generables (1 unidad) 11
Tabla 1-5: Matriz de Potencia (1 Unidad) 13
Tabla 1-6: Matriz de Energia (1 Unidad) 14

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A Conexiones al SIC
Anexo B (Version Digital)

LISTADO DE FIGURAS

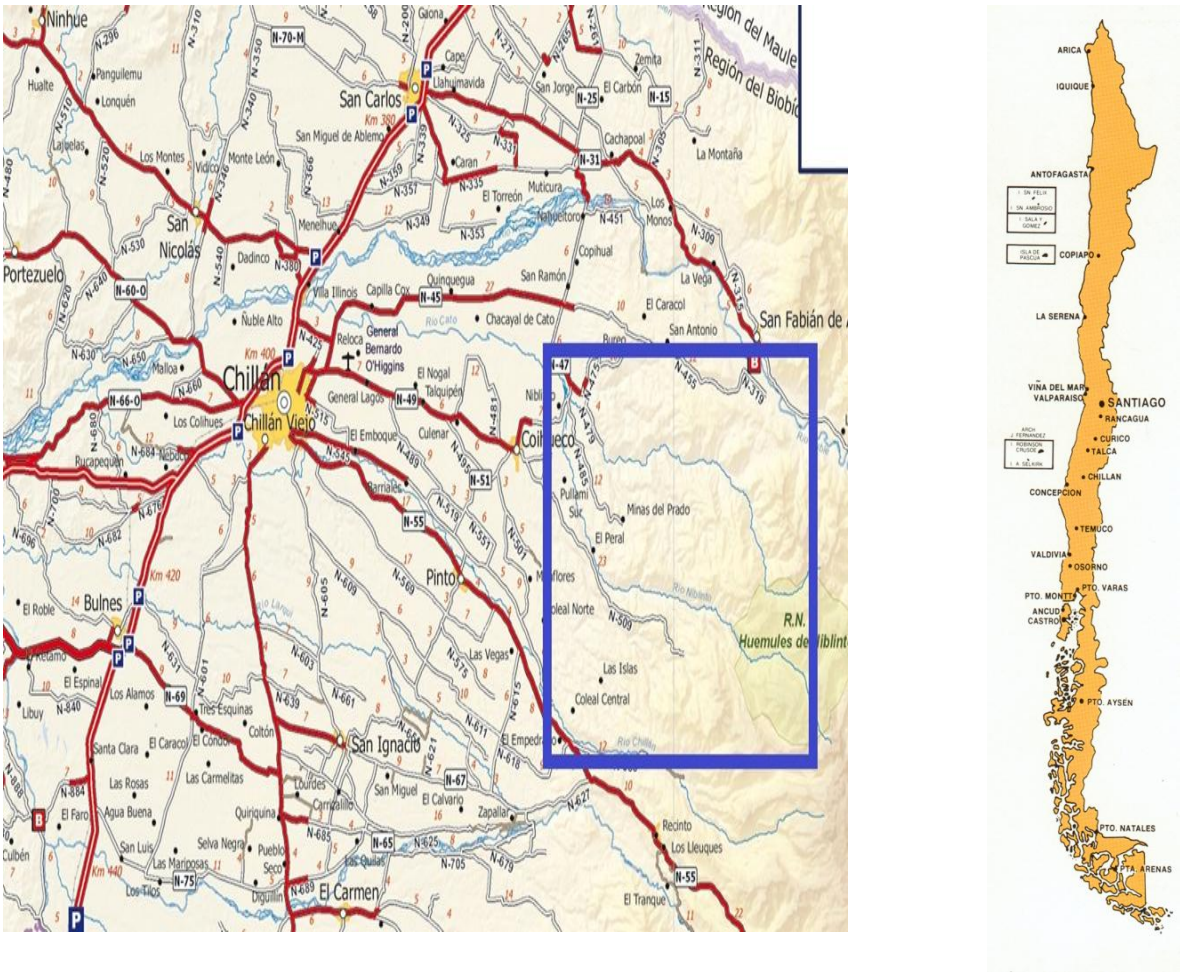
Figura 1-1: Ubicación de la Zona de Estudio. 3
Figura 1-2: Perfil Longitudinal Central Proyectada Niblinto. 6
Figura 1-3: Planta General Central Proyectada Niblinto. 6

1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe se presenta un resumen de los trabajos desarrollados con el objetivo de determinar la factibilidad de hidrogeneracion asociado a Obra de Embalse Niblinto.

El embalse Niblinto se ubica en el extremo sur-oriente de la provincia de Ñuble, a unos 45 km al sureste de la ciudad de Chillan, VIII Región.

Figura 1-1: Ubicación de la Zona de Estudio.



La metodología desarrollada para determinar el potencial hidroeléctrico, contempló las siguientes actividades principales:

- Antecedentes topograficos disponibles.
- Recursos Hídricos superficiales en la cuenca del Río Niblinto.
- Con los resultados de dicho estudio se determinaron los volúmenes que se dispone para almacenar en el embalse de forma mensual.
- Finalmente y a partir de los resultados anteriores, se determina el potencial hidroeléctrico determinando los desniveles netos que existen entre el sector de toma y descarga del embalse Niblinto.

En los capítulos siguientes se presenta un resumen de los trabajos desarrollados y las conclusiones obtenidas.

1.1 METOLOGÍA UTILIZADA

Para determinar el potencial hidroeléctrico, se debe definir la potencia instalada de la central hidroeléctrica a pie de presa y su energía generada debido a los caudales de entrega a riego.

La potencia instalada se determina conforme a la siguiente fórmula

$$P=K\ Q_d\ Hn$$

donde,

K (constante) = $\eta_{T\ x}\ \eta_{G\ x}\ \eta_{Trafo\ x}\ \rho_{\ x}\ g$, y para su cálculo se utilizarán los siguientes valores de los parámetros:

- η_T : Rendimiento turbinas : 90%
- η_G : Rendimiento generador : 94%
- η_{Trafo} : Rendimiento transformador : 99.5%
- ρ : densidad del agua (t/m^3) : 1
- g: aceleración de gravedad : 9.84 (m/seg^2),

Q_d : Caudal de diseño (m^3/seg)

Hn: Altura neta: Cota disponible menos perdidas conducción y singularidades en tubería en presión (m)

La altura disponible sería:

Nivel	Cota
Vertedero de Excedencias	547 msnm
Nivel Mínimo Toma	464 msnm
Fluctuación Embalse	83 m

Considerando que el eje de la turbina tendrá la cota 430 msnm.

El desnivel bruto disponible seriá:

Nivel Disponible Bruto	Cota
Máximo (Vertedero – Eje Turbina)	117 m
Mínimo (Toma – Eje Turbina)	34 m

El cálculo de perdidas se estimo en un 10% de la altura bruta disponible.

Utilizando la matriz de caudales de entrega a riego medios mensuales para los 30 años de estadística, que tendría la central hidroeléctrica, se modelará la energía generada para diferentes caudales de diseño.

Para cada caudal de diseño se determinará el factor de planta, considerando que un factor de planta mayor o igual a 50% es un valor mínimo aceptable para las centrales de pasada emplazadas en el Sistema Interconectado Central (SIC)

De este modo se determinará para cada caso, la potencia instalada y la energía generable, que permitir cumplir el factor de planta indicado.

Cabe destacar que se tomó un solo nivel de altura máxima, que corresponde al nivel optimo que entrega el informe de evaluación económica, debido a que otros tamaños menores de proyecto no resultaron rentables.

El esquema de las Obras es la siguiente:

Figura 1-2: Perfil Longitudinal Central Proyectada Niblinto.

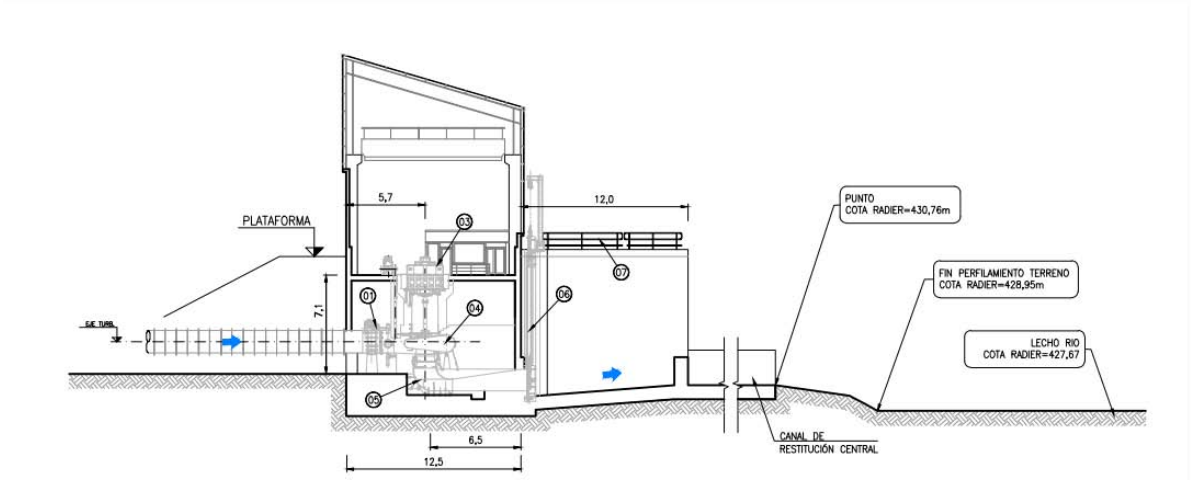
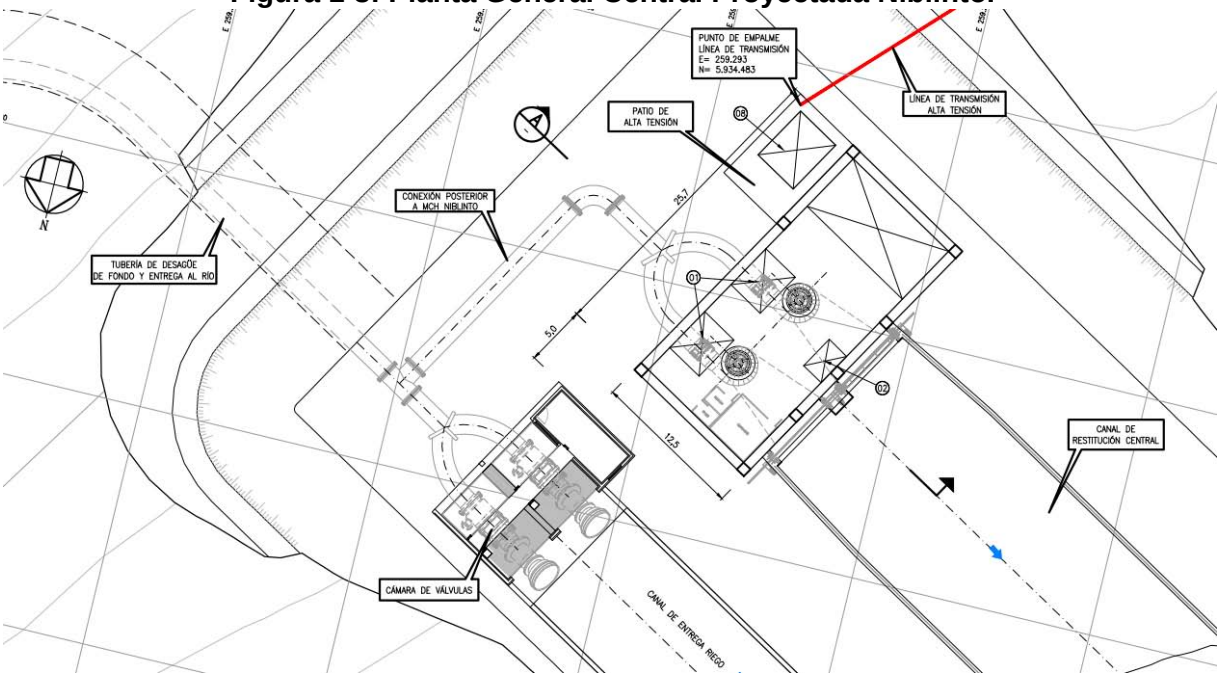


Figura 1-3: Planta General Central Proyectada Niblinto.



1.2 CALCULO DE ALTURA NETA DISPONIBLE

La matriz de altura neta disponible se obtuvo del modelo de simulación, el cual entrega los volúmenes acumulados de forma mensual, mediante la curva de embalse se realizo la transformación de los volúmenes a cota de embalse para adicionar a esta la altura de constante que se produce entre la toma del embalse y el eje de la turbina, el cual asciende a 34 m.

Se presentan a continuación las matrices de Volumen, altura bruta y altura neta:

Tabla 1-1: Matriz de Volumenes Embalse

Año	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar
1			150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	148.326.103	131.298.500	108.840.216	87.655.021	75.708.694
2	72.377.210	85.517.922	103.980.673	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	135.911.232	115.055.772	94.924.926	83.559.779
3	80.228.295	88.377.005	98.241.953	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	133.389.459	110.882.235	90.257.711	78.513.270
4	77.076.284	90.021.231	93.184.397	136.657.432	150.000.000	150.000.000	150.000.000	149.067.617	142.524.767	120.531.424	106.423.504	102.705.419
5	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	149.173.777	140.234.924	121.684.558	99.911.451	79.479.659	69.191.218
6	71.436.663	133.885.635	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	140.385.337	119.710.863	96.506.966	76.166.147	64.739.823
7	62.095.095	83.274.399	127.961.854	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	149.077.003	133.252.091	111.833.808	92.045.551	80.839.463
8	78.917.011	86.417.250	118.210.277	142.963.303	150.000.000	150.000.000	150.000.000	143.116.735	123.266.687	99.218.966	78.392.951	67.015.569
9	64.465.565	77.067.924	90.255.604	133.263.697	145.259.323	150.000.000	150.000.000	150.000.000	136.279.798	116.635.634	96.814.223	85.816.135
10	85.397.441	108.913.688	121.219.060	148.211.146	150.000.000	150.000.000	150.000.000	146.439.467	126.948.287	102.978.159	81.801.724	70.314.224
11	73.471.396	130.096.365	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	135.406.877	112.300.123	91.281.377	79.965.171
12	77.154.674	81.718.440	94.887.348	142.336.855	150.000.000	150.000.000	150.000.000	144.064.746	124.331.088	100.525.845	79.393.213	68.101.477
13	65.267.299	68.069.183	88.596.909	106.307.509	143.724.827	150.000.000	150.000.000	143.708.069	125.157.703	101.575.541	80.521.753	68.728.370
14	65.373.205	66.082.852	78.144.182	89.802.528	108.969.249	119.774.072	120.945.869	112.438.783	92.501.443	68.143.350	46.765.424	35.950.865
15	39.084.356	50.365.302	57.358.058	63.206.629	75.399.367	101.693.574	103.971.071	94.487.815	73.784.244	49.620.134	28.469.980	16.676.598
16	17.584.053	85.551.145	105.281.040	134.108.421	142.743.770	150.000.000	150.000.000	142.628.650	125.630.144	103.318.684	82.615.316	71.531.581
17	73.184.995	138.778.439	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	144.862.577	127.175.434	104.741.621	84.195.942	72.855.265
18	75.242.797	103.457.399	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	142.243.814	124.760.352	100.945.410	79.935.425	68.337.807
19	64.366.930	78.621.054	100.631.808	138.868.134	147.719.367	150.000.000	150.000.000	141.530.459	122.582.429	98.631.700	77.350.139	65.374.714
20	65.038.905	68.036.554	89.333.952	118.038.980	138.078.621	150.000.000	150.000.000	143.783.159	125.048.510	101.320.860	80.284.593	69.298.741
21	69.093.178	72.824.945	86.510.096	95.937.644	106.431.470	114.433.247	112.801.997	102.511.524	81.546.076	57.265.577	36.325.675	24.408.445
22	30.809.945	47.609.012	96.831.421	117.733.033	139.171.225	150.000.000	150.000.000	149.874.834	132.527.160	109.848.641	89.118.992	77.766.080
23	76.163.325	83.259.799	90.111.761	98.482.105	101.401.228	103.302.256	97.801.056	86.005.405	64.545.590	39.919.781	18.456.335	6.331.916
24	2.645.638	6.586.849	17.068.972	25.096.217	38.369.192	69.902.871	73.312.223	65.381.749	46.731.998	23.131.798	3.656.745	0
25	0	4.061.375	36.558.653	46.994.910	70.250.855	112.463.188	126.927.509	123.291.886	107.457.276	88.804.170	69.811.602	60.857.531
26	59.681.038	103.569.060	132.472.977	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	140.432.268	119.932.379	95.477.295	75.943.216	71.527.719
27	71.748.419	86.674.960	109.546.215	128.686.069	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000	135.940.253	116.764.262	97.595.022	87.098.254
28	85.171.703	89.195.688	107.780.914	120.647.683	130.089.837	140.495.981	145.557.502	139.175.822	119.885.936	97.112.978	76.179.659	64.720.167
29	69.212.441	73.621.823	86.954.457	109.613.588	126.758.658	144.433.579	150.000.000	147.502.409	130.706.791	108.563.500	88.073.138	77.078.580
30	74.650.101	88.560.966	111.714.742	146.779.097	150.000.000	150.000.000	150.000.000	142.993.147	124.262.332	101.197.499	80.431.779	68.734.147
31	67.631.916	73.838.244	98.585.860	150.000.000								
Prom	65.485.662,6	83.468.483,6	104.562.038,2	125.604.354,2	133.812.233,0	140.216.625,6	141.016.366,8	135.785.476,7	118.139.341,9	95.386.780,1	75.012.224,7	64.458.234,2
DesvEst	27.319.198,8	31.922.396,8	32.342.371,6	32.848.181,4	28.638.379,1	20.143.649,7	19.549.962,1	21.573.787,9	23.045.820,2	23.738.057,9	24.085.131,0	23.878.281,4
Cv	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
max	150.000.000,0	150.000.000,0	150.000.000,0	150.000.000,0	150.000.000,0	150.000.000,0	150.000.000,0	150.000.000,0	142.524.766,5	120.531.424,3	106.423.503,7	102.705.419,2
min	0,0	4.061.375,4	17.068.971,5	25.096.217,1	38.369.192,4	69.902.870,7	73.312.222,7	65.381.749,1	46.731.997,9	23.131.798,5	3.656.745,2	0,0

Tabla 1-2: Matriz de Altura Bruta

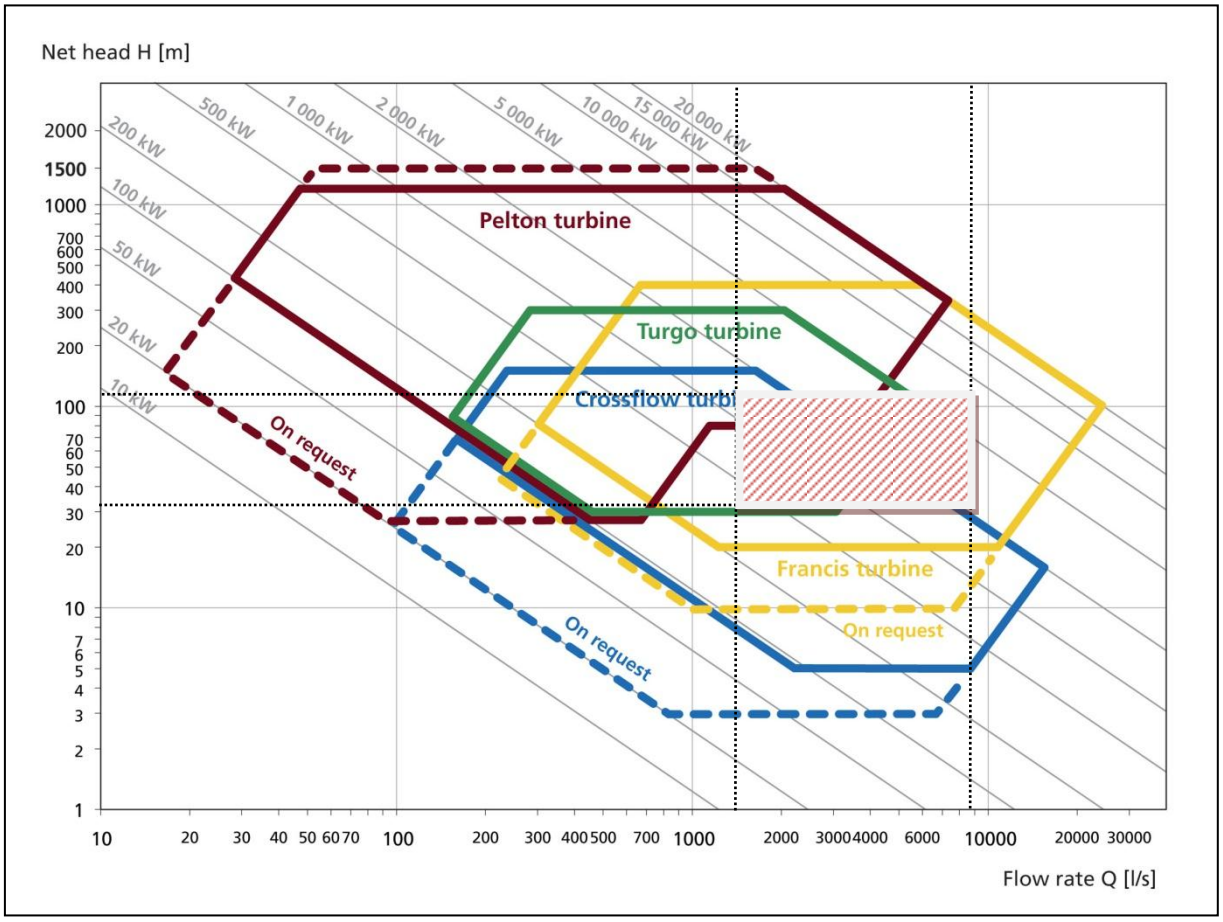
Año	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	prom
1			92,52	92,52	92,52	92,52	92,52	92,01	86,21	77,03	66,99	60,83	84,57
2	59,05	65,92	74,84	92,52	92,52	92,52	92,52	92,52	87,88	79,73	70,57	64,92	80,46
3	63,20	67,36	72,16	92,52	92,52	92,52	92,52	92,52	86,97	77,93	68,29	62,31	80,07
4	61,55	68,17	69,73	88,15	92,52	92,52	92,52	92,24	90,15	82,01	75,95	74,25	81,65
5	92,52	92,52	92,52	92,52	92,52	92,52	92,27	89,38	82,48	72,95	62,81	57,33	84,36
6	58,55	87,15	92,52	92,52	92,52	92,52	92,52	89,44	81,67	71,33	61,07	54,89	80,56
7	53,42	64,77	84,95	92,52	92,52	92,52	92,52	92,24	86,92	78,34	69,17	63,52	80,29
8	62,52	66,37	81,05	90,30	92,52	92,52	92,52	90,35	83,11	72,62	62,24	56,14	78,52
9	54,74	61,55	68,29	86,93	91,04	92,52	92,52	92,52	88,01	80,40	71,48	66,07	78,84
10	65,86	77,06	82,29	91,97	92,52	92,52	92,52	91,42	84,56	74,37	64,02	57,94	80,59
11	59,64	85,76	92,52	92,52	92,52	92,52	92,52	92,52	87,70	78,54	68,80	63,06	83,22
12	61,59	63,97	70,56	90,09	92,52	92,52	92,52	90,66	83,53	73,24	62,77	56,74	77,56
13	55,18	56,72	67,47	75,89	90,55	92,52	92,52	90,54	83,86	73,73	63,35	57,08	74,95
14	55,24	55,63	62,11	68,07	77,08	81,70	82,18	78,61	69,40	56,76	44,66	38,25	64,14
15	40,13	46,75	50,76	54,04	60,67	73,78	74,83	70,36	59,81	46,32	33,73	26,47	53,14
16	27,03	65,93	75,43	87,24	90,22	92,52	92,52	90,19	84,04	74,53	64,43	58,60	75,22
17	59,49	88,89	92,52	92,52	92,52	92,52	92,52	90,92	84,64	75,18	65,24	59,31	82,19
18	60,58	74,60	92,52	92,52	92,52	92,52	92,52	90,06	83,70	73,43	63,05	56,87	80,41
19	54,69	62,36	73,29	88,92	91,82	92,52	92,52	89,82	82,84	72,35	61,70	55,24	76,51
20	55,06	56,70	67,83	80,98	88,64	92,52	92,52	90,57	83,82	73,61	63,23	57,39	75,24
21	57,28	59,29	66,42	71,06	75,95	79,46	78,76	74,16	63,88	50,71	38,48	31,24	62,22
22	35,15	45,15	71,49	80,85	89,02	92,52	92,52	92,48	86,66	77,47	67,73	61,92	74,41
23	61,07	64,77	68,22	72,27	73,64	74,52	71,95	66,16	54,78	40,62	27,57	20,00	57,97
24	17,67	20,16	26,71	31,67	39,70	57,72	59,55	55,25	44,64	30,46	18,31	16,00	34,82
25	16,00	18,57	38,62	44,79	57,91	78,62	84,55	83,12	76,41	67,57	57,67	52,73	56,38
26	52,07	74,65	86,64	92,52	92,52	92,52	92,52	89,45	81,76	70,84	60,95	58,60	78,75
27	58,72	66,50	77,34	85,22	92,52	92,52	92,52	92,52	87,89	80,45	71,85	66,71	80,40
28	65,74	67,76	76,56	82,06	85,75	89,47	91,14	89,02	81,74	71,62	61,08	54,88	76,40
29	57,34	59,72	66,64	77,37	84,48	90,78	92,52	91,75	85,98	76,90	67,20	61,55	76,02
30	60,27	67,45	78,29	91,53	92,52	92,52	92,52	90,31	83,51	73,55	63,31	57,08	78,57
31	56,48	59,84	72,32	92,52									70,29
Prom	54,6	63,7	73,7	82,5	85,9	88,7	89,0	87,1	80,3	70,2	59,9	54,3	74,2
DesvEst	14,8	16,4	15,2	15,1	12,7	8,2	7,9	9,1	10,8	12,5	13,6	13,8	11,0
Cv	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1
max	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5	90,2	82,0	75,9	74,2	84,6
min	16,0	18,6	26,7	31,7	39,7	57,7	59,6	55,2	44,6	30,5	18,3	16,0	34,8

Tabla 1-3: Matriz de Altura Neta

Año	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	prom
1			83,27	83,27	83,27	83,27	83,27	82,81	77,58	69,32	60,29	54,75	76,11
2	53,15	59,32	67,35	83,27	83,27	83,27	83,27	83,27	79,09	71,76	63,52	58,43	72,41
3	56,88	60,62	64,94	83,27	83,27	83,27	83,27	83,27	78,28	70,13	61,46	56,08	72,06
4	55,40	61,36	62,76	79,33	83,27	83,27	83,27	83,01	81,14	73,81	68,35	66,82	73,48
5	83,27	83,27	83,27	83,27	83,27	83,27	83,04	80,45	74,23	65,65	56,53	51,60	75,93
6	52,69	78,44	83,27	83,27	83,27	83,27	83,27	80,49	73,50	64,20	54,97	49,40	72,50
7	48,08	58,30	76,45	83,27	83,27	83,27	83,27	83,02	78,23	70,51	62,25	57,17	72,26
8	56,27	59,73	72,95	81,27	83,27	83,27	83,27	81,31	74,80	65,36	56,02	50,53	70,67
9	49,27	55,39	61,46	78,24	81,94	83,27	83,27	83,27	79,21	72,36	64,33	59,46	70,96
10	59,27	69,35	74,06	82,78	83,27	83,27	83,27	82,28	76,10	66,94	57,61	52,15	72,53
11	53,68	77,18	83,27	83,27	83,27	83,27	83,27	83,27	78,93	70,69	61,92	56,76	74,90
12	55,43	57,58	63,50	81,08	83,27	83,27	83,27	81,59	75,18	65,91	56,49	51,06	69,80
13	49,66	51,05	60,72	68,30	81,49	83,27	83,27	81,49	75,47	66,35	57,02	51,37	67,46
14	49,72	50,07	55,90	61,26	69,38	73,53	73,96	70,74	62,46	51,08	40,19	34,43	57,73
15	36,11	42,08	45,68	48,64	54,60	66,40	67,35	63,33	53,83	41,69	30,36	23,82	47,82
16	24,33	59,34	67,89	78,51	81,20	83,27	83,27	81,17	75,64	67,08	57,99	52,74	67,70
17	53,54	80,00	83,27	83,27	83,27	83,27	83,27	81,82	76,18	67,66	58,72	53,38	73,97
18	54,52	67,14	83,27	83,27	83,27	83,27	83,27	81,05	75,33	66,09	56,74	51,18	72,37
19	49,22	56,13	65,96	80,03	82,64	83,27	83,27	80,84	74,55	65,11	55,53	49,72	68,85
20	49,55	51,03	61,05	72,88	79,78	83,27	83,27	81,51	75,43	66,25	56,91	51,65	67,72
21	51,55	53,36	59,78	63,96	68,35	71,52	70,89	66,74	57,50	45,64	34,63	28,12	56,00
22	31,64	40,64	64,34	72,77	80,12	83,27	83,27	83,24	77,99	69,73	60,95	55,72	66,97
23	54,96	58,29	61,40	65,05	66,28	67,07	64,76	59,55	49,31	36,56	24,82	18,00	52,17
24	15,91	18,14	24,04	28,50	35,73	51,95	53,60	49,72	40,18	27,41	16,48	14,40	31,34
25	14,40	16,71	34,76	40,31	52,12	70,75	76,09	74,81	68,77	60,81	51,90	47,46	50,74
26	46,86	67,18	77,98	83,27	83,27	83,27	83,27	80,51	73,59	63,76	54,86	52,74	70,88
27	52,84	59,85	69,61	76,70	83,27	83,27	83,27	83,27	79,10	72,40	64,67	60,04	72,36
28	59,17	60,99	68,90	73,85	77,18	80,53	82,03	80,12	73,57	64,46	54,97	49,39	68,76
29	51,61	53,75	59,98	69,63	76,03	81,70	83,27	82,58	77,39	69,21	60,48	55,40	68,42
30	54,24	60,70	70,46	82,37	83,27	83,27	83,27	81,28	75,16	66,19	56,98	51,37	70,71
31	50,83	53,85	65,09	83,27									63,26
Prom	49,1	57,4	66,3	74,2	77,3	79,8	80,1	78,4	72,3	63,1	53,9	48,8	66,7
DesvEst	13,3	14,8	13,7	13,6	11,5	7,4	7,1	8,2	9,7	11,2	12,2	12,4	9,9
Cv	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1
max	83,3	83,3	83,3	83,3	83,3	83,3	83,3	83,3	81,1	73,8	68,4	66,8	76,1
min	14,4	16,7	24,0	28,5	35,7	51,9	53,6	49,7	40,2	27,4	16,5	14,4	31,3

La turbina se selecciona considerando, rango de altura entre 34 y 117 m y un rango de caudales entre 1.5 y 9.0 m3/s, obteniendo una turbina tipo Francis, como se indica en figura siguiente:

Gráfico 1-1: Gráfico de Selección de Turbinas



Area de variacion Central

Tabla 1-4: Matriz de Caudales Generables (1 unidad)

Embalse Niblinto - Sitio 2
Caudal medio mensual (m^3/s)

							Qd	**3,00**	m3/s	Qmgen	1,77	m3/s	
							Qd +10%	**3,30**	m3/s				
Año	**abr**	**may**	**jun**	**jul**	**ago**	**sep**	**oct**	**nov**	**dic**	**ene**	**feb**	**mar**	**prom**
1			2,00	0,00	0,00	0,98	2,10	3,15	3,30	3,30	3,30	1,79	**1,99**
2	0,00	0,00	1,43	2,51	1,16	1,27	2,10	3,30	3,30	3,30	3,30	1,80	**1,96**
3	0,00	0,00	0,00	2,76	1,58	1,39	2,30	3,30	3,30	3,30	3,30	1,79	**1,92**
4	0,00	0,00	0,00	2,17	2,83	1,38	1,61	3,20	3,30	3,30	3,30	1,96	**1,92**
5	1,80	1,50	2,51	2,03	1,76	0,00	1,36	2,58	3,30	3,30	3,30	1,82	**2,11**
6	0,00	1,30	1,49	1,38	1,13	0,94	1,45	2,53	3,30	3,30	3,30	1,80	**1,83**
7	0,00	0,00	2,23	2,36	1,71	1,58	2,41	3,20	3,30	3,30	3,30	1,80	**2,10**
8	0,00	0,00	1,95	1,78	1,20	0,00	1,86	2,74	3,30	3,30	3,30	1,80	**1,77**
9	0,00	0,00	1,02	2,16	0,93	1,17	2,11	3,30	3,30	3,30	3,30	1,81	**1,87**
10	0,00	0,00	0,95	1,83	0,00	0,94	1,97	3,00	3,30	3,30	3,30	1,80	**1,70**
11	0,00	1,17	2,70	1,08	1,69	0,00	1,63	3,30	3,30	3,30	3,30	1,80	**1,94**
12	0,00	0,00	1,02	2,25	1,90	1,06	2,14	2,82	3,30	3,30	3,30	1,80	**1,91**
13	0,00	0,00	1,59	1,33	2,07	0,95	1,74	2,79	3,30	3,30	3,30	1,79	**1,85**
14	0,00	0,00	0,93	0,00	1,49	0,00	1,51	2,62	3,30	3,30	3,30	1,81	**1,52**
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	1,23	1,60	2,54	3,30	3,30	3,30	1,79	**1,50**
16	0,00	1,41	1,53	1,87	0,00	1,09	1,79	2,71	3,30	3,30	3,30	1,81	**1,84**
17	0,00	1,36	2,28	1,44	0,00	0,00	1,90	2,88	3,30	3,30	3,30	1,80	**1,80**
18	0,00	0,00	3,08	1,92	1,99	0,00	1,53	2,68	3,30	3,30	3,30	1,80	**1,91**
19	0,00	0,00	1,71	2,06	0,00	1,09	1,78	2,62	3,30	3,30	3,30	1,78	**1,74**
20	0,00	0,00	1,65	1,86	1,55	1,13	1,86	2,79	3,30	3,30	3,30	1,81	**1,88**
21	0,00	0,00	1,06	0,00	0,00	0,00	1,30	2,48	3,30	3,30	3,30	1,79	**1,38**
22	0,00	0,00	2,32	1,57	1,66	1,26	2,15	3,27	3,30	3,30	3,30	1,80	**1,99**
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	2,36	3,30	3,30	3,30	1,77	**1,25**
24	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	1,34	1,68	2,66	3,30	3,30	3,30	1,83	**1,54**
25	0,00	0,00	1,97	0,00	1,77	1,56	2,05	2,99	3,30	3,30	3,30	1,85	**1,84**
26	0,00	0,91	1,89	3,30	1,91	0,00	1,45	2,53	3,30	3,30	3,30	1,95	**1,99**
27	0,00	0,00	1,76	1,44	2,21	1,33	2,36	3,30	3,30	3,30	3,30	1,82	**2,01**
28	0,00	0,00	1,44	0,96	0,00	0,00	1,81	2,78	3,30	3,30	3,30	1,80	**1,56**
29	0,00	0,00	1,03	1,70	1,33	1,05	1,90	3,08	3,30	3,30	3,30	1,81	**1,82**
30	0,00	0,00	1,76	2,00	2,00	1,16	1,75	2,73	3,30	3,30	3,30	1,79	**1,93**
31	0,00	0,00	1,80	0,00									**0,45**
Prom	**0,1**	**0,3**	**1,5**	**1,4**	**1,2**	**0,8**	**1,8**	**2,9**	**3,3**	**3,3**	**3,3**	**1,8**	**1,8**
DesvEst	**0,3**	**0,5**	**0,8**	**1,0**	**0,8**	**0,6**	**0,3**	**0,3**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,3**
max	**1,8**	**1,5**	**3,1**	**3,3**	**2,8**	**1,6**	**2,4**	**3,3**	**3,3**	**3,3**	**3,3**	**2,0**	**2,1**
min	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**1,0**	**2,4**	**3,3**	**3,3**	**3,3**	**1,8**	**0,4**

1.3 CALCULO MATRIZ DE GENERACION

Las consideraciones que se utilizaron para la generación de las matrices de potencia y energía, considera la utilización de las siguientes expresiones:

Potencia:

$$P=8.29\ Q_d\ Hn\ (Kw)$$

Energía:

$$E=N°\text{ de días del mes x 24 horas x } 8.29 \text{ x } Q_d \text{ x } Hn\ (KWh)$$

Q_d : Caudal de diseño (m^3/seg)

Hn: Altura neta: Cota disponible menos perdidas conducción y singularidades en tubería en presión (m)

Tabla 1-5: Matriz de Potencia (1 Unidad)

	Embalse Niblinto - Sitio 2										rend gen	0,940		
	Potencia (kW)										rend turb	0,900		
					Qd	3	m3/s							
Año	**abr**	**may**	**jun**	**jul**	**ago**	**sep**	**oct**	**nov**	**dic**	**ene**	**feb**	**mar**	**prom**
1			0	0	0	676	1.454	2.163	2.125	1.899	1.651	811	**1077,84**
2	0	0	800	1.737	800	879	1.451	2.281	2.166	1.965	1.740	874	**1224,27**
3	0	0	0	1.909	1.090	958	1.591	2.281	2.144	1.921	1.683	835	**1200,97**
4	0	0	0	1.429	1.958	956	1.110	2.207	2.222	2.021	1.872	1.087	**1238,62**
5	1.247	1.034	1.738	1.404	1.218	0	940	1.725	2.033	1.798	1.548	781	**1288,78**
6	0	843	1.031	954	782	652	1.002	1.691	2.013	1.758	1.505	738	**1080,83**
7	0	0	1.413	1.632	1.183	1.093	1.663	2.208	2.143	1.931	1.705	856	**1318,93**
8	0	0	1.181	1.202	826	0	1.285	1.851	2.049	1.790	1.534	755	**1039,42**
9	0	0	521	1.403	632	810	1.460	2.281	2.169	1.982	1.762	893	**1159,39**
10	0	0	586	1.256	0	649	1.361	2.049	2.084	1.833	1.578	779	**1014,63**
11	0	752	1.863	749	1.169	0	1.130	2.281	2.162	1.936	1.696	849	**1215,47**
12	0	0	538	1.516	1.316	730	1.481	1.907	2.059	1.805	1.547	764	**1138,71**
13	0	0	801	753	1.400	659	1.204	1.886	2.067	1.817	1.562	764	**1076,19**
14	0	0	434	0	855	0	929	1.537	1.711	1.399	1.101	518	**706,89**
15	0	0	0	0	428	678	892	1.336	1.474	1.142	831	354	**594,67**
16	0	694	861	1.216	0	755	1.235	1.822	2.072	1.837	1.588	791	**1072,61**
17	0	903	1.574	994	0	0	1.314	1.955	2.086	1.853	1.608	798	**1090,46**
18	0	0	2.126	1.327	1.376	0	1.055	1.800	2.063	1.810	1.554	763	**1156,23**
19	0	0	934	1.369	0	750	1.233	1.758	2.042	1.783	1.521	736	**1010,40**
20	0	0	836	1.128	1.028	784	1.287	1.890	2.066	1.814	1.559	776	**1097,25**
21	0	0	526	0	0	0	767	1.373	1.575	1.250	948	417	**571,35**
22	0	0	1.241	946	1.104	874	1.484	2.257	2.136	1.910	1.669	833	**1204,57**
23	0	0	0	0	0	0	545	1.167	1.350	1.001	680	265	**417,34**
24	0	0	0	0	305	577	748	1.098	1.100	751	451	218	**437,46**
25	0	0	567	0	764	916	1.293	1.859	1.883	1.665	1.421	729	**924,95**
26	0	508	1.222	2.281	1.320	0	999	1.694	2.015	1.746	1.502	852	**1178,21**
27	0	0	1.016	914	1.528	918	1.628	2.281	2.166	1.983	1.771	907	**1259,26**
28	0	0	823	591	0	0	1.229	1.850	2.015	1.765	1.506	738	**876,41**
29	0	0	514	982	838	713	1.313	2.113	2.119	1.896	1.656	832	**1081,33**
30	0	0	1.032	1.365	1.385	803	1.210	1.844	2.058	1.813	1.560	765	**1152,96**
31	0	0	972	0									**242,98**
Prom	**41,6**	**157,8**	**811,3**	**937,3**	**776,9**	**527,7**	**1.209,8**	**1.881,4**	**1.978,9**	**1.729,2**	**1.477,1**	**735,9**	**1.004,8**
DesvEst	**227,6**	**329,8**	**572,7**	**656,0**	**576,9**	**394,4**	**272,5**	**334,3**	**267,0**	**307,3**	**334,6**	**192,2**	**279,6**
max	**1.246,9**	**1.033,6**	**2.126,4**	**2.280,6**	**1.957,5**	**1.092,9**	**1.663,2**	**2.280,6**	**2.222,2**	**2.021,4**	**1.872,0**	**1.087,1**	**1.318,9**
min	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**544,6**	**1.098,4**	**1.100,3**	**750,8**	**451,3**	**218,4**	**243,0**

Tabla 1-6: Matriz de Energia (1 Unidad)

	Embalse Niblinto - Sitio 2								Generación Anual (kWh)	8.940.393			
	Energía kWh								Horas mantenciones anuales (hr)	100			
				Qd	3	m3/s			Generación Anual Real (kWh)	8.838.333			
									fp	0,589			
Año	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	prom
1			0	0	0	486.373	1.081.975	1.557.001	1.580.892	1.412.578	1.109.689	603.626	**783.213**
2	0	0	575.707	1.291.990	594.905	632.856	1.079.887	1.642.010	1.611.640	1.462.106	1.168.982	649.922	**892.500**
3	0	0	0	1.420.128	811.030	689.933	1.183.886	1.642.010	1.595.000	1.429.086	1.131.174	621.049	**876.941**
4	0	0	0	1.063.175	1.456.404	688.671	826.149	1.589.361	1.653.281	1.503.917	1.257.967	808.775	**903.975**
5	897.753	768.963	1.251.070	1.044.586	906.269	0	699.355	1.241.987	1.512.499	1.337.780	1.040.417	581.078	**940.146**
6	0	627.370	742.530	709.698	581.444	469.690	745.383	1.217.512	1.497.763	1.308.180	1.011.604	549.143	**788.360**
7	0	0	1.017.151	1.214.480	880.205	786.915	1.237.386	1.589.772	1.594.082	1.436.701	1.145.767	637.065	**961.627**
8	0	0	850.064	894.280	614.722	0	955.899	1.332.758	1.524.143	1.331.806	1.031.013	561.992	**758.056**
9	0	0	375.252	1.043.834	470.232	583.102	1.086.412	1.642.010	1.614.037	1.474.348	1.184.016	664.213	**844.788**
10	0	0	421.915	934.630	0	467.519	1.012.817	1.475.147	1.550.652	1.363.941	1.060.361	579.245	**738.852**
11	0	559.731	1.341.233	557.139	869.735	0	840.358	1.642.010	1.608.345	1.440.414	1.139.546	631.713	**885.852**
12	0	0	387.149	1.127.919	979.472	525.772	1.102.201	1.373.145	1.531.892	1.343.060	1.039.671	568.499	**831.565**
13	0	0	577.058	560.061	1.041.951	474.503	896.072	1.357.927	1.537.862	1.352.036	1.049.393	568.623	**784.624**
14	0	0	312.163	0	636.139	0	691.258	1.106.350	1.272.624	1.040.921	739.752	385.384	**515.383**
15	0	0	0	0	318.484	488.247	663.946	961.715	1.096.780	849.492	558.671	263.671	**433.417**
16	0	516.547	620.096	904.925	0	543.324	918.507	1.312.042	1.541.256	1.366.816	1.067.299	588.545	**781.613**
17	0	672.048	1.133.379	739.237	0	0	977.585	1.407.283	1.552.260	1.378.764	1.080.704	593.933	**794.599**
18	0	0	1.531.029	987.041	1.024.099	0	785.018	1.295.744	1.534.998	1.346.654	1.044.348	567.786	**843.060**
19	0	0	672.129	1.018.800	0	539.915	917.011	1.265.623	1.519.125	1.326.721	1.021.947	547.501	**735.731**
20	0	0	601.954	838.911	764.848	564.160	957.395	1.361.129	1.537.076	1.349.863	1.047.354	577.057	**799.979**
21	0	0	378.733	0	0	0	570.546	988.674	1.171.551	929.897	637.340	310.416	**415.596**
22	0	0	893.391	704.176	821.710	629.193	1.104.419	1.624.707	1.589.216	1.420.759	1.121.809	619.939	**877.443**
23	0	0	0	0	0	0	405.189	840.572	1.004.666	744.985	456.708	196.948	**304.089**
24	0	0	0	0	226.880	415.687	556.490	790.845	818.653	558.587	303.305	162.503	**319.412**
25	0	0	408.142	0	568.673	659.837	961.893	1.338.627	1.401.270	1.239.125	955.223	542.557	**672.946**
26	0	377.628	879.799	1.696.743	982.343	0	743.139	1.219.478	1.499.428	1.299.114	1.009.650	633.563	**861.740**
27	0	0	731.586	679.659	1.136.744	660.653	1.211.426	1.642.010	1.611.829	1.475.338	1.190.183	674.572	**917.833**
28	0	0	592.844	439.919	0	0	914.370	1.331.815	1.499.080	1.313.491	1.011.722	548.825	**637.672**
29	0	0	370.221	730.484	623.657	513.446	976.519	1.521.178	1.576.849	1.410.324	1.113.160	618.861	**787.891**
30	0	0	743.130	1.015.248	1.030.538	578.304	900.154	1.327.508	1.531.393	1.348.810	1.048.620	569.285	**841.083**
31	0	0	699.779	0									**174.945**
Prom	**29.925,1**	**117.409,5**	**584.113,0**	**697.324,5**	**578.016,1**	**379.936,6**	**900.088,2**	**1.354.598,2**	**1.472.338,1**	**1.286.520,6**	**992.579,9**	**547.542,9**	**8.940.392,7**
DesvEst	**163.906,5**	**245.351,1**	**412.371,8**	**488.094,7**	**429.210,7**	**283.983,9**	**202.712,8**	**240.664,3**	**198.631,9**	**228.662,3**	**224.865,8**	**142.993,2**	**204.214,1**
max	**897.752,6**	**768.962,7**	**1.531.029,1**	**1.696.743,2**	**1.456.404,0**	**786.915,0**	**1.237.385,7**	**1.642.009,5**	**1.653.280,8**	**1.503.917,4**	**1.257.966,6**	**808.774,6**	**961.627,0**
min	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**405.188,6**	**790.845,0**	**818.653,4**	**558.586,9**	**303.305,4**	**162.502,7**	**174.944,9**

1.4 RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan en detalle los resultados obtenidos para el potencial hidroeléctrico de la central.

Los resultados de generación en detalle para diferentes caudales de diseño se presentan en detalle en el anexo A, y su resumen es el siguiente:

Caudal (m3/s)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	10.0
Potencia MW	0.76	1.52	2.28	2.96	3.21	3.21	3.21	3.21
Energía (GWh/año)	4.69	7.58	8.94	9.26	8.76	7.86	6.78	5.21
Factor de planta (%)	0.93	0.75	0.59	0.46	0.35	0.26	0.19	0.11

Estos resultados permiten concluir que la Central tendría dos turbinas de caudal 3 m3/s con una potencia total de **4,6 MW (por unidad de 2,3 MW**) y que permitiría disponer de una generación anual estimada de **17,9 GWh anual**.

2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

2.1 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

El estudio preliminar de evaluación económica comprende el uso de la información asociada al estudio de generación, lo que permite conocer los parámetros económicos con sus sensibilidades y los montos de inversión estimados.

Del estudio de generación, se obtiene la potencia instalada de 4,6 MW y la energía anual promedio esperada de 17,9 GWh. La determinación de los parámetros económicos se realizó considerando los siguientes parámetros básicos:

- Tasa de actualización anual: 10%.
- Impuesto 1ª categoría: 17%.
- Operación y mantenimiento (Costos de operación y mantenimiento constante en todo el período de evaluación).
- Precio de la Energía (monómico): 80 USD/kW.
- El ingreso por energía se calculó considerando la generación media anual.
- Horizonte de evaluación: 30 años.
- Inversión de acuerdo a cubicación y presupuesto
- Costo Ingeniería, Inspección y Administración de Obra: 7%.
- Costo peaje básico por uso SIC: 4 USD/MWh.
- Pérdidas por transmisión: 0%.
- Periodo de construcción: 2 años.
- Ingresos por bonos de carbón: 6 USD/MWh periodo de 21 años.
- Flujos de caja (ingresos y egresos) concentrados final de cada año.
- Depreciación (resolución exenta Nº 43 SII, 26.12.2002), sin considerar valor residual.
- Reconocimiento de potencia: No se considera.

De acuerdo al estudio de anteproyecto de la central se tiene:

Obra	Costo (USD)
Obras Civiles	2.720.000
Equipamiento Electromecanico	3.500.000
Montaje	650.000
Gastos Generales	3.250.000
Linea Alta Tension	6.762.000
Costos Totales	16.882.000
Potencia	4,6
Costo MW	3.670.000

A continuación se muestran el resultado considerando:

Inversión	:	16.882.000 USD
Caudal	:	6 m3/s (2 unidades de 3 m3/s)
Potencia	:	4.6 MW
Generación	:	17.9 GWh/año.
VAN	:	Negativo

ANEXO A
CONEXIONES AL SIC

LÍNEA DE TRANSMISION

CONEXIONES AL SIC

ÍNDICE

1 INTRODUCCION 2

2 TRAZADO 2

3 CARACTERISTICAS DE LA LÍNEA 3

3.1 NÚMERO DE CIRCUITOS. 3

3.2 ESTRUCTURAS. 3

3.3 CONDUCTORES 5

3.4 PUESTA A TIERRA 5

3.5 FUNDACIONES 5

4 DISTRIBUCION DE LAS ESTRUCTURAS EN EL PLANO DE PERFIL 6

5 PRESUPUESTO DE INVERSION 7

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2-1: Area de estudio 2

Figura 3-1: Poste de Hormigón para línea Niblinto-Chillan. 3

Figura 3-2: Estructura Metálica de Anclaje y Remate para línea Niblinto-Chillan. 4

1 INTRODUCCION

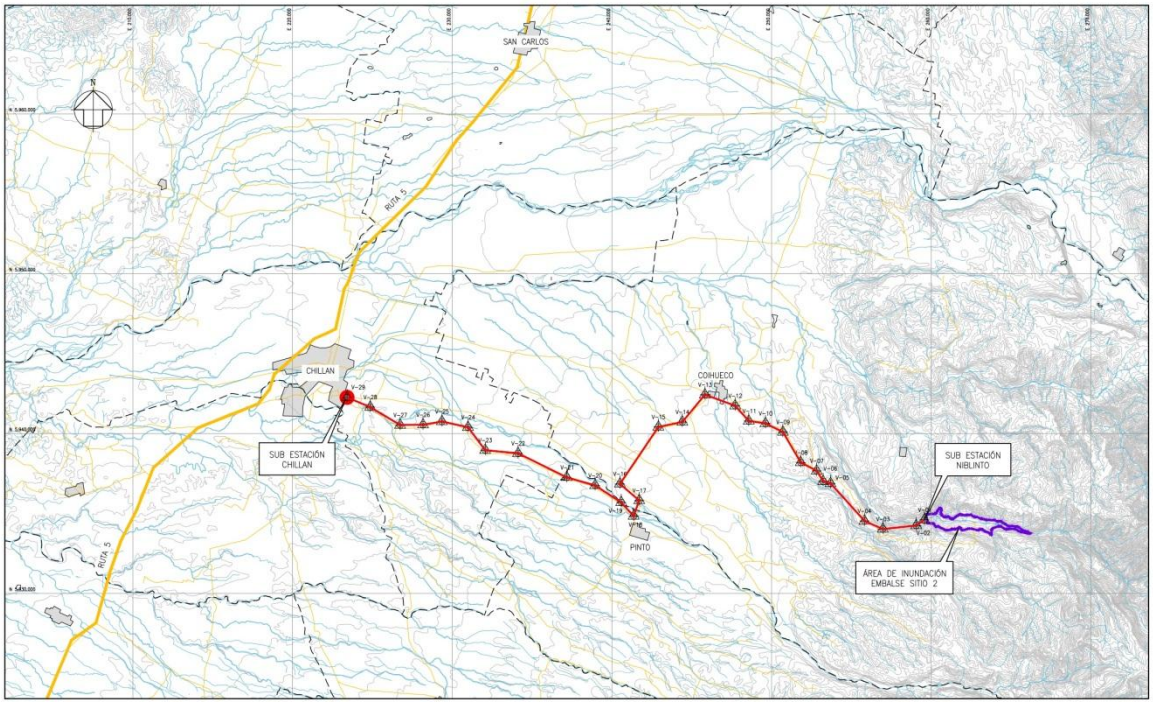
Esta línea se construirá para permitir la interconexión en 66 kV, entre la Central a pie de presa del Embalse Niblinto – Sitio 2 y el Sistema Interconectado Central (SIC) en la S/E Chillan, ubicada en la VIII región.

2 TRAZADO

La línea Niblinto – Chillan tiene una longitud aproximada de 48,3 km. El trazado fue proyectado en forma paralela a las rutas existentes, hasta la S/E Chillan, donde se realizara la interconexión con el sistema interconectado central SIC.

De acuerdo con los antecedentes presentados el trazado analizado se encuentra en toda su extensión en la región del Bio Bio.

Figura 2-1: Area de estudio



3 CARACTERISTICAS DE LA LÍNEA

3.1 NÚMERO DE CIRCUITOS.

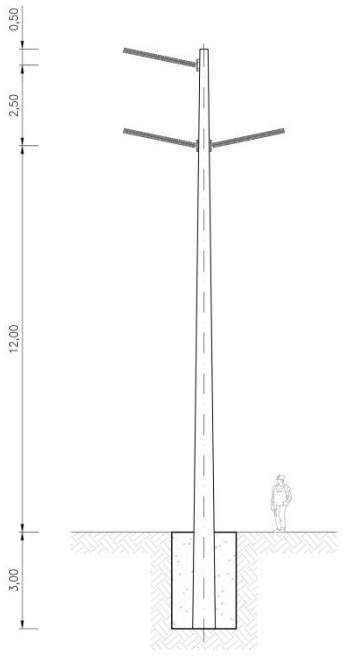
La Línea de transmisión es del tipo simple circuito, con una tensión nominal de operación 66kV.

3.2 ESTRUCTURAS.

Se considera la elaboración de diseños de estructuras de suspensión y anclaje, que permitan ajustarse a las diferentes condiciones del trazado y de la geografía del lugar, de acuerdo a los requerimientos establecidos en la Norma NSEG 5 E.n.71, “Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes”, y a los requerimientos de E. Eléctrica Pilmaiquén.

- Las estructuras de suspensión están constituidas por postes de hormigón armado de 18 metros de altura, ver figura Nº 1.

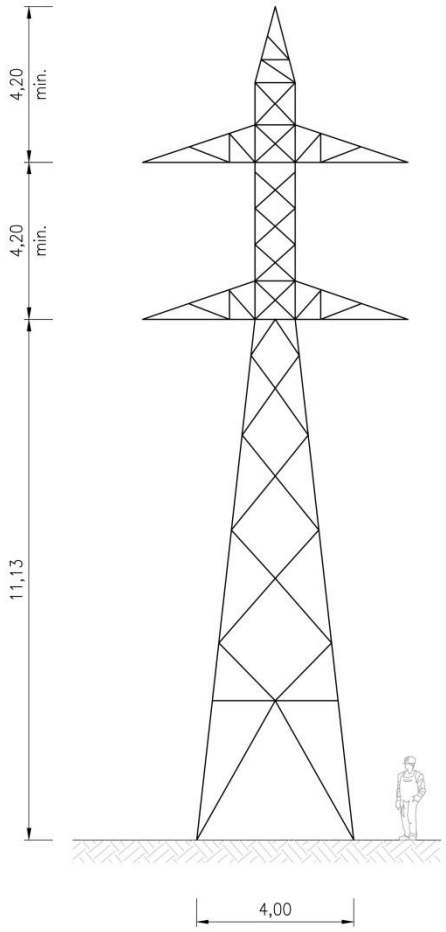
Figura 3-1: Poste de Hormigón para línea Niblinto-Chillan.



POSTE DE HORMIGÓN DE SUSPENSIÓN
DE SIMPLE CIRCUITO
ESCALA 1:100

- En cuanto a la estructura de anclaje y remate será una estructura metálica de acero galvanizado, enrejadas y autosoportadas cuya altura es de 28 m y 23,8 m, ver figura Nº 2.

Figura 3-2: Estructura Metálica de Anclaje y Remate para línea Niblinto-Chillan.



ESTRUCTURA METALICA DE ANCLAJE Y REMATE
DE SIMPLE CIRCUITO
ESCALA 1:100

3.3 CONDUCTORES

Para la línea Niblinto – Chillan tendrá un (1) conductor de las siguientes características:

Nombre de código	**AAAC 740.8 MCM Flint**
Material	Aleación de Aluminio 6201
Sección	375 mm2
Diámetro exterior	25.16 mm
Peso unitario	1,035 kg/m
Tensión de rotura	11.023 kg
Módulo de elasticidad	6.350 kg/mm2
Coeficiente dilatación térmica	0,000023 /°C

3.4 PUESTA A TIERRA

Cada base metálica de los aisladores poliméricos en poste de hormigón y cada estructura metálica tendrán una puesta a tierra formada por pletinas de acero galvanizado.

3.5 FUNDACIONES

Se emplearán fundaciones típicas, para cada tipo de estructura, según ingeniería.

4 DISTRIBUCION DE LAS ESTRUCTURAS EN EL PLANO DE PERFIL

Las estructuras se distribuirán en los planos de perfil de modo que, en general, la distancia mínima será de 200 m entre estructuras, de acuerdo a ingeniería

5 PRESUPUESTO DE INVERSION

La elaboración de Presupuestos de Inversión para las Obras Eléctricas necesarias para la conexión desde la S/E Niblinto a la S/E Chillan, a través de una línea en simple circuito, se realizó haciendo uso de cotizaciones e información adquirida de otros proyectos, considerando gastos generales e imprevistos durante la construcción.

Las actividades de trabajos previos, montajes de postes, estructuras metálicas, instalación de conductores y fibra óptica. Se obtienen realizando homologación y proporción de costos de construcción de líneas similares.

La ingeniería de detalle de la línea de transmisión 1x66 KV Niblinto–Chillan considera una línea de transmisión en simple circuito, de longitud 48,3 km, 212 postes de suspensión (hormigón armado de 18m), 27 vértices (estructuras metálicas de cruceta disposición triangular), 2 anclajes (estructuras metálicas de crucetas disposición vertical), cable AAAC Flint de 25,16mm y cable de comunicación por fibra óptica tipo ADSS.

Presupuesto, considera un área afectada por poste de 1,8 ha , con un total de aproximadamente 400 ha con un valor aproximado de US$ 2.162.261.

Presupuesto Línea 1x66KV Niblinto - Chillan

Nº	Ítem	Costo USD
A	**Costo Directo**	**3.019.607**
A.1	Obras Civiles	385.467
A.2	Suministro Materiales	1.755.598
A.3	Derechos Internación Materiales	11.260
A.4	Gastos Portuarios y Fletes	19.854
A.5	Montaje e Instalación	838.687
A.6	Pruebas (5 días)	8.742
B	**Inspección y Administración Construcción (4% de costo directos)**	**120.784**
C	**Imprevistos (5%)**	**150.980**
D	**Gastos Generales (40 %)**	**1.207.843**
A+B+C+D	**Total Costos Directos + GG+ Imprevisto + Inspección y Administración**	**4.499.214**
E	**Costos Indirectos**	**2.262.786**
E.1	Ingeniería	30.595
E.2	Estudio Impacto Ambiental	69.930
E.3	Servidumbre	2.162.261
A+B+C+D+E	**Costo Total**	**6.762.000**

ANEXO B
(Version Digital)

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO (CNR)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO."

N° 3853-0000-IH-INF-009_1

ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE LA UTILIZACIÓN DEL EMBALSE COMO EMBALSE DE CONTROL

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	D.Raddatz	N. Starck	A. Gómez	Coordinación interna
	Fecha	02.10.12	02.10.12	02.10.12	
B	Nombre Firma	D.Raddatz	N. Starck	A. Gómez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	02.10.12	02.10.12	02.10.12	
0	Nombre Firma	D.Raddatz	N. Starck	A. Gómez	Aprobado Cliente
	Fecha	05.11.12	05.11.12	07.11. 12	
1	Nombre Firma	D.Raddatz	N. Starck	A. Gómez	Aprobado Cliente
	Fecha	15.01.13	15.01.13	31.01.13	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 02 381 6000
Fax: +56 02 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO"

ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE LA UTILIZACIÓN DEL EMBALSE COMO EMBALSE DE CONTROL

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4

2 OBJETIVOS 5

3 REFERENCIAS 6

4 ALTERNATIVAS Y SITIOS EN ESTUDIO 7

5 ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE LA UTILIZACIÓN DEL EMBALSE COMO EMBALSE DE CONTROL 8

5.1 GENERALIDADES 8

5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL LUGARES HABITADOS 8

5.3 CAPACIDAD DE REGULACIÓN DEL EMBALSE 13

5.3.1 Metodología 13

5.3.2 Resultados 14

5.4 ESTUDIO DE INUNDACIÓN 15

5.4.1 Generalidades 15

5.4.2 Caudales estimados para estudio de inundación 15

5.4.3 Resultados 16

5.5 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FÍSICA 17

5.5.1 Revisión de antecedentes 17

5.5.2 Aporte del río Niblinto en Eventos de Crecidas y Capacidad de Regulación del Embalse 18

5.5.3 Cuantificación de daños por inundación en río Niblinto 18

6 ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES DISPONIBLES 21

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A Rastreo de Crecidas

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4-1 Ubicación Sitios en Estudio 7
Tabla 5-1 Ramas de Actividad Económica por Localidad, Año 2002 8
Tabla 5-2 Capacidad de regulación del embalse Niblinto. Sitios N° 2 y N° 3 14
Tabla 5-3 Caudales estudio de inundación 16
Tabla 5-4 Resultados del eje hidráulico del Río Niblinto 16
Tabla 5-5 Valorización de Daños evitados por Pérdida de viviendas 19
Tabla 5-6Valorización de Mobiliario Básico Afecto a Pérdidas 19
Tabla 5-7 Valorización de Daños evitados por Pérdida de Enseres 19
Tabla 5-8 Resumen Valorización de Daños evitados 20

LISTADO DE FIGURAS

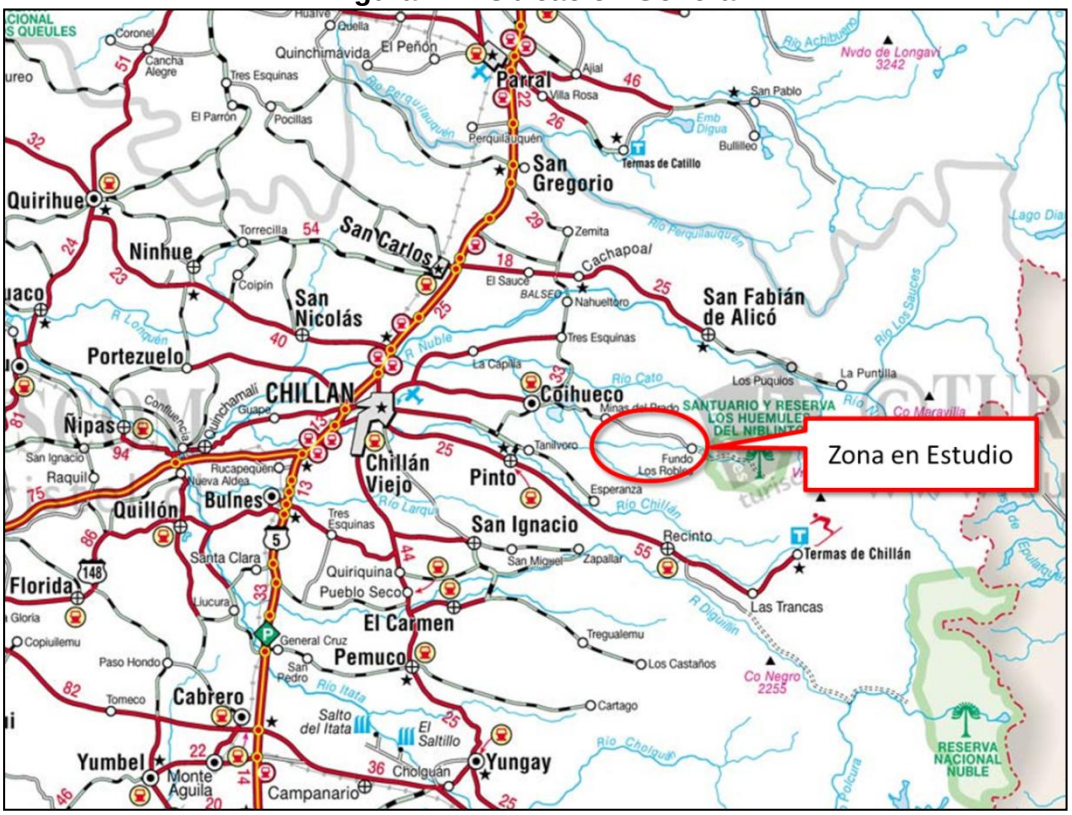
Figura 1-1: Ubicación General 4
Figura 4-1Ubicación Sitios en Estudio 7
Figura 5-1 Ubicación Zonas Pobladas 12

1 INTRODUCCIÓN

La presente consultoría corresponde a la elaboración del Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto “Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío”, encargado a ARCADIS Chile por la Comisión Nacional de Riego (en adelante CNR) del Ministerio de Agricultura. Este estudio considera analizar conjuntamente distintas alternativas de embalses y obras de entrega las que, junto al diseño de una red de distribución, permitirá un mejor manejo de los recursos hídricos presentes en la cuenca del río Niblinto, alcanzando con las obras proyectadas una seguridad de riego del 85 % de la mayor superficie posible en las comunas beneficiadas.

El área de estudio se encuentra emplazada al interior de la cuenca del río Cato y políticamente abarca parte de las comunas de Coihueco, Chillan y Pinto, en la provincia de Ñuble, VIII Región. En la Figura 1-1 se presenta la ubicación general de la zona de estudio.

Figura 1-1: Ubicación General



En la etapa 2 de esta consultoría (ver Ref. 4), se seleccionaron tres sitios posibles para emplazar el muro embalse.El presente informe tiene como objetivo general analizar la pertinencia de la utilización del embalse Niblinto como embalse de control, siguiendo la definición realizada en la ley 20304 “Sobre Operación de Embalses frente a Alertas y Emergencias de Crecidas y otras Medidas” (Ref. 3).

En este contexto, se hace necesario analizar si el embalse en cuestión es capaz de regular eventos de crecidas y, si aguas abajo de este, existen zonas potencialmente vulnerables ante un inminente evento de crecidas en el río Niblinto.

2 OBJETIVOS

Los objetivos específicos del presenteinforme son los siguientes:

- Determinar la capacidad de regulación del embalse en cuestión, ante un evento de crecidas
- Definir la localización del embalse en la cuenca y caracterizarlos lugares habitados ubicados aguas abajo de dicho embalse.
- Determinar la vulnerabilidad de los sectores localizados aguas abajo del embalse ante un evento de crecidas.

3 REFERENCIAS

Ref. 1 Proyecto de encauzamiento y defensas fluviales confluencia ríos Ñuble - Cato y plan de manejo de cauces, Ríos Itata, Ñuble y Cato, Etapa de diagnóstico. Cuenca río Itata, VIII Región del Biobío. Resumen ejecutivo Proyecto Defensas Fluviales. Prisma Ingeniería. Diciembre 2000.

Ref. 2 Proyecto de encauzamiento y defensas fluviales confluencia ríos Ñuble - Cato y plan de manejo de cauces, Ríos Itata, Ñuble y Cato, Etapa de diagnóstico. Cuenca río Itata, VIII Región del Biobío. Resumen ejecutivo Proyecto Plan de Manejo Prisma Ingeniería. Diciembre 2000.

Ref. 3 Ley 20304, Sobre operación de embalses frente a alertas y emergencias de crecidas y otras medidas que indica. Ministerio de Obras Públicas. Diciembre 2008.

Ref. 4 Informe Etapa 2, Código 3853-0000-GA-INF-002. Proyecto de Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Biobío. ARCADIS Chile. Enero 2012

Ref. 5 Diseño preliminar muro y obras anexas Código 3853-IH-0000-INF-002. Proyecto de Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Biobío. ARCADIS Chile. Octubre 2012

Ref. 6 Informe Hidrología, Hidrogeología y Derechos de Agua, Código 3853-0000-IH-INF-001_0. Proyecto de Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Biobío. ARCADIS Chile. Octubre 2012

Ref. 7 Resultados Censo 2002. Instituto Nacional de Estadísticas (INE). http://www.ine.cl/cd2002/index.php.

Ref. 8 Plan de reconstrucción comunas de Camiña, Huara y Pozo al Monte. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Marzo 2012.

4 ALTERNATIVAS Y SITIOS EN ESTUDIO

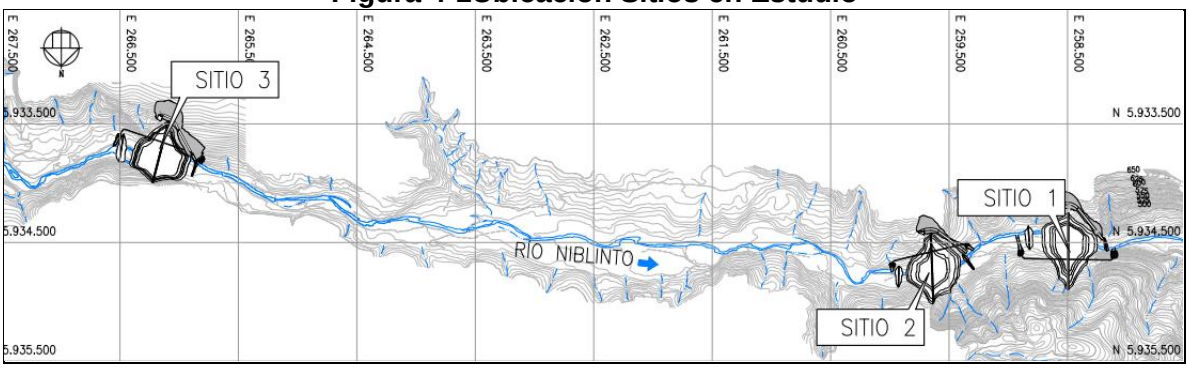
Como se indicó en el Acápite 1, se consideraron tres sitios posibles para emplazar el muro de embalse. Todos los sitios se ubican sobre el río Niblinto, definidos desde aguas abajo hacia aguas arriba como sitios, 1, 2 y 3, tal como se muestra en la Figura 4-1.Las coordenadas de los sitios en cuestión se muestran en la Tabla 4-1:

Tabla 4-1 Ubicación Sitios en Estudio

	Norte (m)	Este (m)	Cota Lecho del Cauce (msnm)	Área Aportante (Km^2)
Sitio 1	5.934.529,3	258.490,9	416,0	147,7
Sitio 2	5.934.763,3	259.640,1	434,0	143,7
Sitio 3	5.933.788,3	266.192,5	552,2	113,7

Fuente: Elaboracion Propia. Datum WGS84 H19

Figura 4-1Ubicación Sitios en Estudio



Fuente: Elaboracion Propia.

5 ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE LA UTILIZACIÓN DEL EMBALSE COMO EMBALSE DE CONTROL

5.1 GENERALIDADES

La Ley 20304 “Sobre Operación de Embalses Frente a Alertas y Emergencias de Crecidas y Otras Medidas”, que norma la operación de los embalses de control, los define como todo embalse que contribuya a la regulación de las crecidas, declarado como tal por la Dirección General de Aguas. Para calificar una obra de embalse como de control, la DGA considera, entre otras características, el volumen de regulación del respectivo embalse y la localización de éste respecto de la cuenca hidrográfica. Adicionalmente se verifica que la obra en estudio permita regular las crecidas de los caudales de agua, con el objetivo de evitar o mitigar las situaciones de peligro para la vida, la salud o los bienes de la población.

En el presente capítulo se entregan algunos de los antecedentes que permitirán a la autoridad pertinente, en este caso la DGA, definir si el embalse en estudio corresponde a un embalse de control. Los aspectos aquí abordados corresponden a la capacidad de regulación del embalse, la cercanía de lugares habitados y la vulnerabilidad de dichos lugares frente a un evento de crecidas.

5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL LUGARES HABITADOS

Aguas abajo de los tres sitios de embalse analizados, en particular a 15 km del sitio N°2 y a 22 km del sitio N° 3, se localiza el poblado de Niblinto, perteneciente a la comuna de Coihueco. Estalocalidad tiene una población de 405 habitantes (Ver Ref. 7) y sedesarrolla muy cercano a la junta de los ríos Niblinto y Cato, en el margen Norte de este último (ver Figura 5-1).

La principal actividad productiva de esta localidad corresponde a la agricultura y la ganadería concentrando un 69% de la población económicamente activa (ver Tabla 5-1).

Tabla 5-1 Ramas de Actividad Económica por Localidad, Año 2002

Rama de Actividad Económica	Coihueco (%)	Niblinto%
A. Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	30.9	68.66
B. Pesca	0.23	-
C. Explotación de minas y canteras	0.23	-
D. Industria manufacturera	6.89	2.99
E. Suministro de electricidad, gas y agua	0.46	0.75
F. Construcción	11.48	6.72
G. Comercio al por mayor y al por menor	15.34	7.46
H. Hoteles y restaurantes	1.47	2.99
I. Transporte, almacenamiento y comunicaciones	5.10	0.75
J. Intermediación financiera	0.28	-
K. Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	3.63	1.49
L. Adm. Pública y defensa; planes de seguridad social	3.67	0.75
M. Enseñanza	7.58	2.99
N. Servicios sociales y de salud	3.17	1.49
O. Otras actividades de servicios comunitarias, sociales y personales	2.98	1.49

Rama de Actividad Económica	Coihueco (%)	Niblinto%
P. Hogares privados con servicio doméstico	6.52	1.49
Total	**100**	**100**

Fuente INE, 2002

Las edificaciones aledañas al río Niblinto corresponden a viviendas construidas en madera principalmente, como las que se observan en la Fotografía 5-1. Las construcciones públicas, como la escuela del poblado de Niblinto, localizada en el km 10 de la ruta CoihuecoNiblinto, son también construidas en madera, como se presenta en la Fotografía 5-2.

La ruta N-47 conecta la localidad de Niblinto con el pueblo de Coihueco, ubicado a unos 12 km hacia el sur de Niblinto. A lo largo de esta ruta se observa una sucesión de sectores habitados, localizados principalmente en las cercanías del río Niblinto (ver Figura 5-1)

La ruta N-47 cruza el río Niblinto mediante el puente presentado en la Fotografía 5-3, localizado en las coordenadas UTM E251.813,4 y N5.946.101,9 (H19, datum WGS84).

Fotografía 5-1 Poblado de Niblinto

Fuente: Elaboracion Propia.

Fotografía 5-2 Escuela Niblinto

Fuente: Elaboracion Propia.

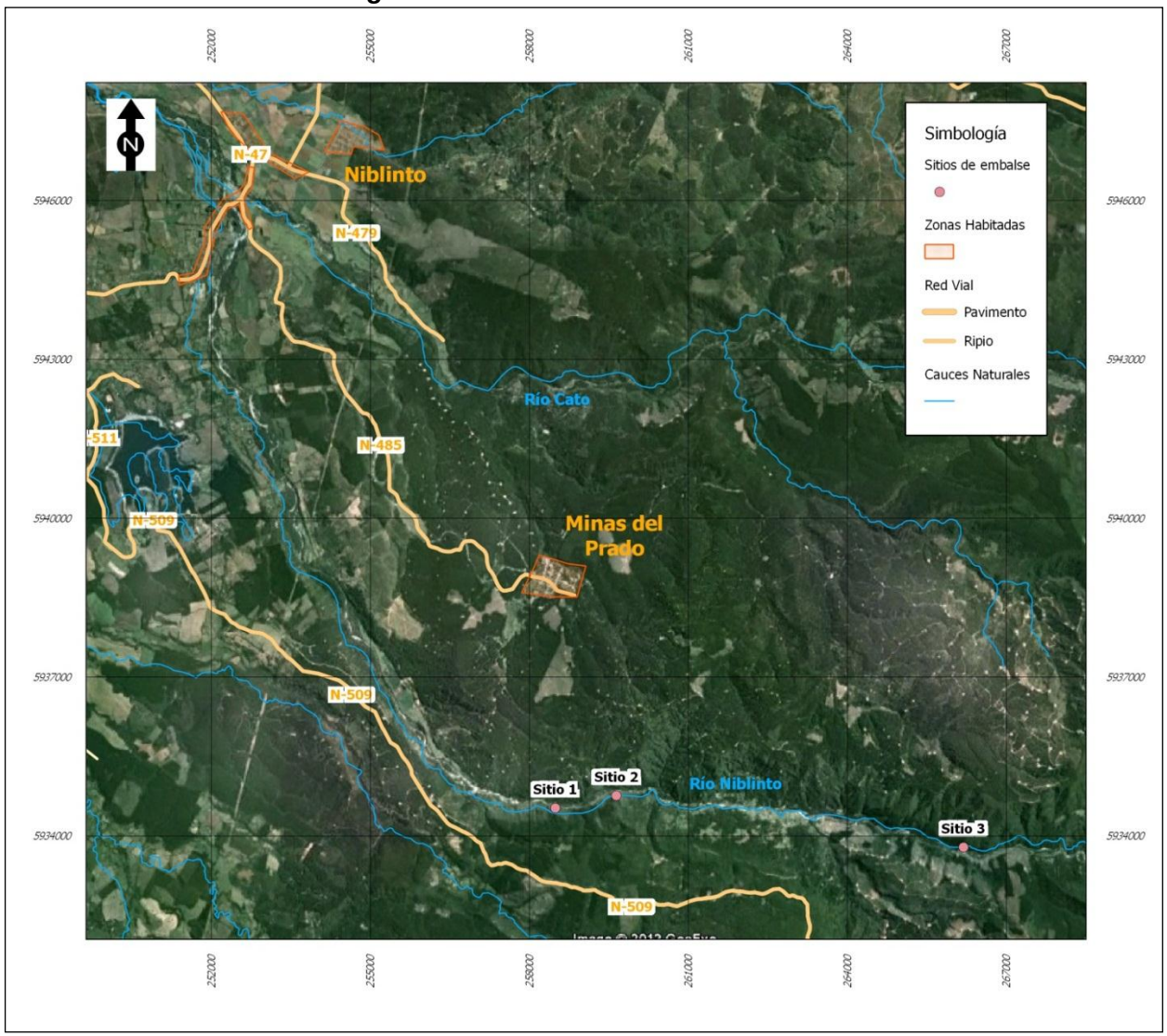
Fotografía 5-3 Puente río Niblinto

Fuente: Elaboracion Propia.

Por otro lado, la ruta N-485 conecta la ruta N-47 con la localidad de Minas del Prado, observándose, a lo largo de dicha ruta (N-485), diversas áreas habitadas (ver Figura 5-1).

A unos 30 km aguas abajo de la junta se los ríos Cato y Niblinto se localiza la ciudad de Chillán en la confluencia de los ríos Cato y Ñuble.

Figura 5-1 Ubicación Zonas Pobladas



5.3 CAPACIDAD DE REGULACIÓN DEL EMBALSE

5.3.1 Metodología

La capacidad de regulación se ha estimado en función de la capacidad de atenuación del caudal máximo que ingresa al embalse durante una crecida. Para ello se ha realizado un balance de agua en función de los hidrogramasde crecidas que ingresan al embalse asociadas acrecidas de 5, 10, 20, 100 y 1000 años de periodo de retorno, la curva de embalse de los sitios N° 2 y N°3, y la descarga del embalse a través del vertedero.

La ecuación de balance utilizada para cada intervalo de tiempo es la que se define a continuación:

$$\frac{dV}{dt} = Q_i - Q_s$$

Donde:

$\frac{dV}{dt}$: Variación de volumen almacenado en el embalse en un tiempo dt, en m^3/s.

Q_i : Caudal que ingresa al embalse, enm^3/s

Q_s : Caudal que sale del embalse a través del vertedero en m^3/s, definido como $Q_s = C \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$, donde C es el coeficiente de descarga (C=2,11), L es el largo del vertedero en m, y H es la carga de agua sobre el mismo en m

Es importante señalar que los hidrogramas utilizados en la estimación de capacidad de embalse del presente estudio son preliminares y fueron extraídos del estudio hidrológico (ver Ref. 6).

Para la realización de los balances se ha considerado que el embalse está a su máxima capacidad al momento de ingreso de la crecida, es decir, el nivel de agua inicial coincide con la cota del umbral del vertedero, correspondiente a la condición más desfavorable de operación en caso de crecidas. Debido al nivel de pre factibilidad con el que se han desarrollado los diseños de los muros de embalse y vertedero, se determinó la descarga del embalse considerando un coeficiente de descarga C único e igual a 2,11.

Este análisis se realizará únicamente en los sitiosN° 2 y N°3, puesto que el sitio N° 1 se encuentra sólo a 700 m de distancia del sitioN° 2 lo que implica que los caudales de entrada y las curvas de embalse de ambos sitios son muy similares entre sí, esperándose una baja variación entre los resultados para los sitios N°1 y N°2.

5.3.2 Resultados

En el presente acápite se entregan los resultados obtenidos correspondientes a la determinación de la capacidad de regulación del embalse Niblinto, considerando las 5 alturas de muro definidas para cada sitio de embalseen el informe de la Ref. 5.

En la Tabla 5-2 se presenta un resumen de las capacidades de regulación estimadas para los dos sitios de embalse analizados. En el Anexo B se presenta el detalle de los cálculos realizados para caudales de crecida asociados a distintos periodo de retorno (T= 5, 10, 20, 100 y 1.000 años) para cada sitio de embalse y altura de muro considerada. A continuación se presenta una síntesis con los periodos de retorno 5 y 100 años:

Tabla 5-2 Capacidad de regulación del embalse Niblinto. Sitios N° 2 y N° 3

Sitio de embalse	Cota Umbral Vertedero (msnm)	Periodo de retorno (años)	Q Máximo ingresa (m^3/s)	Q Máximo Evacuado (m^3/s)	Reducción Q Máximo
Sitio 3	699	5	143	83	42%
		100	249	158	37%
	684	5	143	92	36%
		100	249	173	31%
	677	5	143	97	32%
		100	249	184	26%
	669	5	143	102	29%
		100	249	188	24%
	654	5	143	111	22%
		100	249	205	18%
Sitio 2	567	5	189	83	56%
		100	376	199	47%
	557	5	189	96	49%
		100	376	226	40%
	542	5	189	112	41%
		100	376	256	32%
	512	5	189	145	23%
		100	376	315	16%
	497	5	189	164	13%
		100	376	341	9%

Fuente: Elaboracion Propia.
Nota: Para Otros Periodos de Retorno ver Anexos a este informe.

Los resultados presentados en la tabla anterior indican que, para el sitio N°2 la atenuación del caudal máximo que ingresa al embalse varía entre un 56% y un 9% dependiendo de la altura de muro y periodo de retorno considerado. En el muro N°3 el rango de atenuaciones se ubica entre un 42% y un 18%.

El detalle de los cálculos realizados para la determinación de los caudales evacuados en el embalse se presenta en el Anexo B: Rastreo de crecidas.

5.4 ESTUDIO DE INUNDACIÓN

5.4.1 Generalidades

Con el objeto de estimar las zonas que se verían afectadas por inundaciones provocadas por crecidas en el río Niblinto se estimó el Eje Hidráulico en dicho ríopara las situaciones con y sin proyecto, considerando para ello caudales máximos instantáneos de 100 años de período de retorno. Es importante indicar que, la zona aledaña al río Niblinto en la que se concentra la mayor cantidad de bienes inmuebles e infraestructura pública en general, corresponde al sector de confluencia con el río Cato, área en la que se focalizó el análisis de ejes hidráulicos,abarcando un tramo de 5 km de longitud hacia aguas arriba de la confluencia.

En la determinación de los ejes hidráulicos se utilizó el programa Hec-Ras 4.0. Se generaron una serie de perfiles transversales sobre el río Niblinto, tomando como base la topografía disponible en el sector, correspondiente a una escala 1:5.000 m. Para el coeficiente de rugosidad de Manning se adoptó el valor obtenido en el estudio sedimentológico (n = 0,045). En el plano de código 3853-2000-IH-PLA-018 se presentael área considerada en el desarrollo del eje hidráulico y la ubicación en planta de los perfiles utilizados, mientras en el plano de código 3853-2000-IH-PLA-019 se presenta el detalle de los perfiles extraídos.

El sector comprendido entre el perfil localizado en el km 5+000, (El km 0+000 se localiza en la zona de la confluencia de los ríos Cato y Niblinto, ver plano 3853-2000-IH-PLA-018) y los sitios de embalse, no fue analizado puesto que no existe infraestructura susceptible a ser inundada ante una eventual crecida del río Niblinto.

En la situación con proyecto, se estimaron los caudales de crecida en la confluencia para las situaciones de mayor y menor altura de muro de ambos sitios, y de los cuatro casos resultantes, se seleccionó solo los que generaron el mayor y menor caudal evacuado para la crecida de 100 años de periodo de retorno. Puesto que de esta forma se tiene el máximo y el mínimo beneficio que podrían generar los embalses ante un evento de crecida.

5.4.2 Caudales estimados para estudio de inundación

Para realizar el estudio de ejes hidráulicos se han utilizados los caudales definidos en el acápite 5.3, ajustados en función del área aportante para que sean representativos del punto de confluencia entre los ríos Niblinto y Cato, sector donde se focaliza el estudio de ejes hidráulicos.

La transposición se realizó desde la cuenca aportante al sitio N° 2, que posee un área de 143 km^2, hacia la confluencia que posee un área de 192 km^2. Los caudales obtenidos mediante este cálculo se presentan en la Tabla 5-3.

Se ha utilizado esta metodología, puesto que las cuencas poseen áreas del mismo orden de magnitud, por lo que los posibles errores generados por el uso de la transposición no deberían ser relevantes. Por lo demás, se está considerando un criterio conservador, pues los caudales estimados en la zona de confluencia podrían ser levemente sobrestimados, dado que se transpone de una cuenca de menor tamaño y de mayor pendiente media(cuenca aportante a sitio N°2) a una de menor pendiente y mayor tamaño (confluencia), donde debería tenerse un rendimiento inferior.

Tabla 5-3 Caudales estudio de inundación

Situación	Periodo de retorno T (años)	Caudal (m^3/s)
Sin Proyecto	100	502,4
Embalse sitio N°2 Máxima regulación	100	325,4
Embalse sitio N°2 Mínima regulación	100	467,4
Embalse sitio N°3 Máxima regulación	100	411,1
Embalse sitio N°3 Mínima regulación	100	458,5

Fuente: Elaboracion Propia.

Puesto que los caudales evacuados en el sitio N°3 se encuentran dentro del rango de los caudales evacuados en el sitio N°2, sólo se considerarán estos últimos en la determinación de los ejes hidráulicos.

5.4.3 Resultados

La estimación de la zona de inundación producida por la condición sin proyecto, se realizó para un caudal de 502,4 m^3/s asociado a un período de retorno de 100 años. Para la situación con proyecto se utilizaron los caudales regulados máximo y mínimo del embalse del sitio N°2, para un período de retorno de 100 años.

Los resultados del eje hidráulico del río Niblinto para las condiciones antes expuestas se consignan en la Tabla 5-4. En elPlano de código 3853-2000-IH-PLA-020 se muestran las zonas de inundación generadas por cada uno de los caudales considerados.

Tabla 5-4 Resultados del eje hidráulico del Río Niblinto

Caudal (m^3/s)	Distancia acumulada (m)	Cota Lecho (m)	Eje Hidráulico (m)	Ancho superficial (m)	Pendiente del Nivel Energético (m/m)	Profundidad máxima (m)
502,40	5000	284,6	285,9	261,2	0,0098	1,3
	4000	274,9	275,9	460,2	0,0105	1,0
	3000	265,0	266,3	325,3	0,0106	1,3
	2000	254,2	255,7	406,9	0,0082	1,5
	1000	245,0	246,6	336,9	0,0063	1,6
	0	237,0	238,6	428,9	0,0080	1,6
467,40	5000	284,6	285,9	259,2	0,0098	1,3
	4000	274,9	275,9	458,4	0,0106	0,9
	3000	265,0	266,2	319,3	0,0106	1,2
	2000	254,2	255,6	400,3	0,0083	1,4
	1000	245,0	246,6	329,0	0,0063	1,6

Caudal (m³/s)	Distancia acumulada (m)	Cota Lecho (m)	Eje Hidráulico (m)	Ancho superficial (m)	Pendiente del Nivel Energético (m/m)	Profundidad máxima (m)
	0	237,0	238,6	426,9	0,0080	1,6
325,40	5000	284,6	285,7	250,5	0,0097	1,1
	4000	274,9	275,7	354,0	0,0102	0,8
	3000	265,0	266,1	296,9	0,0107	1,1
	2000	254,2	255,4	349,6	0,0087	1,2
	1000	245,0	246,4	311,1	0,0058	1,4
	0	237,0	238,4	376,8	0,0080	1,4

Fuente: Elaboracion Propia.

De acuerdo a lo observado en elPlano de código 3853-2000-IH-PLA-020 y los resultados presentados en la tabla anterior, es posible concluir que la diferencia entre los niveles de escurrimiento, así como las áreas de inundación, no difieren en demasía al considerar un caudal u otro. Sólo en el sector localizado entre los puentes sobre los ríos Niblinto y Cato (ruta N-47) se observa una disminución relevante del área de inundada, para el caso más favorable considerado en este análisis.

5.5 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Dado el nivel de ingeniería desarrollado para el presente estudio (prefactibilidad), el análisis de vulnerabilidad física de los sectores en estudio consideró, principalmente, una revisión de antecedentes que permitiesenidentificar zonas susceptibles a ser afectadas ante una crecida del río Niblinto. Además se incluyen los resultados del estudio de inundación desarrollado, determinando las áreas que resultan protegidas por la presencia de los posibles embalses.

5.5.1 Revisión de antecedentes

Se ha revisado la existencia de obras de defensas o encauzamientos en el río Niblinto y el río Cato verificándose que en la única zona en la que se registran este tipo de obras corresponde a la confluencia de los ríos Cato y Ñuble a la altura de la ciudad de Chillán, unos 45 km aguas abajo del sitio estudiado.

El resumen ejecutivo del proyecto de la Ref. 1, donde se evaluó la necesidad de contar con dichas defensas, establece lo siguiente respecto del río Cato:

*"**c) Áreas ribereñas Río Cato***

En el caso del río Cato, se observa que en las crecidas analizadas el caudal abarca, en general, toda la caja del río, desbordando su cauce principal y ocupando sus áreas aledañas (planicies de inundación) pero sin que las aguas salgan de su cauce mayor, ya que este tiene riberas muy altas, del orden de 10 m sobre el fondo del lecho. En algunas zonas de estas planicies de inundación, en especial aguas abajo del puente Cato, existen áreas con desarrollo agrícola, estimándose que pueden resultar afectadas del orden de 20 a 30 há.

Cabe señalar que según se aprecia en el perfil longitudinal, el nivel del río Cato es peraltado por el del río Ñuble, sin embargo este peralte sólo se extiende del orden de 1 km, afectando zonas sin uso actual, ya que las áreas agrícolas afectadas se localizan aguas arriba del tramo de influencia del remanso."

5.5.2 Aporte del río Niblinto en Eventos de Crecidas y Capacidad de Regulación del Embalse

Se ha estimado que el área aportante al punto de confluencia de los ríos Niblinto y Cato es de 421 km^2, por otra parte se sabe que el sitio N°2posee un área aportante de 143,7 Km^2 (Ver Tabla 4-1), por lo que esta última representa un 34% del área aportante al punto de confluencia, mientras que para el sitio N°3 se tiene un área aportante de 113,7 km^2 lo que representa un 27% el área aportante a la confluencia. Considerando que los regímenes de escorrentía de los ríos Cato y Niblinto son similares, se tiene que la razón entre las áreas aportantes a los puntosya mencionados (Sitio N°2, Sitio N°3 y Confluencia), es un buen indicador de la relación entre los caudales que se registrarían en dichos puntos.

Complementando lo anterior con lo presentado en la Tabla 5-2 (Acápite 5.2.2), se espera que en el caso más favorable del sitio N°2 (altura de muro igual a 567 msnm), se tenga, a pie de presa, una atenuación promedio de un 50% del flujo total que ingresa al embalse, lo que equivaldría a una reducción del caudal de crecidas en el punto de confluencia del orden de un 20%.

Por otra parte, en el caso más favorable del sitio N°3 (altura de muro igual a 699 msnm), se espera una atenuación de caudal del 40% a pie de presa, lo que equivaldría a alrededor de 10% de reducción en la zona de la confluencia.

5.5.3 Cuantificación de daños por inundación en río Niblinto

En función de los resultados obtenidos en el acápite anterior, se estima que un total de 15 inmuebles particulares dejan de ser inundados ante una crecida de 100 años de periodo de retorno en el caso más favorable, correspondiente al embalse de mayor tamaño del sitio N°2. En el caso más desfavorable no existe una reducción considerable del daño ocasionado por una crecida.

Para realizar la cuantificación de los daños evitados en el caso más favorable, se realizan las siguientes consideraciones:

- ***Daños en Vivienda***

El MINVU estimó que una vivienda promedio de 53,5 m^2, construida en madera y con fundaciones de hormigón tiene un valor de UF 440, (estimado para reconstrucción de viviendas en Camiña, Huara y Pozo Almonte, ver Ref. 8).Considerando este valor como referencia, se estimó el costo total de las viviendas que dejarían de ser inundadas, con la crecida de 100 años de periodo de retorno, en el caso que se construya el embalse más favorable. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 5-5.

Tabla 5-5 Valorización de Daños evitados por Pérdida de viviendas

Número Viviendas Afectadas	Valor Daño
15	6.600

Fuente: Elaboracion Propia.

- ***Pérdidas de Mobiliario***

Para la valorización de los daños, en el interior de las viviendas, debido a pérdidas de artículos y enseres personales, se consideró que experimentaron pérdidas totales en aquellas viviendas que resultaron afectadas, debido a que es usual que por el contacto y permanencia del agua y sedimentos con los enseres, estos queden inutilizados.

Debido al nivel socioeconómico de la zona afectada, el monto de las pérdidas se estimó considerando el valor comercial de un mobiliario básico, tal como se indica en laTabla 5-6.

Tabla 5-6Valorización de Mobiliario Básico Afecto a Pérdidas

Mobiliario	Cantidad	P.U. (U.F)	P. Total (U.F)
Comedor	1	11	11
Living	1	17	17
Televisor	2	7	14
Equipo Musical	1	5	5
Cama	4	3	12
Colchón	4	3	12
Sábanas	8	1	8
Frazadas	12	1	12
Refrigerador	1	8	8
Cocina	1	6	6
Lavadora	1	8	8
TOTAL			**UF 113**

Fuente: Elaboracion Propia.

De acuerdo a lo indicado en la Tabla 5-6y para el total de viviendas afectadas, el monto de pérdidas se detalla en la siguiente Tabla.

Tabla 5-7 Valorización de Daños evitados por Pérdida de Enseres

Número Viviendas Afectadas	Valor Daño evitado (UF)
15	1.695

Fuente: Elaboracion Propia.

En la Tabla 5-8se presenta un resumen de la cuantificación de los daños evitados por la presencia del embalse más favorable, obteniéndose un valor total de UF 8.295.

Tabla 5-8 Resumen Valorización de Daños evitados

Tipo de pérdida	Número Viviendas Afectadas	Valor Daño evitado (UF)
Inmuebles	15	6.600
Enseres	15	1.695
Total	**15**	**8.295**

Fuente: Elaboracion Propia.

6 ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES DISPONIBLES

En función de los antecedentes presentados en este informe se considera que, la influencia del efecto regulador del embalse se reduce considerablemente aguas abajo de la junta de los ríos Niblinto y Cato, puesto que los aportes de este último cauce aminoran considerablemente el efecto ya mencionado.

Por otro lado, debido a que no existen protecciones de riberas en las márgenes de los ríos Niblinto y Cato sino hasta la ciudad de Chillán, se estima que en las zonas de inundación de dichos cauces no existen zonas habitadas o con infraestructura pública o privada de importancia, que pueda justificar la construcción de este tipo de obras.

Respecto del análisis de la capacidad de regulación del embalse se desprende que, en el caso de contar con un muro de mediana o gran altura, se podría esperar una atenuación relevante del caudal máximo que ingresa al embalse (Entre un 30% y un 55% dependiendo de la crecida y la altura del embalse), puesto que al considerar el muro de menor tamaño la atenuación del caudal máximo asociado a una crecida de 100 y 1000 años de periodo de retorno es inferior al 10%.

Por otro lado el estudio de inundación realizado indica que, como máximo, los daños evitados para una crecida de 100 años de periodo de retorno, alcanzan las UF 8.295, correspondiente a la pérdida total de 15 viviendas. Esto, considerando el sitio de embalse y altura de muro más favorables, es decir, aquellos que generen una mayor atenuación del caudal máximo de la crecida.

Al considerar la misma crecida y el embalse que genera la menor atenuación del caudal máximo, no se produce una reducción importante de las áreas de inundación en el río.

Se debe mencionar que las estimaciones de caudales fueron realizadas considerando que el nivel de agua en el embalse coincide con la cota umbral del vertedero al momento del ingreso de la crecida. Esta situación es bastante desfavorable, y muy es posible que el pelo de agua en embalse se encuentre a una cota menor que la cota umbral al iniciarse el evento de crecida, por lo que la atenuación de ésta sería superior a lo estimado en el presente informe.

Todo lo anterior indica que la utilidad de considerar el embalseNiblinto como embalse de control dependerá exclusivamente del sitio de embalse que se seleccione y la altura de muro asociada, pues en caso que se escoja una baja altura la reducción de daños que se obtendría sería casi despreciable.Mientras que en caso que se considere un embalse de gran tamaño la reducción de daños sería relevante, siendo apropiado considerar este embalse como de control.

Por último, es importante recalcar que las estimaciones de caudales, alturas de escurrimiento y costos, realizadas en este informe son acordes al nivel de ingeniería de los diseños de las obras asociadas al proyecto en curso, y que para obtener resultados más precisos se deben realizar estudios que posean un mayor nivel de detalle.

ANEXO A
HIDROGRAMAS DE CRECIDA

HIDROGRAMAS DE CRECIDA

Tabla A-1: Hidrogramas de crecida Sitio 2

tiempo (hr)	Δt (hr)	Caudal (m^3/s)				
		T=5 años	T=10 años	T=20 años	T=100 años	T=1.000 años
0,00	0,00	0	0	0	0	0
1,11	1,11	10	12	14	18	24
2,22	1,11	39	43	52	68	90
3,33	1,11	74	83	101	130	173
4,44	1,11	106	118	143	184	246
5,55	1,11	129	144	174	224	299
6,66	1,11	141	158	191	246	328
7,76	1,11	143	160	194	249	333
8,87	1,11	135	151	183	236	315
9,98	1,11	120	134	162	209	279
11,09	1,11	99	110	133	172	229
12,20	1,11	74	83	101	130	173
13,31	1,11	51	57	69	88	118
14,42	1,11	30	34	41	53	71
15,53	1,11	17	19	24	30	41
16,64	1,11	16	17	21	27	36
17,75	1,11	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla A-2: Hidrogramas de crecida Sitio 3

tiempo (hr)	Δt (hr)	Caudal (m^3/s)				
		T=5 años	T=10 años	T=20 años	T=100 años	T=1.000 años
0,00	0,00	0	0	0	0	0
1,11	1,11	13	16	17	26	40
2,22	1,11	49	60	65	98	151
3,33	1,11	95	116	124	190	291
4,44	1,11	136	167	178	271	416
5,55	1,11	167	204	218	332	510
6,66	1,11	184	225	241	367	564
7,76	1,11	189	231	247	376	577
8,87	1,11	181	221	236	360	552
9,98	1,11	162	198	212	323	495
11,09	1,11	136	166	178	271	415
12,20	1,11	105	129	138	210	322
13,31	1,11	74	91	97	148	227
14,42	1,11	46	57	61	92	142
15,53	1,11	26	32	35	53	81
16,64	1,11	19	24	25	38	59
17,75	1,11	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboracion Propia.

ANEXO B
RASTREO DE CRECIDAS

RASTREO DE CRECIDAS

RESUMEN

Tabla B-1: Resumen reducción de caudales máximos

Sitio de embalse	Cota Umbral Vertedero (msnm)	Periodo de retorno (años)	Q Máximo ingresa (m^3/s)	Q Máximo Evacuado (m^3/s)	Reducción Q Máximo
Sitio 3	699	5	143	83	42%
		10	160	94	41%
		20	194	117	39%
		100	249	158	37%
		1.000	333	221	33%
	684	5	143	92	36%
		10	160	104	35%
		20	194	130	33%
		100	249	173	31%
		1.000	333	240	28%
	677	5	143	97	32%
		10	160	110	31%
		20	194	138	29%
		100	249	184	26%
		1.000	333	256	23%
	669	5	143	102	29%
		10	160	115	28%
		20	194	142	26%
		100	249	188	24%
		1.000	333	260	22%
	654	5	143	111	22%
		10	160	126	21%
		20	194	155	20%
		100	249	205	18%
		1.000	333	281	15%
Sitio 2	567	5	189	83	56%
		10	231	107	53%
		20	247	117	53%
		100	376	199	47%
		1.000	577	338	41%
	557	5	189	96	49%
		10	231	124	46%
		20	247	135	45%
		100	376	226	40%
		1.000	577	377	35%
	542	5	189	112	41%
		10	231	143	38%
		20	247	155	37%
		100	376	256	32%
		1.000	577	422	27%
	512	5	189	145	23%
		10	231	182	21%
		20	247	196	21%
		100	376	315	16%
		1.000	577	503	13%
	497	5	189	164	13%
		10	231	204	12%
		20	247	219	11%
		100	376	341	9%
		1.000	577	539	6%

SITIO N°2

Muro embalse cota coronamiento 502 msnm

Tabla B-2: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 502 msnm. T=5 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0,0	0	32.850.058	497,00	0,0	0	0
1,11	13,2	26.287	32.875.805	497,02	0,3	540	25.747
1,11	49,4	124.825	32.993.023	497,11	3,5	7.607	117.218
1,11	95,1	288.431	33.242.273	497,30	16,1	39.181	249.250
1,11	136,2	461.852	33.588.969	497,57	41,6	115.156	346.696
1,11	166,8	604.911	33.958.305	497,86	76,4	235.575	369.336
1,11	184,3	701.019	34.282.620	498,11	112,3	376.704	324.315
1,11	188,6	744.634	34.520.755	498,30	141,4	506.499	238.135
1,11	180,5	736.994	34.657.681	498,40	159,1	600.068	136.926
1,11	162,1	683.984	34.696.024	498,43	164,2	645.641	38.343
1,11	135,9	594.905	34.647.871	498,40	157,8	643.058	0
1,11	105,3	481.677	34.529.774	498,30	142,5	599.774	0
1,11	74,1	358.307	34.360.714	498,17	121,6	527.367	0
1,11	46,3	240.497	34.162.000	498,02	98,4	439.212	0
1,11	26,5	145.365	33.958.358	497,86	76,4	349.007	0
1,11	19,2	91.225	33.779.828	497,72	58,7	269.756	0
1,11	0,0	38.380	33.613.743	497,59	43,7	204.465	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-3: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 502 msnm. T=10 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	32.850.058	497,00	0,00	0	0
1,11	16	32.141	32.881.471	497,02	0,36	728	31.413
1,11	60	152.623	33.023.891	497,14	4,75	10.203	142.419
1,11	116	705.326	33.324.370	497,37	21,39	52.183	300.480
1,11	167	1.129.406	33.737.134	497,69	54,71	151.940	412.764
1,11	204	2.218.862	34.169.396	498,02	99,23	307.359	432.262
1,11	225	2.571.393	34.540.940	498,31	143,97	485.587	371.544
1,11	231	3.641.837	34.806.236	498,52	179,15	645.163	265.297
1,11	221	3.604.470	34.951.403	498,63	199,46	755.951	145.167
1,11	198	4.181.516	34.982.372	498,66	203,88	805.334	30.969
1,11	166	3.636.932	34.914.788	498,60	194,27	794.971	0
1,11	129	3.533.664	34.768.456	498,49	173,99	735.275	0
1,11	91	2.628.597	34.565.436	498,33	147,11	641.120	0
1,11	57	2.058.380	34.330.304	498,15	117,93	529.186	0
1,11	32	1.244.161	34.091.700	497,96	90,59	416.341	0
1,11	24	892.322	33.884.752	497,80	68,92	318.488	0
1,11	0	375.419	33.692.911	497,65	50,67	238.769	0

Tabla B-4: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 502 msnm. T=20 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	32.850.058	497,00	0,0	0	0
1,11	17	34.391	32.883.645	497,03	0,4	805	33.586
1,11	65	163.308	33.035.691	497,14	5,2	11.261	152.047
1,11	124	377.353	33.355.594	497,39	23,5	57.450	319.903
1,11	178	604.238	33.793.107	497,73	60,0	166.725	437.513
1,11	218	791.402	34.248.555	498,09	108,3	335.954	455.447
1,11	241	917.139	34.637.135	498,39	156,4	528.559	388.580
1,11	247	974.201	34.911.921	498,60	193,9	699.415	274.786
1,11	236	964.205	35.059.637	498,72	215,1	816.489	147.717
1,11	212	894.853	35.087.516	498,74	219,1	866.974	27.879
1,11	178	778.311	35.012.516	498,68	208,2	853.312	0
1,11	138	630.176	34.855.613	498,56	186,0	787.079	0
1,11	97	468.771	34.639.973	498,39	156,8	684.412	0
1,11	61	314.641	34.391.360	498,20	125,3	563.254	0
1,11	35	190.181	34.139.857	498,00	95,9	441.683	0
1,11	25	119.349	33.922.496	497,83	72,7	336.710	0
1,11	0	50.213	33.721.206	497,68	53,2	251.503	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-5: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 502 msnm. T=100 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	32.850.058	497,00	0,00	0	0
1,11	26	52.393	32.900.950	497,04	0,75	1.501	50.892
1,11	98	248.790	33.128.980	497,22	9,65	20.760	228.030
1,11	190	1.149.748	33.599.732	497,58	42,50	104.122	470.752
1,11	271	1.841.040	34.224.680	498,07	105,53	295.572	624.948
1,11	332	3.616.957	34.849.883	498,55	185,18	580.449	625.203
1,11	367	4.191.616	35.358.067	498,95	260,08	889.021	508.184
1,11	376	5.936.543	35.695.420	499,21	314,28	1.146.783	337.353
1,11	360	5.875.630	35.855.598	499,33	341,19	1.308.730	160.178
1,11	323	6.816.270	35.856.193	499,33	341,29	1.362.658	596
1,11	271	5.928.547	35.723.619	499,23	318,96	1.318.284	0
1,11	210	5.760.209	35.486.974	499,05	280,38	1.196.680	0
1,11	148	4.284.864	35.177.168	498,81	232,45	1.023.950	0
1,11	92	3.355.355	34.828.543	498,54	182,22	827.962	0
1,11	53	2.028.101	34.481.897	498,27	136,50	636.374	0
1,11	38	1.454.570	34.188.693	498,04	101,41	475.026	0
1,11	0	611.969	33.918.342	497,83	72,30	346.847	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-6: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 502 msnm. T=1.000 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivel de agua (msnm)	Q Evacuado (m^3/s)	V Evacuado (m^3)	V almacenado (m^3)
0,00	0	0	32.850.058	497,00	0,00	0	0
1,11	40	80.366	32.927.601	497,06	1,41	2.823	77.543
1,11	151	381.623	33.270.730	497,33	17,87	38.495	343.128
1,11	291	1.763.620	33.963.302	497,86	76,91	189.237	692.572
1,11	416	2.824.006	34.851.540	498,55	185,41	523.766	888.237
1,11	510	5.548.117	35.701.273	499,21	315,25	999.639	849.733
1,11	564	6.429.597	36.356.570	499,72	429,95	1.487.902	655.297
1,11	577	9.106.173	36.762.775	500,04	506,79	1.870.337	406.206
1,11	552	9.012.739	36.927.604	500,17	539,15	2.088.357	164.828
1,11	495	10.455.603	36.883.268	500,13	530,38	2.135.456	0
1,11	415	9.093.908	36.667.815	499,97	488,45	2.034.235	0
1,11	322	8.835.692	36.320.073	499,70	423,26	1.820.357	0
1,11	227	6.572.633	35.880.652	499,35	345,46	1.534.859	0
1,11	142	5.146.842	35.395.273	498,98	265,89	1.220.643	0
1,11	81	3.110.941	34.919.578	498,61	194,94	920.115	0
1,11	59	2.231.192	34.525.666	498,30	142,03	672.811	0
1,11	0	938.711	34.162.790	498,02	98,49	480.215	0

Muro embalse cota coronamiento 517 msnm

Tabla B-7: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 517 msnm. T=5 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	Q Evacuado (m^3/s)	V Evacuado (m^3)	V almacenado (m^3)
0,00	0	0	57.771.526	512,00	0,0	0	0
1,11	13	26.287	57.797.495	512,01	0,2	318	25.969
1,11	49	124.825	57.917.751	512,08	2,1	4.568	120.257
1,11	95	288.431	58.181.946	512,22	10,0	24.236	264.195
1,11	136	461.852	58.569.616	512,43	27,1	74.182	387.670
1,11	167	604.911	59.014.939	512,67	52,8	159.588	445.323
1,11	184	701.019	59.445.880	512,91	82,5	270.078	430.941
1,11	189	744.634	59.805.355	513,10	110,4	385.159	359.475
1,11	181	736.994	60.058.913	513,24	131,7	483.436	253.558
1,11	162	683.984	60.193.436	513,31	143,5	549.461	134.523
1,11	136	594.905	60.212.038	513,32	145,1	576.303	18.602
1,11	105	481.677	60.128.804	513,28	137,8	564.912	0
1,11	74	358.307	59.965.059	513,19	123,7	522.052	0
1,11	46	240.497	59.747.480	513,07	105,7	458.075	0
1,11	26	145.365	59.507.809	512,94	87,1	385.036	0
1,11	19	91.225	59.283.770	512,82	70,8	315.264	0
1,11	0	38.380	59.068.517	512,70	56,2	253.634	0

Tabla B-8: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 517 msnm. T=10 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0,0	57.771.526	512,00	0,0	0	0
1,11	16	32140,9	57.803.237	512,02	0,2	429	31.712
1,11	60	152622,8	57.949.713	512,10	2,9	6.147	146.476
1,11	116	352662,8	58.269.914	512,27	13,4	32.462	320.201
1,11	167	564703,2	58.735.887	512,52	36,1	98.730	465.973
1,11	204	739620,6	59.264.815	512,81	69,5	210.693	528.928
1,11	225	857131,0	59.768.698	513,08	107,5	353.248	503.883
1,11	231	910459,4	60.180.425	513,30	142,3	498.732	411.727
1,11	221	901117,6	60.461.916	513,46	168,0	619.627	281.491
1,11	198	836303,2	60.601.005	513,53	181,2	697.214	139.089
1,11	166	727386,5	60.604.215	513,53	181,5	724.176	3.211
1,11	129	588944,0	60.490.053	513,47	170,6	703.106	0
1,11	91	438099,6	60.284.614	513,36	151,7	643.539	0
1,11	57	294054,2	60.019.623	513,22	128,3	559.045	0
1,11	32	177737,2	59.732.423	513,06	104,5	464.938	0
1,11	24	111540,2	59.467.375	512,92	84,1	376.588	0
1,11	0	46927,4	59.214.657	512,78	66,0	299.645	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-9: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 517 msnm. T=20 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0,0	57.771.526	512,00	0,0	0	0
1,11	17	34391,1	57.805.442	512,02	0,2	475	33.916
1,11	65	163308,0	57.961.958	512,10	3,2	6.792	156.516
1,11	124	377352,9	58.303.501	512,29	14,8	35.810	341.543
1,11	178	604238,4	58.799.072	512,56	39,7	108.668	495.570
1,11	218	791401,9	59.359.230	512,86	76,2	231.243	560.159
1,11	241	917139,2	59.889.933	513,15	117,4	386.437	530.702
1,11	247	974201,2	60.320.439	513,38	154,9	543.695	430.506
1,11	236	964205,4	60.611.519	513,54	182,2	673.125	291.080
1,11	212	894853,3	60.751.542	513,61	195,8	754.831	140.023
1,11	178	778311,2	60.748.406	513,61	195,5	781.448	0
1,11	138	630176,3	60.622.296	513,54	183,2	756.286	0
1,11	97	468771,2	60.401.075	513,42	162,3	689.992	0
1,11	61	314641,1	60.118.322	513,27	136,9	597.394	0
1,11	35	190180,7	59.813.440	513,10	111,1	495.063	0
1,11	25	119349,2	59.533.256	512,95	89,0	399.533	0
1,11	0	50212,8	59.266.748	512,81	69,6	316.721	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-10: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 517 msnm. T=100 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0,0	57.771.526	512,00	0,0	0	0
1,11	26	52392,7	57.823.030	512,03	0,4	888	51.504
1,11	98	248789,7	58.059.203	512,16	5,9	12.617	236.173
1,11	190	574874,0	58.568.288	512,43	27,1	65.789	509.085
1,11	271	920520,1	59.292.206	512,82	71,4	196.602	723.918
1,11	332	1205652,2	60.087.422	513,25	134,2	410.436	795.216
1,11	367	1397205,3	60.813.452	513,65	202,0	671.175	726.030
1,11	376	1484135,6	61.374.466	513,95	260,4	923.122	561.014
1,11	360	1468907,6	61.725.825	514,14	299,4	1.117.549	351.359
1,11	323	1363254,0	61.862.426	514,21	315,0	1.226.653	136.601
1,11	271	1185709,4	61.803.731	514,18	308,2	1.244.404	0
1,11	210	960034,8	61.582.745	514,06	283,3	1.181.021	0
1,11	148	714144,1	61.240.259	513,88	245,9	1.056.630	0
1,11	92	479336,5	60.823.289	513,65	203,0	896.306	0
1,11	53	289728,7	60.386.373	513,41	161,0	726.645	0
1,11	38	181821,2	59.994.803	513,20	126,2	573.391	0
1,11	0	76496,2	59.627.170	513,00	96,2	444.129	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-11: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 517 msnm. T=1.000 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivel de agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	57.771.526	512,00	0,0	0	0
1,11	40	80366	57.850.214	512,04	0,8	1.678	78.688
1,11	151	381623	58.208.223	512,24	11,0	23.614	358.009
1,11	291	881810	58.968.548	512,65	49,9	121.485	760.325
1,11	416	1412003	60.024.031	513,22	128,7	356.520	1.055.483
1,11	510	1849372	61.145.376	513,83	235,9	728.028	1.121.345
1,11	564	2143199	62.126.662	514,36	346,0	1.161.913	981.286
1,11	577	2276543	62.843.969	514,74	434,9	1.559.237	717.306
1,11	552	2253185	63.253.208	514,97	488,6	1.843.945	409.240
1,11	495	2091121	63.363.588	515,03	503,4	1.980.741	110.380
1,11	415	1818782	63.212.481	514,94	483,2	1.969.889	0
1,11	322	1472615	62.850.361	514,75	435,7	1.834.735	0
1,11	227	1095439	62.334.807	514,47	371,1	1.610.993	0
1,11	142	735263	61.730.363	514,14	299,9	1.339.707	0
1,11	81	444420	61.111.968	513,81	232,4	1.062.815	0
1,11	59	278899	60.570.789	513,51	178,3	820.078	0
1,11	0	117339	60.067.656	513,24	132,5	620.472	0

Muro embalse cota coronamiento 547 msnm

Tabla B-12: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 547 msnm. T=5 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	133.657.977	542,00	0,0	0	0
1,11	13	26.287	133.684.111	542,01	0,1	153	26.134
1,11	49	124.825	133.806.707	542,05	1,0	2.230	122.596
1,11	95	288.431	134.083.029	542,14	5,0	12.109	276.322
1,11	136	461.852	134.506.547	542,28	14,2	38.333	423.519
1,11	167	604.911	135.025.274	542,45	29,0	86.184	518.727
1,11	184	701.019	135.572.502	542,63	48,0	153.791	547.228
1,11	189	744.634	136.084.391	542,80	68,5	232.745	511.889
1,11	181	736.994	136.510.156	542,94	87,3	311.229	425.764
1,11	162	683.984	136.816.518	543,04	101,8	377.622	306.362
1,11	136	594.905	136.988.171	543,10	110,2	423.252	171.653
1,11	105	481.677	137.026.043	543,11	112,1	443.806	37.872
1,11	74	358.307	136.944.826	543,08	108,1	439.524	0
1,11	46	240.497	136.770.754	543,03	99,6	414.569	0
1,11	26	145.365	136.540.141	542,95	88,7	375.978	0
1,11	19	91.225	136.298.843	542,87	77,8	332.523	0
1,11	0	38.380	136.048.072	542,79	67,0	289.152	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-13: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 547 msnm. T=10 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	133.657.977	542,00	0,00	0	0
1,11	16	32.141	133.689.912	542,01	0,10	207	31.934
1,11	60	152.623	133.839.527	542,06	1,40	3.007	149.616
1,11	116	705.326	134.175.895	542,17	6,76	16.295	336.368
1,11	167	1.129.406	134.689.191	542,34	18,99	51.407	513.296
1,11	204	2.218.862	135.313.762	542,55	38,63	115.050	624.571
1,11	225	2.571.393	135.966.748	542,76	63,61	204.145	652.986
1,11	231	3.641.837	136.570.266	542,96	90,12	306.941	603.518
1,11	221	3.604.470	137.063.883	543,12	113,97	407.500	493.618
1,11	198	4.181.516	137.409.545	543,24	131,76	490.641	345.662
1,11	166	3.636.932	137.591.422	543,30	141,45	545.510	181.876
1,11	129	3.533.664	137.613.151	543,31	142,63	567.215	21.729
1,11	91	2.628.597	137.494.419	543,27	136,25	556.832	0
1,11	57	2.058.380	137.268.085	543,19	124,38	520.389	0
1,11	32	1.244.161	136.978.430	543,10	109,71	467.392	0
1,11	24	892.322	136.680.654	543,00	95,29	409.316	0
1,11	0	375.419	136.375.163	542,90	81,22	352.418	0

Tabla B-14: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 547 msnm. T=20 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	133.657.977	542,00	0,0	0	0
1,11	17	34.391	133.692.140	542,01	0,1	229	34.162
1,11	65	163.308	133.852.122	542,06	1,6	3.326	159.982
1,11	124	377.353	134.211.470	542,18	7,5	18.005	359.348
1,11	178	604.238	134.758.975	542,36	20,9	56.734	547.505
1,11	218	791.402	135.423.612	542,58	42,5	126.765	664.637
1,11	241	917.139	136.116.268	542,81	69,9	224.483	692.656
1,11	247	974.201	136.753.725	543,02	98,8	336.744	637.457
1,11	236	964.205	137.271.990	543,19	124,6	445.940	518.266
1,11	212	894.853	137.631.357	543,31	143,6	535.487	359.366
1,11	178	778.311	137.815.959	543,37	153,7	593.709	184.602
1,11	138	630.176	137.830.591	543,38	154,6	615.544	14.632
1,11	97	468.771	137.696.907	543,33	147,2	602.456	0
1,11	61	314.641	137.450.302	543,25	133,9	561.246	0
1,11	35	190.181	137.138.067	543,15	117,7	502.415	0
1,11	25	119.349	136.818.913	543,04	101,9	438.504	0
1,11	0	50.213	136.492.856	542,94	86,5	376.269	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-15: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 547 msnm. T=100 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	133.657.977	542,00	0,00	0	0
1,11	26	52.393	133.709.941	542,02	0,21	429	51.964
1,11	98	248.790	133.952.515	542,10	2,90	6.216	242.574
1,11	190	1.149.748	134.493.930	542,28	13,86	33.459	541.415
1,11	271	1.841.040	135.309.910	542,55	38,50	104.540	815.980
1,11	332	3.616.957	136.284.577	542,87	77,19	230.985	974.667
1,11	367	4.191.616	137.278.277	543,19	124,90	403.506	993.700
1,11	376	5.936.543	138.166.444	543,49	173,58	595.968	888.167
1,11	360	5.875.630	138.859.304	543,72	215,09	776.048	692.860
1,11	323	6.816.270	139.306.997	543,86	243,45	915.561	447.693
1,11	271	5.928.547	139.495.931	543,93	255,77	996.775	188.934
1,11	210	5.760.209	139.441.701	543,91	252,21	1.014.265	0
1,11	148	4.284.864	139.182.189	543,82	235,43	973.656	0
1,11	92	3.355.355	138.772.670	543,69	209,74	888.856	0
1,11	53	2.028.101	138.283.456	543,53	180,38	778.942	0
1,11	38	1.454.570	137.799.930	543,37	152,85	665.347	0
1,11	0	611.969	137.317.759	543,21	126,95	558.667	0

Tabla B-16: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 547 msnm. T=1.000 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivel de agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	133.657.977	542,00	0,00	0	0
1,11	40	80.366	133.737.531	542,03	0,41	812	79.554
1,11	151	381.623	134.107.433	542,15	5,46	11.721	369.902
1,11	291	1.763.620	134.926.602	542,42	25,91	62.641	819.169
1,11	416	2.824.006	136.144.885	542,82	71,11	193.719	1.218.284
1,11	510	5.548.117	137.571.931	543,29	140,40	422.326	1.427.046
1,11	564	6.429.597	138.989.143	543,76	223,20	725.988	1.417.211
1,11	577	9.106.173	140.212.501	544,16	304,28	1.053.184	1.223.359
1,11	552	9.012.739	141.120.149	544,46	369,62	1.345.537	907.647
1,11	495	10.455.603	141.654.580	544,64	410,03	1.556.689	534.431
1,11	415	9.093.908	141.811.735	544,69	422,18	1.661.627	157.155
1,11	322	8.835.692	141.626.961	544,63	407,91	1.657.389	0
1,11	227	6.572.633	141.163.507	544,48	372,85	1.558.893	0
1,11	142	5.146.842	140.505.590	544,26	324,91	1.393.180	0
1,11	81	3.110.941	139.756.078	544,01	273,06	1.193.932	0
1,11	59	2.231.192	139.037.994	543,78	226,27	996.983	0
1,11	0	938.711	138.337.101	543,54	183,53	818.232	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Muro embalse cota coronamiento 562 msnm

Tabla B-17: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 562 msnm. T=5 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	186.242.239	557,00	0,0	0	0
1,11	13	26.287	186.268.414	557,01	0,1	112	26.175
1,11	49	124.825	186.391.605	557,04	0,8	1.634	123.191
1,11	95	288.431	186.671.105	557,11	3,7	8.931	279.500
1,11	136	461.852	187.104.433	557,23	10,6	28.525	433.327
1,11	167	604.911	187.644.431	557,37	21,9	64.912	539.999
1,11	184	701.019	188.227.854	557,53	37,0	117.596	583.422
1,11	189	744.634	188.791.338	557,68	53,8	181.150	563.484
1,11	181	736.994	189.281.244	557,81	70,0	247.087	489.906
1,11	162	683.984	189.658.910	557,91	83,4	306.318	377.666
1,11	136	594.905	189.902.525	557,98	92,5	351.290	243.615
1,11	105	481.677	190.006.830	558,01	96,5	377.372	104.306
1,11	74	358.307	189.981.737	558,00	95,5	383.400	0
1,11	46	240.497	189.850.695	557,96	90,6	371.539	0
1,11	26	145.365	189.649.376	557,91	83,1	346.684	0
1,11	19	91.225	189.424.951	557,85	75,0	315.650	0
1,11	0	38.380	189.180.703	557,79	66,5	282.628	0

Tabla B-18: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 562 msnm. T=10 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	186.242.239	0,00	0,0	0	0
1,11	16	32.141	186.274.229	557,01	0,1	151	31.990
1,11	60	152.623	186.424.646	557,05	1,0	2.206	150.417
1,11	116	352.663	186.765.277	557,14	5,0	12.032	340.631
1,11	167	564.703	187.291.647	557,28	14,2	38.333	526.370
1,11	204	739.621	187.944.339	557,45	29,3	86.928	652.692
1,11	225	857.131	188.644.678	557,64	49,2	156.792	700.339
1,11	231	910.459	189.314.855	557,82	71,2	240.282	670.177
1,11	221	901.118	189.890.137	557,97	92,0	325.836	575.281
1,11	198	836.303	190.325.066	558,09	109,0	401.374	434.929
1,11	166	727.386	190.595.294	558,16	120,0	457.158	270.228
1,11	129	588.944	190.696.704	558,19	124,2	487.535	101.409
1,11	91	438.100	190.643.295	558,18	122,0	491.508	0
1,11	57	294.054	190.464.941	558,13	114,6	472.409	0
1,11	32	177.737	190.205.674	558,06	104,2	437.004	0
1,11	24	111.540	189.922.838	557,98	93,3	394.376	0
1,11	0	46.927	189.619.788	557,90	82,0	349.977	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-19: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 562 msnm. T=20 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	186.242.239	0,00	0,0	0	0
1,11	17	34.391	186.276.463	557,01	0,1	167	34.224
1,11	65	163.308	186.437.331	557,05	1,1	2.440	160.868
1,11	124	377.353	186.801.383	557,15	5,5	13.301	364.052
1,11	178	604.238	187.363.285	557,30	15,7	42.336	561.902
1,11	218	791.402	188.058.800	557,49	32,3	95.887	695.515
1,11	241	917.139	188.803.257	557,68	54,1	172.682	744.457
1,11	247	974.201	189.513.309	557,87	78,2	264.149	710.052
1,11	236	964.205	190.120.050	558,04	100,9	357.464	606.741
1,11	212	894.853	190.575.555	558,16	119,2	439.348	455.505
1,11	178	778.311	190.854.654	558,23	130,9	499.213	279.098
1,11	138	630.176	190.953.795	558,26	135,1	531.035	99.141
1,11	97	468.771	190.888.638	558,24	132,3	533.928	0
1,11	61	314.641	190.691.556	558,19	124,0	511.723	0
1,11	35	190.181	190.409.781	558,11	112,4	471.956	0
1,11	25	119.349	190.104.513	558,03	100,3	424.617	0
1,11	0	50.213	189.779.073	557,94	87,9	375.654	0

Tabla B-20: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 562 msnm. T=100 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	186.242.239	0,00	0,0	0	0
1,11	26	52.393	186.294.318	557,01	0,2	313	52.079
1,11	98	248.790	186.538.540	557,08	2,1	4.568	244.222
1,11	190	574.874	187.088.622	557,23	10,3	24.793	550.081
1,11	271	920.520	187.930.731	557,45	29,0	78.410	842.110
1,11	332	1.205.652	188.960.314	557,73	59,2	176.070	1.029.582
1,11	367	1.397.205	190.043.813	558,02	97,9	313.706	1.083.500
1,11	376	1.484.136	191.054.035	558,29	139,4	473.914	1.010.222
1,11	360	1.468.908	191.890.468	558,51	177,3	632.475	836.433
1,11	323	1.363.254	192.487.944	558,67	206,2	765.778	597.476
1,11	271	1.185.709	192.817.248	558,76	222,7	856.405	329.304
1,11	210	960.035	192.881.370	558,77	226,0	895.913	64.122
1,11	148	714.144	192.710.398	558,73	217,3	885.117	0
1,11	92	479.336	192.357.004	558,63	199,8	832.730	0
1,11	53	289.729	191.893.545	558,51	177,5	753.188	0
1,11	38	181.821	191.411.049	558,38	155,2	664.317	0
1,11	0	76.496	190.911.462	558,25	133,3	576.084	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-21: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 562 msnm. T=1.000 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivel de agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	186.242.239	0,00	0,0	0	0
1,11	40	80.366	186.322.011	557,02	0,3	594	79.772
1,11	151	381.623	186.695.004	557,12	4,0	8.630	372.993
1,11	291	881.810	187.530.223	557,34	19,3	46.591	835.219
1,11	416	1.412.003	188.796.025	557,68	53,9	146.201	1.265.802
1,11	510	1.849.372	190.320.515	558,09	108,8	324.882	1.524.490
1,11	564	2.143.199	191.892.242	558,51	177,4	571.472	1.571.727
1,11	577	2.276.543	193.318.088	558,89	248,6	850.697	1.425.846
1,11	552	2.253.185	194.454.111	559,19	310,9	1.117.162	1.136.022
1,11	495	2.091.121	195.215.531	559,40	355,1	1.329.700	761.421
1,11	415	1.818.782	195.573.470	559,49	376,6	1.460.843	357.939
1,11	322	1.472.615	195.545.748	559,49	374,9	1.500.337	0
1,11	227	1.095.439	195.187.064	559,39	353,4	1.454.123	0
1,11	142	735.263	194.581.499	559,23	318,1	1.340.828	0
1,11	81	444.420	193.838.493	559,03	276,6	1.187.426	0
1,11	59	278.899	193.092.278	558,83	236,8	1.025.115	0
1,11	0	117.339	192.339.600	558,63	198,9	870.016	0

Muro embalse cota coronamiento 572 msnm

Tabla B-22: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 572 msnm. T=5 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	227.475.804	567,00	0,0	0	0
1,11	13	26.287	227.502.007	567,01	0,0	85	26.202
1,11	49	124.825	227.625.588	567,03	0,6	1.243	123.582
1,11	95	288.431	227.907.198	567,10	2,8	6.821	281.610
1,11	136	461.852	228.347.132	567,19	8,1	21.918	439.934
1,11	167	604.911	228.901.756	567,32	17,0	50.287	554.624
1,11	184	701.019	229.510.727	567,45	29,1	92.047	608.972
1,11	189	744.634	230.111.811	567,59	42,8	143.550	601.084
1,11	181	736.994	230.650.233	567,70	56,6	198.572	538.422
1,11	162	683.984	231.084.189	567,80	68,6	250.028	433.956
1,11	136	594.905	231.387.482	567,87	77,4	291.612	303.293
1,11	105	481.677	231.550.172	567,90	82,3	318.987	162.690
1,11	74	358.307	231.578.056	567,91	83,2	330.423	27.884
1,11	46	240.497	231.491.658	567,89	80,6	326.895	0
1,11	26	145.365	231.325.240	567,85	75,6	311.783	0
1,11	19	91.225	231.126.133	567,81	69,8	290.332	0
1,11	0	38.380	230.898.569	567,76	63,4	265.944	0

Tabla B-23: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 572 msnm. T=10 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	227.475.804	0	0	0	0
1,11	16	32.141	227.507.831	567,01	0,06	115	32.026
1,11	60	152.623	227.658.775	567,04	0,78	1.679	150.944
1,11	116	705.326	228.002.240	567,12	3,82	9.198	343.465
1,11	167	1.129.406	228.537.447	567,24	10,95	29.496	535.207
1,11	204	2.218.862	229.209.580	567,38	22,85	67.488	672.133
1,11	225	2.571.393	229.943.605	567,55	38,80	123.106	734.025
1,11	231	3.641.837	230.662.872	567,71	56,95	191.193	719.267
1,11	221	3.604.470	231.300.768	567,85	74,88	263.221	637.897
1,11	198	4.181.516	231.807.389	567,96	90,24	329.682	506.621
1,11	166	3.636.932	232.152.472	568,04	101,23	382.303	345.083
1,11	129	3.533.664	232.325.817	568,08	106,91	415.599	173.345
1,11	91	2.628.597	232.336.285	568,08	107,26	427.632	10.468
1,11	57	2.058.380	232.210.289	568,05	103,12	420.050	0
1,11	32	1.244.161	231.990.423	568,00	96,02	397.603	0
1,11	24	892.322	231.734.597	567,95	87,97	367.366	0
1,11	0	375.419	231.447.670	567,88	79,23	333.855	0

Tabla B-24: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 572 msnm. T=20 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	227.475.804	567,00	0,0	0	0
1,11	17	34.391	227.510.069	567,01	0,1	127	34.264
1,11	65	163.308	227.671.520	567,04	0,9	1.857	161.451
1,11	124	377.353	228.038.702	567,12	4,2	10.171	367.182
1,11	178	604.238	228.610.347	567,25	12,1	32.593	571.646
1,11	218	791.402	229.327.248	567,41	25,2	74.501	716.901
1,11	241	917.139	230.108.658	567,58	42,8	135.730	781.409
1,11	247	974.201	230.872.370	567,75	62,7	210.489	763.712
1,11	236	964.205	231.547.276	567,90	82,2	289.299	674.907
1,11	212	894.853	232.080.460	568,02	98,9	361.669	533.184
1,11	178	778.311	232.440.225	568,10	110,7	418.546	359.765
1,11	138	630.176	232.616.394	568,14	116,7	454.007	176.169
1,11	97	468.771	232.619.103	568,14	116,8	466.063	2.709
1,11	61	314.641	232.477.086	568,11	112,0	456.658	0
1,11	35	190.181	232.236.154	568,06	104,0	431.113	0
1,11	25	119.349	231.958.256	568,00	95,0	397.247	0
1,11	0	50.213	231.648.451	567,93	85,3	360.018	0

Tabla B-25: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 572 msnm. T=100 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	227.475.804	567,00	0,00	0	0
1,11	26	52.393	227.527.959	567,01	0,12	238	52.155
1,11	98	248.790	227.773.268	567,07	1,62	3.481	245.309
1,11	190	1.149.748	228.329.145	567,19	7,89	18.997	555.877
1,11	271	1.841.040	229.189.091	567,38	22,45	60.574	859.946
1,11	332	3.616.957	230.257.215	567,62	46,43	137.528	1.068.124
1,11	367	4.191.616	231.405.992	567,87	77,99	248.428	1.148.777
1,11	376	5.936.543	232.508.747	568,12	113,02	381.380	1.102.755
1,11	360	5.875.630	233.459.462	568,33	146,51	518.193	950.715
1,11	323	6.816.270	234.183.019	568,49	173,87	639.697	723.557
1,11	271	5.928.547	234.638.445	568,59	191,88	730.284	455.426
1,11	210	5.760.209	234.817.766	568,63	199,13	780.714	179.321
1,11	148	4.284.864	234.742.794	568,61	196,09	789.116	0
1,11	92	3.355.355	234.461.592	568,55	184,82	760.538	0
1,11	53	2.028.101	234.045.742	568,46	168,56	705.579	0
1,11	38	1.454.570	233.588.925	568,36	151,29	638.639	0
1,11	0	611.969	233.096.987	568,25	133,40	568.434	0

Tabla B-26: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 572 msnm. T=1.000 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivel de agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	227.475.804	0,00	0,00	0	0
1,11	40	80.366	227.555.719	567,02	0,23	452	79.915
1,11	151	381.623	227.930.758	567,10	3,07	6.585	375.039
1,11	291	1.763.620	228.776.778	567,29	14,85	35.790	846.020
1,11	416	2.824.006	230.075.357	567,58	41,95	113.424	1.298.579
1,11	510	5.548.117	231.669.333	567,93	85,96	255.396	1.593.976
1,11	564	6.429.597	233.355.930	568,31	142,73	456.602	1.686.597
1,11	577	9.106.173	234.939.940	568,66	204,12	692.533	1.584.010
1,11	552	9.012.739	236.264.810	568,95	260,81	928.315	1.324.870
1,11	495	10.455.603	237.226.641	569,17	304,78	1.129.290	961.831
1,11	415	9.093.908	237.776.188	569,29	330,90	1.269.234	549.548
1,11	322	8.835.692	237.914.094	569,32	337,57	1.334.710	137.906
1,11	227	6.572.633	237.683.702	569,27	326,46	1.325.831	0
1,11	142	5.146.842	237.164.424	569,15	301,87	1.254.540	0
1,11	81	3.110.941	236.467.273	569,00	269,88	1.141.572	0
1,11	59	2.231.192	235.733.100	568,83	237,51	1.013.071	0
1,11	0	938.711	234.966.482	568,66	205,21	883.957	0

Fuente: Elaboracion Propia.

SITIO N°3

Muro embalse cota coronamiento 659 msnm

Tabla B-27: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 659 msnm. T=5 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	49.656.121	654,20	0,0	0	0
1,11	10	20.751	49.676.527	654,22	0,2	345	20.406
1,11	39	98.154	49.769.798	654,29	2,3	4.883	93.271
1,11	74	225.727	49.970.151	654,46	10,4	25.374	200.354
1,11	106	359.464	50.254.038	654,70	27,4	75.577	283.887
1,11	129	467.901	50.564.663	654,96	51,4	157.276	310.625
1,11	141	538.419	50.855.258	655,15	72,8	247.824	290.595
1,11	143	567.188	51.095.013	655,31	91,2	327.434	239.755
1,11	135	555.761	51.259.621	655,42	104,7	391.153	164.608
1,11	120	509.376	51.337.796	655,47	111,3	431.202	78.175
1,11	99	435.975	51.330.608	655,46	110,7	443.162	0
1,11	74	345.572	51.248.119	655,41	103,7	428.061	0
1,11	51	249.829	51.106.824	655,32	92,2	391.123	0
1,11	30	161.749	50.928.318	655,20	78,2	340.255	0
1,11	17	95.450	50.739.088	655,08	64,3	284.680	0
1,11	16	65.996	50.572.726	654,96	52,0	232.358	0
1,11	0	31.208	50.420.851	654,84	39,7	183.083	0

Tabla B-28: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 659 msnm. T=10 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	49.656.121	654,20	0,0	0	0
1,11	12	23.195	49.678.908	654,22	0,2	407	22.787
1,11	43	109.714	49.782.872	654,31	2,7	5.750	103.964
1,11	83	252.312	50.005.401	654,49	12,2	29.784	222.529
1,11	118	401.799	50.318.877	654,75	32,0	88.323	313.476
1,11	144	523.008	50.660.532	655,03	58,8	181.352	341.655
1,11	158	601.831	50.980.671	655,24	82,2	281.692	320.139
1,11	160	633.989	51.244.026	655,41	103,4	370.633	263.355
1,11	151	621.216	51.422.119	655,52	118,6	443.123	178.093
1,11	134	569.368	51.503.725	655,57	125,7	487.762	81.606
1,11	110	487.321	51.491.170	655,57	124,6	499.877	0
1,11	83	386.271	51.396.370	655,50	116,3	481.071	0
1,11	57	279.252	51.237.971	655,40	102,9	437.651	0
1,11	34	180.799	51.039.930	655,27	86,9	378.839	0
1,11	19	106.692	50.831.412	655,14	71,0	315.211	0
1,11	17	73.768	50.647.696	655,02	58,0	257.484	0
1,11	0	34.883	50.478.563	654,88	44,2	204.016	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-29: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 659 msnm. T=20 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	49.656.121	654,20	0,0	0	0
1,11	14	28.097	49.683.677	654,22	0,3	542	27.556
1,11	52	132.905	49.808.965	654,33	3,5	7.617	125.288
1,11	101	305.644	50.075.390	654,55	16,1	39.218	266.426
1,11	143	486.728	50.446.740	654,86	41,7	115.378	371.350
1,11	174	633.557	50.852.222	655,15	72,5	228.075	405.482
1,11	191	729.041	51.232.006	655,40	102,4	349.257	379.784
1,11	194	767.996	51.538.364	655,60	128,8	461.638	306.358
1,11	183	752.523	51.739.618	655,73	147,3	551.269	201.254
1,11	162	689.716	51.825.106	655,78	155,4	604.228	85.488
1,11	133	590.328	51.799.865	655,77	153,0	615.568	0
1,11	101	467.918	51.679.517	655,69	141,7	588.266	0
1,11	69	338.278	51.486.853	655,56	124,2	530.942	0
1,11	41	219.014	51.250.342	655,41	103,9	455.525	0
1,11	24	129.244	51.004.256	655,25	84,1	375.330	0
1,11	21	89.361	50.790.001	655,11	68,0	303.616	0
1,11	0	42.257	50.589.707	654,98	53,5	242.551	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-30: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 659 msnm. T=100 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	49.656.121	654,20	0,00	0	0
1,11	18	36.175	49.691.508	654,23	0,39	788	35.387
1,11	68	171.114	49.851.600	654,36	5,13	11.021	160.092
1,11	130	393.514	50.188.845	654,64	23,06	56.270	337.244
1,11	184	626.659	50.653.029	655,02	58,32	162.475	464.184
1,11	224	815.699	51.159.731	655,35	96,44	308.997	506.702
1,11	246	938.635	51.631.708	655,66	137,28	466.657	471.977
1,11	249	988.789	52.001.947	655,90	172,52	618.550	370.239
1,11	236	968.868	52.234.963	656,05	196,03	735.852	233.016
1,11	209	888.004	52.322.103	656,10	205,08	800.864	87.140
1,11	172	760.042	52.273.356	656,07	200,00	808.790	0
1,11	130	602.441	52.110.414	655,97	183,34	765.382	0
1,11	88	435.530	51.862.551	655,81	158,94	683.394	0
1,11	53	281.979	51.565.163	655,61	131,24	579.367	0
1,11	30	166.400	51.260.395	655,42	104,74	471.168	0
1,11	27	115.051	50.999.220	655,25	83,68	376.225	0
1,11	0	54.405	50.755.716	655,09	65,52	297.909	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-31: Rastreo de crecidas Sitio N°2, cota coronamiento 659 msnm. T=1.000 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivel de agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	49.656.121	654,20	0,00	0	0
1,11	24	48.288	49.703.200	654,24	0,61	1.209	47.079
1,11	90	228.411	49.914.822	654,42	7,80	16.789	211.622
1,11	173	525.282	50.355.303	654,78	34,67	84.801	440.482
1,11	246	836.495	50.961.326	655,22	80,76	230.473	606.022
1,11	299	1.088.835	51.617.419	655,65	135,97	432.742	656.093
1,11	328	1.252.935	52.212.148	656,03	193,68	658.206	594.729
1,11	333	1.319.884	52.662.695	656,32	241,72	869.336	450.548
1,11	315	1.293.292	52.930.478	656,50	271,90	1.025.509	267.783
1,11	279	1.185.352	53.011.384	656,55	281,25	1.104.446	80.906
1,11	229	1.014.541	52.923.158	656,49	271,06	1.102.767	0
1,11	173	804.167	52.696.105	656,35	245,42	1.031.220	0
1,11	118	581.367	52.368.309	656,13	209,93	909.163	0
1,11	71	376.400	51.984.532	655,89	170,80	760.177	0
1,11	41	222.119	51.597.717	655,63	134,18	608.935	0
1,11	36	153.576	51.272.260	655,42	105,74	479.033	0
1,11	0	72.623	50.971.022	655,23	81,51	373.860	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Muro embalse cota coronamiento 674 msnm

Tabla B-32: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 674 msnm. T=5 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	72.551.515	669,20	0,00	0	0
1,11	10	20.751	72.572.028	669,21	0,12	239	20.512
1,11	39	98.154	72.666.766	669,27	1,59	3.415	94.739
1,11	74	225.727	72.874.419	669,41	7,46	18.075	207.652
1,11	106	359.464	73.178.658	669,61	20,20	55.224	304.240
1,11	129	467.901	73.527.898	669,83	39,23	118.661	349.240
1,11	141	538.419	73.867.544	670,04	60,32	198.773	339.646
1,11	143	567.188	74.159.622	670,19	77,47	275.111	292.078
1,11	135	555.761	74.378.564	670,31	91,23	336.819	218.942
1,11	120	509.376	74.506.868	670,38	99,63	381.073	128.304
1,11	99	435.975	74.540.508	670,39	101,87	402.335	33.640
1,11	74	345.572	74.486.448	670,37	98,28	399.631	0
1,11	51	249.829	74.360.261	670,30	90,05	376.016	0
1,11	30	161.749	74.184.499	670,21	78,99	337.511	0
1,11	17	95.450	73.988.018	670,11	67,22	291.931	0
1,11	16	65.996	73.806.186	670,01	56,90	247.828	0
1,11	0	31.208	73.632.521	669,90	45,71	204.873	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-33: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 674 msnm. T=10 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	72.551.515	669,20	0,00	0	0
1,11	12	23.195	72.574.428	669,21	0,14	282	22.913
1,11	43	109.714	72.680.116	669,28	1,88	4.026	105.688
1,11	83	252.312	72.911.171	669,43	8,77	21.257	231.055
1,11	118	401.799	73.248.238	669,65	23,65	64.732	337.067
1,11	144	523.008	73.632.741	669,90	45,72	138.505	384.503
1,11	158	601.831	74.006.873	670,11	68,32	227.699	374.132
1,11	160	633.989	74.328.692	670,28	88,03	312.170	321.819
1,11	151	621.216	74.567.168	670,41	103,67	382.739	238.476
1,11	134	569.368	74.703.912	670,48	113,01	432.623	136.745
1,11	110	487.321	74.735.558	670,50	115,21	455.675	31.646
1,11	83	386.271	74.670.731	670,46	110,72	451.099	0
1,11	57	279.252	74.527.277	670,39	100,99	422.706	0
1,11	34	180.799	74.330.453	670,28	88,14	377.623	0
1,11	19	106.692	74.112.237	670,17	74,59	324.908	0
1,11	17	73.768	73.911.655	670,07	62,82	274.350	0
1,11	0	34.883	73.718.726	669,96	51,28	227.812	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-34: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 674 msnm. T=20 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	72.551.515	669,20	0,00	0	0
1,11	14	28.097	72.579.238	669,22	0,19	375	27.722
1,11	52	132.905	72.706.799	669,30	2,49	5.343	127.561
1,11	101	305.644	72.984.353	669,48	11,58	28.090	277.554
1,11	143	486.728	73.386.058	669,74	31,00	85.023	401.705
1,11	174	633.557	73.840.320	670,03	58,80	179.296	454.261
1,11	191	729.041	74.282.108	670,26	85,07	287.252	441.789
1,11	194	767.996	74.660.576	670,46	110,02	389.528	378.468
1,11	183	752.523	74.935.055	670,60	129,40	478.044	274.479
1,11	162	689.716	75.085.879	670,68	140,49	538.892	150.824
1,11	133	590.328	75.111.369	670,69	142,40	564.837	25.491
1,11	101	467.918	75.023.658	670,65	135,88	555.629	0
1,11	69	338.278	74.845.158	670,55	122,94	516.778	0
1,11	41	219.014	74.606.421	670,43	106,32	457.752	0
1,11	24	129.244	74.345.482	670,29	89,10	390.183	0
1,11	21	89.361	74.108.470	670,17	74,36	326.373	0
1,11	0	42.257	73.880.373	670,05	61,04	270.354	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-35: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 674 msnm. T=100 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	72.551.515	669,20	0,00	0	0
1,11	18	36.175	72.587.144	669,22	0,27	546	35.629
1,11	68	171.114	72.750.505	669,33	3,61	7.753	163.360
1,11	130	393.514	73.103.512	669,56	16,68	40.506	353.008
1,11	184	626.659	73.608.623	669,88	44,20	121.548	505.111
1,11	224	815.699	74.179.027	670,20	78,66	245.296	570.403
1,11	246	938.635	74.731.188	670,49	114,91	386.473	552.161
1,11	249	988.789	75.193.818	670,74	148,62	526.159	462.630
1,11	236	968.868	75.518.631	670,91	173,95	644.055	324.813
1,11	209	888.004	75.685.060	670,99	187,44	721.575	166.429
1,11	172	760.042	75.694.970	671,00	188,25	750.132	9.911
1,11	130	602.441	75.566.529	670,93	177,80	730.882	0
1,11	88	435.530	75.329.511	670,81	159,04	672.548	0
1,11	53	281.979	75.022.768	670,65	135,82	588.722	0
1,11	30	166.400	74.693.754	670,47	112,31	495.415	0
1,11	27	115.051	74.399.694	670,32	92,59	409.112	0
1,11	0	54.405	74.119.429	670,17	75,02	334.670	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-36: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 674 msnm. T=1.000 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivel de agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	72.551.515	669,20	0,00	0	0
1,11	24	48.288	72.598.964	669,23	0,42	839	47.449
1,11	90	228.411	72.815.522	669,37	5,52	11.853	216.557
1,11	173	525.282	73.279.371	669,67	25,25	61.433	463.849
1,11	246	836.495	73.937.115	670,08	64,27	178.751	657.744
1,11	299	1.088.835	74.675.850	670,46	111,07	350.100	738.736
1,11	328	1.252.935	75.381.394	670,83	163,09	547.392	705.543
1,11	333	1.319.884	75.956.125	671,13	210,12	745.152	574.732
1,11	315	1.293.292	76.342.856	671,34	243,93	906.562	386.731
1,11	279	1.185.352	76.521.788	671,43	260,13	1.006.419	178.932
1,11	229	1.014.541	76.501.298	671,42	258,26	1.035.031	0
1,11	173	804.167	76.308.855	671,32	240,89	996.611	0
1,11	118	581.367	75.984.834	671,15	212,57	905.388	0
1,11	71	376.400	75.579.687	670,94	178,86	781.547	0
1,11	41	222.119	75.153.971	670,72	145,60	647.835	0
1,11	36	153.576	74.780.511	670,52	118,36	527.036	0
1,11	0	72.623	74.428.227	670,34	94,45	424.907	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Muro embalse cota coronamiento 681 msnm

Tabla B-37: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 681 msnm. T=5 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	86.591.815	676,7	0,00	0	0
1,11	10	20.751	86.612.391	676,71	0,09	174	20.576
1,11	39	98.154	86.708.033	676,76	1,17	2512	95.642
1,11	74	225.727	86.920.315	676,87	5,56	13446	212.281
1,11	106	359.464	87.238.021	677,04	15,35	41757	317.707
1,11	129	467.901	87.614.275	677,24	30,55	91647	376.254
1,11	141	538.419	87.993.758	677,43	49,05	158936	379.483
1,11	143	567.188	88.328.033	677,61	67,60	232913	334.275
1,11	135	555.761	88.583.039	677,74	83,03	300756	255.005
1,11	120	509.376	88.740.773	677,82	93,09	351642	157.734
1,11	99	435.975	88.797.601	677,85	96,80	379147	56.828
1,11	74	345.572	88.761.350	677,84	94,43	381823	0
1,11	51	249.829	88.648.605	677,78	87,16	362573	0
1,11	30	161.749	88.482.888	677,69	76,84	327466	0
1,11	17	95.450	88.293.893	677,59	65,62	284446	0
1,11	16	65.996	88.117.669	677,50	55,70	242219	0
1,11	0	31.208	87.944.819	677,41	46,50	204058	0

Tabla B-38: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 681 msnm. T=10 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	86.591.815	676,7	0	0	0
1,11	12	23.195	86.614.803	676,71	0,10	206	22.989
1,11	43	109.714	86.721.555	676,77	1,38	2963	106.751
1,11	83	252.312	86.958.034	676,89	6,55	15833	236.479
1,11	118	401.799	87.310.789	677,08	18,01	49044	352.755
1,11	144	523.008	87.726.515	677,29	35,72	107282	415.726
1,11	158	601.831	88.143.043	677,51	57,09	185303	416.528
1,11	160	633.989	88.506.703	677,70	78,30	270328	363.661
1,11	151	621.216	88.780.535	677,85	95,68	347384	273.832
1,11	134	569.368	88.945.774	677,93	106,72	404128	165.239
1,11	110	487.321	88.999.582	677,96	110,40	433514	53.807
1,11	83	386.271	88.951.553	677,93	107,11	434299	0
1,11	57	279.252	88.820.620	677,87	98,32	410186	0
1,11	34	180.799	88.633.038	677,77	86,18	368380	0
1,11	19	106.692	88.421.631	677,66	73,14	318099	0
1,11	17	73.768	88.226.097	677,56	61,74	269302	0
1,11	0	34.883	88.035.384	677,46	51,25	225596	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-39: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 681 msnm. T=20 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	86.591.815	676,70	0,00	0	0
1,11	14	28.097	86.619.638	676,71	0,14	274	27.823
1,11	52	132.905	86.748.606	676,78	1,83	3937	128.968
1,11	101	305.644	87.033.281	676,93	8,67	20969	284.675
1,11	143	486.728	87.455.358	677,15	23,71	64651	422.077
1,11	174	633.557	87.948.351	677,41	46,69	140563	492.994
1,11	191	729.041	88.436.370	677,67	74,03	241022	488.019
1,11	194	767.996	88.855.603	677,88	100,65	348762	419.233
1,11	183	752.523	89.163.806	678,05	121,89	444321	308.202
1,11	162	689.716	89.341.190	678,14	134,71	512332	177.384
1,11	133	590.328	89.386.852	678,16	138,08	544666	45.662
1,11	101	467.918	89.314.073	678,12	132,72	540696	0
1,11	69	338.278	89.146.448	678,04	120,65	505903	0
1,11	41	219.014	88.915.564	677,92	104,67	449898	0
1,11	24	129.244	88.660.293	677,78	87,91	384515	0
1,11	21	89.361	88.427.405	677,66	73,49	322249	0
1,11	0	42.257	88.202.345	677,54	60,40	267317	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-40: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 681 msnm. T=100 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	86.591.815	676,70	0,00	0	0
1,11	18	36.175	86627590	676,72	0,20	399	35.776
1,11	68	171.114	86792981	676,81	2,67	5723	165.391
1,11	130	393.514	87156159	677,00	12,53	30336	363.178
1,11	184	626.659	87689914	677,27	34,00	92904	533.755
1,11	224	815.699	88305379	677,60	66,28	200234	615.465
1,11	246	938.635	88904206	677,91	103,91	339807	598.827
1,11	249	988.789	89406867	678,17	139,57	486128	502.661
1,11	236	968.868	89763767	678,36	166,93	611968	356.900
1,11	209	888.004	89954631	678,46	182,22	697140	190.864
1,11	172	760.042	89982474	678,47	184,49	732200	27.842
1,11	130	602.441	89866865	678,41	175,14	718049	0
1,11	88	435.530	89638893	678,29	157,17	663502	0
1,11	53	281.979	89338484	678,14	134,51	582388	0
1,11	30	166.400	89013911	677,97	111,39	490973	0
1,11	27	115.051	88722999	677,82	91,94	405963	0
1,11	0	54.405	88444999	677,67	74,55	332405	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-41: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 681 msnm. T=1.000 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivel de agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	86.591.815	676,70	0,00	0	0
1,11	24	48.288	86.639.488	676,72	0,31	614	47.674
1,11	90	228.411	86.859.131	676,84	4,08	8.768	219.642
1,11	173	525.282	87.338.213	677,09	19,05	46.200	479.082
1,11	246	836.495	88.034.432	677,45	51,20	140.276	696.219
1,11	299	1.088.835	88.824.242	677,87	98,56	299.026	789.810
1,11	328	1.252.935	89.576.199	678,26	152,35	500.978	751.958
1,11	333	1.319.884	90.189.321	678,58	201,63	706.762	613.121
1,11	315	1.293.292	90.605.593	678,80	237,62	877.020	416.272
1,11	279	1.185.352	90.806.078	678,91	255,64	984.866	200.486
1,11	229	1.014.541	90.800.737	678,90	255,16	1.019.883	0
1,11	173	804.167	90.618.685	678,81	238,78	986.219	0
1,11	118	581.367	90.301.699	678,64	211,15	898.354	0
1,11	71	376.400	89.901.293	678,43	177,91	776.805	0
1,11	41	222.119	89.478.788	678,21	144,95	644.625	0
1,11	36	153.576	89.107.533	678,02	117,91	524.831	0
1,11	0	72.623	88.756.790	677,83	94,13	423.365	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Muro embalse cota coronamiento 689 msnm

Tabla B-42: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 689 msnm. T=5 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	100.925.274	684,20	0,00	0	0
1,11	10	20.751	100.945.850	684,21	0,09	174	20.576
1,11	39	98.154	101.041.493	684,26	1,17	2.512	95.642
1,11	74	225.727	101.253.774	684,37	5,56	13.446	212.281
1,11	106	359.464	101.571.481	684,54	15,35	41.757	317.707
1,11	129	467.901	101.947.735	684,74	30,55	91.647	376.254
1,11	141	538.419	102.327.218	684,93	49,05	158.936	379.483
1,11	143	567.188	102.665.363	685,09	65,66	229.043	338.146
1,11	135	555.761	102.932.677	685,21	78,80	288.447	267.314
1,11	120	509.376	103.109.193	685,28	87,91	332.861	176.516
1,11	99	435.975	103.186.013	685,32	91,97	359.155	76.820
1,11	74	345.572	103.166.398	685,31	90,93	365.187	0
1,11	51	249.829	103.063.885	685,26	85,54	352.342	0
1,11	30	161.749	102.900.721	685,19	77,19	324.912	0
1,11	17	95.450	102.706.967	685,11	67,66	289.205	0
1,11	16	65.996	102.520.326	685,03	58,88	252.637	0
1,11	0	31.208	102.335.205	684,94	49,47	216.328	0

Tabla B-43: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 689 msnm. T=10 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	100.925.274	684,20	0,00	0	0
1,11	12	23.195	100.948.263	684,21	0,10	206	22.989
1,11	43	109.714	101.055.014	684,27	1,38	2.963	106.751
1,11	83	252.312	101.291.494	684,39	6,55	15.833	236.479
1,11	118	401.799	101.644.249	684,58	18,01	49.044	352.755
1,11	144	523.008	102.059.974	684,79	35,72	107.282	415.726
1,11	158	601.831	102.476.899	685,01	56,89	184.906	416.925
1,11	160	633.989	102.848.398	685,17	74,57	262.490	371.498
1,11	151	621.216	103.141.769	685,30	89,62	327.844	293.371
1,11	134	569.368	103.332.721	685,38	99,90	378.416	190.952
1,11	110	487.321	103.412.328	685,41	104,30	407.714	79.608
1,11	83	386.271	103.385.124	685,40	102,79	413.475	0
1,11	57	279.252	103.266.840	685,35	96,31	397.537	0
1,11	34	180.799	103.082.595	685,27	86,51	365.043	0
1,11	19	106.692	102.865.909	685,18	75,45	323.378	0
1,11	17	73.768	102.658.577	685,09	65,34	281.100	0
1,11	0	34.883	102.451.730	685,00	55,73	241.730	0

Tabla B-44: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 689 msnm. T=20 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	100.925.274	684,20	0,00	0	0
1,11	14	28.097	100.953.097	684,21	0,14	274	27.823
1,11	52	132.905	101.082.065	684,28	1,83	3.937	128.968
1,11	101	305.644	101.366.740	684,43	8,67	20.969	284.675
1,11	143	486.728	101.788.817	684,65	23,71	64.651	422.077
1,11	174	633.557	102.281.811	684,91	46,69	140.563	492.994
1,11	191	729.041	102.775.876	685,14	71,00	234.976	494.065
1,11	194	767.996	103.215.347	685,33	93,54	328.525	439.471
1,11	183	752.523	103.556.638	685,48	112,42	411.232	341.292
1,11	162	689.716	103.772.424	685,57	124,94	473.931	215.785
1,11	133	590.328	103.854.127	685,60	129,80	508.624	81.703
1,11	101	467.918	103.809.086	685,58	127,11	512.959	0
1,11	69	338.278	103.657.520	685,52	118,22	489.844	0
1,11	41	219.014	103.430.254	685,42	105,29	446.280	0
1,11	24	129.244	103.167.585	685,31	90,99	391.914	0
1,11	21	89.361	102.919.279	685,20	78,13	337.666	0
1,11	0	42.257	102.673.652	685,09	66,06	287.884	0

Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla B-45: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 689 msnm. T=100 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	100.925.274	684,20	0,00	0	0
1,11	18	36.175	100.961.050	684,22	0,20	399	35.776
1,11	68	171.114	101.126.441	684,31	2,67	5.723	165.391
1,11	130	393.514	101.489.618	684,50	12,53	30.336	363.178
1,11	184	626.659	102.023.373	684,77	34,00	92.904	533.755
1,11	224	815.699	102.642.266	685,08	64,57	196.806	618.893
1,11	246	938.635	103.260.379	685,35	95,96	320.522	618.112
1,11	249	988.789	103.804.325	685,58	126,83	444.843	543.946
1,11	236	968.868	104.216.368	685,76	152,05	556.825	412.043
1,11	209	888.004	104.465.327	685,87	168,01	639.045	248.959
1,11	172	760.042	104.544.149	685,90	173,17	681.220	78.822
1,11	130	602.441	104.465.366	685,87	168,01	681.225	0
1,11	88	435.530	104.256.749	685,78	154,60	644.146	0
1,11	53	281.979	103.958.342	685,65	136,08	580.386	0
1,11	30	166.400	103.621.191	685,50	116,12	503.552	0
1,11	27	115.051	103.307.656	685,37	98,53	428.586	0
1,11	0	54.405	103.001.026	685,24	82,29	361.035	0

Tabla B-46: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 689 msnm T=1.000 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivel de agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	100.925.274	684,20	0,00	0	0
1,11	24	48.288	100.972.948	684,22	0,31	614	47.674
1,11	90	228.411	101.192.590	684,34	4,08	8.768	219.642
1,11	173	525.282	101.671.672	684,59	19,05	46.200	479.082
1,11	246	836.495	102.367.891	684,95	51,20	140.276	696.219
1,11	299	1.088.835	103.172.318	685,31	91,24	284.409	804.426
1,11	328	1.252.935	103.969.963	685,65	136,78	455.291	797.645
1,11	333	1.319.884	104.656.147	685,95	180,60	633.699	686.184
1,11	315	1.293.292	105.159.178	686,17	215,20	790.261	503.031
1,11	279	1.185.352	105.444.274	686,29	235,69	900.256	285.096
1,11	229	1.014.541	105.508.294	686,32	240,37	950.521	64.020
1,11	173	804.167	105.372.374	686,26	230,46	940.087	0
1,11	118	581.367	105.075.666	686,13	209,31	878.075	0
1,11	71	376.400	104.671.502	685,96	181,62	780.563	0
1,11	41	222.119	104.226.162	685,76	152,67	667.460	0
1,11	36	153.576	103.819.839	685,59	127,75	559.899	0
1,11	0	72.623	103.427.461	685,42	105,14	465.001	0

Muro embalse cota coronamiento 704 msnm

Tabla B-47: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 704 msnm. T=5 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	72.551.515	669,20	0,00	0	0
1,11	10	20.751	72.572.028	669,21	0,12	239	20.512
1,11	39	98.154	72.666.766	669,27	1,59	3.415	94.739
1,11	74	225.727	72.874.419	669,41	7,46	18.075	207.652
1,11	106	359.464	73.178.658	669,61	20,20	55.224	304.240
1,11	129	467.901	73.527.898	669,83	39,23	118.661	349.240
1,11	141	538.419	73.867.544	670,04	60,32	198.773	339.646
1,11	143	567.188	74.159.622	670,19	77,47	275.111	292.078
1,11	135	555.761	74.378.564	670,31	91,23	336.819	218.942
1,11	120	509.376	74.506.868	670,38	99,63	381.073	128.304
1,11	99	435.975	74.540.508	670,39	101,87	402.335	33.640
1,11	74	345.572	74.486.448	670,37	98,28	399.631	0
1,11	51	249.829	74.360.261	670,30	90,05	376.016	0
1,11	30	161.749	74.184.499	670,21	78,99	337.511	0
1,11	17	95.450	73.988.018	670,11	67,22	291.931	0
1,11	16	65.996	73.806.186	670,01	56,90	247.828	0
1,11	0	31.208	73.632.521	669,90	45,71	204.873	0

Tabla B-48: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 704 msnm. T=10 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	72.551.515	669,20	0,00	0	0
1,11	12	23.195	72.574.428	669,21	0,14	282	22.913
1,11	43	109.714	72.680.116	669,28	1,88	4.026	105.688
1,11	83	252.312	72.911.171	669,43	8,77	21.257	231.055
1,11	118	401.799	73.248.238	669,65	23,65	64.732	337.067
1,11	144	523.008	73.632.741	669,90	45,72	138.505	384.503
1,11	158	601.831	74.006.873	670,11	68,32	227.699	374.132
1,11	160	633.989	74.328.692	670,28	88,03	312.170	321.819
1,11	151	621.216	74.567.168	670,41	103,67	382.739	238.476
1,11	134	569.368	74.703.912	670,48	113,01	432.623	136.745
1,11	110	487.321	74.735.558	670,50	115,21	455.675	31.646
1,11	83	386.271	74.670.731	670,46	110,72	451.099	0
1,11	57	279.252	74.527.277	670,39	100,99	422.706	0
1,11	34	180.799	74.330.453	670,28	88,14	377.623	0
1,11	19	106.692	74.112.237	670,17	74,59	324.908	0
1,11	17	73.768	73.911.655	670,07	62,82	274.350	0
1,11	0	34.883	73.718.726	669,96	51,28	227.812	0

Tabla B-49: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 704 msnm. T=20 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	72.551.515	669,20	0,00	0	0
1,11	14	28.097	72.579.238	669,22	0,19	375	27.722
1,11	52	132.905	72.706.799	669,30	2,49	5.343	127.561
1,11	101	305.644	72.984.353	669,48	11,58	28.090	277.554
1,11	143	486.728	73.386.058	669,74	31,00	85.023	401.705
1,11	174	633.557	73.840.320	670,03	58,80	179.296	454.261
1,11	191	729.041	74.282.108	670,26	85,07	287.252	441.789
1,11	194	767.996	74.660.576	670,46	110,02	389.528	378.468
1,11	183	752.523	74.935.055	670,60	129,40	478.044	274.479
1,11	162	689.716	75.085.879	670,68	140,49	538.892	150.824
1,11	133	590.328	75.111.369	670,69	142,40	564.837	25.491
1,11	101	467.918	75.023.658	670,65	135,88	555.629	0
1,11	69	338.278	74.845.158	670,55	122,94	516.778	0
1,11	41	219.014	74.606.421	670,43	106,32	457.752	0
1,11	24	129.244	74.345.482	670,29	89,10	390.183	0
1,11	21	89.361	74.108.470	670,17	74,36	326.373	0
1,11	0	42.257	73.880.373	670,05	61,04	270.354	0

Tabla B-50: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 704 msnm. T=100 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivelde agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	72.551.515	669,20	0,00	0	0
1,11	18	36.175	72.587.144	669,22	0,27	546	35.629
1,11	68	171.114	72.750.505	669,33	3,61	7.753	163.360
1,11	130	393.514	73.103.512	669,56	16,68	40.506	353.008
1,11	184	626.659	73.608.623	669,88	44,20	121.548	505.111
1,11	224	815.699	74.179.027	670,20	78,66	245.296	570.403
1,11	246	938.635	74.731.188	670,49	114,91	386.473	552.161
1,11	249	988.789	75.193.818	670,74	148,62	526.159	462.630
1,11	236	968.868	75.518.631	670,91	173,95	644.055	324.813
1,11	209	888.004	75.685.060	670,99	187,44	721.575	166.429
1,11	172	760.042	75.694.970	671,00	188,25	750.132	9.911
1,11	130	602.441	75.566.529	670,93	177,80	730.882	0
1,11	88	435.530	75.329.511	670,81	159,04	672.548	0
1,11	53	281.979	75.022.768	670,65	135,82	588.722	0
1,11	30	166.400	74.693.754	670,47	112,31	495.415	0
1,11	27	115.051	74.399.694	670,32	92,59	409.112	0
1,11	0	54.405	74.119.429	670,17	75,02	334.670	0

Tabla B-51: Rastreo de crecidas Sitio N°3, cota coronamiento 704 msnm. T=1.000 años

Tiempo (hrs)	$Q_{ingresa}$ (m^3/s)	$V_{Ingresa}$ (m^3)	V_{Total} (m^3)	Nivel de agua (msnm)	$Q_{Evacuado}$ (m^3/s)	$V_{Evacuado}$ (m^3)	$V_{almacenado}$ (m^3)
0,00	0	0	72.551.515	669,20	0,00	0	0
1,11	24	48.288	72.598.964	669,23	0,42	839	47.449
1,11	90	228.411	72.815.522	669,37	5,52	11.853	216.557
1,11	173	525.282	73.279.371	669,67	25,25	61.433	463.849
1,11	246	836.495	73.937.115	670,08	64,27	178.751	657.744
1,11	299	1.088.835	74.675.850	670,46	111,07	350.100	738.736
1,11	328	1.252.935	75.381.394	670,83	163,09	547.392	705.543
1,11	333	1.319.884	75.956.125	671,13	210,12	745.152	574.732
1,11	315	1.293.292	76.342.856	671,34	243,93	906.562	386.731
1,11	279	1.185.352	76.521.788	671,43	260,13	1.006.419	178.932
1,11	229	1.014.541	76.501.298	671,42	258,26	1.035.031	0
1,11	173	804.167	76.308.855	671,32	240,89	996.611	0
1,11	118	581.367	75.984.834	671,15	212,57	905.388	0
1,11	71	376.400	75.579.687	670,94	178,86	781.547	0
1,11	41	222.119	75.153.971	670,72	145,60	647.835	0
1,11	36	153.576	74.780.511	670,52	118,36	527.036	0
1,11	0	72.623	74.428.227	670,34	94,45	424.907	0

ANEXO A
RASTREO DE CRECIDAS
(en Digital)

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO (CNR)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO."

N° 3853-1000-LL-INF-001_2

ESTUDIO DE TENENCIA DE TIERRA

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
B	Nombre Firma	V. Vásquez	P. Zúñiga	A. Gómez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	31.07.12	01.08.12	06.08.12	
0	Nombre Firma	V. Vásquez/ T. Sagredo	P. Zúñiga	A. Gómez	Aprobado Cliente
	Fecha	08.10.12	09.10.12	09.10.12	
1	Nombre Firma	V. Vásquez/ T. Sagredo	P. Zúñiga	A. Gómez	Aprobado Cliente
	Fecha	31.10.12	31.10.12	31.10.12	
2	Nombre Firma	V. Vásquez/ T. Sagredo	P. Zúñiga	A. Gómez	Aprobado Cliente
	Fecha	31.01.13	31.01.13	31.01.13	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 02 381 6000
Fax: +56 02 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCIA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO."

ESTUDIO DE TENENCIA DE TIERRA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 5

2 OBJETIVO Y ALCANCES 5

3 ANTECEDENTES GENERALES 5

3.1 UBICACIÓN 5

3.2 ANTECEDENTES TENENCIA DE TIERRA 7

4 ESTUDIO DE TENENCIA DE TIERRA 8

4.1 TENENCIA DE TIERRA EMBALSES 8

4.1.1 Sitio 1 8

4.1.2 Sitio 2 12

4.1.3 Sitio 3 16

4.2 ESTUDIO TENENCIA DE TIERRA CANALES DE TRASVASE 20

4.2.1 Canal de Trasvase 1 21

4.2.2 Canal de Trasvase 2 24

4.2.3 Canal de Trasvase 3 29

5 ESTIMACIÓN DE COSTOS 30

5.1 EVALUACIÓN PRELIMINAR EN TERRENO 31

5.2 AVISOS ECONÓMICOS 32

5.3 TRANSACCIONES DE COMPRA VENTA OBTENIDOS EN ESCRITURAS PUBLICAS 36

5.4 RESULTADOS 38

6 CONCLUSIONES 40

ANEXOS

Anexo A Certificados de Avalúo Fiscal

Anexo B Escrituras Públicas

Anexo C Respaldo Ajuste de Precios

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4-1: Predios Sitio 1 9
Tabla 4-2: Predios Sitio 2 13
Tabla 4-3: Ubicación Sitios en Estudio 16
Tabla 4-3: Predios Sitio 3 17
Tabla 4-4: Predios Canal de Trasvase 1 22
Tabla 4-5: Predios Canal de Trasvase 2.1 25
Tabla 4-6: Predios Canal de Trasvase 2.2 28
Tabla 4-7: Predios Canal de Trasvase 3 29
Tabla 5-1: Resumen valor promedio referencial obtenidos en terreno 32
Tabla 5-2: Referencias avisos publicitarios para terrenos forestales 32
Tabla 5-3 Referencias avisos publicitarios para terrenos agrícolas 33
Tabla 5-4: Referencias avisos publicitarios para parcelas de agrado 35
Tabla 5-5: Resumen de valores promedios obtenidos de avisos publicitarios 35
Tabla 5-6: Transacciones de Compraventa Terrenos Agrícolas 36
Tabla 5-7: Transacciones de Compraventa Terrenos Forestales 36
Tabla 5-8: Cálculo del precio actual de la hectárea de Terrenos Agrícolas 37
Tabla 5-9: Cálculo del precio actual de la hectárea de Terrenos Forestales 37
Tabla 5-10: Resumen valor promedio obtenido a través de Escrituras Publicas 38
Tabla 5-11: Resumen valor final promedio estimado por hectárea 38
Tabla 5-12: Resumen valor final de costos de terrenos para Embalses 38
Tabla 5-13: Resumen valor final de costos de terrenos para Canales de Trasvase 39

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4-1: Planta Tenencia de Tierra Sitio 1 11
Figura 4-2: Planta Tenencia de Tierra Sitio 2 15
Figura 4-3: Planta Tenencia de Tierra Sitio 3 19
Figura 4-4: Ubicación Canales de Trasvase 1-2-3 20
Figura 4-6: Planta Tenencia de Tierra Canal de Trasvase 1 23
Figura 4-7: Planta Tenencia de Tierra Canal de Trasvase 2.1 26
Figura 4-8: Planta Tenencia de Tierra Canal de Trasvase 2.2 27
Figura 4-9: Planta Tenencia de Tierra Canal de Trasvase 3 29

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 5-2: Terrenos Forestales..... 31

1 INTRODUCCIÓN

La Comisión Nacional de Riego del Ministerio de Agricultura, en adelante CNR, adjudicó a Arcadis Chile los estudios de ingeniería necesarios para desarrollar un embalse en la VIII Región de Chile.

El proyecto se localiza sobre el río Cato en las comunas de Coihueco, Chillán y Pinto, Provincia de Ñuble, Región del Biobío. Los sectores identificados como posibles sitios de embalses para el proyecto se encuentran referidos a 7 alternativas, de las cuales después de los estudio efectuados se seleccionaron 3 alternativas, cuyas superficies de inundación varían de acuerdo al sector de emplazamiento.

En este contexto es relevante considerar quienes son los dueños de los terrenos en el sector de emplazamiento de las obras del embalse. La identificación de los propietarios posibilitará las comunicaciones para las futuras negociaciones de terrenos o posibles indemnizaciones a los propietarios.

El presente documento corresponde al análisis de la tenencia de tierra de las 3 alternativas seleccionadas por la ingeniera de factibilidad, identificadas con el nombre Sitio 1, Sitio 2 y Sitio 3, que corresponden a las anteriormente identificadas como alternativa 2 3 y 4 respectivamente. El análisis de la tenencia de la tierra incluye a tres canales de trasvase que complementan el proyecto, identificados como canal de trasvase 1, 2 y 3.

2 OBJETIVO Y ALCANCES

El objetivo de este informe es identificar los propietarios de los terrenos donde se emplazarán las obras del proyecto Estudio de Prefactibilidad “Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío.”

El alcance del estudio comprende la identificación de los propietarios a nivel de prefactibilidad de las 3 alternativas de embalse y de los canales de trasvase que complementan el sistema, el alcance considera una y estimación de los costos asociados.

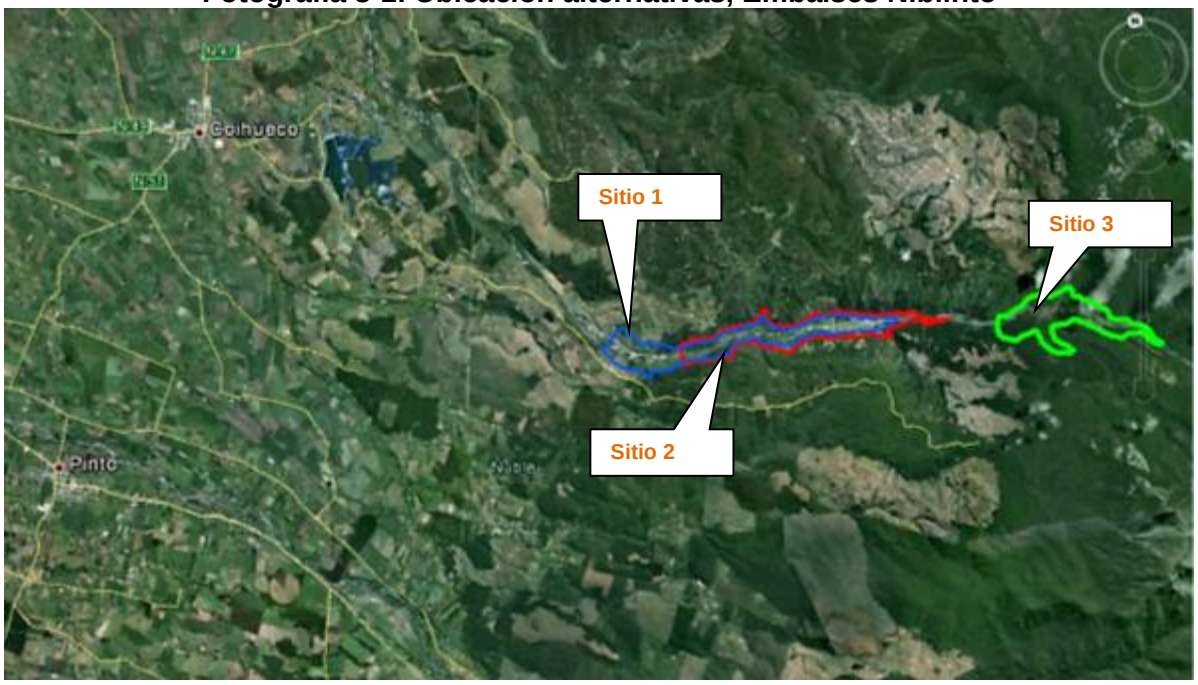
3 ANTECEDENTES GENERALES

3.1 UBICACIÓN

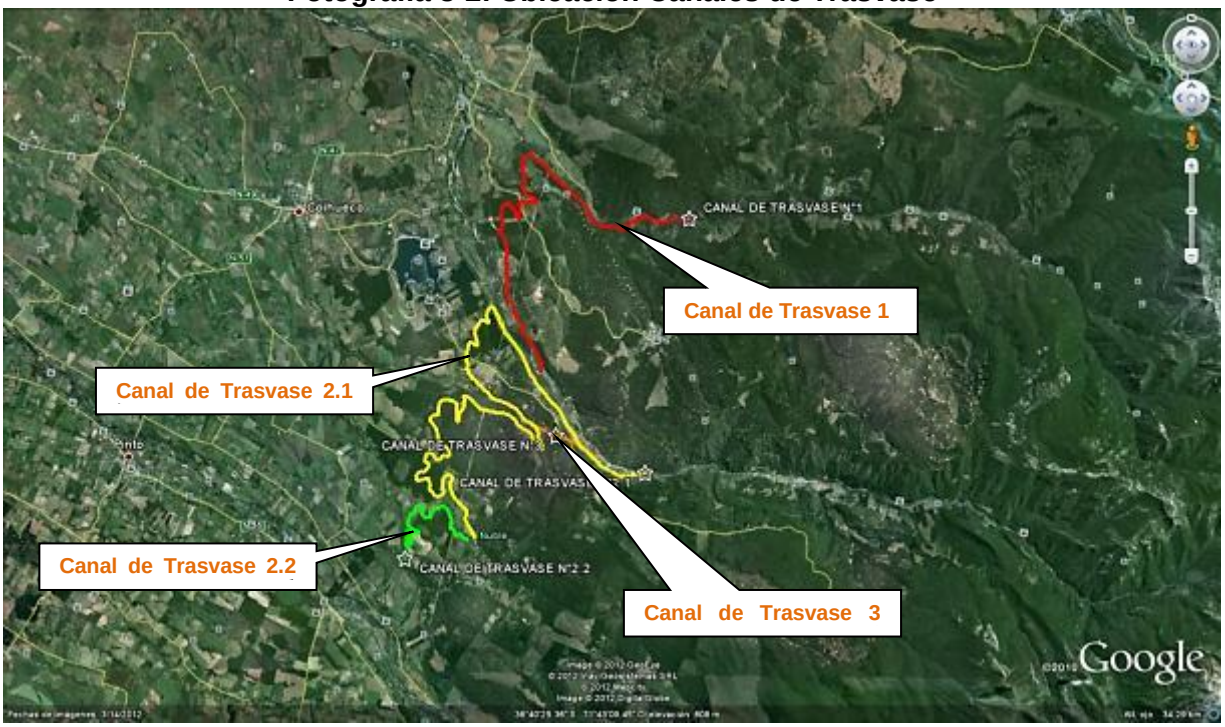
El área de estudio se localiza a unos 40 km al oriente de la ciudad de Chillan en entre las comuna de Coihueco y Pinto, Provincia del Ñuble en la VIII Región del Bio- Bio

En la Fotografía 3-1: Ubicación alternativas, Embalses Niblinto se presentan las alternativas y su ubicación dentro de la región. En la Fotografía 3-2: Ubicación Canales de Trasvase se presentan a su vez la ubicación de los 3 canales de trasvase.

Fotografía 3-1: Ubicación alternativas, Embalses Niblinto



Fotografía 3-2: Ubicación Canales de Trasvase



3.2 ANTECEDENTES TENENCIA DE TIERRA

Los antecedentes utilizados para la elaboración de este estudio, fueron obtenidos desde la bases de datos que está disponible en el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) para la VIII Región, esta base de datos es alimentada directamente por el Servicio de Impuestos Internos (SII).

La información proporcionada por el CIREN consta de un catastro digital de predios de la zona de interés y la información de roles asociados a los predios. La información proporcionada por el CIREN es del año 1999, en las etapas posteriores del proyecto, y con una alternativa definida, se deberá actualizar esta base de datos con información obtenida desde el Conservador de Bienes Raíces (CBR) correspondiente a la zona de emplazamiento. Para el caso de las alternativas de estudio se utilizaron las siguientes ortofotos:

- Ortofotos Digitales CIREN IGM del año 1983 N°3524 y N° 3494 escala 1:20.000 con propiedades Rurales del Servicio de Impuestos Internos, con base de Datos CIREN del año 1999.Datum WGS-84, Huso 19 y proyección UTM.

Se debe mencionar que en los casos donde no fue posible identificar a los propietarios con la información proporcionada por el CIREN se efectuó una búsqueda de antecedentes en base a una entrevista a uno de los propietarios de los terrenos, el Sr. Hernán Gutiérrez, quien proporcionó bastante información de los propietarios no identificados por el CIREN.

Gran parte de los propietarios de los terrenos pudo ser respaldado con la información obtenida desde los siguientes organismos públicos:

- En el CBR de la Comuna de Chillán se efectuó una búsqueda por nombre de las escrituras de los propietarios con el fin de obtener un respaldo en relación a los costos de compraventa de los terrenos.
- En el Servicio de Impuestos Internos de la comuna de Chillán se efectuó una búsqueda por nombre con el fin de obtener los roles de los propietarios.

Se debe mencionar que existen varios propietarios identificados en la entrevista que fue difícil encontrar información de respaldo debido a que posiblemente se trate de propietarios que no tienen regularizadas sus propiedades, esto se da a menudo en los sectores rurales del país.

4 ESTUDIO DE TENENCIA DE TIERRA

A continuación se presenta la información de propiedades existentes para cada una de las 3 alternativas, las cuales se enumeran desde agua abajo hacia aguas arriba, es decir, el muro ubicado en el extremo aguas abajo se denominó “Sitio 1” y el muro ubicado en el extremo aguas arriba se denominó “Sitio 2”. Así como también se incorpora en este estudio la tenencia de tierra de los canales de trasvase que completan el sistema para el mejoramiento del riego.
El criterio adoptado para definir la envolvente de inundación fue tomar la cota de aguas máximas definidas en cada muro, diseñados en informe 3853-0000-IH-INF-006_1.

4.1 TENENCIA DE TIERRA EMBALSES

4.1.1 Sitio 1

El Sitio 1 se encuentra ubicado a aproximadamente 2 km aguas abajo del sitio 2. De acuerdo a los antecedentes obtenidos y tal como se muestra en la Tabla 4-1 la zona de inundación de este embalse afectaría a 14 predios equivalente en superficie a 348 ha, 3 de ellos corresponderían a grandes empresas Forestales.

Entre los antecedentes proporcionados por el CIREN se identificó un predio con la descripción VP-A el cual indica que en el sector existirían varios propietarios, en esta etapa del proyecto se realizó un estudio con el objetivo de complementar esta información.

La información más importante se obtuvo de una entrevista en terreno realizada a unos de los propietarios involucrados, el Sr. Hernán Gutiérrez, con los antecedentes proporcionados por él, se realizó una búsqueda de datos en el CBR de la comuna de Chillan y en el Servicio de Impuestos internos para respaldar esta información.

La Tabla 4-1 muestra los propietarios afectados de acuerdo a los datos proporcionados por el CIREN, a las entrevistas efectuadas a uno de los propietarios y a las visitas efectuados al SII y CBR de Chillán.

Tabla 4-1: Predios Sitio 1

N° LOTE	N° ROL	NOMBRE PROPIETARIO APARENTE	NOMBRE O DIRECCIÓN SEGÚN SII	COMUNA	SUPERFICIE A EXPROPIAR (há)	SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO (há)
1	119-77	INMOBILIARIA DENECAN LTDA.	HJ. SEGUNDA LT. 2	COIHUECO	32,28	699,0
2	119-23	FORESTAL RIO GRANDE S A	COLO COLO	COIHUECO	80,24	1608,8
3	119-5	FORESTAL CELCO S A	CUARTA HIJUELA	COIHUECO	32,1	3998,2
4	S/I	OJEDA	SIN INFORMACIÓN	COIHUECO	4,84	100,6
5	144-14	DIAZ GONZALEZ EMILIANO	LAS RETAMAS	COIHUECO	2,58	60,8
6	144-22	GUTIERREZ COSTA HERNAN	LAS LUMA COIHUECO	COIHUECO	3,85	56,1
7	144-23	GUTIERREZ COSTA HERNAN	RETAMOS	COIHUECO	5,15	65,1
8	144-2	SUCESIÓN CHAVEZ LATORRE	LAS RETAMAS	COIHUECO	25,3	134,0
9	S/I	JUAN PABLO CHAVEZ	SIN INFORMACIÓN	COIHUECO	8,62	442,6
10	144-52	GUTIERREZ COSTA HERNAN	LOS RETAMOS	COIHUECO	6,69	29,4
11	S/I	LUIS RAMOS	SIN INFORMACIÓN	COIHUECO	8,45	33,0
12	S/I	ENRIQUE DIAZ	SIN INFORMACIÓN	COIHUECO	109,1	841,1
13	144-5	FORESTAL CELCO S A	LAS LUMAS	COIHUECO	29,22	1045,8

Fuente: Elaboración Propia

En el Anexo A de este documento se presentan los certificados de avalúo fiscal de cada uno de los predios, sin embargo, existen 4 predios de los cuales no fue posible identificar el ROL de la propiedad, esto principalmente se debe a que los propietarios muchas veces no han regularizado sus terrenos o simplemente no hacen el trámite de enrolar sus terrenos en el SII.

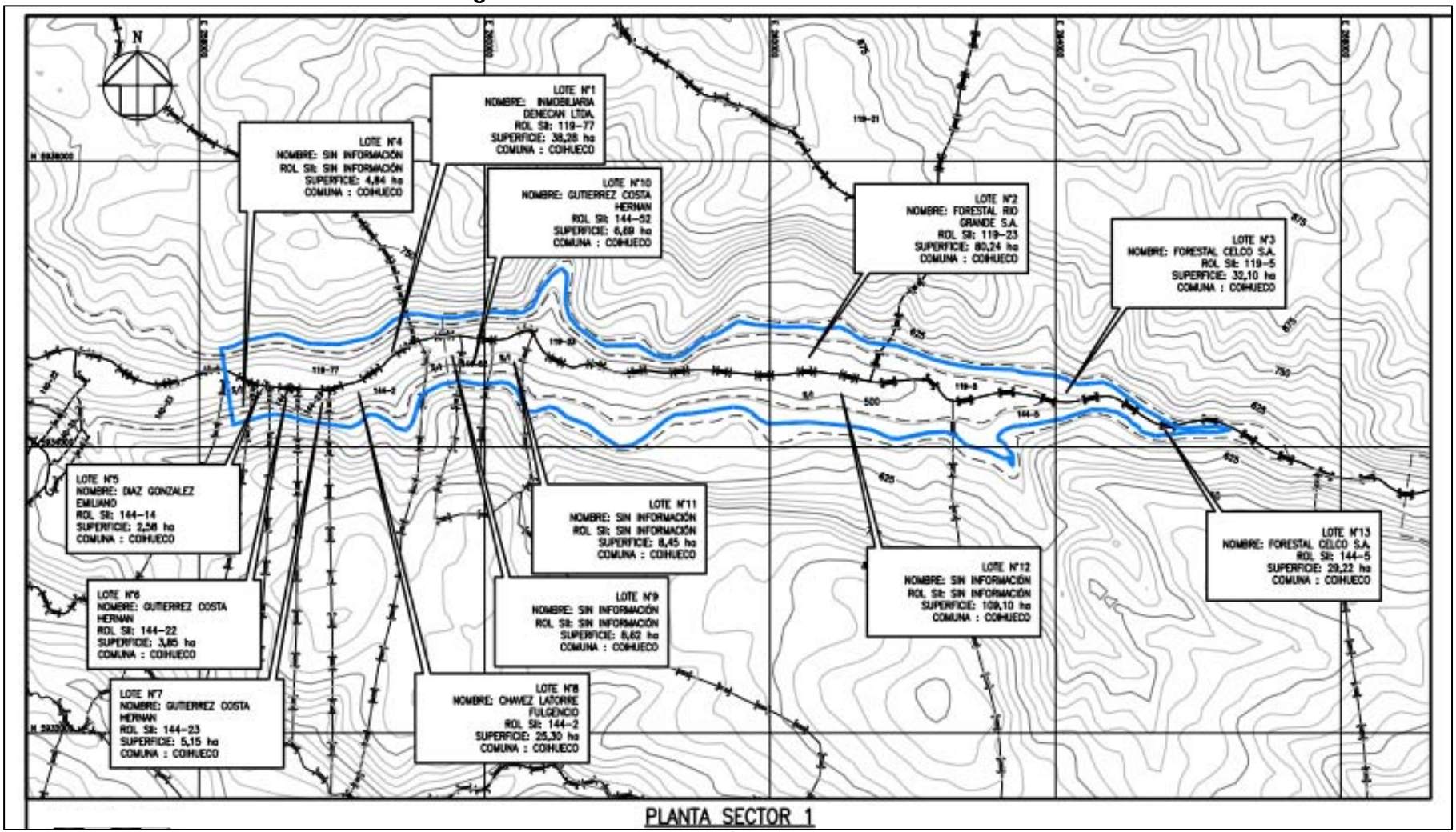
En la Figura 4-1: Planta Tenencia de Tierra se presenta la planta y la identificación de cada uno de los propietarios. Se debe mencionar que los predios identificados a través de las entrevistas efectuadas fueron estimados en tamaño y dimensiones debido a que no fue posible identificar planos con exactitud en los organismos señalados. Al tratarse de personas naturales y de sectores rurales es muy probable que no tengan regularizados sus terrenos con planos.

El Rol 119-6 es de propiedad de Hernán Gutiérrez quien dividió su terreno y traspasó hectáreas a la Inmobiliaria Denecan, la cual está inscrita a su nombre y tiene Rol 119-77.

En el Anexo B se adjuntan las escrituras de propiedad de la Inmobiliaria Denecan y la Forestal Rio Grande.

En el plano 3853-1000-LL-PLA-001 se detallan la información de los terrenos afectados por el emplazamiento de las obras, este plano contiene la información de los propietarios de los 3 Sectores seleccionados.

Figura 4-1: Planta Tenencia de Tierra Sitio 1



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Sitio 2

El Sitio 2 se encuentra ubicada a aproximadamente 2 km aguas arriba del Sitio 1 y más del 50% de su superficie de inundación coincide con la superficie de inundación del Sitio 1 por lo que varios de los predios son prácticamente los mismos. De acuerdo a los antecedentes obtenidos y tal como se presenta en la Tabla 4-2 la zona de inundación de este embalse afectaría a 7 predios, equivalente en superficie a aproximadamente 323 ha, de las cuales 3 de estos predios corresponderían a empresas Forestales a igual que en Sitio 1.

Al igual que en la alternativa, Sitio 1, se completó la información del predio con la descripción “Varios Propietarios” a través los datos proporcionados por uno de los propietarios y visitas efectuados al SII y CBR de Chillán.

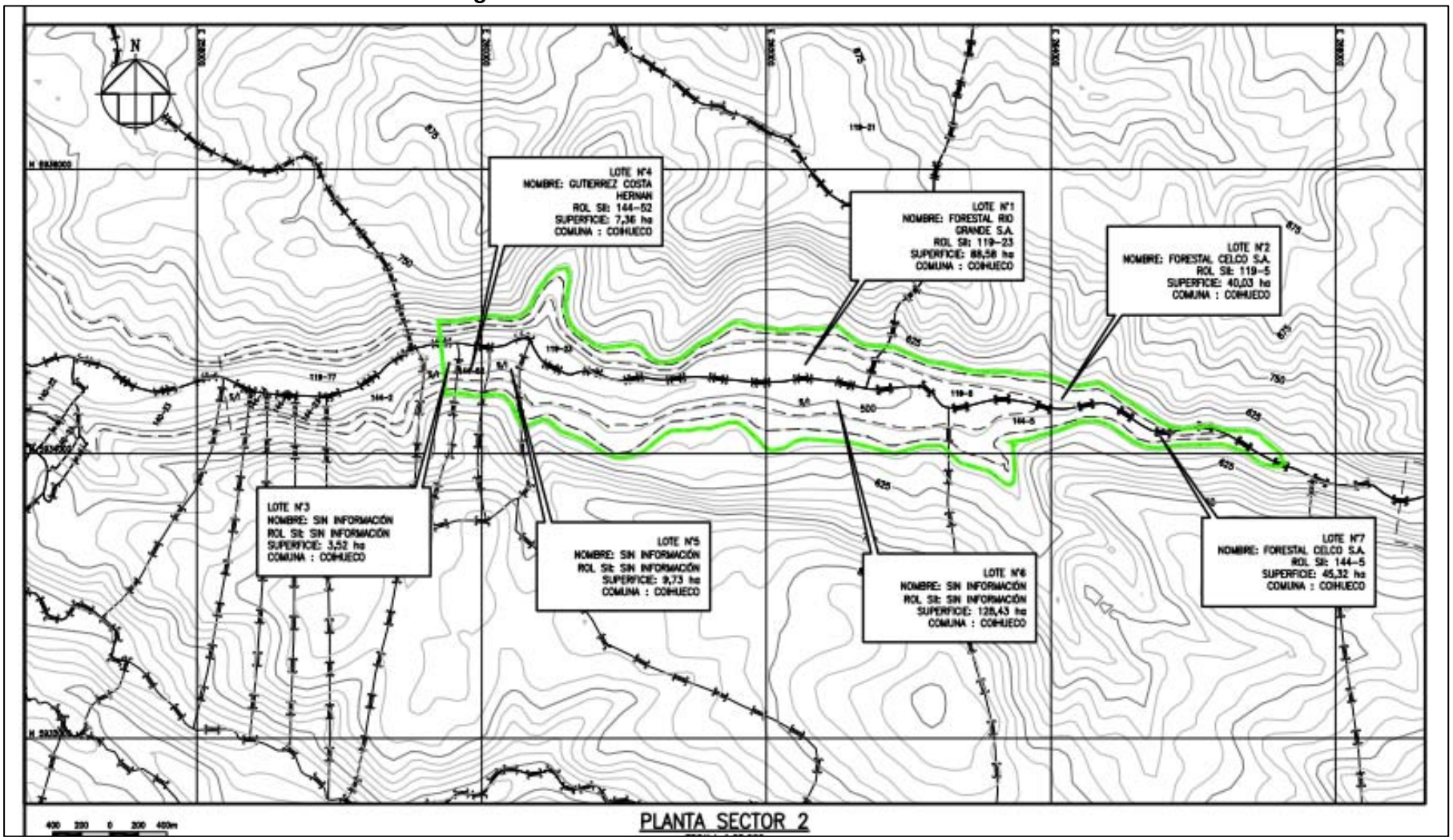
Tabla 4-2: Predios Sitio 2

N° LOTE	N° ROL	NOMBRE PROPIETARIO APARENTE	NOMBRE O DIRECCIÓN SEGÚN SII	COMUNA	SUPERFICIE A EXPROPIAR (há)	SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO (há)
1	119-23	FORESTAL RIO GRANDE S A	COLO COLO	COIHUECO	88,58	1608,8
2	119-5	FORESTAL CELCO S A	CUARTA HIJUELA	COIHUECO	40,03	3998,2
3	S/I	JUAN PABLO CHAVEZ	SIN INFORMACIÓN	COIHUECO	3,52	591,2
4	144-52	GUTIERREZ COSTA HERNAN	LOS RETAMOS	COIHUECO	7,36	29,4
5	S/I	LUIS RAMOS	SIN INFORMACIÓN	COIHUECO	9,73	33,0
6	S/I	ENRIQUE DIAZ	SIN INFORMACIÓN	COIHUECO	128,43	841,1
7	144-5	FORESTAL CELCO S A	LAS LUMAS	COIHUECO	45,32	1045,8

En esta alternativa son 3 las propiedades que no fue posible obtener respaldo.

En la Figura 4-2: Planta Tenencia de Tierra Sitio 2 se presenta la planta y la identificación de cada uno de los propietarios. Al igual que en el Sitio 1, se debe mencionar que los predios identificados a través de las entrevistas efectuadas fueron estimados en tamaño y dimensiones debido a que no fue posible identificar planos con exactitud debido a lo señalado anteriormente.

Figura 4-2: Planta Tenencia de Tierra Sitio 2



4.1.3 Sitio 3

La alternativa 3 se encuentra ubicada a aproximadamente 7 km aguas arriba de la alternativa 2, Las coordenadas de los sitios en cuestión se muestran en la Tabla 4-3:

Tabla 4-3: Ubicación Sitios en Estudio

	Norte (m)	Este (m)	Cota Lecho del Cauce (msnm)
Sitio 1	5.934.529,31	258.490,91	416,00
Sitio 2	5.934.763,30	259.640,06	434,00
Sitio 3	5.933.788,26	266.192,49	552,20

Fuente: Elaboración Propia Datum WGS84 H19

De acuerdo a los antecedentes obtenidos y tal como se muestra en la Tabla 4-4 la zona de inundación de este embalse afectaría a 4 predios, equivalente en superficie a aproximadamente 283 ha, de las cuales 2 de estos predios corresponderían a empresas Forestales. La Figura 4-3: Planta Tenencia de Tierra Sitio 3 muestra la planta de emplazamiento del embalse junto a los predios con roles asociados.

En esta alternativa también se encuentra el predio con la descripción VP-A por lo tanto al igual que en el Sitio 1 y 2 se completó la información del predio a través los datos proporcionados por uno de los propietarios y visitas efectuados al SII y CBR de Chillán.

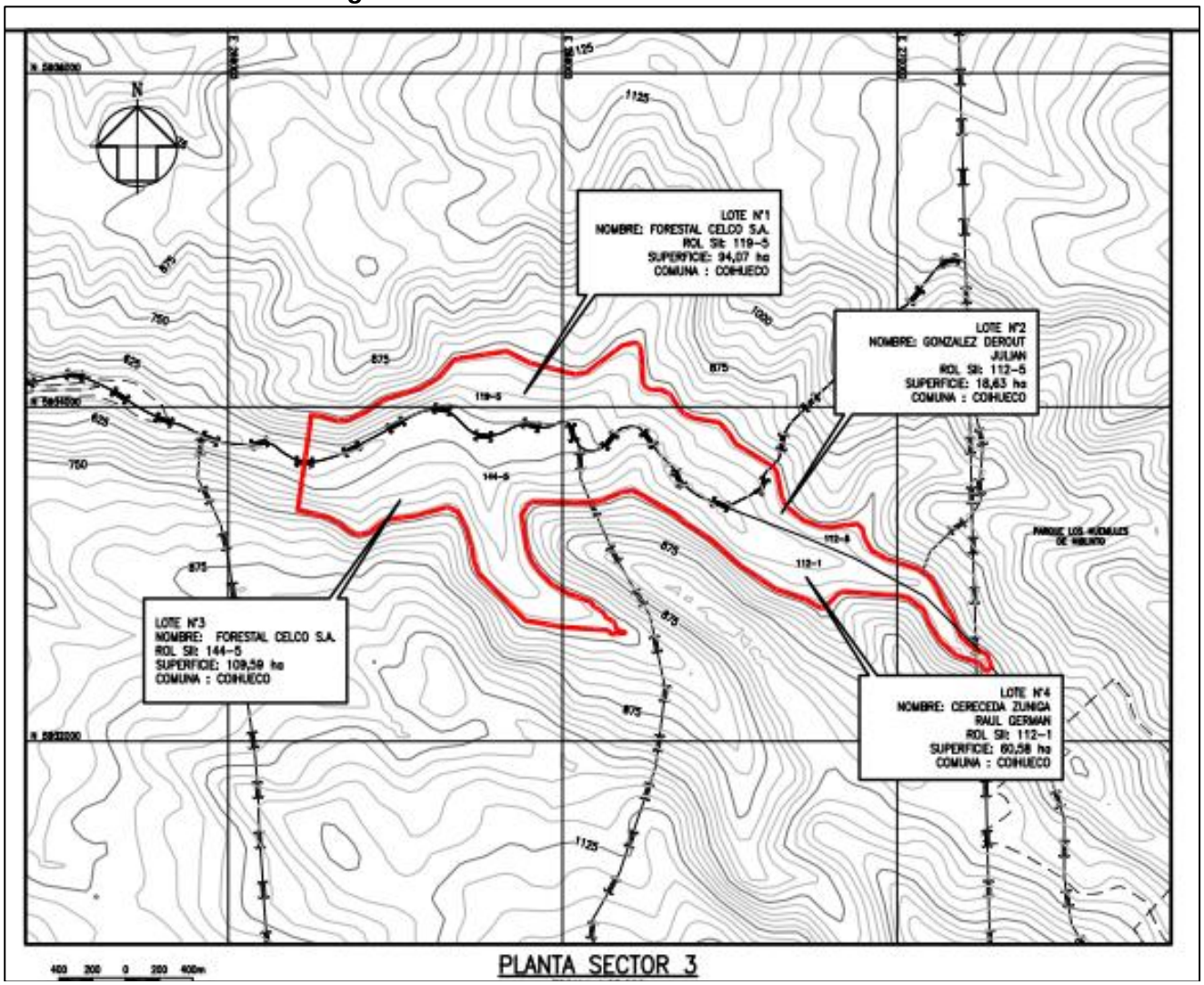
Tabla 4-4: Predios Sitio 3

N° LOTE	N° ROL	NOMBRE PROPIETARIO APARENTE	NOMBRE ODIRECCIÓN SEGÚN SII	COMUNA	SUPERFICIE A EXPROPIAR (há)	SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO (há)
1	119-5	FORESTAL CELCO S A	CUARTA HIJUELA	COIHUECO	94,07	1608,8
2	112-5	ALEJANDRO QUIERO	LOS ROBLES	COIHUECO	18,63	3998,2
3	144-5	FORESTAL CELCO S A	LAS LUMAS	COIHUECO	109,59	591,2
4	112-1	RAUL CERECEDA	EL IMPOSIBLE O LA ESTANCIA DE VALENTINA	COIHUECO	60,58	29,4

En el caso del predio de Alejandro Quiero, en el Anexo B se adjunta la escritura pública de esta propiedad, en ella se indica el Rol de avalúo Fiscal 112-5, sin embargo, al consultar por Roles la base de datos del SII aparece otro propietario, de todas formas en el plano se mencionan tanto el propietario según SII como el propietario aparente.

Tal como se indico con anterioridad, en el plano 3853-1000-LL-PLA-001 se detalla la información de los terrenos afectados por el emplazamiento de las obras, este plano contiene la información de los propietarios de los 3 Sectores seleccionados.

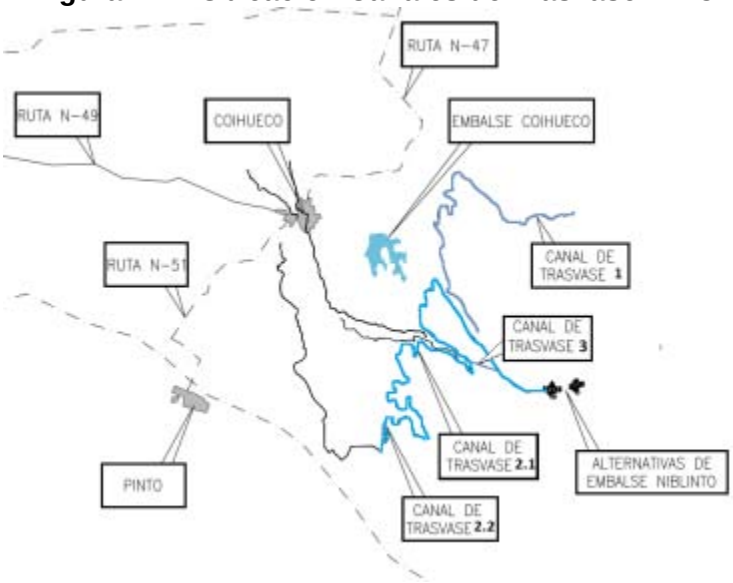
Figura 4-3: Planta Tenencia de Tierra Sitio 3



4.2 ESTUDIO TENENCIA DE TIERRA CANALES DE TRASVASE

A continuación se presenta la información de propiedades existentes de los canales de trasvase 1,2 y 3, es decir, el canal ubicado al norte se denominó “Canal de Trasvase 1” , al sur de este se desarrolla el “Canal de Trasvase 2” el que se subdivide en 2 tramos denominados canal de trasvase 2.1 y 2.2. Al oriente de éste, en forma recta y abovedado se ubica el “Canal de Trasvase 3”.La Figura 4-4 muestra los canales señalados.

Figura 4-4: Ubicación Canales de Trasvase 1-2-3



Cabe señalar que se considero una faja como servidumbre lo señalado en el Artículo 82 del Código de Aguas el cual señala que la servidumbre que le corresponde a cada canal será equivalente a un espacio, tomado desde el borde superior, a cada uno de los costados del acueducto, que no será inferior al cincuenta por ciento del ancho del canal, con un mínimo de un metro de anchura en toda su extensión, a ambos costados del acueducto; esta faja puede ser superior por acuerdo de las partes o disposición del Juez, cuando las circunstancias así lo exigieren, para contener los escombros provenientes de la construcción del acueducto y de sus limpias posteriores y un diez por ciento adicional sobre la suma total.

4.2.1 Canal de Trasvase 1

El Canal de Trasvase 1 conduce las aguas hasta el sitio 1. De acuerdo a los antecedentes obtenidos y tal como se muestra en la Tabla 4-5: Predios Canal de Trasvase 1 la zona de inundación de este canal afectaría a 23 lotes equivalente en superficie a 22.4 ha, y 4 de ellos corresponderían a grandes empresas Forestales.

Tabla 4-5: Predios Canal de Trasvase 1

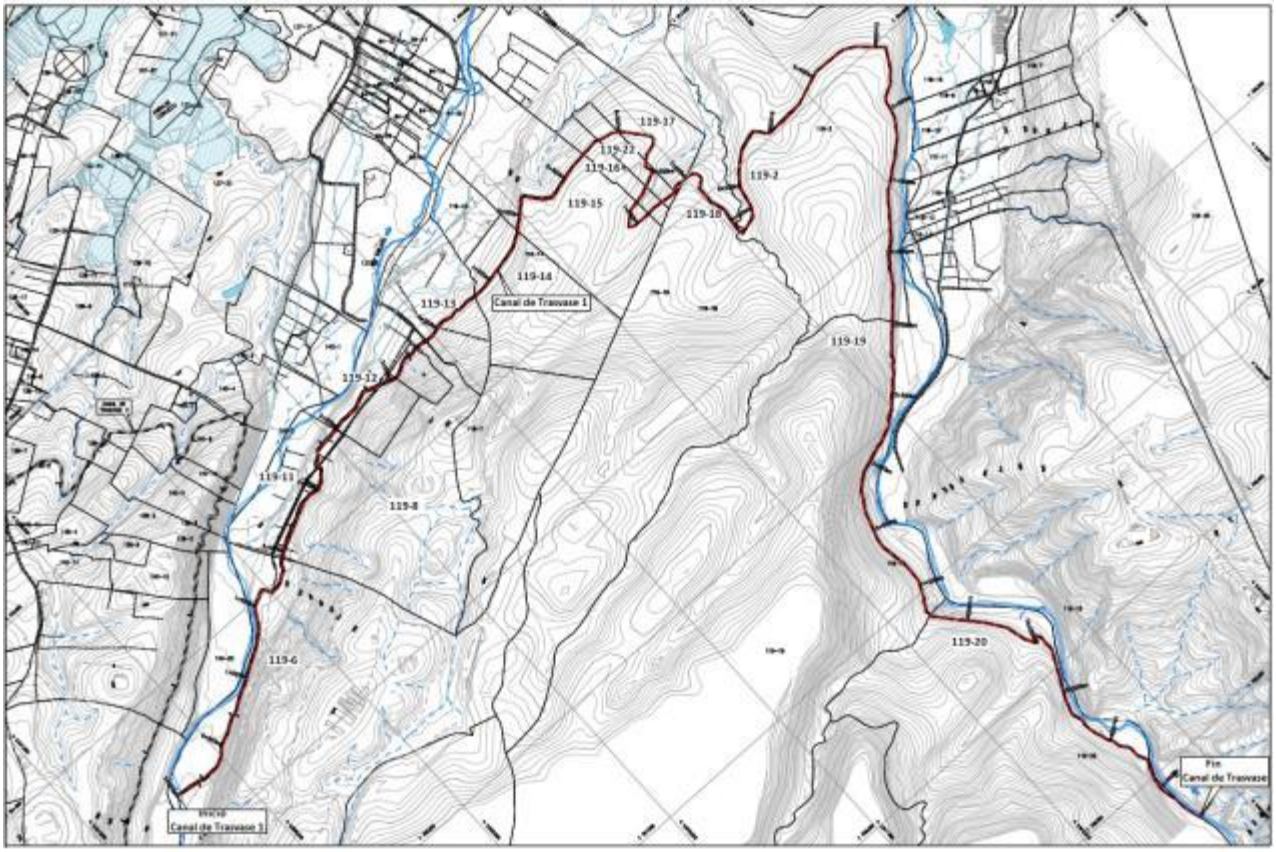
N° LOTE	N° ROL	NOMBRE PROPIETARIO SEGÚN SII	NOMBRE PROPIETARIO APARENTE	NOMBRE O DIRECCIÓN SEGÚN SII	COMUNA	KILOMETRAJE DE INICIO	KILOMETRAJE DE TERMINO	ANCHO DE FAJA EXPROPIADA	SUPERFICIE TOTAL M2	USO DE SUELO
1	119-6	GUTIERREZ COSTA HERNAN	GUTIERREZ COSTA HERNAN	HJ SEGUNDA NIBLINTO	COIHUECO	0+000	1+941	16	31.365	AGRICOLA
2	119-8	INMOBILIARIA DENECAN LIMITADA	INMOBILIARIA DENECAN LIMITADA	LT 1 LOS PUQUIOS	COIHUECO	1+941	2+670	16	13.186	AGRICOLA
3	119-11	INMOBILIARIA DENECAN LIMITADA	INMOBILIARIA DENECAN LIMITADA	LA HIGUERA	COIHUECO	2+670	2+976	16	6.308	AGRICOLA
4	119-12	HERMOSILLA NOME SERGIO ANIBAL	HERMOSILLA NOME SERGIO ANIBAL	LOS NARANJOS	COIHUECO	2+976	3+540	16	10.863	AGRICOLA
6	119-8	INMOBILIARIA DENECAN LIMITADA	INMOBILIARIA DENECAN LIMITADA	LT 1 LOS PUQUIOS	COIHUECO	3+797	3+877	16	1.570	AGRICOLA
7	119-13	REYES REYES MARINA DEL CARMEN	REYES REYES MARINA DEL CARMEN	LA LEONERA NIBLINTO	COIHUECO	3+877	4+342	16	7.443	AGRICOLA
8	119-14	MONTERO CONTRERAS RENATO Y OTR	MONTERO CONTRERAS RENATO Y OTR	LA LEONERA SUBDELEGACION	COIHUECO	4+342	4+886	16	7.947	AGRICOLA
9	119-15	CERDA GONZALEZ ZORAIDA DEL C	CERDA GONZALEZ ZORAIDA DEL C	STA ROSA NIBLINTO	COIHUECO	4+886	5+703	16	13.182	AGRICOLA
10	119-16	GUTIERREZ COSTA HERNAN	GUTIERREZ COSTA HERNAN	SANTA ROSA NIBLINTO	COIHUECO	5+703	5+843	16	1.916	AGRICOLA
11	119-22	GUTIERREZ COSTA HERNAN	GUTIERREZ COSTA HERNAN	SANTA ROSA NIBLINTO	COIHUECO	5+843	5+995	16	1.596	AGRICOLA
12	119-17	SOC AGRIC Y FORESTAL PITE LTDA	SOC AGRIC Y FORESTAL PITE LTDA	SANTA ROSA	COIHUECO	5+995	6+403	16	3.985	AGRICOLA
13	119-22	GUTIERREZ COSTA HERNAN	GUTIERREZ COSTA HERNAN	SANTA ROSA NIBLINTO	COIHUECO	6+403	6+608	16	2.048	AGRICOLA
14	119-16	GUTIERREZ COSTA HERNAN	GUTIERREZ COSTA HERNAN	SANTA ROSA NIBLINTO	COIHUECO	6+608	6+733	16	1.387	AGRICOLA
15	119-15	CERDA GONZALEZ ZORAIDA DEL C	CERDA GONZALEZ ZORAIDA DEL C	STA ROSA NIBLINTO	COIHUECO	4+886	5+703	16	3.669	AGRICOLA
16	119-16	GUTIERREZ COSTA HERNAN	GUTIERREZ COSTA HERNAN	SANTA ROSA NIBLINTO	COIHUECO	7+095	7+218	16	1.420	AGRICOLA
17	119-22	GUTIERREZ COSTA HERNAN	GUTIERREZ COSTA HERNAN	SANTA ROSA NIBLINTO	COIHUECO	7+218	7+331	16	1.474	AGRICOLA
18	119-17	SOC AGRIC Y FORESTAL PITE LTDA	SOC AGRIC Y FORESTAL PITE LTDA	SANTA ROSA	COIHUECO	7+331	7+469	16	1.586	AGRICOLA
19	119-18	BOGLILO NATTERO VALENTINO SUC.	BOGLILO NATTERO VALENTINO SUC.	SAN VALENTIN	COIHUECO	7+469	8+103	16	8.282	AGRICOLA
20	119-2	LEON VELILLA JOSE IGNACIO	LEON VELILLA JOSE IGNACIO	PRIMERA HIJUELA DE NIBLINTO	COIHUECO	8+103	11+976	16	49.429	FORESTAL
21	119-19	FORESTAL RIO GRANDE S A	FORESTAL RIO GRANDE S A	LAUTARO	COIHUECO	11+976	14+232	16	26.817	FORESTAL
22	119-20	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	HIJ 5 DE LA 3 A DE NIBLI	COIHUECO	14+232	16+739	16	26.430	FORESTAL
23	118-15	FORESTAL RIO GRANDE S A	FORESTAL RIO GRANDE S A	EL CALABOZO	COIHUECO	16+739	16+839	16	140	FORESTAL

En total el Canal de Trasvase 1 tiene 23 lotes de los cuales existe uno (lote N°5) denominado con la letra “a” que no fue incluido en la lista por falta de información, de este lote sólo fue posible obtener información a través de un vecino, del sector (Sr Gutierrez) quien informó que el propietario de este predio tendría por nombre Sergio Hermosilla Nome. En el Anexo A de este documento se presentan los certificados de avalúo fiscal de cada uno de los predios.

En la Figura 4-6 Planta Tenencia de Tierra Canal de Trasvase 1 se presenta la planta y la identificación de cada uno de los roles afectados.

En el plano 3853-1000-LL-PLA-002 se detallan la información de los terrenos afectados por el emplazamiento de las obras, este plano contiene la información de los propietarios del sector

Figura 4-5: Planta Tenencia de Tierra Canal de Trasvase 1



4.2.2 Canal de Trasvase 2

El Canal de trasvase 2conduce las aguas hasta el sector alto del estero Coihueco. Su trazado se divide en 2 tramos denominados 2.1 y 2.2 para efectos de este estudio. El tramo 2.1 transporta las aguas desde el rio Niblinto al estero Coigue. El tramo 2.2 capta las aguas en el estero Coigue y descarga en el estero Coihueco.

- Canal de trasvase 2.1

De acuerdo a los antecedentes obtenidos y tal como se muestra en la Figura 4-6**:** Planta Tenencia de Tierra Canal de Trasvase 2.1 y Figura 4-7: Planta Tenencia de Tierra Canal de Trasvase 2.2 se muestra la zona de inundación de este canal que afectaría a 32 predios con 51 lotes en total equivalente en superficie a 49.2há, 18 de ellos corresponderían a grandes empresas Forestales.

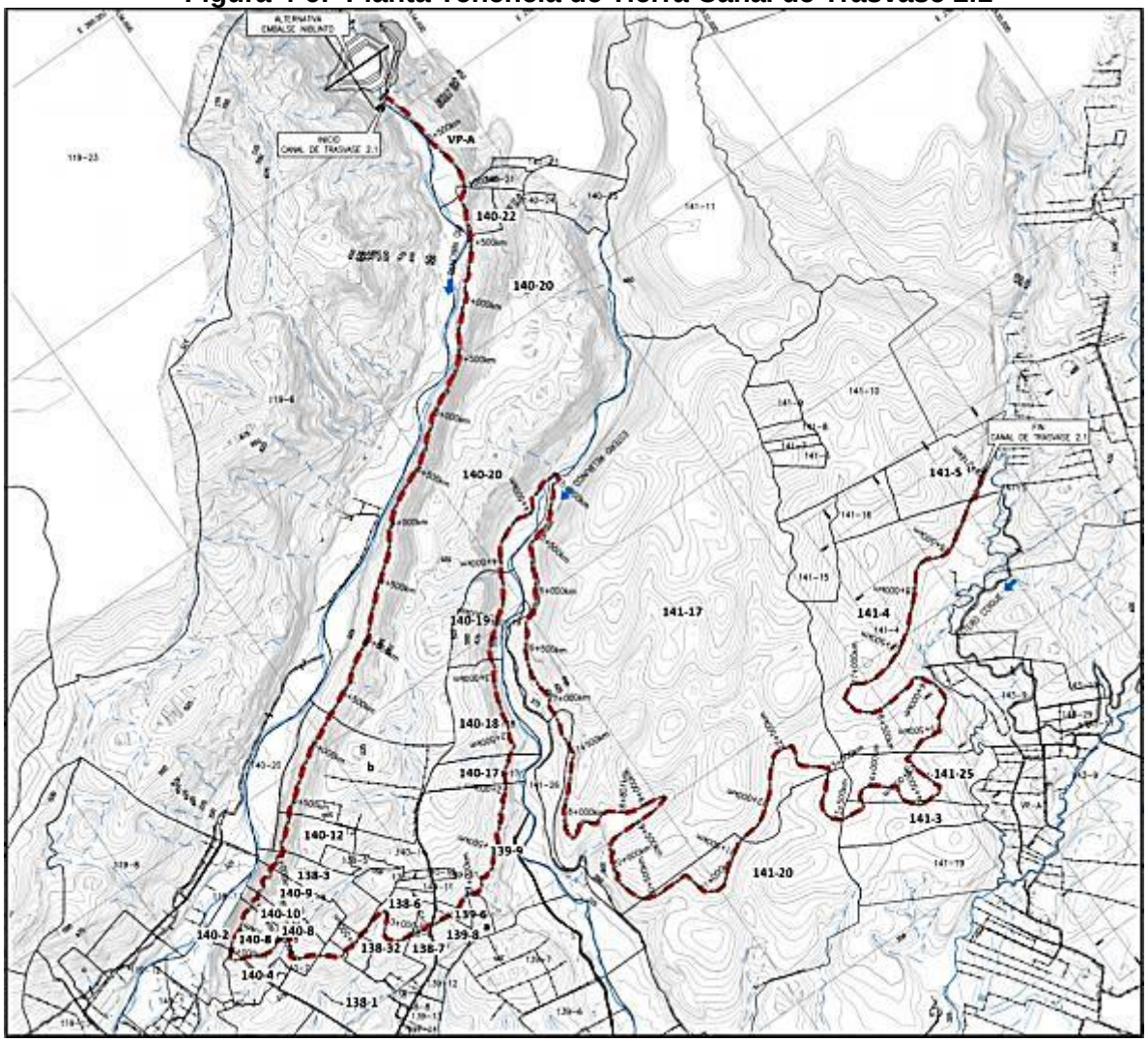
La Tabla 4-6: Predios Canal de Trasvase 2.1 y en Tabla 4-7: Predios Canal de Trasvase 2.2 muestra los propietarios afectados de acuerdo a los datos proporcionados por el CIREN, a los Certificados de Avalúo Fiscal y a entrevistas efectuadas a uno de los propietarios.

Tabla 4-6: Predios Canal de Trasvase 2.1

N° LOTE	N° ROL	NOMBRE PROPIETARIO SEGÚN SII	NOMBRE PROPIETARIO APARENTE	NOMBRE O DIRECCIÓN SEGÚN SII	COMUNA	KILOMETRAJE DE INICIO DEL LOTE	KILOMETRAJE DE TERMINO DEL LOTE	ANCHO DE FAJA EXPROPIADA	SUPERFICIE TOTAL M2	USO DE SUELO
2	140-22	IBANEZ SEPULVEDA TRANSITO	IBANEZ SEPULVEDA TRANSITO	LAS RETAMAS	COIHUECO	1+019	1+476	15	7.535	AGRICOLA
3	140-20	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	EL PERAL	COIHUECO	1+476	5+717	15	63.452	FORESTAL
5	140-12	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	PITRAL	COIHUECO	6+620	6+953	15	5.423	AGRICOLA
6	138-3	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	EL PAUMAL	COIHUECO	6+953	7+151	15	3.150	AGRICOLA
7	140-9	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	NIBLINTO	COIHUECO	7+151	7+445	15	4.610	AGRICOLA
8	140-10	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	NIBLINTO	COIHUECO	7+445	7+580	15	2.414	AGRICOLA
9	140-8	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	EL AROMO	COIHUECO	7+580	8+003	15	6.575	AGRICOLA
10	140-2	GUTIERREZ SEPULVEDA AMADA	GUTIERREZ SEPULVEDA AMADA	TIERRAS BLANCA	COIHUECO	8+003	8+037	15	441	AGRICOLA
11	140-4	FUENTEALBA FERRADA ERMELINDA	FUENTEALBA FERRADA ERMELINDA	TIERRA BLANCA	COIHUECO	8+037	8+178	15	1.727	AGRICOLA
12	140-8	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	EL AROMO	COIHUECO	8+178	8+634	15	5.670	AGRICOLA
13	140-10	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	NIBLINTO	COIHUECO	8+634	8+708	15	890	AGRICOLA
14	140-8	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	EL AROMO	COIHUECO	8+708	9+168	15	6.064	AGRICOLA
15	138-1	CABRERA NAVARRETE INES DEL RIO	CABRERA NAVARRETE INES DEL RIO	LAS OCHO CUADRAS	COIHUECO	9+168	9+411	15	3.239	AGRICOLA
17	138-3	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	EL PAUMAL	COIHUECO	9+602	9+652	15	753	AGRICOLA
18	138-6	URREJOLA SANHUEZA HILDA ROSA	URREJOLA SANHUEZA HILDA ROSA	AGUILERA	COIHUECO	9+652	10+370	15	9.488	AGRICOLA
19	139-7	MONSALVE GALDAMES VICTOR	MONSALVE GALDAMES VICTOR	HJ.1 FDO.RELBUNCO	COIHUECO	10+370	10+576	15	2.714	AGRICOLA
20	139-8	SANHUEZA CONTRERAS JORGE SUS	SANHUEZA CONTRERAS JORGE SUS	STA LUISA	COIHUECO	10+576	10+725	15	1.899	AGRICOLA
21	138-6	URREJOLA SANHUEZA HILDA ROSA	URREJOLA SANHUEZA HILDA ROSA	AGUILERA	COIHUECO	10+725	10+833	15	1.346	AGRICOLA
22	139-9	ESPINOZA LOPEZ FELIMON	ESPINOZA LOPEZ FELIMON	STA LUISA 7	COIHUECO	10+833	10+974	15	1.762	AGRICOLA
24	139-9	ESPINOZA LOPEZ FELIMON		STA LUISA 7	COIHUECO	11+052	12+063	15	13.593	AGRICOLA
25	140-17	SUC. MILLAR PENROZ MANUEL	SUC. MILLAR PENROZ MANUEL	SAN JOSE		12+063	12+314	15	4.385	AGRICOLA
26	140-18	ACUNA VALDES RAMON	ACUNA VALDES RAMON	SAN JOSE	COIHUECO	12+314	13+156	15	13.220	AGRICOLA
27	140-19	MORALES YENSEN PEDRO ANTO Y	MORALES YENSEN PEDRO ANTO Y	EL CANTARITO	COIHUECO	13+156	13+905	15	11.242	AGRICOLA
28	140-20	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	EL PERAL	COIHUECO	13+905	14+965	15	14.022	FORESTAL
29	141-17	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	RELBUNCO	COIHUECO	14+965	17+141	30	44.460	FORESTAL
30	141-26	VIELMA FERRADA DANIEL	VIELMA FERRADA DANIEL	FUNDO RELBUNCO	COIHUECO	17+141	17+443	30	4.212	AGRICOLA
31	141-17	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	RELBUNCO	COIHUECO	17+443	20+429	30	46.939	FORESTAL
32	141-20	SUC ORTEGA ORELLANA GRACIELA	SUC ORTEGA ORELLANA GRACIELA	PROY EL SAUCE ST 2	COIHUECO	20+429	21+630	30	15.395	FORESTAL
33	141-17	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	RELBUNCO	COIHUECO	21+630	23+031	30	18.064	FORESTAL
34	141-20	SUC ORTEGA ORELLANA GRACIELA	SUC ORTEGA ORELLANA GRACIELA	PROY EL SAUCE ST 2	COIHUECO	23+031	23+545	30	6.242	FORESTAL
35	141-3	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	EL TRANSITO	COIHUECO	23+545	23+797	30	3.061	AGRICOLA
36	141-25	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	LOS CHACAYES	COIHUECO	23+797	24+377	30	6.819	AGRICOLA
37	141-3	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	EL TRANSITO	COIHUECO	24+377	24+554	30	2.204	AGRICOLA
38	141-25	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	LOS CHACAYES	COIHUECO	24+554	25+172	30	7.349	AGRICOLA
40	141-5	COFRE MUNITAS JACQUELINE	COFRE MUNITAS JACQUELINE LUISA	QUILAS BAJAS	COIHUECO	28+981	29+216	30	2.701	AGRICOLA

En total el Canal de Trasvase 2.1 tiene 40 lotes de los cuales existen 5 predios, el numero 1 4-16-23-39 denominado en la cartografía de CIREN como lotes VP-A, b, 138-32, a y 141-4 respectivamente que no se incluyen en la Tabla 4-5, debido a que no fue posible obtener información de los propietarios ni con los vecinos, ni a través de las escrituras públicas colindantes. En el Anexo A de este documento se presentan los certificados de avalúo fiscal de cada uno de los predios señalados.

Figura 4-6: Planta Tenencia de Tierra Canal de Trasvase 2.1



- Canal de trasvase 2.2

En total el Canal de Trasvase 2.2 tiene 11 lotes de los cuales existen 1 predio, el numero 1 denominado en la cartografía de CIREN como lotes S/I que no se incluye en la Tabla 4-7por falta de información de los propietarios. Esta no se pudo obtener a través de los vecinos ni tampoco a través de documentación como escrituras públicas colindantes. En el Anexo A de este documento se presentan los certificados de avalúo fiscal de cada uno de los predios señalados en la Tabla 4-6.

Figura 4-7: Planta Tenencia de Tierra Canal de Trasvase 2.2

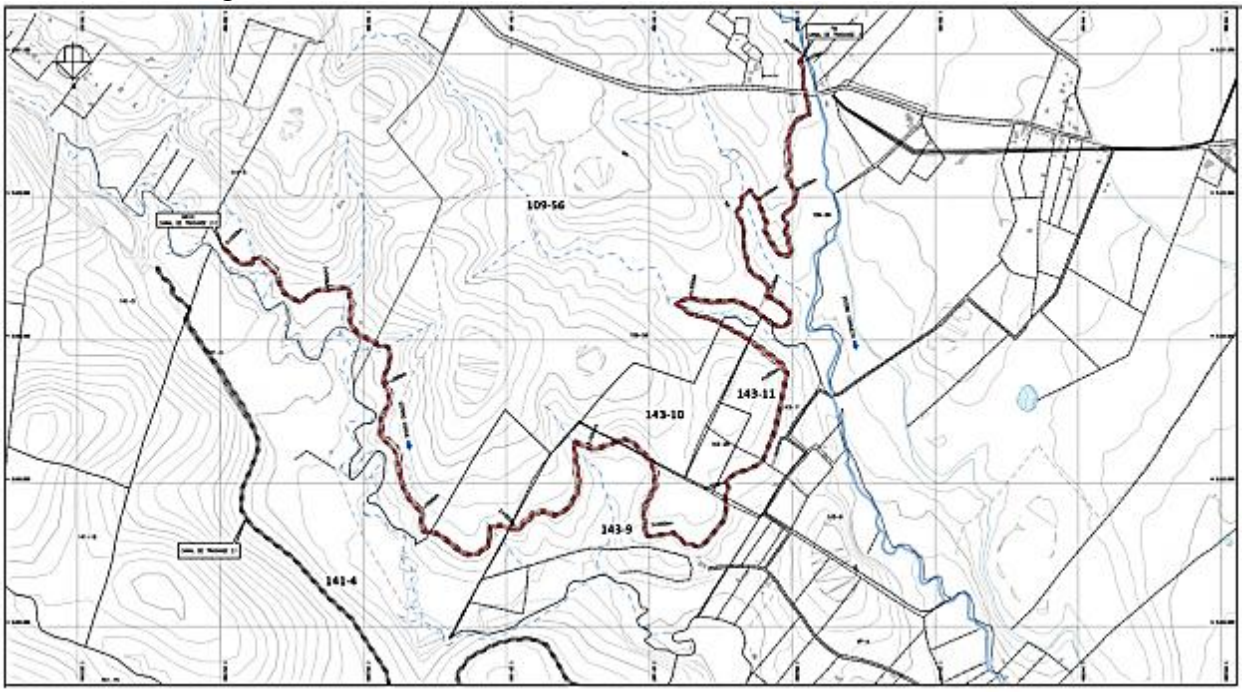


Tabla 4-7: Predios Canal de Trasvase 2.2

N° LOTE	N° ROL	NOMBRE PROPIETARIO SEGÚN SII	NOMBRE PROPIETARIO APARENTE	NOMBRE O DIRECCIÓN SEGÚN SII	COMUNA	KILOMETRAJE DE INICIO DEL LOTE	KILOMETRAJE DE TERMINO DEL LOTE	ANCHO DE FAJA EXPROPIADA	SUPERFICIE TOTAL M2	USO DE SUELO
2	109-56	SUC ANA MERCEDES RODRIGUEZ	SUC ANA MERCEDES RODRIGUEZ	HJ 1 FDO LOS	COIHUECO	0+809	1+594	19	14.313	FORESTAL
4	143-9	RIQUELME CIFUENTES JOSE FELICI	RIQUELME CIFUENTES JOSE FELICI	EL PRADO COIHUECO	COIHUECO	1-966	2+609	19	11.116	AGRICOLA
5	143-10	GUTIERREZ ROCHA FEDERICO	GUTIERREZ ROCHA FEDERICO EUSEB	EL RENUEVO	COIHUECO	2+609	2+743	19	2.096	AGRICOLA
6	143-9	RIQUELME CIFUENTES JOSE FELICI	RIQUELME CIFUENTES JOSE FELICI	EL PRADO COIHUECO	COIHUECO	2+743	3+445	19	10.369	AGRICOLA
7	143-11	GUTIERREZ MARIA SUC	GUTIERREZ MARIA SUC	LOS CASTAÑOS	COIHUECO	3+445	4+148	19	10.966	AGRICOLA
8	143-10	GUTIERREZ ROCHA FEDERICO	GUTIERREZ ROCHA FEDERICO EUSEB	EL RENUEVO	COIHUECO	4+148	4+263	19	1.708	AGRICOLA
9	109-56	SUC ANA MERCEDES RODRIGUEZ	SUC ANA MERCEDES RODRIGUEZ	HJ 1 FDO LOS	COIHUECO	4+263	4+778	19	7.525	FORESTAL
10	143-11	GUTIERREZ MARIA SUC	GUTIERREZ MARIA SUC	LOS CASTAÑOS	COIHUECO	4+778	4+816	19	561	AGRICOLA
11	109-56	SUC ANA MERCEDES RODRIGUEZ	SUC ANA MERCEDES RODRIGUEZ	HJ 1 FDO LOS	COIHUECO	4+816	6+533	19	25.748	FORESTAL

4.2.3 Canal de Trasvase 3

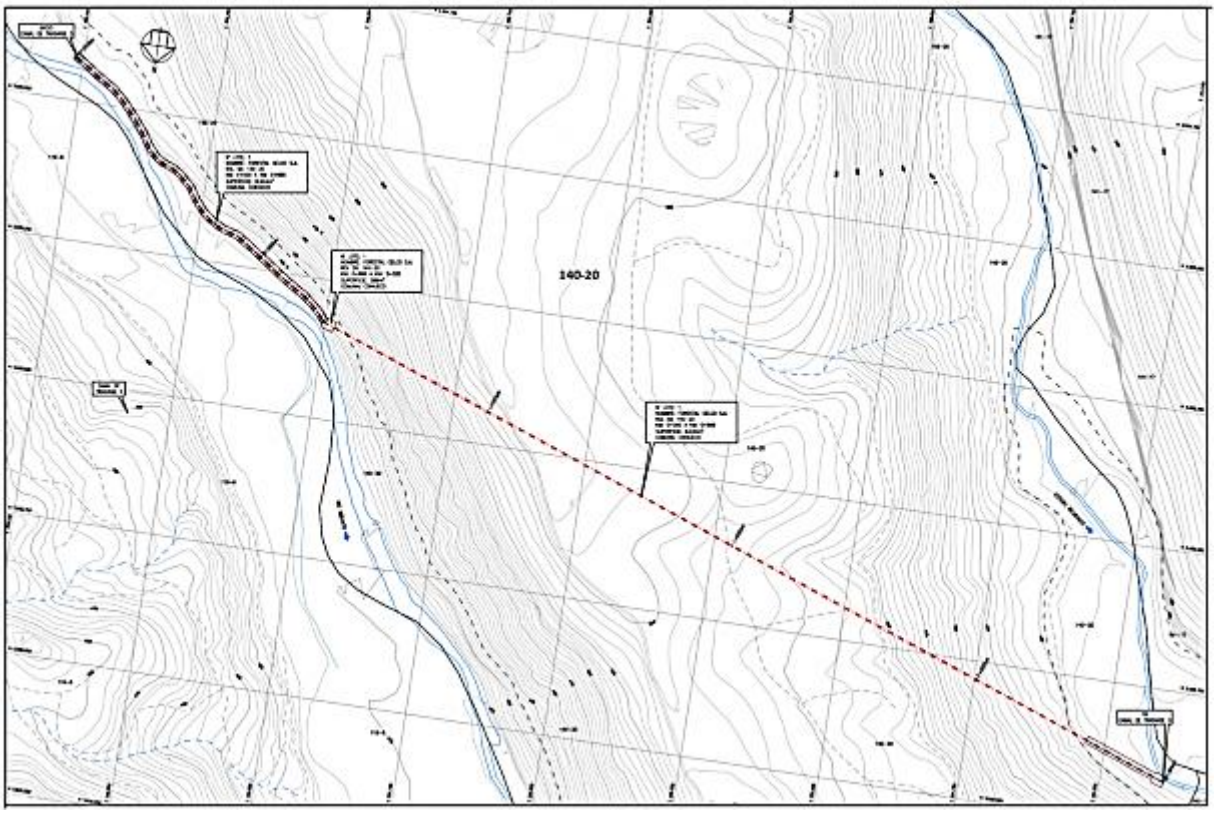
El canal trasvase 3, en tanto, corresponde a un túnel cuyo trazado se definió de tal manera que la longitud del trazado fuese mínima, esto con el objetivo de disminuir los costos asociados a su construcción.

De acuerdo a los antecedentes obtenidos y tal como se muestra en la Tabla 4-7 la zona de inundación de este canal afectaría a 1 predio en 3 lotes equivalente en superficie de4.4 ha, que corresponderían a la empresa Forestal Celco S.A.

Tabla 4-8: Predios Canal de Trasvase 3

Canal Trasvase 3					
N° LOTE	N° ROL	NOMBRE PROPIETARIO SEGÚN SII	NOMBRE PROPIETARIO APARENTE	NOMBRE O DIRECCIÓN SEGÚN SII	COMUNA
1	140-20	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	EL PERAL	COIHUECO
2	140-20	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	EL PERAL	COIHUECO
3	140-20	FORESTAL CELCO S A	FORESTAL CELCO S A	EL PERAL	COIHUECO

Figura 4-8: Planta Tenencia de Tierra Canal de Trasvase 3



5 ESTIMACIÓN DE COSTOS

Si bien la estimación de costos de predios para el presente estudio originalmente considero un valor global para los terrenos con destino agrícola y con destino forestal por solicitud del mandante, en este caso CNR en esta revisión se incorpora una sensibilización del valor respecto de ambos destinos de la propiedad. Sin perjuicio de lo anterior una vez revisado los antecedentes a la vista que incluyeron, planos de Ciren, imágenes de Google Earth Certificados de Avalúo Fiscal con información de destino de propiedad, visitas a terreno por especialista y documentos públicos, se dedujo que los terrenos a expropiar son básicamente de tipo forestal o de vegetación nativa. Se debe mencionar que los Certificados de Avalúo Fiscal señalan que la mayoría de los terrenos son agrícolas, sin embargo, en el estudio efectuado se identificaron muy pocos terrenos de riego. A modo de ejemplo en una visita a terreno se recorrió los cerros más arriba de las áreas de inundación de los embalses y se identifico un único predio de gran tamaño**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** el cual tiene cultivos de cereales en secano.

Fotografía 5-1: Terreno con cultivos agrícolas de secano

5.1 EVALUACIÓN PRELIMINAR EN TERRENO

En una evaluación preliminar en estos terrenos de riego (riego sin comprobación), sin frutales, los valores no debieran superar los $5.000.000 por hectárea. En caso de comprobarse la existencia de frutales o berries el valor por hectárea varía de $10.000.000 a $15.000.0000.
En relación a la mayor parte de los suelos que se expropiarán y que están forestados o con vegetación nativa son de la serie Santa Bárbara. Estos son suelos poco evolucionados, formados sobre cenizas volcánicas recientes depositadas sobre substrato fluvioglaciales o materiales fluviales difícilmente detectables por la profundidad a que ocurre. Son suelos profundos a muy profundos, bien drenados, de texturas medias. El suelo se presenta en una topografía de lomajes y cerros, mostrando una superficie reducida de suelos ligeramente ondulados (2 a 5% de pendiente) y ocasionalmente suelos de topografía casi plana (1 a 3% de pendiente). Estos suelos son básicamente forestales, razón por la cual los valores no debieran superar los $2.000.000 por há. ver Fotografía 5-1

Fotografía 5-1: Terrenos Forestales

Tabla 5-1: Resumen valor promedio referencial obtenidos en terreno

Tipo de Terreno	Precio x há ($)
Terrenos de Riego sin producción agrícola	$5.000.000
Terrenos de Riego con producción agrícola	$10.000.000 a $15.000.000
Terrenos Forestales	$ 2.000.000

5.2 AVISOS ECONÓMICOS

Se efectuó una estimación de costos de acuerdo con los precios publicados en avisos económicos obtenidos desde internet de lugares cercanos a las alternativas, identificando rango de precios de entre $840.000 , $1.200.000 y $2.031.250 para bosque y bosque nativo respectivamente y entre $ 5.000.000a $ 15.000.000 la hectárea de terrenos agrícolas de riego. Sin embargo existe una tercera variante que es la valorización de las parcelas de agrado y que la independizamos en la tabla 5-3 dado que en la mayoría de los casos se trata de terrenos pequeños, próximo a centros poblados, con riego, buena accesibilidad, construcciones de vivienda , galpones u otros y que por esta razón tienen valores bastante más elevados distorsionando los valores de los terrenos para explotación agrícolas propiamente tal. Sin perjuicio de lo anterior no hay forma de discriminar a priori sin un levantamiento de las instalaciones que existen cual de los terrenos con destino agrícola pudiera tener estas aptitudes.

A continuación se incluye una tabla con anuncios económicos obtenidos en el mes de octubre del 2012 a fin de tener una referencia del tipo de aviso publicitario y la variación de los precios por hectárea.

Tabla 5-2: Referencias avisos publicitarios para terrenos forestales

Fecha de publicación	ha	Precio ($)	Precio x há ($)	Anuncio	Link
	170	$204.000.000	$1.200.000	Vendo bosque nativo. Bosque nativo adulto con plan de manejo.($ 1.200.000 x hectárea)...	http://www.bienesonline.com/chile/detalle-propiedad/AGV5909
	930	$ 780.000.000.	'$840.000	Octava Region, Abundante vegetacion nativa como roble, rauli y coigue, aprox. 200.000 m3 de madera nativa. tiene buenos accesos todo el año, tiene rios propios para deportes de agua, cabalgatas, turismo en general, esta muy cerca de las termas de chillan, tiene casa y derechos de agua, tiene aprox. 60 has de praderas de suelo	http://www.jsapropiedadesagricolas.cl/index.php?p=1_44

Fecha de publicación	ha	Precio ($)	Precio x há ($)	Anuncio	Link
				trumao.	
04.11.2010	32	$ 65.000.000	$ 2.031.250	Campo de precordillera,cerca de Chillan 38 km. bosque nativo (roble,rauli,boldos ,avellanos,laurel,castaños ,etc..) pequña cabaña, galpon, senderos, vertientes, rio, ideal turismo rural.canopy, etc.	http://www.vivastreet.cl/loteos-lotes+coihueco/vendo-campo-precordillera-con-rio-/29224295

Tabla 5-3 Referencias avisos publicitarios para terrenos agrícolas

Fecha de publicación	ha	Precio ($)	Precio x há ($)	Anuncio	Link
	30	190.000.000	'$6.400.000	Campo agricola 30 has. riego- primeras aguas de rio ñuble. Papeles al día, sin deuda. casa patronal más piscina, bodega de material. 15 km. de chillán camino al campo todo pavimentadoCultivo: Especial para frutales (arandanos), praderas (alfalfa), remolacha. Caratiscas del suelo: suelo profundo y trumado, con pH ligeramente neutro30	http://www.bienesonline.com/chile/detalle-propiedad/AGV5401
	23	$ 50.000.000	$2.200.000	Vendo campo 23 Has con aptitudes agrícola/forestal, turismo rural Caballeriza/hangar con capacidad para 11 caballares, facilmente remodelada en casa de veraneo 300 m2 en duro excelente estado Dos cabañas de madera en r...	http://www.bienesonline.com/chile/detalle-propiedad/AGV12739
	11.5	$ 140.000.000	$12.200.000	Venta Espectacular Parcela, Frambuesas en Producción, 11.5 Ha., Camino Cato Km. 32 $ 140.000.000	http://www.bienesonline.com/chile/detalle-propiedad/AGV13748

05.01.2012	20	-	$ 8.500.000	Parcela coihueco sector talquipen 8.500.000 la hectarea. 20 hectareas agua propia mas pozo de riego,sector apto para todo tipo de cultivos tradicionales, frutales,vides etc. se incluye 2.5 hectareas frambuesas meeker.sector con microclima comprobado ,14 km de chillan.	http://www.vivastreet.cl/lotes-lotes+coihueco/parcela-cohihueco-sector-talquipen--8-500-000-la-hectarea/42709683
16.03.2012	23.5	$ 85.000.000	$3.617.021	Vendo 23,5 Hás. agrícolas,con 6.35 Derechos de Aguas,0,16 Derechos de Agua del canal el Molino del Río Cato,con pozo sanja de 6mts.por 20mts. +/-,este campo tiene de 3 a 4 Hás.de bosque de aromo explotables de forma inmediata,el cual se puede generar divisas al propietario	http://www.vivastreet.cl/lotes-lotes+coihueco/-vendo-23-5-has-con-aguas-inscritas-agricolas-/45633380
18.07.2012	1	-	$ 8.500.000	Vendo parcela Camino Coihueco Km. 15 valor $8.500.000 la hectárea. Se venden paños de 5 hectáreas,12 hectáreas o 21 hectáreas.Entrada Colegio.	http://coihueco.olx.cl/venta-parcela-coihueco-kilometro-15-camino-coihueco-iid-417141724

Fuente: www. google.com octubre del 2012

Tabla 5-4: Referencias avisos publicitarios para parcelas de agrado

Fecha de publicación	ha	Precio ($)	Precio x há ($)	Anuncio	Link
07.08.2012	0,5	$ 15.000.000	$ 30.000.000	Se vende parcela de agrado 5000 metros cuadrados entrada coihueco 150 metros interior la combinación exacta entre tranquilidad y acceso a servicios, ideal para vivir relax, tipo de tierra trumado negro	http://www.vivastreet.cl/loteos-lotes+coihueco/parcela-de-agrado--5000m/53051956
07.10.2012	1,5	$ 45.000.000	$ 30.000.000	Parcela De 1.5 Hectárea En Venta Km. 12 Camino A Coihueco. terreno se puede subdividir en tres parcelas de agrado de 5.000 m2. verdaderos interesados llamar durante horario de oficina al 82275019 (entel). otras consultas llamar al (2)8990443.	http://casas.mitula.cl/casas/terreno-coihueco

Con la información levantada en forma aleatoria a través de avisos publicitarios se puede ver claramente una gran variación entre los valores comerciales de terrenos forestales, el valor de terrenos agrícolas de riego y el valor de los terrenos para parcelaciones destinadas a uso habitacional.

Si se calcula el promedio, se obtiene que el valor por hectárea para el destino forestal es de $ 1.077.363 para el caso de una hectárea con destinos agrícola con riego es de $ 6.869.503 y finalmente el promedio de los terrenos para parcelas de agrado encontrados es de $30.000.000. ver Tabla 5-5.

Tabla 5-5: Resumen de valores promedios obtenidos de avisos publicitarios

Tipo de Terreno	Precio x há ($)
Terreno Agrícola	$ 6.869.503
Terreno de Parcela de Agrado	$30.000.000
Terreno Forestal	$ 1.077.363

5.3 TRANSACCIONES DE COMPRA VENTA OBTENIDOS EN ESCRITURAS PUBLICAS

Por otro lado, teniendo en cuenta que la información anterior es sólo una estimación muy global, se efectuó un estudio de costos de terrenos con respaldo en las escrituras y transacciones de compraventa de 3 de las propiedades de los sectores descritos, de acuerdo a lo que fue posible obtener desde el CBR de Chillan. Los documentos públicos se adjuntan en el Anexo B y corresponden a los predios de los propietarios:

- Inmobiliaria Denecan Ltda.
- Forestal Rio Grande S.A.
- Alejandro Quiero Avendaño

Los datos extraídos de las transacciones de compra venta de los terrenos se presentan en la Tabla 5-6 y en la
Tabla 5-7.Los precios de compra venta se encuentran en dos tipos de monedas, de acuerdo a la cantidad de hectáreas.

Tabla 5-6: Transacciones de Compraventa Terrenos Agrícolas

		Datos Compra Venta		
Propietario	**Unidad**	**Precio**	**Cantidad de Hectáreas**	**Año Transacción**
Inmobiliaria Denecan Ltda.	Pesos	$ 1.812.690.000	677,7	18/08/2002
Alejandro Quiero Avendaño	Pesos	$ 250.000	46	25/02/1980

Tabla 5-7: Transacciones de Compraventa Terrenos Forestales

		Datos Compra Venta		
Propietario	**Unidad**	**Precio**	**Cantidad de Hectáreas**	**Año Transacción**
Forestal Rio Grande S.A.	UD$	12.131.360	1614,13	04/01/2008
Forestal Celco S.A.	Pesos	158.441.000	21,33	23/02/2006
Forestal Celco S.A.	Pesos	410.980.000	133.60	23/02/2006
Forestal Celco S.A.	Pesos	58.441.000	13,88	23/02/2006

Para llevar los precios a moneda actual se utilizó Calculadora IPC del Instituto Nacional de Estadística (INE), que es el organismo estatal encargado de generar las estadísticas oficiales del país. En base al cálculo IPC es posible obtener la evolución de la inflación. En la Tabla 5-8 se presenta el valor actualizado a junio del 2012 y en el Anexo C se adjuntan el respaldo del cálculo realizado para cada precio.

Tabla 5-8: Cálculo del precio actual de la hectárea de Terrenos Agrícolas

	Datos Compra Venta				
Propietario	**Cantidad de Hectáreas**	**Año**	**Precio $**	**Precio Ajustado a Junio 2012**	**Valor por hectárea**
Inmobiliaria Denecan Ltda.	677,7	18/08/2002	$ 1.812.690.000	$ 2.492.382.810	$ 3.677.708
Alejandro Quiero Avendaño	46	25/02/1980	$ 250.000	$ 6.460.884	$ 140.454

*Valor Dólar Observado al 04/01/2008 $496,83

Tabla 5-9: Cálculo del precio actual de la hectárea de Terrenos Forestales

	Datos Compra Venta				
Propietario	**Cantidad de Hectáreas**	**Año**	**Precio $**	**Precio Ajustado a Junio 2012**	**Valor por hectárea**
Forestal Rio Grande S.A.	1614,13	04/01/2008	$ 6.027.223.589	$ 6.874.844.929	$ 4.259.164
Forestal Celco S.A.	13,88	23/02/2006	$58.441.000	$ 74.379.554	$ 5.358.757
Forestal Celco S.A.	21,33	23/02/2006	$ 158.441.000	$ 201.652.451	$ 9.453.935
Forestal Celco S.A.	133,60	23/02/2006	$ 410.980.000	$ 523.066.152	$ 3.915.165

Como se observa en la Tabla 5-6 los precios calculados por hectárea de las transacciones de compraventa para terrenos agrícolas presentan una considerable variación entre al año 1980 y el año 2002 en relación a los precios estimados a través de avisos publicitarios. Se presume que la variación se debe a que en este periodo ha habido considerables mejoras en externalidades asociadas a los terrenos ejemplo de esto son las obras publicas en vialidad y obras hidráulicas a nivel local y regional. Por otra parte se considera que la variación en el valor puede estar condicionado por la cantidad de hectáreas ofrecida, a las características del sector donde se emplazan, la calidad del suelo, si se trata de una propiedad agrícola, orientación, altura geográfica, etc.

Además, las transacciones de compra venta se efectuaron entre compradores y vendedores vinculados, como es el caso de La Inmobiliaria Denecan que se trata de un traspaso de terrenos, por lo que el valor comercial de los terrenos se desvirtúa.

Por otro lado, si bien, las cifras de los antecedentes disponibles en el CBR (escrituras de compra venta) son menores, también es importante tener presente que, es usual que dichos valores sean más bajos que los reales, a fin de reducir las tasas impositivas producto de la transacción.

En el caso de los terrenos forestales, ver
Tabla 5-7, se observa un valor mayor al observado en los avisos publicitarios. De acuerdo con el análisis de precios levantados de las escrituras de compraventa el valor promedio de terreno forestal corresponde a $5.746.620 aproximadamente $ 6.000.000.

Tabla 5-10: Resumen valor promedio obtenido a través de Escrituras Publicas

Tipo de Terreno	Precio x há ($)
Terreno Agrícola	$ 2.000.000
Terreno Forestal	$ 6.000.000

5.4 RESULTADOS

Otro aspecto a considerar a la hora de estimar un valor más ajustado para los predios en cuyos terrenos por ejemplo se construirán los canales de trasvase, es que dichas fajas en la mayoría de los casos fragmentaran los terrenos en 2 o más lotes teniendo que incurrir en inversiones de obras como nuevos caminos de acceso o puntos de traspaso u otras obras que se requieran para dar continuidad acorde con los requerimientos de explotación. . Si además se trata de un terreno forestal estos puntos de traspaso además debe considerar obras capaces de soportar maquinaria o camiones con carga. Por esta razón se debe estimar un valor incrementado como compensación por las razones antes expuestas.

De acuerdo a los argumentos planteados, para la estimación de los costos asociados a las expropiaciones se asume un criterio conservador y se adopta como valor comercial de la hectárea de terreno forestal del precio de $7.000.000 estimados preliminarmente. Y para el caso de terrenos de riego con destino agrícola se promedia el valor de terrenos con producción agrícola, estimado en $15.000.000 y uno sin producción agrícola estimado en $5.000.000 los que da un valor de $10.000.000 la Há.

Tabla 5-11: Resumen valor final promedio estimado por hectárea

Tipo de Terreno	Precio x há ($)
Terreno Agrícola	$ 10.000.000
Terreno Forestal	$ 7.000.000

Para efectos de discriminar cuales son los terrenos forestales y cuales los agrícolas se utilizo el antecedente de “destino de propiedad” señalado en el Certificado de Avalúo Fiscal de SII- adjuntos en Anexo A
La muestra los costos asociados a cada alternativa para los terrenos a expropiar en embalses.

Tabla 5-12: Resumen valor final de costos de terrenos para Embalses

	Agrícola		Forestal		Totales	
	Superficie (ha)	Precio ($)	Superficie (ha)	Precio ($)	Superficie (ha)	Precio ($)
Sitio 1	206,86	2.068.600.000	141,56	990.920.000	348,42	3.059.520.000
Sitio 2	149,04	1.490.400.000	173,93	1.217.510.000	322,97	2.707.910.000
Sitio 3	18,63	186.300.000	264,24	1.849.680.000	282,87	2.035.980.000

La Tabla 5-13 muestra los costos asociados a cada alternativa para los terrenos a expropiar en canales de trasvase.

Tabla 5-13: Resumen valor final de costos de terrenos para Canales de Trasvase

	Agrícola		Forestal		Totales	
	Superficie (ha)	**Precio ($)**	**Superficie (ha)**	**Precio ($)**	**Superficie (ha)**	**Precio ($)**
Canal de Trasvase 1	12,36	123.600.000	10,28	71.960.000	22,64	195.560.000
Canal de Trasvase 2	26,8	268.000.000	25,6	179.200.000	52,4	447.200.000
Canal de Trasvase 3	0	0	4,42	30.940.000	4,42	30.940.000

6 CONCLUSIONES

De acuerdo a lo expuesto en este estudio, los predios involucrados en las alternativas donde se emplazarán las obras del futuro embalse Niblinto corresponden a 13 en el Sitio 1, 7 en el Sitio 2 y 4 en el Sitio 3.

En el caso de los canales de trasvase 1, 2 y 3 se afectaran 37 predios de los cuales 17 corresponden a terrenos forestales de acuerdo con el destino de propiedad.

Algunas de las propiedades afectadas corresponde a Forestales, Celco y Rio Grande, con propiedades en los 3 sectores y en los 3 canales de trasvase, anticipándose a una posible negociación, se estima a priori, que el valor del metro cuadrado de dichos inmuebles será mayor al de un predio ubicado en el mismo sector, pero que no sea explotado forestalmente, ni se encuentre sujeto a un Plan de Manejo aprobado por CONAF.

Lo anterior, porque se deberá indemnizar al propietario, incluyendo el valor comercial de las plantaciones y de los eventuales subsidios o bonificaciones que haya recibido por parte del estado para efectos de realizar las plantaciones y ejecutar su reforestación, en el marco del Decreto Ley 701/1974, del Ministerio de Agricultura(que somete a los terrenos forestales a las disposiciones que señala) y que deba devolver o reintegrar al estado, en caso que no pueda continuar ejecutando el respectivo plan de manejo.

Se presume que la probabilidad de cambios en la información proporcionada por el CIREN y complementada con la entrevista y los datos obtenidos del SII y CBR, es muy baja desde el punto de vista de la identificación de los propietarios, no así en la información de las dimensiones de los predios que en muchos casos fue estimada, no fue posible obtener planos debido a que los propietarios no tienen regularizados sus terrenos.

Se debe considerar, que dentro de este análisis, debido a la precisión tanto de la topografía y a la Cartografía CIREN, se ha incluido en la superficie total el ancho del cauce del rio, que equivale aproximadamente a un 10% de la superficie total

Considerando que se trata de un estudio de pre factibilidad, la información presentada es bastante completa y se podrá complementar y verificar en las siguientes etapas de Ingeniería del proyecto.

De acuerdo a los antecedentes presentados la alternativa más favorable para ubicar el futuro embalse Niblinto, desde el punto de vista del análisis de expropiaciones, sería la alternativas ubicada en el Sitio 3 ya que presenta un menor número de propietarios con quien negociar, una mayor precisión en los datos entregados y los costos son relativamente competitivos en relación a los sitios 1 y 2.

ANEXO A
CERTIFICADOS DE AVALÚO FISCAL

EMBALSE
CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
SECTOR 1

ROL 119-77 INMOBILIARIA DENECAN LTDA.

Fecha de Emisión: 25 de Julio de 2012

sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00077
Dirección o Nombre de la Propiedad	: HJ. SEGUNDA LT. 2
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: INMOBILIARIA DENECAN LTDA.
Rol Unico Tributario	: 78.396.400-7

AVALUO TOTAL	**: $**	**217.261.648**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	209.628.119
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :
RUT :
FECHA : 25 de Julio de 2012

ROL 119-23FORESTAL RIO GRANDE S.A.

Fecha de Emisión: 16 de Julio de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00023
Dirección o Nombre de la Propiedad	: COLO COLO
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL RIO GRANDE S A
Rol Unico Tributario	: 76.721.630-0

AVALUO TOTAL	**: $**	**520.586.888**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	17.252.531
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	503.334.357
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 16 de Julio de 2012

ROL 119-5FORESTAL CELCO

Fecha de Emisión: 16 de Julio de 2012

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00005
Dirección o Nombre de la Propiedad	: CUARTA HIJUELA
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**650.979.764**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	8.343.203
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	642.636.561
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 16 de Julio de 2012

ROL 144-14EMILIANO DIAZ GONZALEZ

Fecha de Emisión: 25 de Julio de 2012

SII online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00144-00014
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LAS RETAMAS
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: DIAZ GONZALEZ EMILIANO
Rol Unico Tributario	: NO REGISTRADO

AVALUO TOTAL	**: $**	**4.075.277**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	4.075.277
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 25 de Julio de 2012

ROL 144-22HERNAN GUTIERREZ COSTA

Fecha de Emisión: 25 de Julio de 2012

Sii online www.sii.cl

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00144-00022
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LAS LUMA COIHUECO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: GUTIERREZ COSTA HERNAN
Rol Unico Tributario	: 6.434.137-5

AVALUO TOTAL	**: $**	**3.623.889**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	3.623.889
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 25 de Julio de 2012

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

ROL 144-23HERNAN GUTIERREZ COSTA

Fecha de Emisión: 25 de Julio de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00144-00023
Dirección o Nombre de la Propiedad	: RETAMOS
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: GUTIERREZ COSTA HERNAN
Rol Unico Tributario	: 6.434.137-5

AVALUO TOTAL	**: $**	**8.150.554**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	517.025
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :
RUT :
FECHA : 25 de Julio de 2012

ROL 144-52HERNAN GUTIERREZ COSTA

Fecha de Emisión: 25 de Julio de 2012

SII online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00144-00052
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LOS RETAMOS
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: GUTIERREZ COSTA HERNAN
Rol Unico Tributario	: 6.434.137-5

AVALUO TOTAL	**: $**	**2.334.022**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	2.334.022
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :
RUT :
FECHA : 25 de Julio de 2012

ROL 144-5 FORESTAL CELCO S A

Fecha de Emisión: 25 de Julio de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00144-00005
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LAS LUMAS
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**24.809.847**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	17.978.640
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	6.831.207
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 25 de Julio de 2012

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

EMBALSE
CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
SECTOR 2

ROL 119-23FORESTAL RIO GRANDE S.A.

Fecha de Emisión: 16 de Julio de 2012

Sii online www.sii.cl Facilita más el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00023
Dirección o Nombre de la Propiedad	: COLO COLO
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL RIO GRANDE S A
Rol Unico Tributario	: 76.721.630-0

AVALUO TOTAL	**: $**	**520.586.888**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	17.252.531
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	503.334.357
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 16 de Julio de 2012

ROL 119-5FORESTAL CELCO

Fecha de Emisión: 16 de Julio de 2012

Sii online www.sii.cl
Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00005
Dirección o Nombre de la Propiedad	: CUARTA HIJUELA
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 86.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**650.979.764**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	8.343.203
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	642.636.561
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 16 de Julio de 2012

ROL 144-52HERNAN GUTIERREZ COSTA

Fecha de Emisión: 25 de Julio de 2012

SII online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00144-00052
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LOS RETAMOS
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: GUTIERREZ COSTA HERNAN
Rol Unico Tributario	: 6.434.137-5

AVALUO TOTAL	**: $**	**2.334.022**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	2.334.022
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :
RUT :
FECHA : 25 de Julio de 2012

ROL 144-5 FORESTAL CELCO S A

Fecha de Emisión: 25 de Julio de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00144-00005
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LAS LUMAS
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**24.809.847**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	17.978.640
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	6.831.207
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 25 de Julio de 2012

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

EMBALSE
CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
SECTOR 3

ROL 119-5 FORESTAL CELCO

Fecha de Emisión: 16 de Julio de 2012

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00005
Dirección o Nombre de la Propiedad	: CUARTA HIJUELA
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**650.979.764**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	8.343.203
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	642.636.561
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 16 de Julio de 2012

ROL 112-5 JULIAN GONZALEZ DEROUT

Fecha de Emisión: 26 de Julio de 2012

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO	
Número de Rol	: 00112-00005	
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LOS ROBLES	
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA	
Nombre del Propietario	: GONZALEZ DEROUT JULIAN	
Rol Unico Tributario	: NO REGISTRADO	
AVALUO TOTAL	**: $**	**2.908.266**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	2.908.266
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 26 de Julio de 2012

ROL 144-5 FORESTAL CELCO S A

Fecha de Emisión: 25 de Julio de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00144-00005
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LAS LUMAS
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**24.809.847**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	17.978.640
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	6.831.207
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 25 de Julio de 2012

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

ROL 112-1RAUL CERECEDA ZUÑIGA

Fecha de Emisión: 25 de Julio de 2012

sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00112-00001
Dirección o Nombre de la Propiedad	: EL IMPOSIBLE O LA ESTANCIA DE VALENTINA
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: CERECEDA ZUNIGA RAUL GERMAN
Rol Unico Tributario	: 6.051.541-7

AVALUO TOTAL	**: $**	**347.139.524**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	347.139.524
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	2002

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :
RUT :
FECHA : 25 de Julio de 2012

CANAL DE TRASVASE 1
CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00006
Dirección o Nombre de la Propiedad	: HJ SEGUNDA NIBLINTO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: GUTIERREZ COSTA HERNAN
Rol Unico Tributario	: 6.434.137-5

AVALUO TOTAL	**: $**	**136.270.031**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	128.636.502
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00008
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LT 1 LOS PUQUIOS
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: INMOBILIARIA DENECAN LIMITADA
Rol Unico Tributario	: 78.396.400-7

AVALUO TOTAL	**: $**	**5.022.105**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	5.022.105
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado dirijase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00011
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LA HIGUERA
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: INMOBILIARIA DENECAN LIMITADA
Rol Unico Tributario	: 78.396.400-7

AVALUO TOTAL	**: $**	**18.708.901**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	11.075.372
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00012
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LOS NARANJOS
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: HERMOSILLA NOME SERGIO ANIBAL
Rol Unico Tributario	: 3.635.776-2

AVALUO TOTAL	**: $**	**21.909.033**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	14.275.504
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00013
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LA LEONERA NIBLINTO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: REYES REYES MARINA DEL CARMEN
Rol Unico Tributario	: 8.644.962-5

AVALUO TOTAL	**: $**	**2.677.965**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	2.677.965
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl
Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00014
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LA LEONERA SUBDELEGACION NIBLINTO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: MONTERO CONTRERAS RENATO Y OTR
Rol Unico Tributario	: 2.240.112-2

AVALUO TOTAL	**: $**	**22.938.353**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	15.304.824
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00015
Dirección o Nombre de la Propiedad	: STA ROSA NIBLINTO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: CERDA GONZALEZ ZORAIDA DEL C
Rol Unico Tributario	: 3.248.613-4

AVALUO TOTAL	**: $**	**22.631.005**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	14.997.476
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00016
Dirección o Nombre de la Propiedad	: SANTA ROSA NIBLINTO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: GUTIERREZ COSTA HERNAN
Rol Unico Tributario	: 6.434.137-5

AVALUO TOTAL	**: $**	**10.100.900**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	2.467.371
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00017
Dirección o Nombre de la Propiedad	: SANTA ROSA
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: SOC AGRIC Y FORESTAL PITE LTDA
Rol Unico Tributario	: 79.934.830-6

AVALUO TOTAL	**: $**	**46.867.200**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	39.233.671
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00018
Dirección o Nombre de la Propiedad	: SAN VALENTIN
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: BOGLIOLO NATTERO VALENTINO SUC.
Rol Unico Tributario	: 53.253.020-2

AVALUO TOTAL	**: $**	**315.566.378**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	24.663.002
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	290.903.376
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado dirijase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl
Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00019
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LAUTARO
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL RIO GRANDE S A
Rol Unico Tributario	: 76.721.630-0

AVALUO TOTAL	**: $**	**295.157.237**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	33.659.627
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	261.497.610
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado dirijase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00022
Dirección o Nombre de la Propiedad	: SANTA ROSA NIBLINTO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: GUTIERREZ COSTA HERNAN
Rol Unico Tributario	: 6.434.137-5

AVALUO TOTAL	**: $**	**6.966.771**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	6.966.771
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :
RUT :
FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00002
Dirección o Nombre de la Propiedad	: PRIMERA HIJUELA DE NIBLINTO
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: LEON VELILLA JOSE IGNACIO
Rol Unico Tributario	: 7.300.779-8

AVALUO TOTAL	**: $**	**183.513.095**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	63.084.450
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	120.428.645
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 16 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00119-00020
Dirección o Nombre de la Propiedad	: HIJ 5 DE LA 3 A DE NIBLI
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**259.429.884**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	251.796.355
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 16 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 16 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl
Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00118-00015
Dirección o Nombre de la Propiedad	: EL CALABOZO
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL RIO GRANDE S A
Rol Unico Tributario	: 76.721.630-0

AVALUO TOTAL	**: $**	**173.357.068**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	96.782.608
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	76.574.460
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 16 de Octubre de 2012

CANAL DE TRASVASE 2
CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00140-00022
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LAS RETAMAS
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: IBANEZ SEPULVEDA TRANSITO
Rol Unico Tributario	: NO REGISTRADO

AVALUO TOTAL	**: $**	**2.172.969**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	2.172.969
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO	
Número de Rol	: 00140-00020	
Dirección o Nombre de la Propiedad	: EL PERAL	
Destino de la Propiedad	: FORESTAL	
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A	
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9	
AVALUO TOTAL	**: $**	**295.322.891**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	287.689.362
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00140-00012
Dirección o Nombre de la Propiedad	: PITRAL
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**13.378.699**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	5.745.170
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl
Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00138-00003
Dirección o Nombre de la Propiedad	: EL PEUMAL
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**10.687.775**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	3.054.246
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :
RUT :
FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00140-00009
Dirección o Nombre de la Propiedad	: NIBLINTO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**8.068.266**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	434.737
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00140-00010
Dirección o Nombre de la Propiedad	: NIBLINTO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**5.344.484**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	5.344.484
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado dirijase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl
Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00140-00008
Dirección o Nombre de la Propiedad	: EL AROMO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**11.066.909**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	3.433.380
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00140-00002
Dirección o Nombre de la Propiedad	: TIERRAS BLANCA
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: GUTIERREZ SEPULVEDA AMADA MARINA
Rol Unico Tributario	: 4.089.217-6

AVALUO TOTAL	**: $**	**13.370.716**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	5.737.187
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado dirijase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO	
Número de Rol	: 00140-00004	
Dirección o Nombre de la Propiedad	: TIERRA BLANCA	
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA	
Nombre del Propietario	: FUENTEALBA FERRADA ERMELINDA	
Rol Unico Tributario	: NO REGISTRADO	
AVALUO TOTAL	**: $**	**793.739**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	793.739
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 16 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00138-00001
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LAS OCHO CUADRAS
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: CABRERA NAVARRETE INES DEL ROS
Rol Unico Tributario	: 4.328.414-2

AVALUO TOTAL	**: $**	**18.975.269**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	11.341.740
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado dirijase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 16 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00138-00003
Dirección o Nombre de la Propiedad	: EL PEUMAL
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**10.687.775**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	3.054.246
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00138-00006
Dirección o Nombre de la Propiedad	: AGUILERA
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: URREJOLA SANHUEZA HILDA ROSA
Rol Unico Tributario	: 2.271.216-0

AVALUO TOTAL	**: $**	**3.478.848**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	3.478.848
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 23 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00138-00007
Dirección o Nombre de la Propiedad	: STA LAURA
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: MORA SOTOMAYOR JOSE WALTERIO
Rol Unico Tributario	: 13.128.782-8

AVALUO TOTAL	**: $**	**2.043.555**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	2.043.555
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 23 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00139-00008
Dirección o Nombre de la Propiedad	: STA LUISA
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: SANHUEZA CONTRERAS JORGE SUC
Rol Unico Tributario	: NO REGISTRADO

AVALUO TOTAL	**: $**	**8.872.283**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	1.238.754
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO	
Número de Rol	: 00139-00009	
Dirección o Nombre de la Propiedad	: STA LUISA 7	
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA	
Nombre del Propietario	: ESPINOZA LOPEZ FELIMON	
Rol Unico Tributario	: 2.138.507-7	
AVALUO TOTAL	**: $**	**86.280.677**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	78.647.148
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 16 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL PARA TRAMITE DE LA POSESION EFECTIVA

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Válido para el SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00140-00017
Dirección o Nombre de la Propiedad	: SAN JOSE
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: SUC. MILLAR PENROZ MANUEL JESUS
Rol Unico Tributario	: 1-9

AVALUO TOTAL al PRIMER SEMESTRE de 2012 $ 12.930.613

El avalúo que se certifica ha sido determinado de acuerdo a las tablas vigentes al semestre que se indica, y no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

El avalúo certificado sólo incluye el valor del suelo y de las construcciones caracterizadas en la ley 17.235, **por lo que pudiesen existir bienes excluidos de esta tasación**, los que deberán ser valorizados para efectos del cálculo del impuesto a las herencias, asignaciones y donaciones.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :
RUT :
FECHA : 16 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 16 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00140-00018
Dirección o Nombre de la Propiedad	: SAN JOSE
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: ACUNA VALDES RAMON
Rol Unico Tributario	: 6.230.186-4

AVALUO TOTAL	**: $**	**4.801.920**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	4.801.920
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 16 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00140-00019
Dirección o Nombre de la Propiedad	: EL CANTARITO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: MORALES YENSEN PEDRO ANTO Y OTRO
Rol Unico Tributario	: 7.221.384-K

AVALUO TOTAL	**: $**	**20.900.101**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	13.266.572
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00140-00020
Dirección o Nombre de la Propiedad	: EL PERAL
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**295.322.891**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	287.689.362
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00141-00017
Dirección o Nombre de la Propiedad	: RELBUNCO
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**675.183.653**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	667.550.124
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 11 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00141-00026
Dirección o Nombre de la Propiedad	: FUNDO RELBUNCO LOTE 1
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: VIELMA FERRADA DANIEL ARMANDO
Rol Unico Tributario	: 5.189.425-1

AVALUO TOTAL	**: $**	**81.647.174**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	74.013.645
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 11 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 12 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl
Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00141-00017
Dirección o Nombre de la Propiedad	: RELBUNCO
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**675.183.653**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	667.550.124
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 12 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 11 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl
Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00141-00020
Dirección o Nombre de la Propiedad	: PROY EL SAUCE ST 2
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: SUC. ORTEGA ORELLANA GRACIELA
Rol Unico Tributario	: 1-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**2.064.406**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	2.064.406
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	0
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 11 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 11 de Octubre de 2012

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00141-00003
Dirección o Nombre de la Propiedad	: EL TRANSITO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**24.419.130**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	16.785.601
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado dirijase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 11 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 11 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl
Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00141-00025
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LOS CHACAYES
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: FORESTAL CELCO S A
Rol Unico Tributario	: 85.805.200-9

AVALUO TOTAL	**: $**	**75.607.464**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	67.973.935
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 11 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 11 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00141-00005
Dirección o Nombre de la Propiedad	: QUILAS BAJAS
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: COFRE MUNITA JACQUELINE LUISA
Rol Unico Tributario	: 8.998.761-K

AVALUO TOTAL	**: $**	**39.777.677**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	32.144.148
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 11 de Octubre de 2012

CANAL DE TRASVASE 3
CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

Fecha de Emisión: 11 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00109-00056
Dirección o Nombre de la Propiedad	: HJ 1 FDO LOS COPIHUES
Destino de la Propiedad	: FORESTAL
Nombre del Propietario	: SUC ANA MERCEDES RODRIGUEZ ACUNA
Rol Unico Tributario	: 53.245.480-8

AVALUO TOTAL	**: $**	**218.978.418**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	26.266.927
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	192.711.491
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 11 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 11 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00143-00009
Dirección o Nombre de la Propiedad	: EL PRADO COIHUECO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: RIQUELME CIFUENTES JOSE FELICI
Rol Unico Tributario	: 1.249.620-6

AVALUO TOTAL	**: $**	**45.537.125**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	37.903.596
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 11 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 11 de Octubre de 2012

Sii online www.sii.cl Facilitando el cumplimiento tributario

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL

(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00143-00010
Dirección o Nombre de la Propiedad	: EL RENUEVO
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: GUTIERREZ ROCHA FEDERICO EUSEB
Rol Unico Tributario	: 4.538.130-7

AVALUO TOTAL	**: $**	**11.043.153**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	3.409.624
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado dirijase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 11 de Octubre de 2012

Fecha de Emisión: 11 de Octubre de 2012

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Comuna	: COIHUECO
Número de Rol	: 00143-00011
Dirección o Nombre de la Propiedad	: LOS CASTANOS
Destino de la Propiedad	: AGRICOLA
Nombre del Propietario	: GUTIERREZ MARIA SUC
Rol Unico Tributario	: NO REGISTRADO

AVALUO TOTAL	**: $**	**11.989.709**
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO	: $	7.633.529
AVALUO AFECTO A IMPUESTO	: $	4.356.180
AÑO TERMINO DE EXENCION	:	

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado diríjase a www.sii.cl

Por Orden del Director

Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE :

RUT :

FECHA : 11 de Octubre de 2012

ANEXO B
ESCRITURAS PÚBLICAS

ESCRITURA PUBLICAINMOBILIARIA DENECAN LTDA.

FOJAS. 404214

LUIS GONZALEZ ALVARADO ABOGADO CONSERVADOR ARCHIVERO CHILLAN

No. 3608 CHILLAN, diecinueve de Agosto de dos mil
Rep. 9804 dos.- La "INMOBILIARIA DENECAN LIMITADA", es
APORTE SOCIAL dueña del LOTE DOS, resultante de la subdivi-
"INMOBILIARIA sión del predio denominado "Hijuela Segunda
DENECAN LIMITA- de Niblinto", ubicado en la Comuna de
DA".- Cobhueco, lote que según plano agregado al
final del presente Registro, bajo el número
********** Mil doscientos treinta y cinco, tiene una
FOLIO REAL: superficie de seiscientos setenta y siete
Nro. 34929 coma siete hectáreas, y los siguientes des-
********** lindes particulares: NORTE, en parte con Forestal Bio Bio S.A., en parte Inmobiliaria Denecán Limitada, en parte Lote Uno del plano de división de la Hijuela Segunda de Niblinto de propiedad de don Hernán Gutiérrez Costa; SUR, en parte Río Niblinto, y en parte Lote Uno del plano de la actual división de la Hijuela Segunda de Niblinto de propiedad de don Hernán Gutiérrez Costa; ORIENTE, en parte con Forestal Bio Bio S.A. e Inmobiliaria Denecán Limitada; y PONIENTE, Lote Uno del

LUIS A. GONZALEZ ALVARADO
CONSERVADOR DE BIENES RAICES
CHILLAN

FOJAS... 4043

plano de división de la Hijuela Segunda de Mishinto de propiedad de don Hernán Gutiérrez Costa.- Adquirió la propiedad singularizada por aporte que le hiciera su socio don HERNAN GUTIERREZ COSTA, Ingeniero de Ejecución Agrícola, casado, domiciliado en calle Cinco de Abril número mil sesenta y seis de Chillán, mediante escritura pública suscrita ante el Notario de esta ciudad don Guillermo Vega Varas, de fecha cuatro de Junio del presente año, valorizada en la suma de mil ochocientos doce millones seiscientos noventa mil pesos. El título de dominio anterior corre inscrito a fojas **97 vuelta** número **195** en el Registro de Propiedad de este Conservador del año **1988**. Contribuciones de Bienes Raices, no registra deuda a la fecha. Rol matriz número 119-61 hoy Rol en trámite 119-77 de la comuna de Coihueco.- Requirió don Dario Araya Torres, abogado, de este domicilio, quien no estimó necesario firmar.-

$ 397.600.-

CERTIFICO: QUE LA PRESENTE COPIA SE ENCUENTRA CONFORME CON SU MATRIZ. CHILLAN: 12 JUL 2012

LUIS GONZALEZ ALVARADO ABOGADO CONSERVADOR ARCHIVERO CHILLAN

46

No. 55

Rep. 15769

COMPRAVENTA

FORESTAL RIO GRANDE S.A.

****

FOLIO REAL:

Nro. 16385

*** osv ***

CHILLAN, cuatro de Enero de dos mil ocho.- Por escritura pública suscrita ante Notario de la Trigésima Tercera Notaría de Santiago don Pablo Roberto Poblete Saavedra, suplente del titular don Iván Torrealba Acevedo, de fecha cinco de Enero de dos mil siete, Repertorio número ciento treinta y dos guión cero siete, don Georges De Bourguignon Arndt, chileno, casado, economista, cédula de identidad número siete millones doscientos sesenta y nueve mil ciento cuarenta y siete guión cuatro y don Gonzalo Fanjul Dominguez, chileno, casado, ingeniero comercial, cédula de identidad número ocho millones novecientos cincuenta y seis mil ciento cinco guión uno, en representación de Foresta Administradora de Fondos de Inversión S.A., la que actúa por cuenta y en representación del Fondo de Inversión Privado Bio-Bio, todos domiciliados para estos efectos en calle Coyancura dos mil doscientos ochenta y tres, oficina mil

ciento tres, comuna de Providencia, Santiago, vendieron, cedieron y transfirieron a FORESTAL RIO GRANDE S.A., una sociedad anónima constituida y existente de acuerdo a las leyes de la República de Chile, por quien compró, adquirió y aceptó para sí, sus representantes don Georges De Bourguignon Arndt y don Gonzalo Fanjul Domínguez, ya individualizados, en el precio de doce millones ciento treinta y un mil trescientos sesenta Dólares, el inmueble consistente en una parte del predio denominado Hijuela Segunda de Niblinto, ubicada en la comuna de Coihueco, provincia de Ñuble, parte que tiene una superficie aproximada de mil seiscientos catorce coma trece hectáreas y deslinda en particular: NORTE, con hijuela Tres de Niblinto, camino de Coihueco a Las Minas de por medio, pueblo Las Minas, parte camino a Piedras Azules; ORIENTE, con camino a Piedras Azules, predio rol ciento diecinueve raya cinco; SUR, con río Niblinto, con la parte excluida de expropiación concedida al ex propietario; PONIENTE, con la parte excluida de la expropiación. La propiedad fue subdividida en tres lotes, Lote A de trescientas veinte coma siete hectáreas; Lote B de mil ciento noventa y tres coma nueve hectáreas; y Lote C de cuarenta y ocho coma ocho hectáreas, superficie a dividir mil quinientas sesenta y tres coma cuatro hectáreas. Se excluye el Lote C de cuarenta y ocho

LUIS A. GONZALEZ ALVARADO
CONSERVADOR DE BIENES RAICES
CHILLAN

FOJAS... 6 47

coma ocho hectáreas del plano ciento ochenta y uno agregado al final del Registro de Propiedad del año mil novecientos noventa y ocho, ya transferido. El titulo anterior corre inscrito a fojas 32 número 41 en el Registro de Propiedad de este Conservador del año 2000.- Rol del Servicio de Impuestos Internos número 119-23 de la comuna de Coihueco, Contribuciones no registra deuda.- Requirió don Christian Paulsen Garbarino, abogado, domiciliado en Santiago, por minuta que agrego al final del Registro de Propiedad del presente año, bajo el número seis. El Requirente no estimó necesario firmar.-

No. 56 CHILLAN, cuatro de Enero de dos mil ocho.- Doy

Re
CC
FC
GR

**
FC
Mr
**

CERTIFICO: QUE LA PRESENTE COPIA SE ENCUENTRA CONFORME CON SU MATRIZ. CHILLAN: 12 JUL. 2012

ANEXO C
RESPALDO AJUSTE DE PRECIOS

Inmobiliaria Denecan Ltda.

Instituto Nacional de Estadísticas

26/07/2012 18:00:12

Período de Cálculo

Mes y Año de Inicio 8/ 2002 **Mes y Año de Termino** 6/ 2012

Valor a Ajustar $ 1812690000

Variación del Período

119 meses
1 Agosto 2002 al 30 Junio 2012
37,5 %
El Valor Ajustado es : $ 2.492.382.810

Indice y Variación IPC

Fecha	Índice (año base 08)	Índice (año base 09)	Var. mens	12 meses (año base 08)	12 meses (año base 09)
Jul-10		101,87	0,6		
Ago-10		101,77	-0,1		
Sep-10		102,18	0,4		
Oct-10		102,28	0,1		
Nov-10		102,35	0,1		
Dic-10		102,47	0,1		
Ene-11		102,76	0,3		2,7
Feb-11		102,98	0,2		2,7
Mar-11		103,77	0,8		3,4
Abr-11		104,1	0,3		3,2
May-11		104,52	0,4		3,3
Jun-11		104,7	0,2		3,4
Jul-11		104,83	0,1		2,9
Ago-11		105	0,2		3,2
Sep-11		105,52	0,5		3,3
Oct-11		106,03	0,5		3,7
Nov-11		106,37	0,3		3,9
Dic-11		107,02	0,6		4,4
Ene-12		107,11	0,1		4,2
Feb-12		107,53	0,4		4,4
Mar-12		107,7	0,2		3,8
Abr-12		107,76	0,1		3,5
May-12		107,79	0		3,1
Jun-12		107,47	-0,3		2,7

Grafico Variación IPC

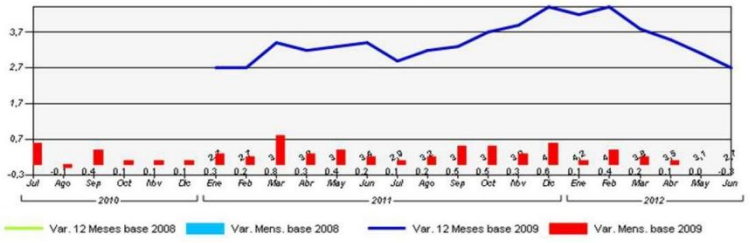


Grafico Variación Mensual

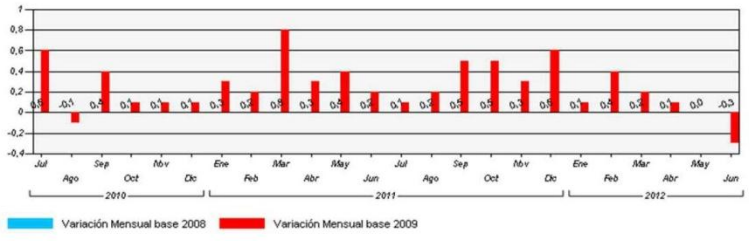
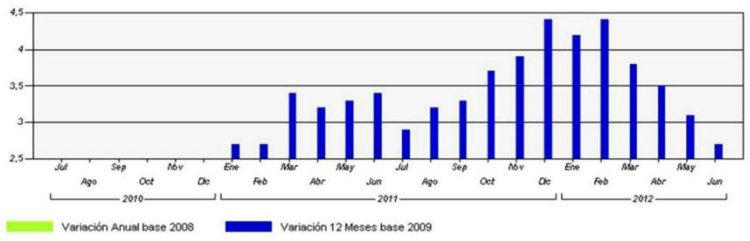


Grafico Variación IPC 12 Meses



Forestal Rio Grande S.A.

Instituto Nacional de Estadísticas

26/07/2012 18:08:27

Periodo de Cálculo

Mes y Año de Inicio 1/ 2008 **Mes y Año de Termino** 6/ 2012

Valor a Ajustar $ 6027223589

Variación del Periodo

54 meses
1 Enero 2008 al 30 Junio 2012
14,1 %
El Valor Ajustado es : $ 6.874.844.929

Indice y Variación IPC

Fecha	Índice (año base 08)	Índice (año base 09)	Var. mens	12 meses (año base 08)	12 meses (año base 09)
Jul-10		101,87	0,6		
Ago-10		101,77	-0,1		
Sep-10		102,18	0,4		
Oct-10		102,28	0,1		
Nov-10		102,35	0,1		
Dic-10		102,47	0,1		
Ene-11		102,76	0,3		2,7
Feb-11		102,98	0,2		2,7
Mar-11		103,77	0,8		3,4
Abr-11		104,1	0,3		3,2
May-11		104,52	0,4		3,3
Jun-11		104,7	0,2		3,4
Jul-11		104,83	0,1		2,9
Ago-11		105	0,2		3,2
Sep-11		105,52	0,5		3,3
Oct-11		106,03	0,5		3,7
Nov-11		106,37	0,3		3,9
Dic-11		107,02	0,6		4,4
Ene-12		107,11	0,1		4,2
Feb-12		107,53	0,4		4,4
Mar-12		107,7	0,2		3,8
Abr-12		107,76	0,1		3,5
May-12		107,79	0		3,1
Jun-12		107,47	-0,3		2,7

Grafico Variación IPC

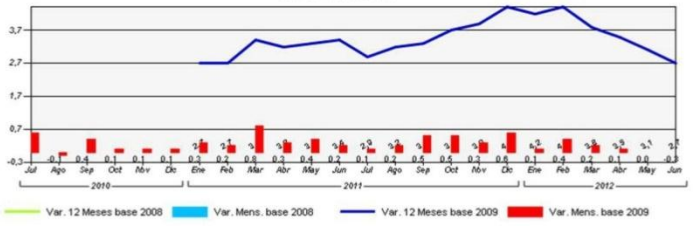


Grafico Variación Mensual

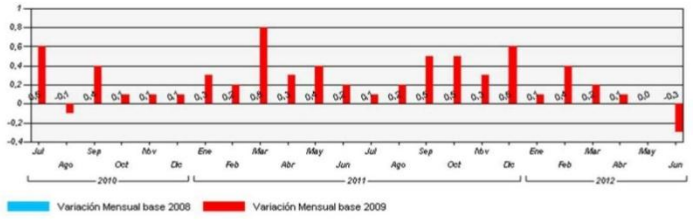
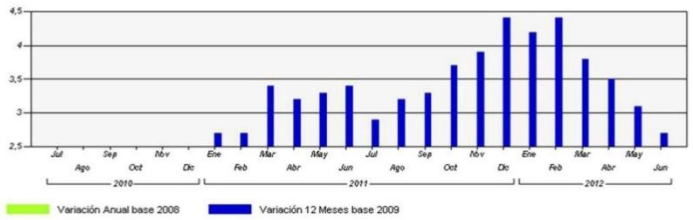


Grafico Variación IPC 12 Meses



Alejandro Quiero Avendaño

Instituto Nacional de Estadísticas

26/07/2012 18:12:46

Periodo de Cálculo

Mes y Año de Inicio 2/ 1980 **Mes y Año de Termino** 6/ 2012

Valor a Ajustar $ 250000

Variación del Periodo

389 meses
1 Febrero 1980 al 30 Junio 2012
2.484,3 %
El Valor Ajustado es : $ 6.460.884

Indice y Variación IPC

Fecha	Índice (año base 08)	Índice (año base 09)	Var. mens	12 meses (año base 08)	12 meses (año base 09)
Jul-10		101,87	0,6		
Ago-10		101,77	-0,1		
Sep-10		102,18	0,4		
Oct-10		102,28	0,1		
Nov-10		102,35	0,1		
Dic-10		102,47	0,1		
Ene-11		102,76	0,3		2,7
Feb-11		102,98	0,2		2,7
Mar-11		103,77	0,8		3,4
Abr-11		104,1	0,3		3,2
May-11		104,52	0,4		3,3
Jun-11		104,7	0,2		3,4
Jul-11		104,83	0,1		2,9
Ago-11		105	0,2		3,2
Sep-11		105,52	0,5		3,3
Oct-11		106,03	0,5		3,7
Nov-11		106,37	0,3		3,9
Dic-11		107,02	0,6		4,4
Ene-12		107,11	0,1		4,2
Feb-12		107,53	0,4		4,4
Mar-12		107,7	0,2		3,8
Abr-12		107,76	0,1		3,5
May-12		107,79	0		3,1
Jun-12		107,47	-0,3		2,7

Grafico Variación IPC

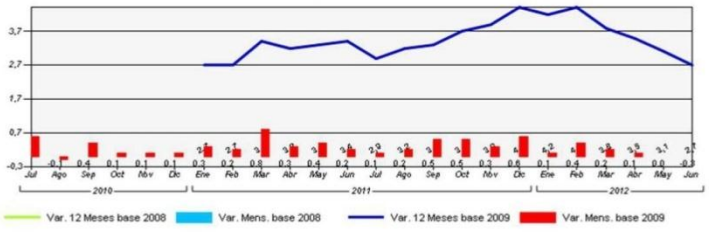


Grafico Variación Mensual

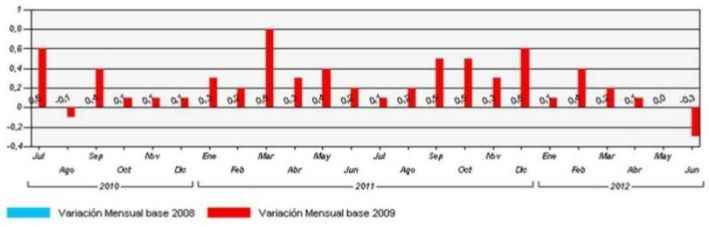


Grafico Variación IPC 12 Meses

Forestal Celco S.A.13,88Há Forestales

Instituto Nacional de Estadísticas

29/10/2012 10:49:15

Periodo de Cálculo

Mes y Año de Inicio	2/ 2006	**Mes y Año de Termino**	9/ 2012
Valor a Ajustar	$ 58441000		

Variación del Periodo

80 meses

1 Febrero 2006 al 30 Septiembre 2012

27,3 %

El Valor Ajustado es : $ 74.379.554

Indice y Variación IPC

Fecha	*Índice (año base 08)*	*Índice (año base 09)*	*Var. mens*	*12 meses (año base 08)*	*12 meses (año base 09)*
Oct-10		*102,28*	*0,1*		
Nov-10		*102,35*	*0,1*		
Dic-10		*102,47*	*0,1*		
Ene-11		*102,76*	*0,3*		*2,7*
Feb-11		*102,98*	*0,2*		*2,7*
Mar-11		*103,77*	*0,8*		*3,4*
Abr-11		*104,10*	*0,3*		*3,2*
May-11		*104,52*	*0,4*		*3,3*
Jun-11		*104,70*	*0,2*		*3,4*
Jul-11		*104,83*	*0,1*		*2,9*
Ago-11		*105,00*	*0,2*		*3,2*
Sep-11		*105,52*	*0,5*		*3,3*
Oct-11		*106,03*	*0,5*		*3,7*
Nov-11		*106,37*	*0,3*		*3,9*
Dic-11		*107,02*	*0,6*		*4,4*
Ene-12		*107,11*	*0,1*		*4,2*
Feb-12		*107,53*	*0,4*		*4,4*
Mar-12		*107,70*	*0,2*		*3,8*
Abr-12		*107,76*	*0,1*		*3,5*
May-12		*107,79*	*0,0*		*3,1*
Jun-12		*107,47*	*-0,3*		*2,7*
Jul-12		*107,46*	*0,0*		*2,5*
Ago-12		*107,69*	*0,2*		*2,6*
Sep-12		*108,52*	*0,8*		*2,8*

Grafico Variación IPC

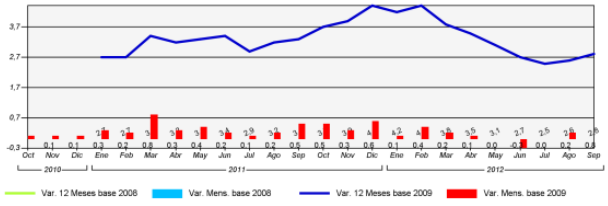


Grafico Variación Mensual

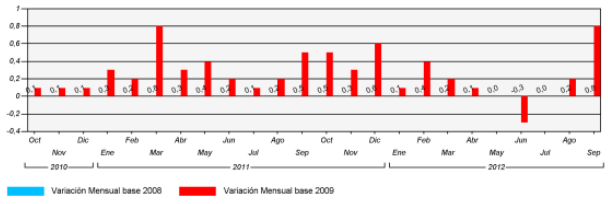
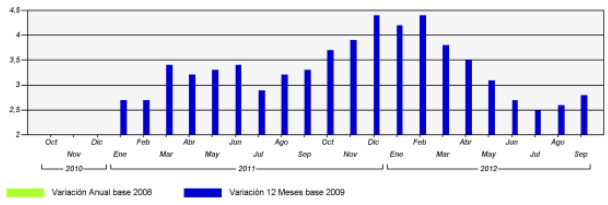


Grafico Variación IPC 12 Meses



Instituto Nacional de Estadísticas

29/10/2012 10:59:53

Periodo de Cálculo

Mes y Año de Inicio	2/ 2006	**Mes y Año de Termino**	9/ 2012
Valor a Ajustar	$ 158441000		

Variación del Periodo

80 meses

1 Febrero 2006 al 30 Septiembre 2012

27,3 %

El Valor Ajustado es : $ 201.652.451

Indice y Variación IPC

Fecha	Índice (año base 08)	Índice (año base 09)	Var. mens	12 meses (año base 08)	12 meses (año base 09)
Oct-10		102,28	0,1		
Nov-10		102,35	0,1		
Dic-10		102,47	0,1		
Ene-11		102,76	0,3		2,7
Feb-11		102,98	0,2		2,7
Mar-11		103,77	0,8		3,4
Abr-11		104,10	0,3		3,2
May-11		104,52	0,4		3,3
Jun-11		104,70	0,2		3,4
Jul-11		104,83	0,1		2,9
Ago-11		105,00	0,2		3,2
Sep-11		105,52	0,5		3,3
Oct-11		106,03	0,5		3,7
Nov-11		106,37	0,3		3,9
Dic-11		107,02	0,6		4,4
Ene-12		107,11	0,1		4,2
Feb-12		107,53	0,4		4,4
Mar-12		107,70	0,2		3,8
Abr-12		107,76	0,1		3,5
May-12		107,79	0,0		3,1
Jun-12		107,47	-0,3		2,7
Jul-12		107,46	0,0		2,5
Ago-12		107,69	0,2		2,6
Sep-12		108,52	0,8		2,8

Grafico Variación IPC

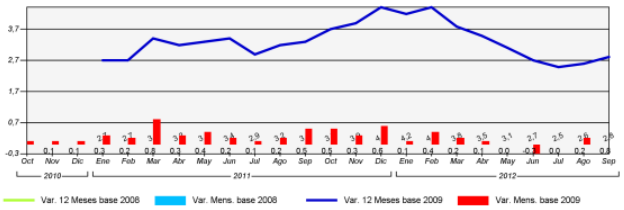


Grafico Variación Mensual

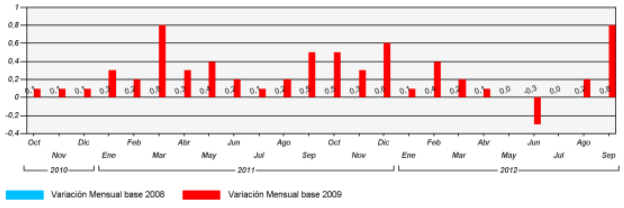
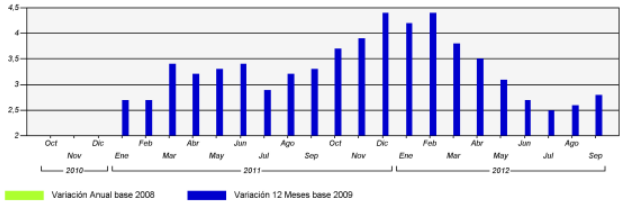


Grafico Variación IPC 12 Meses



Forestal Celco S.A.133,60Há Forestales

Instituto Nacional de Estadísticas

29/10/2012 11:03:36

Periodo de Cálculo

Mes y Año de Inicio	2/ 2006	**Mes y Año de Termino**	9/ 2012
Valor a Ajustar	$ 410980000		

Variación del Periodo

80 meses

1 Febrero 2006 al 30 Septiembre 2012

27,3 %

El Valor Ajustado es : $ 523.066.152

Indice y Variación IPC

Fecha	*Índice (año base 08)*	*Índice (año base 09)*	*Var. mens*	*12 meses (año base 08)*	*12 meses (año base 09)*
Oct-10		102,28	0,1		
Nov-10		102,35	0,1		
Dic-10		102,47	0,1		
Ene-11		102,76	0,3		2,7
Feb-11		102,98	0,2		2,7
Mar-11		103,77	0,8		3,4
Abr-11		104,10	0,3		3,2
May-11		104,52	0,4		3,3
Jun-11		104,70	0,2		3,4
Jul-11		104,83	0,1		2,9
Ago-11		105,00	0,2		3,2
Sep-11		105,52	0,5		3,3
Oct-11		106,03	0,5		3,7
Nov-11		106,37	0,3		3,9
Dic-11		107,02	0,6		4,4
Ene-12		107,11	0,1		4,2
Feb-12		107,53	0,4		4,4
Mar-12		107,70	0,2		3,8
Abr-12		107,76	0,1		3,5
May-12		107,79	0,0		3,1
Jun-12		107,47	-0,3		2,7
Jul-12		107,46	0,0		2,5
Ago-12		107,69	0,2		2,6
Sep-12		108,52	0,8		2,8

Grafico Variación IPC

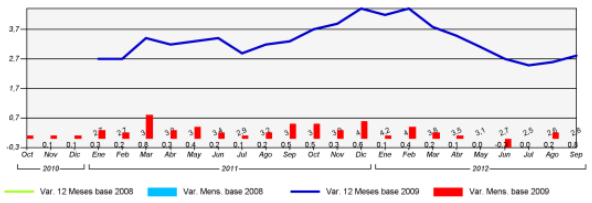


Grafico Variación Mensual

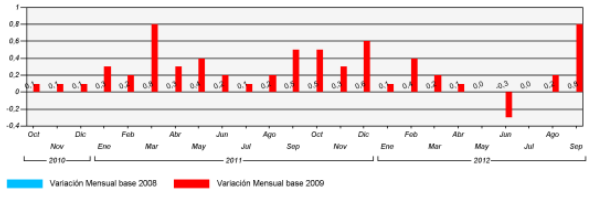
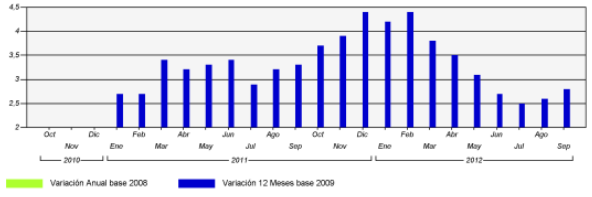


Grafico Variación IPC 12 Meses



COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO (CNR)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCÍA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO"

N° 3853-0000-IH-INF-010_1

INFORME EVALUACIÓN ECONÓMICA

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	S. Pérez	P. Zuñiga	A. Gomez/ D. Gonzalez	Coordinación Interna
	Fecha	09.11.12	09.11.12	09.11.12	
B	Nombre Firma	S. Pérez	P. Zuñiga	A. Gomez/ D. Gonzalez	Revisión y Aprobación Cliente
	Fecha	12.11.12	12.11.12	12.11.12	
0	Nombre Firma	S. Pérez	P. Zuñiga	A. Gomez/ D. Gonzalez	Aprobado Cliente
	Fecha	10.12.12	10.12.12	10.12.12	
1	Nombre Firma	S. Pérez	P. Zuñiga	A. Gomez/ D. Gonzalez	Aprobado Cliente
	Fecha	31.01.13	31.01.13	31.01.13	

ARCADIS Chile
Antonio Varas 621, Providencia. Santiago
Teléfono: +56 02 381 6000
Fax: +56 02 381 6001
CP: 750 0966
www.arcadis.cl

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD "MEJORAMIENTO RIEGO VALLE DEL RÍO CATO, EMBALSE NIBLINTO, PROVINCÍA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO"

INFORME EVALUACIÓN ECONÓMICA

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 5

2 ANTECEDENTES 6

3 ESCENARIOS DE PROYECTO A EVALUAR 6

4 NORMAS DE EVALUACIÓN 13

5 BENEFICIOS DEL PROYECTO 15
5.1 BENEFICIOS AGRONÓMICOS 15

6 COSTOS 19
6.1 COSTO OBRAS DE EMBALSE 19
6.2 COSTO RED DE RIEGO 21
6.3 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 24
6.4 EXPROPIACIONES 24
6.5 COSTOS AMBIENTALES 25
6.6 RESUMEN COSTOS POR ESCENARIO Y SUPERFICIE DE RIEGO 26

7 RENTABILIDAD DEL PROYECTO 30

8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 36

9 RECOMENDACIÓN SOBRE EL TAMAÑO DEL PROYECTO 38

LISTADO DE ANEXOS

Respaldos de Anexos (en Digital)

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1: Superficies Prediales Según Uso en Situación Actual (ha) 7

Tabla 3-2: Escenarios para el Desarrollo del Riego 7

Tabla 3-3: Escenarios de Riego según Ordenamiento Sectores de Riego 8

Tabla 3-4: Tamaños de Proyecto Escenarios de Riego 12

Tabla 5-1: Flujos Agronómicos Sector de Riego 1 15

Tabla 5-2: Flujos Agronómicos Sector de Riego 2 16

Tabla 5-3: Flujos Agronómicos Sector de Riego 3 18
Tabla 6-1: Costos Obras de Embalse Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 1 19
Tabla 6-2: Costos Obras de Embalse Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 1 19
Tabla 6-3: Costos Obras de Embalse Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 1 20
Tabla 6-4: Costos Obras de Embalse Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 2 20
Tabla 6-5: Obras de Embalse Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 2 20
Tabla 6-6: Obras de Embalse Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 2 21
Tabla 6-7: Costo Total Canales de Riego 22
Tabla 6-8: Costo Red de Canales para Escenarios de Riego Configuración 1..... 23
Tabla 6-9: Costo Red de Canales para Escenarios de Riego Configuración 2..... 23
Tabla 6-10: Costos Totales de Expropiación Escenarios de Riego Configuración 1 24
Tabla 6-11: Costos Totales de Expropiación Escenarios de Riego Configuración 2 24
Tabla 6-12: Costos Ambientales Obras de Embalse..... 25
Tabla 6-13: Costos Ambientales Red de Canales Escenarios de Riego Configuración 1..... 25
Tabla 6-14: Costos Ambientales Red de Canales Escenarios de Riego Configuración 2..... 26
Tabla 7-1: Indicadores de Rentabilidad Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 1..... 30
Tabla 7-2: Indicadores de Rentabilidad Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 1..... 30
Tabla 7-3: Indicadores de Rentabilidad Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 1..... 31
Tabla 7-4: Indicadores de Rentabilidad Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 2..... 31
Tabla 7-5: Indicadores de Rentabilidad Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 2..... 31
Tabla 7-6: Indicadores de Rentabilidad Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 2..... 32
Tabla 8-1: Análisis de Sensibilidad 37

LISTADO DE FIGURAS

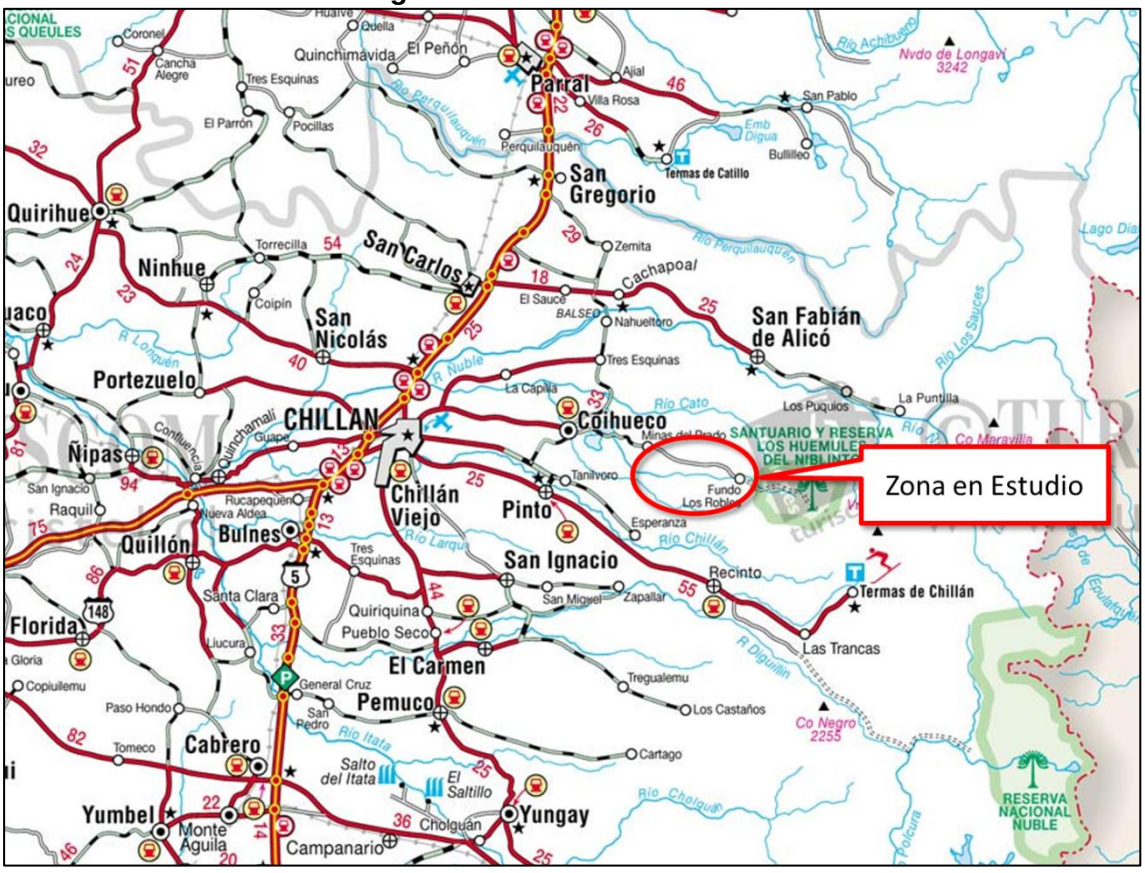
Figura 1-1: Ubicación General 5
Figura 6-1: Curva de Costos Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 1 27
Figura 6-2: Curva de Costos Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 1 27
Figura 6-3: Curva de Costos Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 1 28
Figura 6-4: Curva de Costos Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 2 28
Figura 6-5: Curva de Costos Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 2 29
Figura 6-6: Curva de Costos Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 2 29
Figura 7-1: Curva de VAN a Precios Sociales, Escenarios de Riego Configuración 1..... 33
Figura 7-2: Curva de VAN a Precios Sociales, Escenarios de Riego Configuración 2..... 34
Figura 7-3: Curva de VAN a Precios Privados, Escenarios de Riego Configuración 1 35
Figura 7-4: Curva de VAN a Precios Privados, Escenarios de Riego Configuración 2 35
Figura 9-1: Curva de VAN para Extensión de la Superficie Máxima de Riego..... 38

1 INTRODUCCIÓN

La presente consultoría corresponde a la elaboración del Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto “Mejoramiento Riego Valle del Río Cato, Embalse Niblinto, Provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío”, encargado a ARCADIS Chile por la Comisión Nacional de Riego (en adelante CNR) del Ministerio de Agricultura. Este estudio considera analizar conjuntamente distintas alternativas de embalses y obras de entrega las que junto a una red de distribución a proyectar permitirá un mejor manejo de los recursos hídricos y así conseguir una seguridad de riego del 85 % de la mayor superficie posible en las comunas beneficiadas.

El área de estudio se encuentra emplazada al interior de la cuenca del río Cato y políticamente abarca parte de las comunas de Coihueco, Chillan y Pinto, en la provincia de Ñuble, VIII Región. En la Figura 1-1 se presenta la ubicación general de la zona de estudio.

Figura 1-1: Ubicación General



En particular, el presente informe corresponde a la evaluación económica del proyecto para el riego. Se evalúa la rentabilidad del proyecto para los tres sitios de embalse en estudio. Como resultado de esta evaluación, se recomienda el tamaño del proyecto para riego.

2 ANTECEDENTES

Los antecedentes considerados para la evaluación económica del proyecto fueron los siguientes:

- Los costos de las obras de embalse se obtuvieron del Informe Diseño Preliminar Muros y Obras Anexas, Documento 3853-0000-IH-INF-006. En este documento se entregan las curvas de costo en función del tamaño del embalse para los tres sitios en estudio.
- Los márgenes agronómicos corresponden a los presentados en los Estudios Agroeconómicos, Documento 3853-0000-TP-INF-005.
- Las áreas de riego beneficiadas por cada alternativa de tamaño de proyecto fueron obtenidas del Modelo Simulación y Operación Embalse, Documento 3853-0000-IH-INF-005.
- Las expropiaciones y costos asociados fueron estimados en el Estudio de Tenencia de Tierra, Documento 3853-1000-LL-INF-001.
- Los costos de mitigación de impactos ambientales negativos corresponden a los presentados en Estudio Ambiental, Documento 3866-0000-MA-INF-004.

3 ESCENARIOS DE PROYECTO A EVALUAR

Para el análisis económico del proyecto de riego, se ha tenido en cuenta que la superficie potencial de riego asociada al proyecto de embalse Niblinto es posible dividirla en tres sectores principales: Cato, Niblinto y Coihueco. De las 3 mencionadas solo el valle del río Niblinto sería beneficiado en forma directa por el embalse, en tanto el muro se ubica en el curso de este cauce, incorporándose los dos restantes en la medida que se incluyan obras de trasvase entre los valles. Esta condición natural de restricciones para la disponibilidad del recurso regulado para el riego, se ha usado como elemento para definir los escenarios posibles de desarrollo de riego para el proyecto, atendiendo a los cambios relevantes en la pendiente de la curva de costos del proyecto que genera la implementación de los necesarios canales de trasvase hacia los valles de Cato y Coihueco, desde el embalse ubicado en Niblinto.

A continuación se presenta la descripción de los 3 sectores de la superficie potencial de riego:

a) Sector 1: Corresponde al sector actualmente regado por el río Cato, tanto en su ribera izquierda como derecha en el área oriente del estudio, no alcanzando la localidad de Coihueco.

b) Sector 2: Corresponde al área actualmente regada por el río Niblinto, inmediatamente al oriente del Embalse Coihueco.

c) Sector 3: Corresponde al área ubicada inmediatamente al poniente del Embalse Coihueco y no abastecida por este embalse. Esta área incluye el pueblo de Coihueco, pero no comprende el área regada por el embalse Coihueco.

Las superficies de riego actual y de secano de cada sector, fueron establecidas como parte del estudio de agronomía para la caracterización de la situación actual del área influenciada por el embalse Niblinto. Conforme a lo establecido en dicho análisis las superficies de riego actual, secano, forestal, indirecto y sin uso agrícola corresponden a las detalladas en laTabla 3-1.

Tabla 3-1: Superficies Prediales Según Uso en Situación Actual (ha)

USO	1	2	3	TOTAL
Riego	1.192	2.073	3.297	6.562
Secano	629	988	2.385	4.002
Subtotal	**1.821**	**3.061**	**5.682**	**10.564**
Forestal	373	4.410	3.680	8.463
Indirecto	25	101	165	291
Sin Uso Agr	54	70	156	280
Subtotal	**452**	**4.581**	**4.001**	**9.034**
Total	**2.273**	**7.642**	**9.683**	**19.598**

Fuente: Elaboración propia.

Las áreas forestales no están incluidas en el área de desarrollo agrícola del embalse Niblinto, por lo tanto, el área predial potencial de influencia del embalse Niblinto es de 19.598 ha, en tanto la superficie de desarrollo agrícola máxima del proyecto es de 10.564 ha.

Los Escenarios de Riego que permiten priorizar los sectores de desarrollo agrícola para los cuales el recurso regulado por el embalse Niblinto es capaz de aportar seguridad de riego se detallan en la Tabla 3-2, en tanto en las Figuras 3853-1000-IH-FIG-002 a 3853-1000-IH-FIG-004, se presentan de forma esquemática los sectores regados bajo los escenarios así definidos.

Cabe comentar que el Escenario 2 considera dos posibilidades según el orden en que se consideré la incorporación de los diferentes sectores de riego, según si se prioriza Coihueco o Cato luego de satisfacer las demandas del valle de Niblinto.

Tabla 3-2: Escenarios para el Desarrollo del Riego

Escenario	Zona Riego
E1	Embalse Niblinto se diseña para regar el área de riego del sector 2.
E2	El embalse Niblinto se diseña para regar los sectores 2 y 3.
E2´	El embalse Niblinto se diseña para regar los sectores 1 y 2.
E3	en este caso se riegan los sectores 1, 2 y 3

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al orden de incorporación de los trasvases, se definieron dos configuraciones de escenarios posibles, que se detallan en la Tabla 3-3.

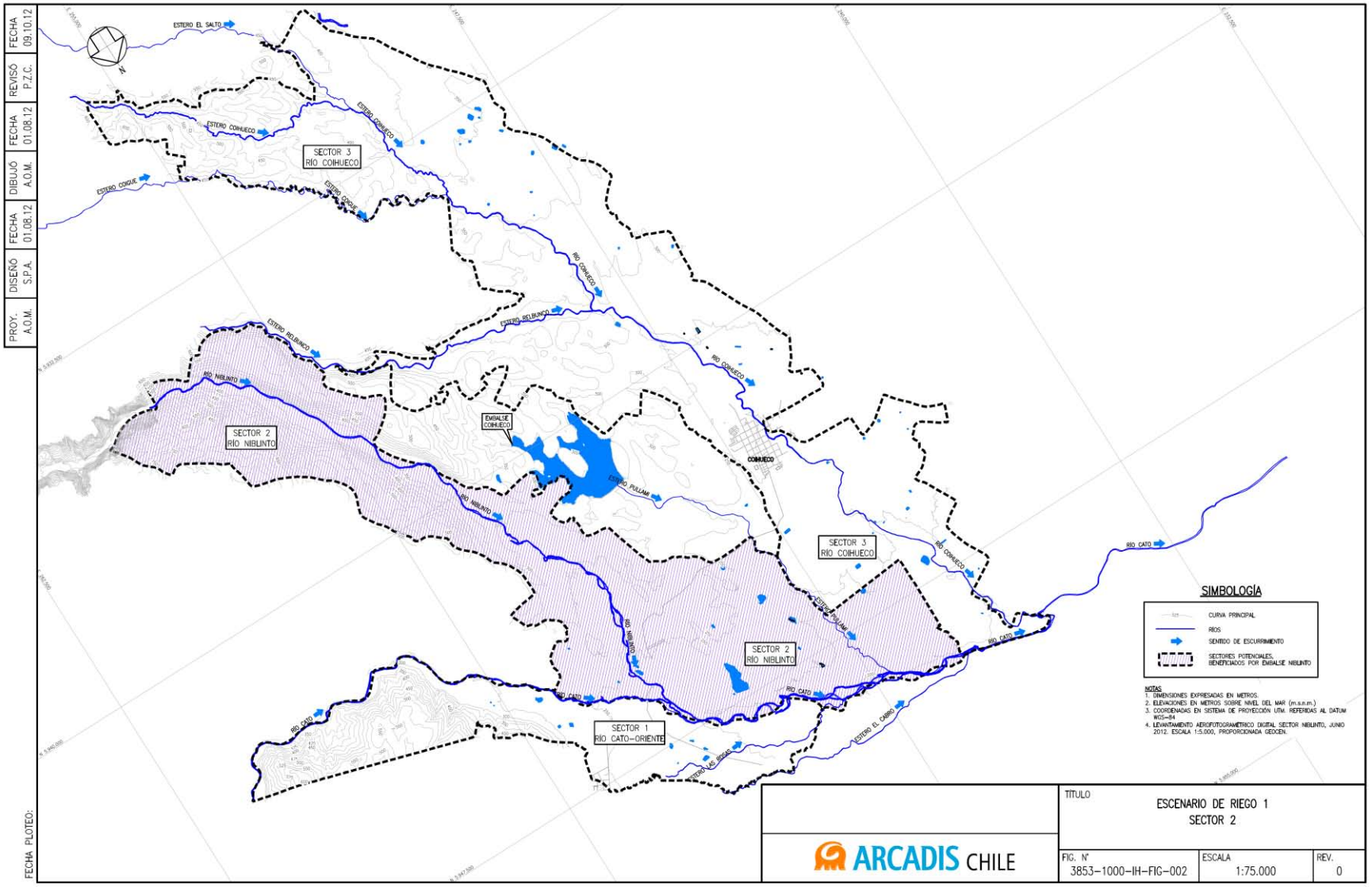
Tabla 3-3: Escenarios de Riego según Ordenamiento Sectores de Riego

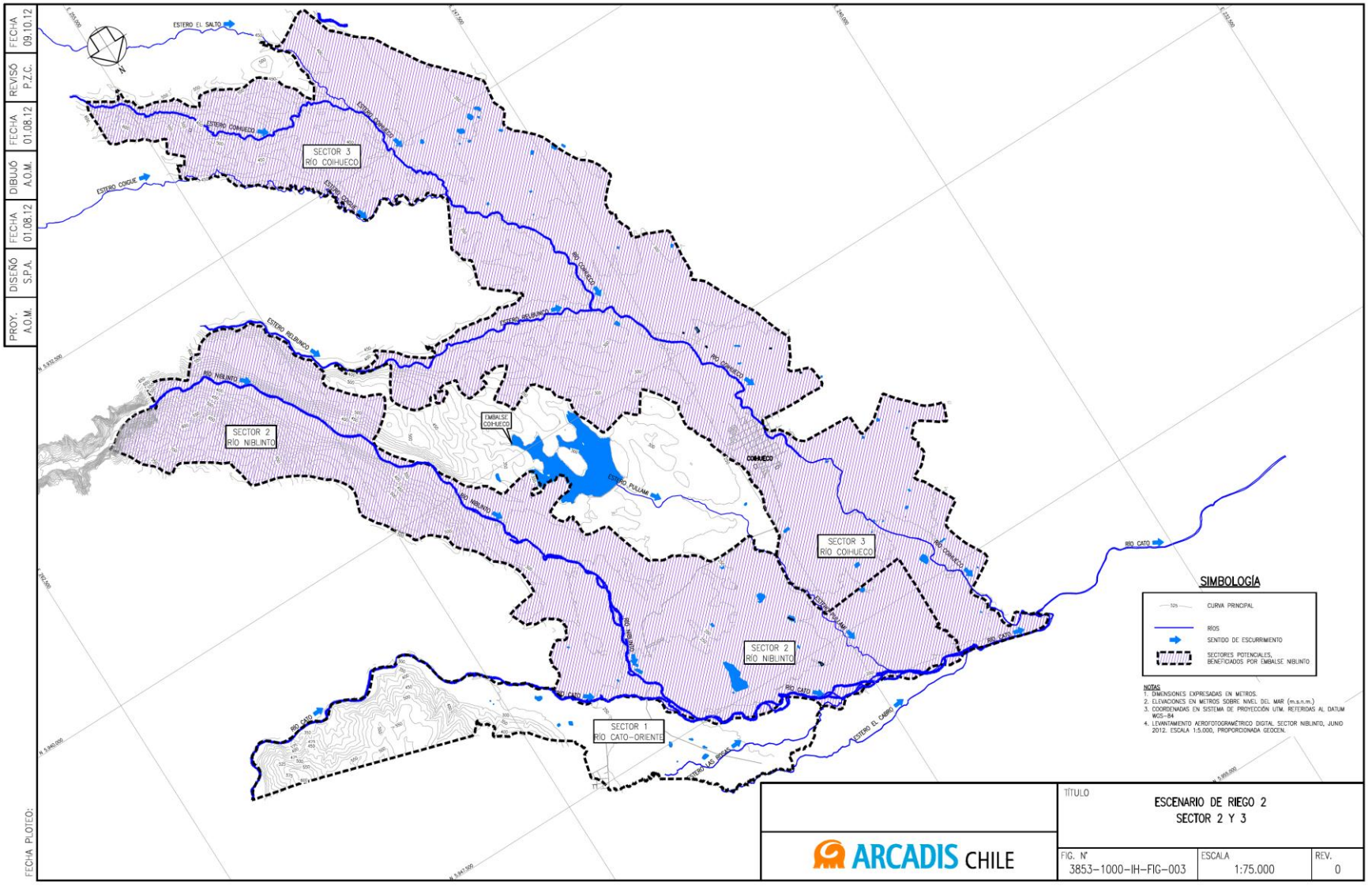
Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Superficie Máxima (ha)
E1	Niblinto+Cato 2	3.519
E2	Niblinto+Cato 2+Coihueco	9.205
E2´	Niblinto+Cato 2+Cato 1	4.881
E3	Niblinto+Cato 2+Coihueco+Cato 1	10.567

Fuente: Elaboración propia.

Para efectuar la evaluación económica del proyecto de embalse, se consideraron crecimientos graduales del área regada para cada escenario de riego y por consiguiente, diferentes capacidades de embalse para cada uno de los tres sitios en estudio. El tamaño del embalse dice relación con el volumen necesario de regulación para satisfacer la demanda agrícola con el criterio de seguridad de 85 %.

A continuación, en la Tabla 3-4 se presentan los tamaños de proyecto a evaluar para cada sitio de embalse de acuerdo al orden de incorporación de Coihueco y Cato.


FECHA 09.10.12
REVISÓ P.Z.C.
FECHA 01.08.12
DIBUJÓ A.O.M.
FECHA 01.08.12
DISEÑÓ S.P.A.
PROY. A.O.M.
FECHA PLOTEO:
ESTERO EL SALTO
ESTERO COIHUECO
ESTERO COIGUE
SECTOR 3 RÍO COIHUECO
RÍO COIHUECO
ESTERO RELBUNCO
RÍO NIBLINTO
SECTOR 2 RÍO NIBLINTO
EMBALSE COIHUECO
ESTERO PULLAMI
COIHUECO
SECTOR 3 RÍO COIHUECO
RÍO CATO
SECTOR 2 RÍO NIBLINTO
SECTOR 1 RÍO CATO-ORIENTE
ESTERO LAS ROSAS
ESTERO EL CABRO
SIMBOLOGÍA
CURVA PRINCIPAL
RÍOS
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO
SECTORES POTENCIALES, BENEFICIADOS POR EMBALSE NIBLINTO
NOTAS
1. DIMENSIONES EXPRESADAS EN METROS.
2. ELEVACIONES EN METROS SOBRE NIVEL DEL MAR (m.s.n.m.)
3. COORDENADAS EN SISTEMA DE PROYECCIÓN UTM. REFERIDAS AL DATUM WGS-84
4. LEVANTAMIENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO DIGITAL SECTOR NIBLINTO, JUNIO 2012. ESCALA 1:5.000, PROPORCIONADA GEOCEN.
TÍTULO
ESCENARIO DE RIEGO 1
SECTOR 2
ARCADIS CHILE
FIG. N°
3853-1000-IH-FIG-002
ESCALA
1:75.000
REV.
0


ESTERO EL SALTO
ESTERO CONHUECO
ESTERO COIQUE
SECTOR 3
RÍO COIHUECO
RÍO CONHUECO
ESTERO BELBUNCO
RÍO NIBLINTO
SECTOR 2
RÍO NIBLINTO
EMBALSE COIHUECO
COIHUECO
ESTERO PULUAM
RÍO CATO
ESTERO EL CARRO
SECTOR 1
RÍO CATO-ORIENTE
SIMBOLOGÍA
CURVA PRINCIPAL
RÍOS
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO
SECTORES POTENCIALES, BENEFICIADOS POR EMBALSE NIBLINTO
NOTAS
1. DIMENSIONES EXPRESADAS EN METROS.
2. ELEVACIONES EN METROS SOBRE NIVEL DEL MAR (m.s.n.m.)
3. COORDENADAS EN SISTEMA DE PROYECCIÓN UTM, REFERIDAS AL DATUM WGS-84
4. LEVANTAMIENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO DIGITAL SECTOR NIBLINTO, JUNIO 2012. ESCALA 1:5.000, PROPORCIONADA GEOCEN.
PROY. A.O.M.
DISEÑÓ S.P.A.
FECHA 01.08.12
DIBUJÓ A.O.M.
FECHA 01.08.12
REVISÓ P.Z.C.
FECHA 09.10.12
FECHA PLOTEO:
ARCADIS CHILE
TÍTULO
ESCENARIO DE RIEGO 2
SECTOR 2 Y 3
FIG. N°
3853-1000-IH-FIG-003
ESCALA
1:75.000
REV.
0

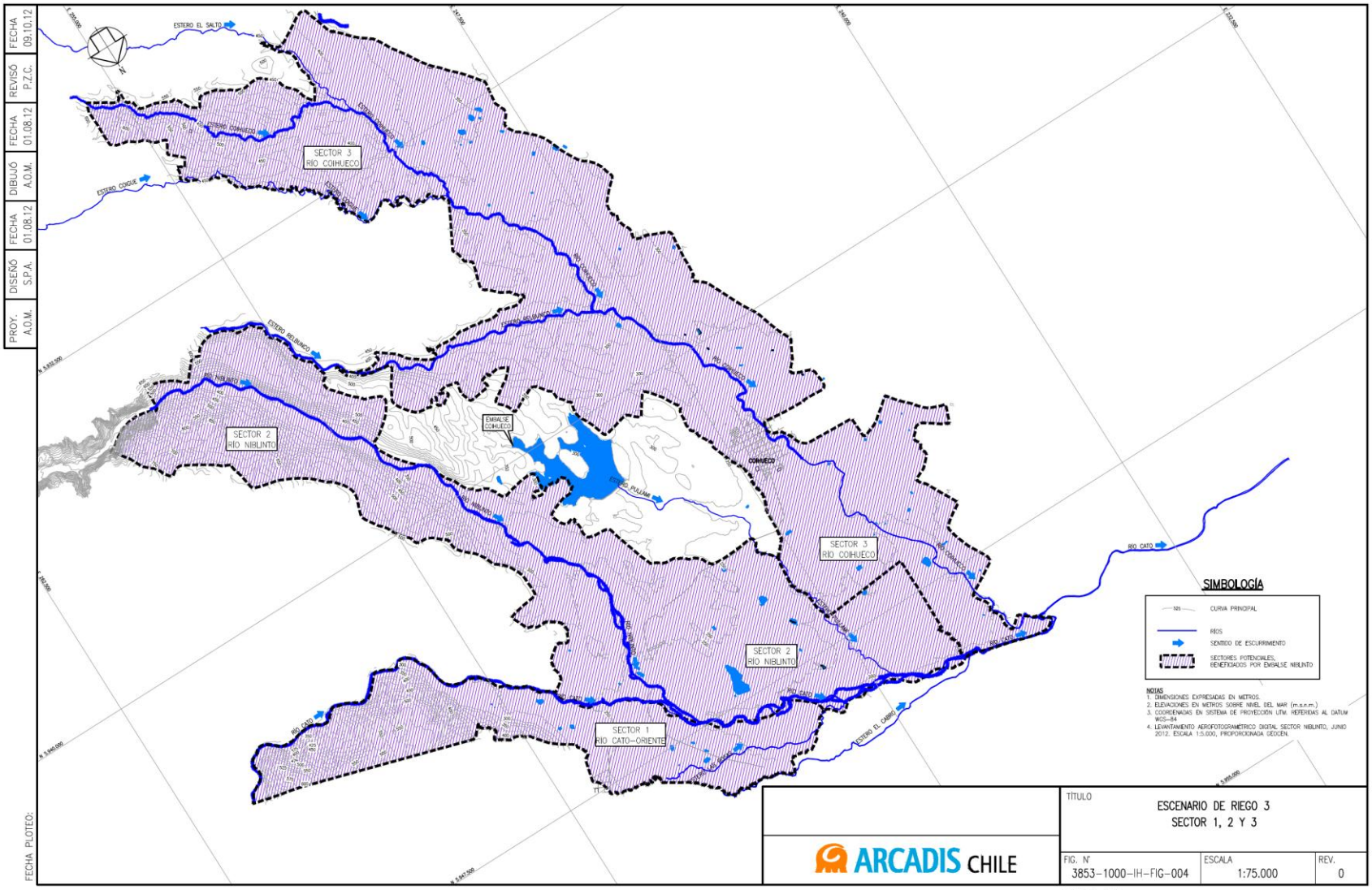

FECHA 09.10.12
REVISÓ P.Z.C.
FECHA 01.08.12
DIBUJÓ A.O.M.
FECHA 01.08.12
DISEÑÓ S.P.A.
PROY. A.O.M.
FECHA PLOTEO:
ESTERO EL SALTO
ESTERO CONEJO
SECTOR 3 RÍO COIHUECO
ESTERO RELBUNCO
SECTOR 2 RÍO NIBLINTO
EMBALSE COIHUECO
ESTERO PLUMA
SECTOR 1 RÍO CATO-ORIENTE
RÍO CATO
ESTERO EL CARRO
SIMBOLOGÍA
CURVA PRINCIPAL
RÍOS
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO
SECTORES POTENCIALES, BENEFICIADOS POR EMBALSE NIBLINTO
NOTAS
1. DIMENSIONES EXPRESADAS EN METROS.
2. ELEVACIONES EN METROS SOBRE NIVEL DEL MAR (m.s.n.m.)
3. COORDENADAS EN SISTEMA DE PROYECCIÓN UTM, REFERIDAS AL DATUM WGS-84.
4. LEVANTAMIENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO DIGITAL SECTOR NIBLINTO, JUNIO 2012. ESCALA 1:5.000, PROPORCIONADA GEOCEN.
ARCADIS CHILE
TÍTULO
ESCENARIO DE RIEGO 3
SECTOR 1, 2 Y 3
FIG. N°
3853-1000-IH-FIG-004
ESCALA
1:75.000
REV.
0

Tabla 3-4: Tamaños de Proyecto Escenarios de Riego

Configuración	Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Total (hm^3)			Volumen Útil (hm^3)		
				Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
1	E1	Niblinto+Cato 2	1,000	6,7	6,7	7,1	31,1	40,1	54,8
			2,500	18,9	19,0	19,9	43,3	52,4	67,6
			3,519	27,7	27,8	28,7	52,1	61,2	76,4
	E2	Niblinto+Cato 2+Coihueco	4,500	35,8	35,9	37,0	60,2	69,3	84,7
			6,000	49,8	51,0	59,9	74,2	84,4	107,6
			7,700	75,4	76,6	85,5	99,8	110,0	133,2
			9,205	98,1	99,3	111,2	122,5	132,7	158,9
	E3	Niblinto+Cato 2+ Coihueco+Cato 1	10,000	107,1	108,3	125,8	131,5	141,7	173,5
			10,567	115,7	116,9	139,9	140,1	150,3	187,6
2	E1	Niblinto+Cato 2	1,000	6,7	6,7	7,1	31,1	40,1	54,8
			2,500	18,9	19,0	19,9	43,3	52,4	67,6
			3,519	27,7	27,8	28,7	52,1	61,2	76,4
	E2’	Niblinto+Cato 2+Cato 1	4,000	31,2	31,3	32,2	55,5	64,7	79,9
			4,881	37,4	37,5	40,2	61,8	70,9	87,9
	E3	Niblinto+Cato 2+ Cato1+Coihueco	6,500	55,9	57,1	66,0	80,3	90,5	113,7
			8,500	86,0	87,2	96,1	110,4	120,6	143,8
			10,567	115,7	116,9	139,9	140,1	150,3	187,6

Fuente: Elaboración propia.

4 NORMAS DE EVALUACIÓN

La evaluación social se ha realizado considerando los lineamientos entregados en el documento “Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Riego”, del Ministerio de Planificación (MIDESO) así como en el documento “Manual para el Desarrollo de Grandes Obras de Riego” (Consejo Ministros para La Comisión nacional de Riego, 2011)

Conforme a las recomendaciones de MIDESO, la evaluación económica social del proyecto se realizó para una tasa de descuento de 6 %, mientras que la evaluación a privada consideró una tasa de descuento del 12%.

En base a esta metodología se ha considerado una Situación Actual, una Situación Sin Proyecto y una Situación Futura o con proyecto, para cada una de las cuales se han estimado sus respectivos costos y beneficios para un horizonte de evaluación de 30 años. La diferencia de costos y beneficios entre la situación futura o con proyecto y la situación sin proyecto permite obtener los beneficios netos atribuibles al proyecto.

Los costos y beneficios del proyecto se presentan en UF y en US$, considerando el valor promedio de la UF del mes de Octubre del 2012 de $ 22.650,36 y un valor del dólar de $ 500.

Los beneficios asociados al proyecto se han estimado considerando el Método del Presupuesto, que en términos generales corresponden al aumento en la producción agrícola - ganadera, por la mayor disponibilidad de agua debido a la realización de las obras de regulación que permiten otorgar seguridad de riego a una superficie dada.

La producción agrícola, que refleja los beneficios del proyecto, depende de las cosechas de los cultivos, los cuales se han estructurado conforme a la proyección efectuada con las bases del estudio agronómico de la zona.

Los beneficios del proyecto se generan al aumentar la seguridad de riego para las tierras beneficiadas, permitiendo una mayor producción; ya sea por aumentar la superficie regada en cada año, como por permitir un cambio a cultivos más rentables, al disminuir el riesgo del abastecimiento de agua.

Para obtener estos beneficios, se han determinado los márgenes netos de cada cultivo, en la Situación Actual, Situación Sin Proyecto, y con proyecto, para cada sector y agrupación predial de cada valle.

En tanto, los costos asociados al proyecto corresponden a los costos de inversión, de mantención y a la mayor utilización de recursos debido al proyecto.

Entre los costos más importantes del proyecto está los relacionados con la inversión en la infraestructura hidráulica, donde los ítems más importantes son el pago por concepto de las expropiaciones de terrenos que serán inundados por el embalse y las obras civiles de la presa y red de distribución del riego. Respecto a los costos de operación y mantención estos consideran los necesarios para la operación de embalses, limpieza de canales, energía, repuestos, limpieza de tranques, etc.

Se consideró dentro del análisis el valor residual de las obras, el cual corresponde a la suma de los beneficios agronómicos que se obtendrán en los 20 años restantes de vida útil de las obras descontados los costos de operación y mantenimiento.

Una vez obtenido los costos y beneficios de la habilitación del sistema de regulación se han determinado los indicadores económicos de cada alternativa de embalse por separado, determinando el flujo anual de beneficios durante el horizonte de evaluación, a partir de lo cual se ha calculado el Valor Actual Neto de estos flujos (VAN), y la tasa interna de retorno (TIR)

Los beneficios del sistema vendrán dados por la diferencia de los márgenes netos agrícolas, entre la situación con proyecto y la situación sin proyecto. La alternativa que maximice la rentabilidad del proyecto, medida como el VAN permite determinar el tamaño óptimo del mismo.

5 BENEFICIOS DEL PROYECTO

5.1 BENEFICIOS AGRONÓMICOS

En la Tabla 5-1 a la Tabla 5-3, se presentan los flujos agronómicos tanto a precios de mercado como a precios sociales para la totalidad del área beneficiada (10.567 ha) por cada uno de los tres sectores de riego.

Tal como se ha señalado anteriormente, los beneficios agronómicos para cada caso (precios sociales y de mercado) corresponden a la diferencia entre el flujo agronómico en situación futura y el flujo en situación sin proyecto.

Puesto que se tienen los beneficios agronómicos para el área máxima de cada sector de riego, para obtener los beneficios agronómicos asociados a diferentes superficies de riego se ha considerado el escalamiento mediante una variación lineal de los beneficios respecto al área regada, sobre la base de considerar que a menor área la distribución porcentual de cultivos se mantiene.

Tabla 5-1: Flujos Agronómicos Sector de Riego 1

Años	Total Sector 1 Precios de Mercado				Total Sector 1 Precios Sociales			
	Flujo SF PM		Flujo SAO PM		Flujo SF PS		Flujo SAO PS	
	US$	UF	US$	UF	US$	UF	US$	UF
0	1.309.266	28.902	1.309.266	28.902	1.638.285	36.165	1.638.285	36.165
1	1.309.266	28.902	1.159.536	25.596	1.638.285	36.165	1.497.839	33.064
2	1.309.266	28.902	1.270.037	28.036	1.638.285	36.165	1.629.617	35.973
3	-383.512	-8.466	1.451.254	32.036	163.695	3.614	1.846.192	40.754
4	-1.813.239	-40.027	1.455.776	32.136	-1.035.994	-22.869	1.851.957	40.881
5	-3.387.793	-74.785	1.459.652	32.221	-2.256.335	-49.808	1.857.235	40.998
6	-2.400.821	-52.997	1.463.575	32.308	-1.091.832	-24.102	1.862.562	41.116
7	1.130.819	24.962	1.104.496	24.381	2.512.382	55.460	1.490.103	32.894
8	2.585.999	57.085	1.442.585	31.845	4.341.187	95.830	1.801.521	39.768
9	5.520.032	121.853	1.089.112	24.042	7.414.156	163.665	1.446.159	31.924
10	7.000.849	154.542	1.351.983	29.845	8.923.568	196.985	1.731.796	38.229
11	8.613.143	190.133	1.185.933	26.179	10.813.840	238.712	1.571.314	34.686
12	9.925.507	219.103	1.330.893	29.379	12.379.843	273.281	1.722.701	38.028
13	10.680.062	235.759	778.026	17.175	13.287.173	293.310	1.150.054	25.387
14	11.045.558	243.827	396.375	8.750	13.730.015	303.086	720.114	15.896
15	11.180.769	246.812	87.958	1.942	13.918.856	307.255	394.902	8.717
16	11.166.388	246.495	497.195	10.975	13.898.660	306.809	726.403	16.035
17	11.006.573	242.967	384.649	8.491	13.466.566	297.270	620.455	13.696
18	11.038.983	243.682	316.389	6.984	13.589.656	299.988	582.301	12.854
19	11.194.459	247.114	861.356	19.014	13.800.488	304.642	1.149.961	25.385
20	9.975.887	220.215	-421.568	-9.306	12.667.432	279.630	-99.221	-2.190
21	10.703.524	236.277	1.152.075	25.432	13.253.203	292.561	1.488.600	32.860

Años	Total Sector 1 Precios de Mercado				Total Sector 1 Precios Sociales			
	Flujo SF PM		Flujo SAO PM		Flujo SF PS		Flujo SAO PS	
	US$	UF	US$	UF	US$	UF	US$	UF
22	9.843.377	217.290	436.301	9.631	12.330.828	272.199	767.101	16.934
23	7.818.827	172.598	1.316.040	29.051	9.971.189	220.111	1.686.406	37.227
24	5.960.866	131.584	1.323.229	29.210	7.478.389	165.083	1.695.872	37.436
25	4.371.076	96.490	1.060.835	23.418	5.653.691	124.804	1.422.850	31.409
26	3.449.056	76.137	1.323.229	29.210	4.904.163	108.258	1.695.872	37.436
27	5.201.234	114.816	1.082.206	23.889	6.625.743	146.261	1.446.929	31.941
28	5.066.969	111.852	1.286.285	28.394	6.909.100	152.516	1.618.879	35.736
29	6.684.258	147.553	1.315.737	29.044	8.757.814	193.326	1.662.049	36.689
30	7.088.253	156.471	1.320.360	29.147	9.418.746	207.916	1.679.528	37.075

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-2: Flujos Agronómicos Sector de Riego 2

Años	Total Sector 2 Precios de Mercado				Total Sector 2 Precios Sociales			
	Flujo SF PM		Flujo SAO PM		Flujo SF PS		Flujo SAO PS	
	US$	UF	US$	UF	US$	UF	US$	UF
0	1.424.079	31.436	1.424.079	31.436	2.053.663	45.334	2.053.663	45.334
1	1.424.079	31.436	1.149.253	25.369	2.053.663	45.334	1.747.767	38.581
2	1.424.079	31.436	1.774.308	39.167	2.053.663	45.334	2.389.342	52.744
3	-466.094	-10.289	2.809.961	62.029	476.610	10.521	3.452.125	76.205
4	-1.695.835	-37.435	2.822.888	62.314	-430.811	-9.510	3.469.887	76.597
5	-3.117.137	-68.810	2.827.575	62.418	-1.319.784	-29.134	3.475.307	76.716
6	44.717	987	2.830.698	62.487	1.919.382	42.370	3.479.188	76.802
7	4.115.346	90.845	2.029.244	44.795	6.111.600	134.912	2.656.410	58.639
8	5.938.477	131.090	2.663.158	58.788	8.342.298	184.154	3.140.053	69.316
9	8.111.460	179.058	2.809.494	62.019	10.724.454	236.739	3.345.210	73.845
10	9.316.674	205.663	2.839.396	62.679	11.749.316	259.363	3.430.171	75.720
11	10.860.115	239.734	2.861.512	63.167	13.522.682	298.509	3.509.994	77.482
12	12.034.025	265.648	2.861.512	63.167	14.917.918	329.309	3.509.994	77.482
13	12.453.037	274.897	2.149.877	47.458	15.413.310	340.244	2.782.800	61.429
14	12.375.842	273.193	1.950.682	43.061	15.333.095	338.474	2.512.675	55.467
15	12.180.457	268.880	1.409.685	31.118	15.190.249	335.320	1.951.455	43.078
16	12.219.634	269.745	1.826.015	40.309	15.250.098	336.641	2.304.866	50.879
17	12.220.425	269.762	1.240.142	27.376	14.845.821	327.717	1.720.645	37.983
18	12.401.164	273.752	2.083.561	45.994	15.188.036	335.271	2.469.547	54.515
19	12.674.872	279.794	2.416.753	53.349	15.575.146	343.817	2.888.687	63.767
20	9.780.339	215.898	-400.198	-8.834	12.821.330	283.027	152.831	3.374
21	12.258.607	270.605	2.318.971	51.191	15.154.142	334.523	2.869.572	63.345
22	11.312.605	249.722	2.427.259	53.581	14.172.833	312.861	3.002.551	66.280
23	9.281.139	204.878	2.427.259	53.581	11.859.463	261.794	3.002.551	66.280

Años	Total Sector 2 Precios de Mercado				Total Sector 2 Precios Sociales			
	Flujo SF PM		Flujo SAO PM		Flujo SF PS		Flujo SAO PS	
	US$	UF	US$	UF	US$	UF	US$	UF
24	7.502.574	165.617	1.052.950	23.244	9.353.508	206.476	1.628.243	35.943
25	5.958.739	131.537	1.052.950	23.244	7.780.014	171.742	1.628.242	35.943
26	6.383.868	140.922	1.052.950	23.244	8.393.202	185.277	1.628.243	35.943
27	8.615.165	190.177	221.247	4.884	10.792.750	238.247	775.220	17.113
28	8.528.585	188.266	854.596	18.865	11.040.127	243.708	1.258.302	27.777
29	9.181.970	202.689	1.000.931	22.095	11.963.514	264.091	1.463.458	32.305
30	8.900.527	196.477	1.030.834	22.755	11.908.146	262.869	1.548.419	34.181

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-3: Flujos Agronómicos Sector de Riego 3

Años	Total Sector 3 Precios de Mercado				Total Sector 3 Precios Sociales			
	Flujo SF PM		Flujo SAO PM		Flujo SF PS		Flujo SAO PS	
	US$	UF	US$	UF	US$	UF	US$	UF
0	2.674.714	59.044	2.674.714	59.044	3.619.289	79.895	3.619.289	79.895
1	2.674.714	59.044	1.524.860	33.661	3.619.289	79.895	2.483.546	54.824
2	2.674.714	59.044	1.108.713	24.475	3.619.289	79.895	2.054.342	45.349
3	-2.091.887	-46.178	2.269.420	50.097	-498.661	-11.008	3.342.616	73.787
4	-5.577.102	-123.113	1.927.244	42.543	-3.210.475	-70.870	2.978.690	65.754
5	-9.439.749	-208.380	851.470	18.796	-5.879.745	-129.794	1.829.728	40.391
6	-4.308.774	-95.115	2.129.007	46.997	55.118	1.217	3.198.915	70.615
7	7.645.514	168.772	-513.904	-11.344	11.874.593	262.128	413.617	9.130
8	11.650.391	257.179	1.900.698	41.957	16.770.467	370.203	2.660.912	58.739
9	16.208.386	357.795	468.918	10.351	21.876.690	482.921	1.242.203	27.421
10	18.721.472	413.271	1.131.143	24.970	23.949.968	528.688	2.027.534	44.757
11	21.853.776	482.416	713.912	15.759	27.624.608	609.805	1.675.269	36.981
12	24.194.556	534.088	545.883	12.050	30.535.120	674.054	1.490.284	32.898
13	24.673.985	544.671	468.880	10.350	31.247.087	689.770	1.420.940	31.367
14	24.305.528	536.537	-381.605	-8.424	30.754.135	678.888	494.061	10.906
15	23.505.464	518.876	795.947	17.570	29.984.530	661.900	1.807.449	39.899
16	23.425.776	517.117	1.133.250	25.016	30.083.700	664.089	2.025.084	44.703
17	24.011.851	530.055	-896.742	-19.795	29.661.355	654.766	-102.550	-2.264
18	24.776.847	546.942	-637.513	-14.073	30.841.022	680.806	-39.538	-873
19	25.504.417	563.002	630.884	13.927	31.931.205	704.872	1.368.189	30.202
20	24.626.575	543.624	-1.934.502	-42.704	31.466.978	694.624	-1.180.877	-26.068
21	25.259.376	557.593	1.270.110	28.037	31.819.715	702.411	2.237.376	49.389
22	23.504.934	518.864	-1.151.970	-25.429	30.110.648	664.684	-329.920	-7.283
23	18.580.651	410.162	1.625.582	35.884	24.252.866	535.375	2.653.285	58.570
24	12.111.780	267.364	2.273.334	50.183	16.022.115	353.683	3.343.268	73.802
25	6.798.913	150.084	887.453	19.590	10.291.695	227.186	1.867.033	41.214
26	7.003.996	154.611	2.273.334	50.183	11.257.737	248.511	3.343.268	73.802
27	14.634.989	323.063	-106.566	-2.352	19.131.217	422.316	841.829	18.583
28	15.845.353	349.781	1.549.932	34.214	21.151.458	466.912	2.282.343	50.382
29	18.301.469	404.000	938.933	20.727	24.212.898	534.493	1.727.082	38.125
30	19.335.990	426.836	965.587	21.315	25.744.367	568.299	1.841.818	40.658

Fuente: Elaboración propia.

6 COSTOS

6.1 COSTO OBRAS DE EMBALSE

Los costos asociados a las obras de embalse incluyen los costos directos de la construcción de las obras de embalse, obras anexas e interferencias más los costos indirectos, correspondientes a gastos generales, utilidades e imprevistos, que se han considerado como un 45% de los costos directos.

En la Tabla 6-1 a Tabla 6-3 se presentan los costos a precios privados y sociales de las obras de embalse para los sitios 1, 2 y 3 respectivamente, para los escenarios de riego asociados a la configuración 1, mientras que en la Tabla 6-4 a Tabla 6-6 se presentan los costos para la configuración 2.

Tabla 6-1: Costos Obras de Embalse Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 1

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm^3)	Costo Privado Embalse		Costo Social Embalse	
				(US$)	(UF)	(US$)	(UF)
E1	Niblinto+Cato 2	1.000	31,1	94.746.819	2.091.508	93.657.231	2.067.456
		2.500	43,3	106.437.665	2.349.580	105.213.632	2.322.560
		3.519	52,1	114.776.026	2.533.647	113.456.101	2.504.510
E2	Niblinto+Cato 2+Coihueco	4.500	60,2	122.449.629	2.703.039	121.041.458	2.671.954
		6.000	74,2	133.480.510	2.946.543	131.945.484	2.912.658
		7.700	99,8	154.783.035	3.416.790	153.003.030	3.377.497
		9.205	122,5	172.667.151	3.811.576	170.681.479	3.767.743
E3	Niblinto+Cato 2+Coihueco+Cato 1	10.000	131,5	180.310.220	3.980.295	178.236.653	3.934.521
		10.567	140,1	187.248.362	4.133.452	185.095.006	4.085.918

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-2: Costos Obras de Embalse Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 1

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm^3)	Costo Privado Embalse		Costo Social Embalse	
				(US$)	(UF)	(US$)	(UF)
E1	Niblinto+Cato 2	1.000	40,1	81.531.225	1.799.778	80.593.616	1.779.080
		2.500	52,4	91.262.995	2.014.604	90.213.471	1.991.436
		3.519	61,2	98.981.233	2.184.981	97.842.949	2.159.854
E2	Niblinto+Cato 2+Coihueco	4.500	69,3	106.095.680	2.342.031	104.875.579	2.315.097
		6.000	84,4	117.912.130	2.602.875	116.556.141	2.572.942
		7.700	110,0	139.805.138	3.086.157	138.197.379	3.050.666
		9.205	132,7	158.773.825	3.504.885	156.947.926	3.464.579
E3	Niblinto+Cato 2+Coihueco+Cato 1	10.000	141,7	167.032.627	3.687.196	165.111.752	3.644.793
		10.567	150,3	175.018.538	3.863.482	173.005.825	3.819.052

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-3: Costos Obras de Embalse Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 1

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm^3)	Costo Privado Embalse		Costo Social Embalse	
				(US$)	(UF)	(US$)	(UF)
E1	Niblinto+Cato 2	1.000	54,8	161.438.038	3.563.697	159.581.500	3.522.714
		2.500	67,6	179.754.795	3.968.034	177.687.615	3.922.402
		3.519	76,4	192.808.038	4.256.180	190.590.746	4.207.234
E2	Niblinto+Cato 2+Coihueco	4.500	84,7	204.006.913	4.503.392	201.660.833	4.451.603
		6.000	107,6	236.928.815	5.230.134	234.204.133	5.169.987
		7.700	133,2	273.473.839	6.036.854	270.328.890	5.967.430
		9.205	158,9	310.248.349	6.848.641	306.680.493	6.769.881
E3	Niblinto+Cato 2+Coihueco+Cato 1	10.000	173,5	332.717.102	7.344.632	328.890.856	7.260.168
		10.567	187,6	354.046.848	7.815.479	349.975.309	7.725.601

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-4: Costos Obras de Embalse Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 2

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm^3)	Costo Privado Embalse		Costo Social Embalse	
				(US$)	(UF)	(US$)	(UF)
E1	Niblinto+Cato 2	1,000	31.1	94.746.819	2.091.508	93.657.231	2.067.456
		2,500	43.3	106.437.665	2.349.580	105.213.632	2.322.560
		3,519	52.1	114.776.026	2.533.647	113.456.101	2.504.510
E2’	Niblinto+Cato 2+Cato 1	4,000	55.5	118.198.573	2.609.199	116.839.290	2.579.193
		4,881	61.8	123.680.571	2.730.212	122.258.245	2.698.815
E3	Niblinto+Cato 2+Cato1+Coihueco	6,500	80.3	138.612.292	3.059.825	137.018.251	3.024.637
		8,500	110.4	162.899.552	3.595.959	161.026.207	3.554.606
		10,567	140.1	187.248.362	4.133.452	185.095.006	4.085.918

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-5: Obras de Embalse Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 2

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm^3)	Costo Privado Embalse		Costo Social Embalse	
				(US$)	(UF)	(US$)	(UF)
E1	Niblinto+Cato 2	1,000	40.1	81.531.225	1.799.778	80.593.616	1.779.080
		2,500	52.4	91.262.995	2.014.604	90.213.471	1.991.436
		3,519	61.2	98.981.233	2.184.981	97.842.949	2.159.854
E2’	Niblinto+Cato 2+Cato 1	4,000	64.7	102.193.963	2.255.902	101.018.732	2.229.959
		4,881	70.9	107.292.118	2.368.442	106.058.258	2.341.205
E3	Niblinto+Cato 2+Cato1+Coihueco	6,500	90.5	123.077.743	2.716.905	121.662.349	2.685.660
		8,500	120.6	148.396.555	3.275.810	146.689.995	3.238.138
		10,567	150.3	175.018.538	3.863.482	173.005.825	3.819.052

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-6: Obras de Embalse Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 2

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm^3)	Costo Privado Embalse		Costo Social Embalse	
				(US$)	(UF)	(US$)	(UF)
E1	Niblinto+Cato 2	1.000	54,8	161.438.038	3.563.697	159.581.500	3.522.714
		2.500	67,6	179.754.795	3.968.034	177.687.615	3.922.402
		3.519	76,4	192.808.038	4.256.180	190.590.746	4.207.234
E2’	Niblinto+Cato 2+Cato 1	4.000	79,9	197.453.478	4.358.727	195.182.763	4.308.602
		4.881	87,9	208.496.266	4.602.493	206.098.559	4.549.565
E3	Niblinto+Cato 2+Cato1+Coihueco	6.500	113,7	245.167.165	5.411.993	242.347.742	5.349.755
		8.500	143,8	288.688.398	6.372.711	285.368.481	6.299.425
		10.567	187,6	354.046.848	7.815.479	349.975.309	7.725.601

Fuente: Elaboración propia.

6.2 COSTO RED DE RIEGO

La red de riego para la distribución del agua de riego, fue definida hasta un nivel de canal matriz, en el entendido que la red secundaria hace uso de la red de canales existentes la cual cumple con la capacidad adecuada para la distribución de los caudales de acuerdo a derecho. La red prediseñada consiste en el siguiente conjunto de canales:

- 3 Canales de trasvase para el traspaso de las aguas desde Niblinto hacia Cato o Coihueco
- 5 Canales matrices para la distribución del agua de riego en la zona de riego actual y nueva

Para efectos del análisis se han denominado con la siguiente nomenclatura:

- Trasvase 1 corresponde al canal de trasvase desde Niblinto al sector Cato
- Trasvases 2 corresponden a un canal de trasvase desde Niblinto al sector Coihueco,
- Trasvases 3 corresponden a un túnel de trasvase desde Niblinto al sector Coihueco,

Cabe destacar que las obras de trasvase a Coihueco son excluyentes entre sí, puesto que el Trasvase 3 corresponde a un túnel que capta sus aguas en el río Niblinto y la entrega en el estero Relbunco, permitiendo regar solo una porción de la superficie máxima asociada a la zona baja de la cuenca del río Coihueco. En tanto el canal de Trasvase 2 permite regar el sector Coihueco en su totalidad, ya que en su primer tramo capta sus aguas en el río Niblinto para entregar el caudal de riego asociado al sector bajo de Coihueco a través de una obra de entrega en el estero Relbunco y conducir en su segundo tramo el caudal restante hacia el estero Coihueco y así permitir el riego de la zona alta de la cuenca.

Los canales Matrices 1 al 4 fueron diseñados para el riego del sector Coihueco y el canal Matriz 5 para el riego de Niblinto.

A modo de referencia, se presentan en la Tabla 6-7, los costos a precios privados y sociales de las obras de trasvase y canales matrices para el mayor valor del caudal de riego a entregar.

Tabla 6-7: Costo Total Canales de Riego

Canal	Costo Total Precios Privados		Costo Total Precios Sociales	
	US$	UF	US$	UF
Matriz 1	6.977.774	154.032	6.897.530	152.261
Matriz 2	2.487.611	54.913	2.459.004	54.282
Matriz 3	3.434.809	75.822	3.395.308	74.950
Matriz 4	7.337.900	161.982	7.253.514	160.119
Matriz 5	3.202.208	70.688	3.165.383	69.875
Trasvase 1	41.455.664	915.122	40.978.924	904.598
Trasvase 2 Tramo 1	28.093.759	620.161	27.770.680	613.030
Trasvase 2 Tramo 2	29.439.746	649.874	29.101.189	642.400
Trasvase 3	24.909.893	549.879	24.623.429	543.555
Total	**147.339.363**	**3.252.473**	**145.644.961**	**3.215.069**

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6-8 y
Tabla 6-9 se presentan los costos de la red de canales para los escenarios de riego definidos anteriormente.

Tabla 6-8: Costo Red de Canales para Escenarios de Riego Configuración 1

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Matrices	Costo Total Precios Privados		Costo Total Precios Sociales	
				US$	UF	US$	UF
E1	Niblinto+ Cato 2	1.000	Matriz 5	3.202.208	70.688	3.165.383	69.875
		2.500	Matriz 5	3.202.208	70.688	3.165.383	69.875
		3.519	Matriz 5	3.202.208	70.688	3.165.383	69.875
E2	Niblinto+ Cato 2+ Coihueco	4.500	Matriz 5 + Trasvase 3 + Matriz 3 +Matriz 2	34.034.521	751.302	33.643.124	742.662
		6.000	Matriz 5 + Trasvase 3 + Matriz 3 +Matriz 2 + Matriz 4	41.372.421	913.284	40.896.638	902.781
		7.700	Matriz 5 + Trasvase 2 + Matriz 3 +Matriz 2 + Matriz 4 + Matriz 1	80.973.807	1.787.473	80.042.608	1.766.917
		9.205	Matriz 5 + Trasvase 2 + Matriz 3 +Matriz 2 + Matriz 4 + Matriz 1	80.973.807	1.787.473	80.042.608	1.766.917
E3	Niblinto+ Cato 2+ Coihueco+ Cato 1	10.000	Matriz 5 + Trasvase 2 + Matriz 3 +Matriz 2 + Matriz 4 + Matriz 1 + Trasvase 1	122.429.470	2.702.594	121.021.531	2.671.515
		10.567	Matriz 5 + Trasvase 2 + Matriz 3 +Matriz 2 + Matriz 4 + Matriz 1 + Trasvase 1	122.429.470	2.702.594	121.021.531	2.671.515

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-9: Costo Red de Canales para Escenarios de Riego Configuración 2

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Matrices	Costo Total Precios Privados		Costo Total Precios Sociales	
				US$	UF	US$	UF
E1	Niblinto+ Cato 2	1.000	Matriz 5	3.202.208	70.688	3.165.383	69.875
		2.500	Matriz 5	3.202.208	70.688	3.165.383	69.875
		3.519	Matriz 5	3.202.208	70.688	3.165.383	69.875
E2’	Niblinto+ Cato 2+Cato 1	4.000	Matriz 5 + Trasvase 1	44.657.872	985.809	44.144.307	974.473
		4.881	Matriz 5 + Trasvase 1	44.657.872	985.809	44.144.307	974.473
E3	Niblinto+ Cato 2+ Cato1+Coihueco	6.500	Matriz 5 + Trasvase 2 + Matriz 1	119.941.859	2.647.681	118.562.528	2.617.233
		10.567	Matriz 5 + Trasvase 1 + Matriz 4 + Matriz 3 + Trasvase 2 + Matriz 1 + Matriz 2	122.429.470	2.702.594	121.021.531	2.671.515

6.3 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los costos anuales de operación y mantenimiento se han considerado como un 1% del total de la inversión inicial en obras de embalse y red de riego.

6.4 EXPROPIACIONES

Los costos de expropiaciones se determinaron en base a las superficies de terrenos obtenidas del Estudio de Tenencia de la Tierra. Se distinguieron dos tipos de terreno a expropiar; suelos forestales y suelos agrícolas, asociados a las áreas de inundación de cada sitio de embalse y a las fajas de canales de trasvase proyectados.

El valor de una hectárea de suelo forestal se estimó en 309 UF/ha ($ 7.000.000 /ha) y el de suelo agrícola en 441,5 UF/ha ($10.000.000 /ha). Considerando estos valores y las proporciones de superficie de cada tipo de suelo tanto en las áreas de inundación de los embalses como en las fajas de canales de trasvase a expropiar, se tienen los siguientes costos:

Tabla 6-10: Costos Totales de Expropiación Escenarios de Riego Configuración 1

Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Sitio 1 US$	Sitio 1 UF$	Sitio 2 US$	Sitio 2 UF$	Sitio 3 US$	Sitio 3 UF$
Niblinto+Cato 2	1.000	2.510.204	55.412	2.972.824	65.624	2.230.210	49.231
	2.500	3.119.938	68.872	3.385.277	74.729	2.501.654	55.223
	3.519	3.515.685	77.608	3.689.744	81.450	2.707.747	59.773
Niblinto+Cato 2+ Coihueco	4.500	3.918.659	86.503	4.021.892	88.782	2.935.613	64.803
	6.000	4.373.272	96.539	4.433.065	97.859	3.390.203	74.838
	7.700	6.006.297	132.587	5.954.440	131.442	4.652.546	102.704
	9.205	6.604.164	145.785	6.476.629	142.970	5.000.132	110.376
Niblinto+Cato 2+ Coihueco+Cato 1	10.000	7.238.497	159.788	7.128.226	157.353	5.578.526	123.144
	10.567	7.450.513	164.468	7.374.150	162.782	5.742.039	126.754

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-11: Costos Totales de Expropiación Escenarios de Riego Configuración 2

Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Sitio 1 US$	Sitio 1 UF$	Sitio 2 US$	Sitio 2 UF$	Sitio 3 US$	Sitio 3 UF$
Niblinto+ Cato 2	1.000	2.510.204	55.412	2.972.824	65.624	2.230.210	49.231
	2.500	3.119.938	68.872	3.385.277	74.729	2.501.654	55.223
	3.519	3.515.685	77.608	3.689.744	81.450	2.707.747	59.773
Niblinto+Cato 2+ Cato 1	4.000	4.061.671	89.660	4.205.239	92.829	3.168.861	69.952
	4.881	4.300.617	94.935	4.394.796	97.014	3.328.847	73.483
Niblinto+Cato 2+ Cato1+Coihueco	6.500	4.963.224	109.562	4.991.136	110.178	3.887.189	85.809
	8.500	6.676.525	147.382	6.590.332	145.480	5.192.825	114.630
	10.567	7.450.513	164.468	7.374.150	162.782	5.742.039	126.754

Fuente: Elaboración propia.

6.5 COSTOS AMBIENTALES

Se estimaron los costos de mitigación de los impactos ambientales asociados a las obras de embalse y a los canales de riego durante la construcción y operación de éstos.

El mayor costo de mitigación ambiental está asociado a la intervención de Flora y Vegetación (Bosque Nativo, Plantaciones Forestales y Praderas).

Un mayor detalle de los componentes ambientales considerados y de los impactos ambientales negativos identificados en cada caso se presenta en el Estudio Ambiental documento 3866-0000-MA-INF-003.

Tabla 6-12: Costos Ambientales Obras de Embalse

Sitio	Costo (US$)	Costo (UF)
1	1.989.862	43.926
2	1.989.862	43.926
3	2.321.082	51.237

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-13: Costos Ambientales Red de Canales Escenarios de Riego Configuración 1

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Matrices	Costo (US$)	Costo (UF)
E1	Niblinto+ Cato 2	1.000	Matriz 5	0	0,0
		2.500	Matriz 5	0	0,0
		3.519	Matriz 5	0	0,0
E2	Niblinto+ Cato 2+ Coihueco	4.500	Matriz 5 + Trasvase 3 + Matriz 3 +Matriz 2	754.394	16.653
		6.000	Matriz 5 + Trasvase 3 + Matriz 3 +Matriz 2 + Matriz 4	754.394	16.653
		7.700	Matriz 5 + Trasvase 2 + Matriz 3 +Matriz 2 + Matriz 4 + Matriz 1	754.394	16.653
		9.205	Matriz 5 + Trasvase 2 + Matriz 3 +Matriz 2 + Matriz 4 + Matriz 1	754.394	16.653
E3	Niblinto+ Cato 2+ Coihueco+ Cato 1	10.000	Matriz 5 + Trasvase 2 + Matriz 3 +Matriz 2 + Matriz 4 + Matriz 1 + Trasvase 1	1.031.936	22.780
		10.567	Matriz 5 + Trasvase 2 + Matriz 3 +Matriz 2 + Matriz 4 + Matriz 1 + Trasvase 1	1.031.936	22.780

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-14: Costos Ambientales Red de Canales Escenarios de Riego Configuración 2

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Matrices	Costo (US$)	Costo (UF)
E1	Niblinto+ Cato 2	1.000	Matriz 5	0	0
		2.500	Matriz 5	0	0
		3.519	Matriz 5	0	0
E2’	Niblinto+ Cato 2+ Cato 1	4.000	Matriz 5 + Trasvase 1	277.542	6.127
		4.881	Matriz 5 + Trasvase 1	277.542	6.127
E3	Niblinto+ Cato 2+ Cato1+ Coihueco	6.500	Matriz 5 + Trasvase 1 + Trasvase 3 + Matriz 4	1.031.936	22.780
		8.500	Matriz 5 + Trasvase 1 + Matriz 4 + Matriz 3 + Trasvase 2 + Matriz 1	1.031.936	22.780
		10.567	Matriz 5 + Trasvase 1 + Matriz 4 + Matriz 3 + Trasvase 2 + Matriz 1 + Matriz 2	1.031.936	22.780

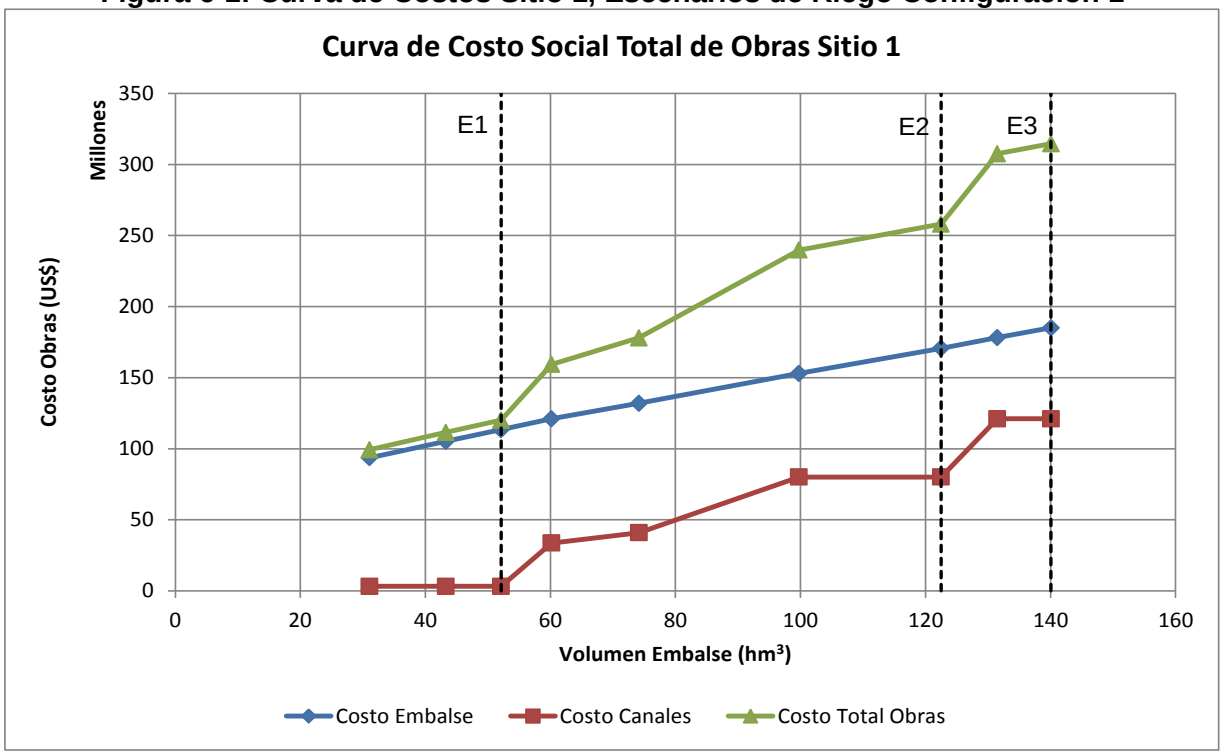
Fuente: Elaboración propia.

6.6 RESUMEN COSTOS POR ESCENARIO Y SUPERFICIE DE RIEGO

En la Figura 6-1 a Figura 6-6 se muestran las curvas de costos de red de canales, obras de embalse y costos totales para los 3 sitios en estudio y para las dos configuraciones de escenarios de riego consideradas.

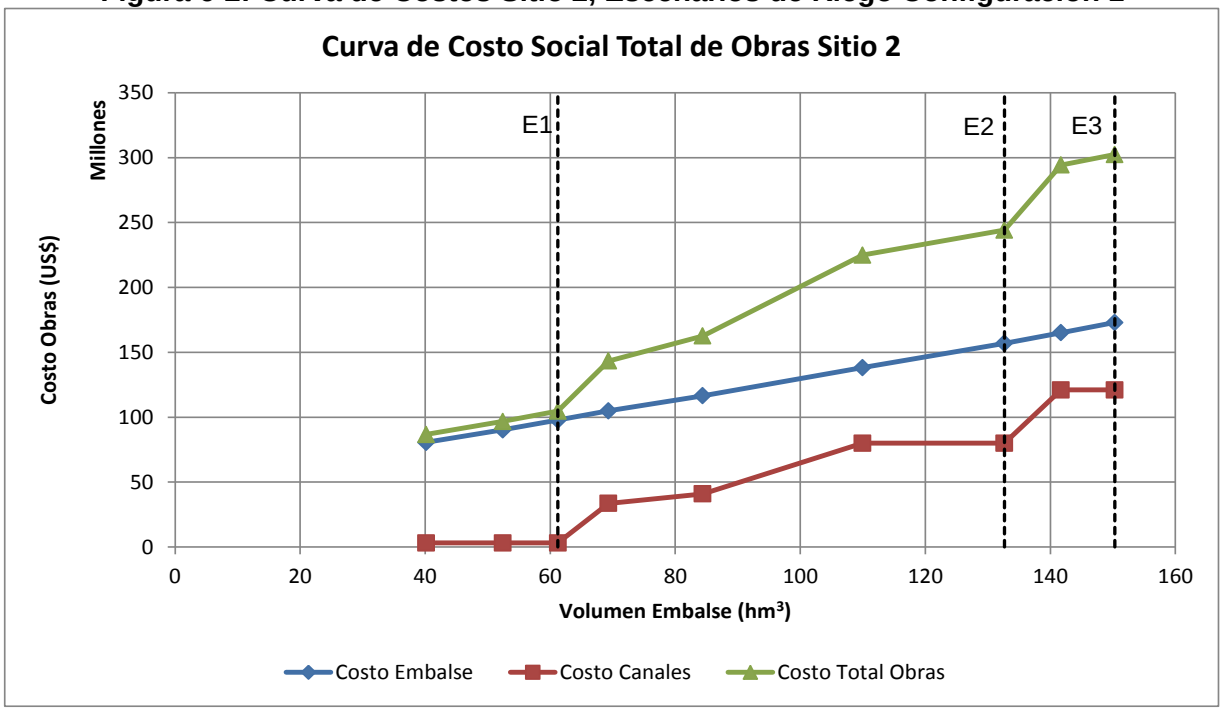
En estas figuras se aprecia claramente los saltos que se producen en la curva de costos por efecto de la incorporación de los sectores de riego Cato y Coihueco, a través de las obras de trasvase.

Figura 6-1: Curva de Costos Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 1



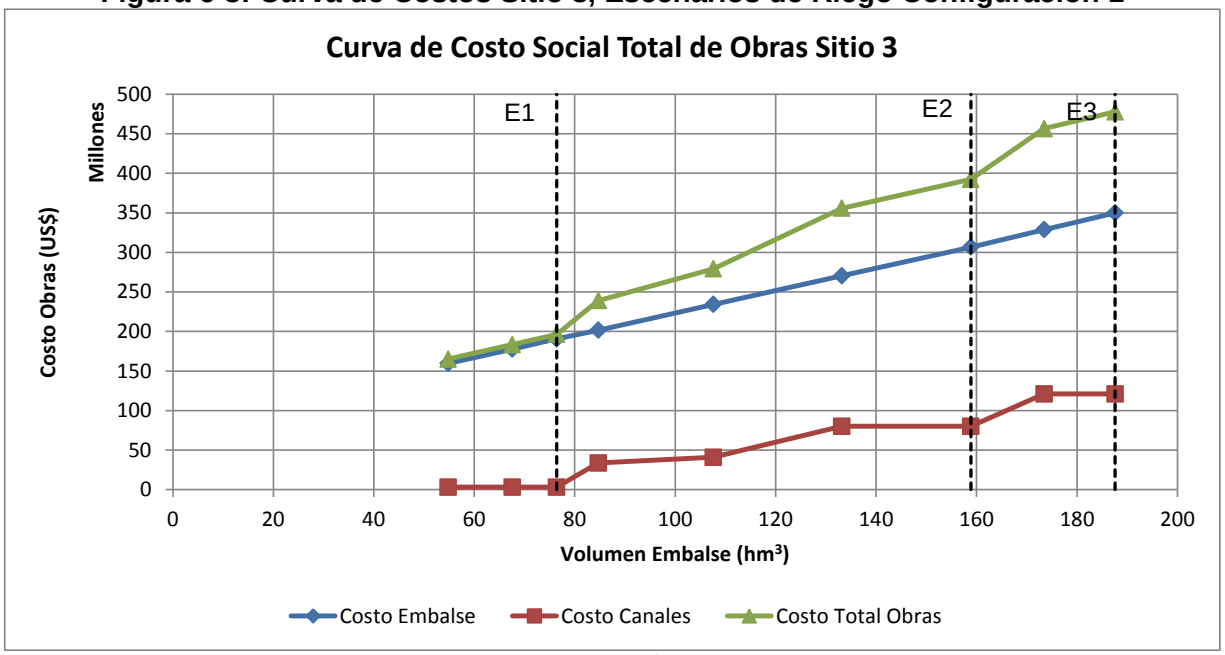
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-2: Curva de Costos Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 1



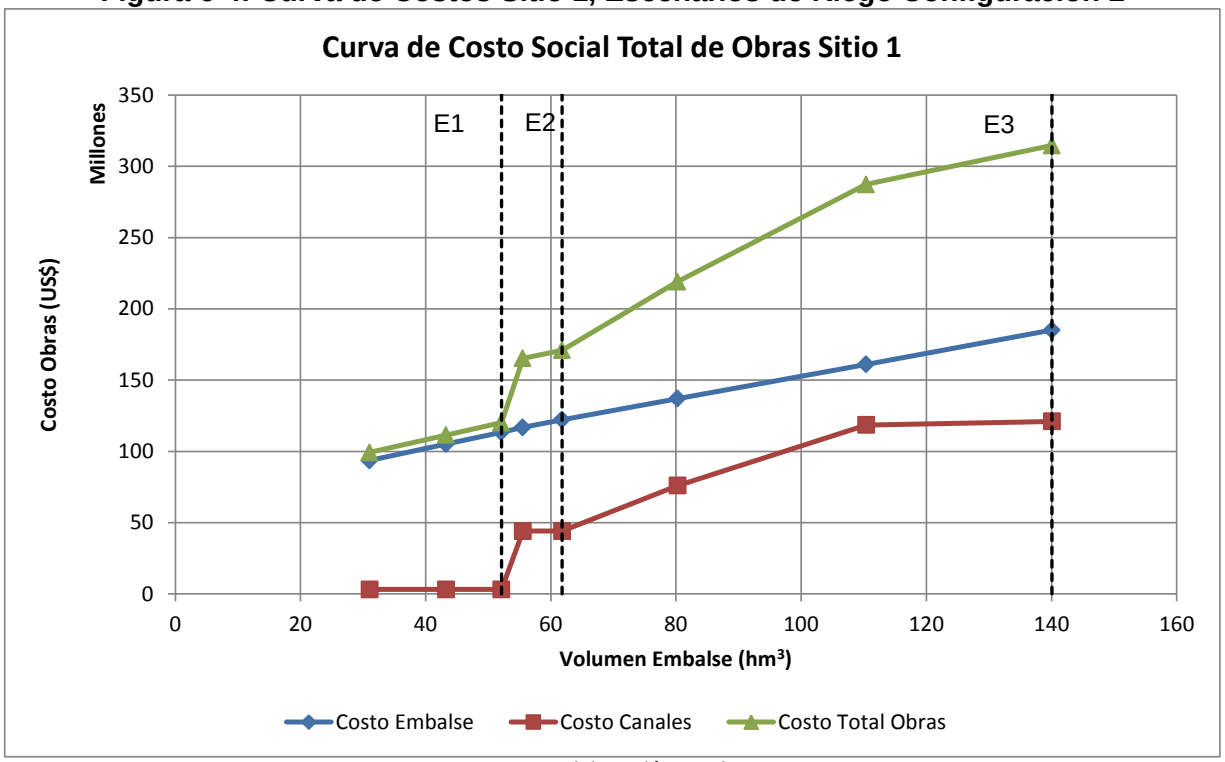
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-3: Curva de Costos Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 1



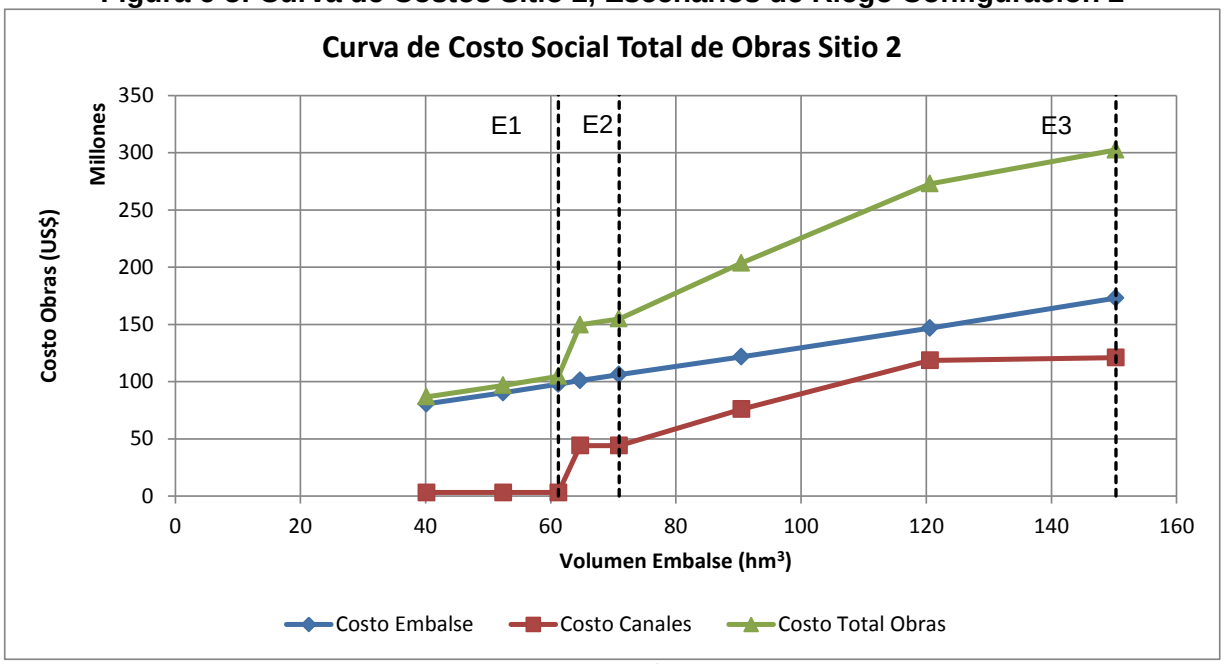
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-4: Curva de Costos Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 2



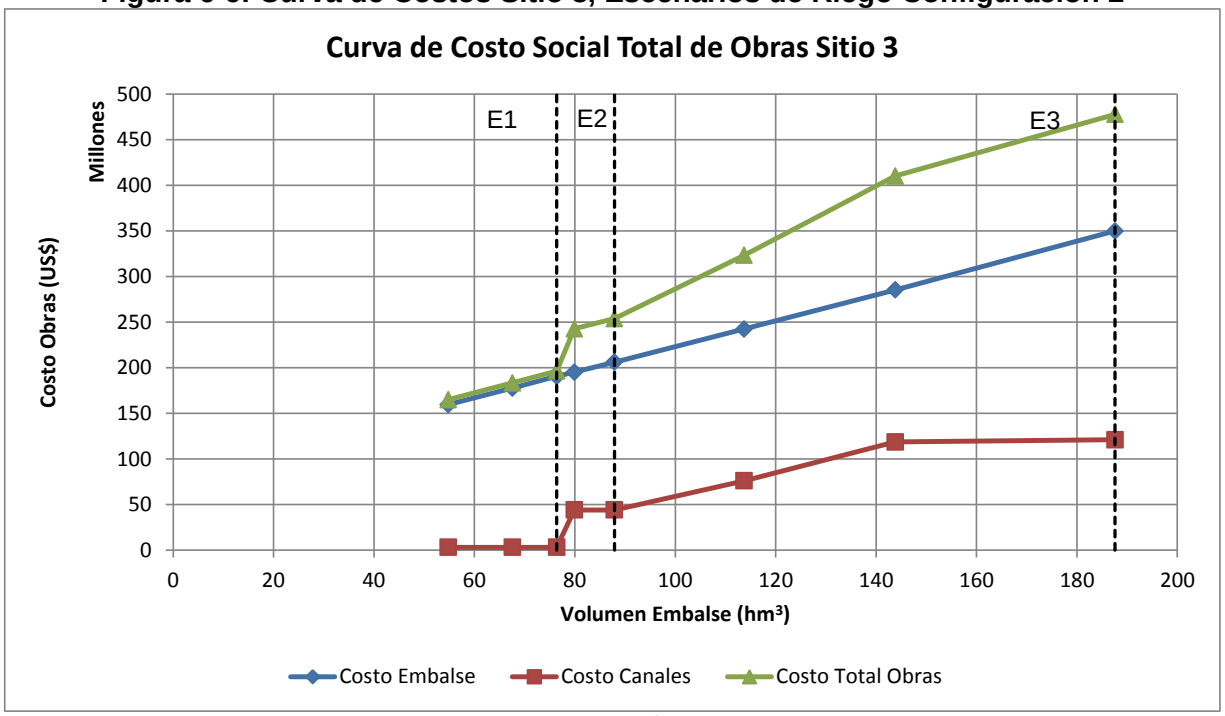
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-5: Curva de Costos Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-6: Curva de Costos Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 2



Fuente: Elaboración propia.

7 RENTABILIDAD DEL PROYECTO

La rentabilidad del proyecto se evaluó en términos de los indicadores VAN y TIR. A continuación se presentan los indicadores de rentabilidad del proyecto para cada sitio de embalse y para las dos configuraciones de escenarios consideradas.

Tabla 7-1: Indicadores de Rentabilidad Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 1

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm^3)	Precios Privados			Precios Sociales		
				VAN (US$)	TIR (%)	IVAN	VAN (US$)	TIR (%)	IVAN
E1	Niblinto+ Cato 2	1.000	31,1	-77.139.595	-3,7	-0,79	-69.882.879	-1,2	-0,72
		2.500	43,3	-78.146.940	1,4	-0,71	-36.958.483	3,6	-0,34
		3.519	52,1	-77.700.292	3,3	-0,66	-8.939.267	5,5	-0,08
E2	Niblinto+ Cato 2+ Coihueco	4.500	60,2	-96.747.195	3,4	-0,62	-6.234.218	5,7	-0,04
		6.000	74,2	-96.730.797	4,8	-0,55	35.856.306	7,2	0,21
		7.700	99,8	-126.387.938	4,8	-0,54	45.579.443	7,2	0,20
		9.205	122,5	-126.969.219	5,5	-0,50	87.658.851	8,0	0,35
E3	Niblinto+ Cato 2+ Coihueco+ Cato 1	10.000	131,5	-155.241.100	5,1	-0,51	76.073.255	7,5	0,25
		10.567	140,1	-155.863.563	5,3	-0,50	93.571.055	7,8	0,31

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7-2: Indicadores de Rentabilidad Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 1

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm^3)	Precios Privados			Precios Sociales		
				VAN (US$)	TIR (%)	IVAN	VAN (US$)	TIR (%)	IVAN
E1	Niblinto+ Cato 2	1.000	31,1	-66.821.062	-2,7	-0,79	-57.389.521	-0,4	-0,69
		2.500	43,3	-66.061.416	2,2	-0,70	-22.362.303	4,4	-0,24
		3.519	52,1	-65.029.702	4,1	-0,64	6.349.740	6,4	0,06
E2	Niblinto+ Cato 2+ Coihueco	4.500	60,2	-83.559.312	4,1	-0,60	9.668.669	6,4	0,07
		6.000	74,2	-84.142.041	5,4	-0,53	51.031.594	7,8	0,32
		7.700	99,8	-114.178.991	5,2	-0,52	60.282.348	7,6	0,28
		9.205	122,5	-115.573.416	5,9	-0,48	101.372.036	8,4	0,43
E3	Niblinto+ Cato 2+ Coihueco+ Cato 1	10.000	131,5	-144.360.710	5,4	-0,50	89.167.736	7,8	0,31
		10.567	140,1	-145.864.280	5,6	-0,49	105.608.436	8,1	0,36

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7-3: Indicadores de Rentabilidad Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 1

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm^3)	Precios Privados			Precios Sociales		
				VAN (US$)	TIR (%)	IVAN	VAN (US$)	TIR (%)	IVAN
E1	Niblinto+ Cato 2	1.000	31,1	-131.341.251	-7,9	-0,80	-135.180.154	-4,7	-0,83
		2.500	43,3	-137.427.054	-1,7	-0,75	-108.419.235	0,6	-0,60
		3.519	52,1	-140.639.745	0,3	-0,72	-84.834.019	2,6	-0,44
E2	Niblinto+ Cato 2+ Coihueco	4.500	60,2	-162.392.962	0,9	-0,68	-85.412.807	3,2	-0,36
		6.000	74,2	-180.152.922	2,0	-0,65	-64.739.865	4,3	-0,24
		7.700	99,8	-221.856.612	2,2	-0,63	-69.579.892	4,6	-0,20
		9.205	122,5	-237.554.178	2,8	-0,61	-45.746.238	5,2	-0,12
E3	Niblinto+ Cato 2+ Coihueco+ Cato 1	10.000	131,5	-277.815.157	2,5	-0,61	-71.784.123	4,9	-0,16
		10.567	140,1	-290.080.869	2,6	-0,61	-68.320.936	5,0	-0,15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7-4: Indicadores de Rentabilidad Sitio 1, Escenarios de Riego Configuración 2

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm^3)	Precios Privados			Precios Sociales		
				VAN (US$)	TIR (%)	IVAN	VAN (US$)	TIR (%)	IVAN
E1	Niblinto+ Cato 2	1.000	31,1	-77.139.595	-3,7	-0,79	-69.882.879	-1,2	-0,72
		2.500	43,3	-78.146.940	1,4	-0,71	-36.958.483	3,6	-0,34
		3.519	52,1	-77.700.292	3,3	-0,66	-8.939.267	5,5	-0,08
E2'	Niblinto+ Cato 2+ Cato 1	4.000	55,5	-105.341.197	2,4	-0,65	-29.848.494	4,7	-0,19
		4.881	61,8	-101.930.122	3,8	-0,61	2.584.779	6,1	0,02
E3	Niblinto+ Cato 2+ Cato1+ Coihueco	6.500	80,3	-121.939.362	4,3	-0,57	22.162.613	6,6	0,10
		8.500	110,4	-153.569.825	4,4	-0,54	37.771.748	6,8	0,14
		10.567	140,1	-155.863.563	5,3	-0,50	93.571.055	7,8	0,31

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7-5: Indicadores de Rentabilidad Sitio 2, Escenarios de Riego Configuración 2

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm^3)	Precios Privados			Precios Sociales		
				VAN (US$)	TIR (%)	IVAN	VAN (US$)	TIR (%)	IVAN
E1	Niblinto+ Cato 2	1.000	31,1	-66.821.062	-2,7	-0,79	-57.389.521	-0,4	-0,69
		2.500	43,3	-66.061.416	2,2	-0,70	-22.362.303	4,4	-0,24
		3.519	52,1	-65.029.702	4,1	-0,64	6.349.740	6,4	0,06
E2'	Niblinto+ Cato 2+ Cato 1	4.000	55,5	-92.473.003	3,0	-0,63	-14.325.442	5,4	-0,10
		4.881	61,8	-88.706.135	4,4	-0,58	18.529.966	6,7	0,12
E3	Niblinto+ Cato 2+ Cato1+ Coihueco	6.500	80,3	-109.349.611	4,7	-0,55	37.334.879	7,1	0,19
		8.500	110,4	-141.715.857	4,8	-0,53	52.042.416	7,2	0,20
		10.567	140,1	-145.864.280	5,6	-0,49	105.608.436	8,1	0,36

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7-6: Indicadores de Rentabilidad Sitio 3, Escenarios de Riego Configuración 2

Escenario de Riego	Zona Beneficiada	Área Regada (ha)	Volumen Embalse (hm^3)	Precios Privados			Precios Sociales		
				VAN (US$)	TIR (%)	IVAN	VAN (US$)	TIR (%)	IVAN
E1	Niblinto+ Cato 2	1.000	31,1	-131.341.251	-7,9	-0,80	-135.180.154	-4,7	-0,83
		2.500	43,3	-137.427.054	-1,7	-0,75	-108.419.235	0,6	-0,60
		3.519	52,1	-140.639.745	0,3	-0,72	-84.834.019	2,6	-0,44
E2'	Niblinto+ Cato 2+ Cato 1	4.000	55,5	-169.197.908	0,1	-0,70	-106.859.624	2,4	-0,45
		4.881	61,8	-170.231.915	1,3	-0,67	-79.792.392	3,6	-0,32
E3	Niblinto+ Cato 2+ Cato1+ Coihueco	6.500	80,3	-207.801.137	1,8	-0,65	-81.385.239	4,1	-0,26
		8.500	110,4	-254.686.365	2,1	-0,62	-84.209.532	4,5	-0,21
		10.567	140,1	-290.080.869	2,6	-0,61	-68.320.936	5,0	-0,15

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos, se concluye que el Sitio de embalse 3 no resulta ser rentable para ninguno de los escenarios de superficie de riego considerados. En efecto, los beneficios que se generan en el proyecto no resultan suficientes para compensar la magnitud de las inversiones que se deben realizar para la ejecución del muro de presa y obras complementarias en este sitio. Los requerimientos de obras para regar una superficie de riego dada, son siempre mayores que las inversiones necesarias en los 2 sitios de embalse alternativos. Con base a lo señalado, esta opción de solución fue descartada de los restantes análisis de multiuso para esta opción de emplazamiento.

El Sitio 1 presenta rentabilidad positiva sólo a partir de un tamaño de proyecto compatible con una superficie de riego de 5.000 ha. En efecto, lo señalado permite aseverar que para que este sitio presente una rentabilidad positiva, se requiere un tamaño de proyecto que va más allá del solo riego del valle de Niblinto, debiendo incorporarse adicionalmente superficie de riego de los valles de Coihueco y Cato. Para superficies de menor tamaño al valor señalado, los beneficios no compensan a las inversiones que se deben realizar.

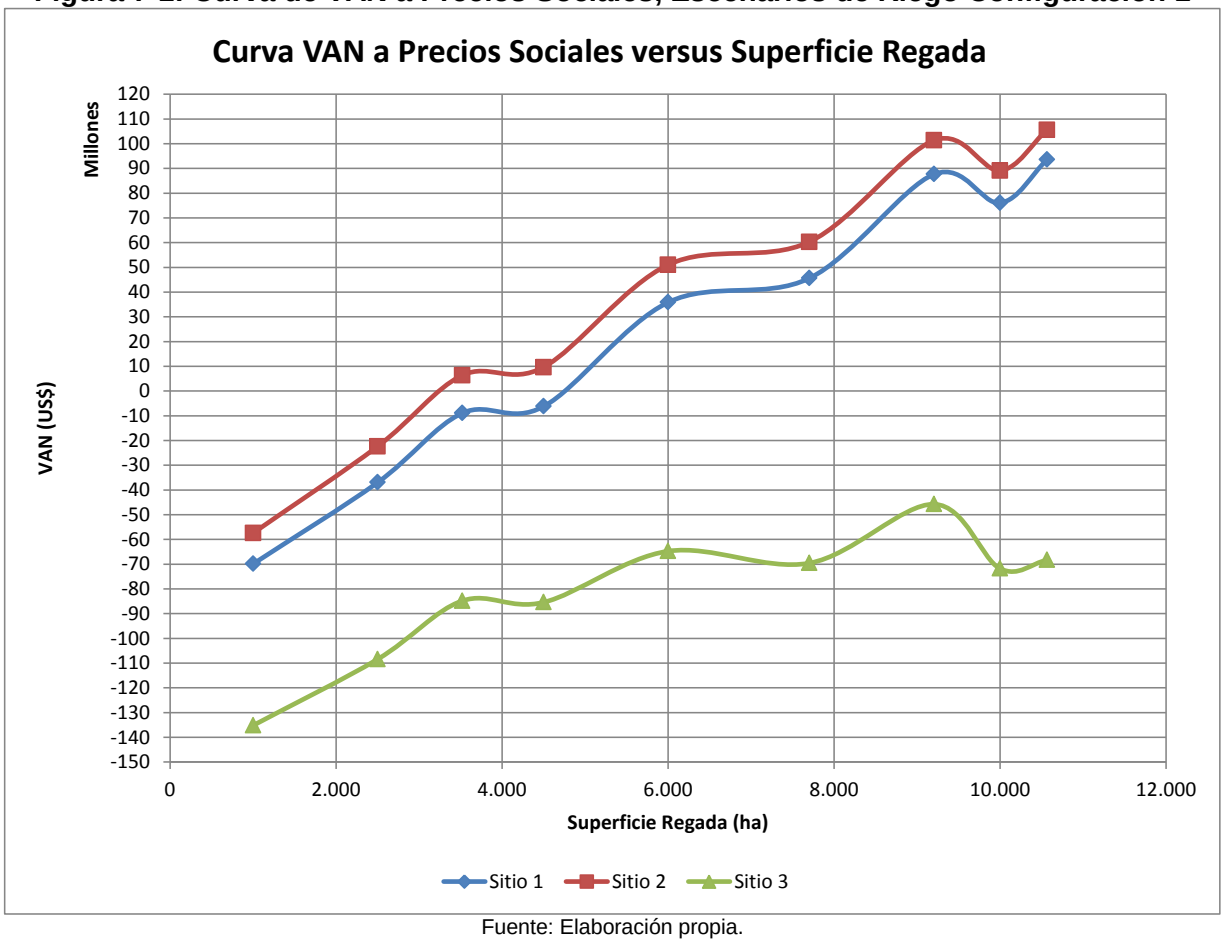
En términos del efecto del orden en que se realizan las inversiones para incorporar las superficies de riego de Cato y Coihueco al proyecto en su conjunto, se desprende que la rentabilidad del proyecto se reciente levemente según la Configuración de Inversiones que se utilice para materializar los Escenarios del proyecto. En efecto, tal como se muestra en la Figura 7-2 la rentabilidad del proyecto cae a márgenes negativos si se considera la opción de Niblinto + Cato, mostrando que esta solución no es rentable, por si sola. Es decir la incorporación de las superficies de riego de Coihueco al proyecto subvenciona en parte la incorporación de los terrenos del valle de Cato. Lo anterior es independiente del Sitio de embalse, ya que ambas opciones son equivalentes en resultados.

Similar situación a la del Sitio 1 se aprecia en el Sitio de embalse 2. Presentando este último una rentabilidad positiva para superficies de riego superiores a 3.500 ha. Es necesario comentar que la rentabilidad que es posible lograr con la materialización de esta opción de embalse, es siempre mejor que la correspondiente al Sitio 1 atendiendo a que ambos generan los mismos beneficios para una superficie dada, siendo la principal diferencia entre ambos la inversión asociada para la materialización del muro de la presa. La inversión requerida para la ejecución del muro del Sitio 1 es siempre mayor que la inversión que el necesario para un mismo tamaño en el Sitio 2. En consecuencia y conforme a lo ya antes definido para ambos sitios, es posible concluir que el Sitio que presenta mejores indicadores corresponde al Sitio 2.

En ambos sitios 1 y 2 la alternativa de mayor rentabilidad corresponde al riego de la superficie potencial máxima, es decir, el riego de las 10.567 ha asociadas a los sectores de riego Niblinto, Coihueco y Cato.

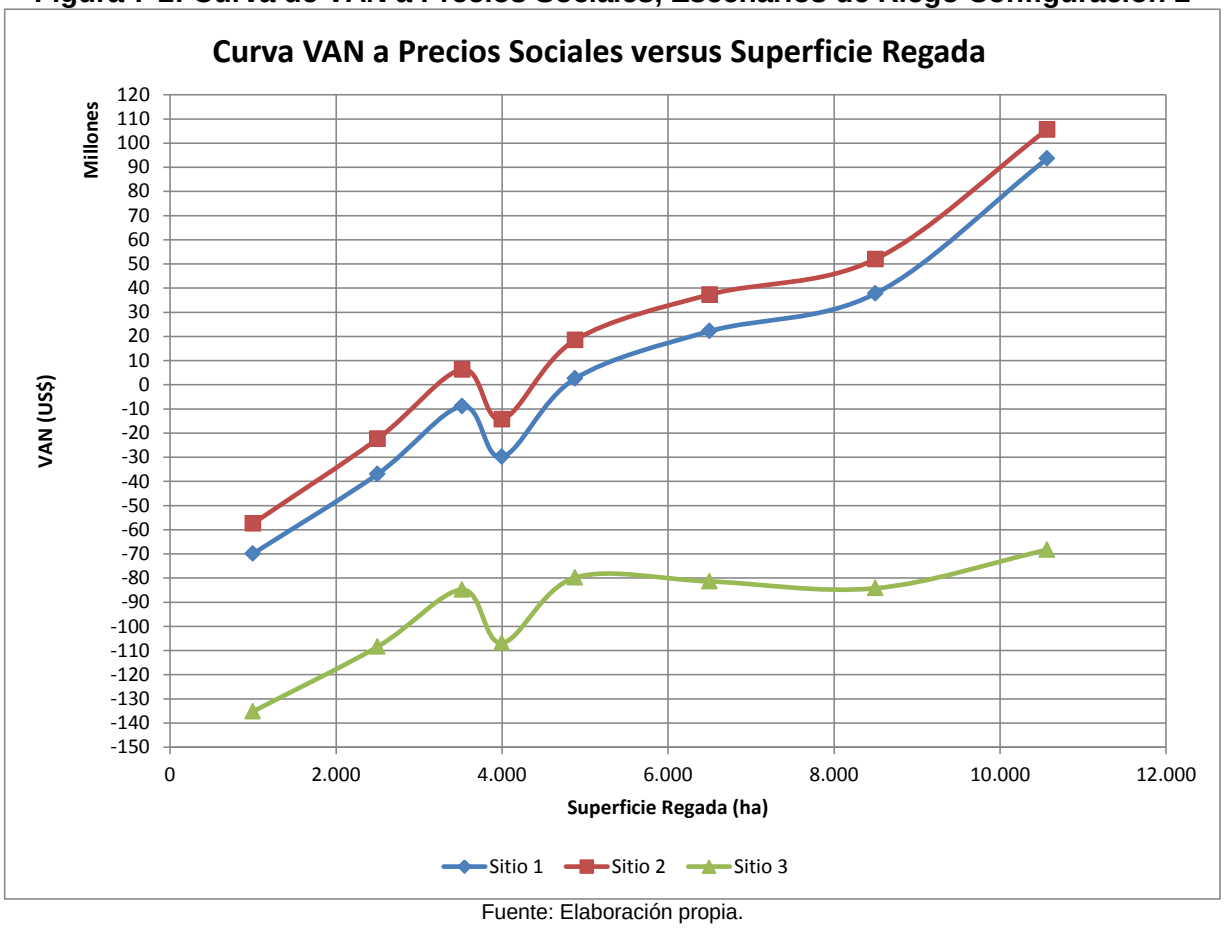
En la Figura 7-1 a Figura 7-4 se muestran las curvas de VAN para las dos configuraciones de escenarios de riego consideradas y para la evaluación a precios sociales y privados.

Figura 7-1: Curva de VAN a Precios Sociales, Escenarios de Riego Configuración 1



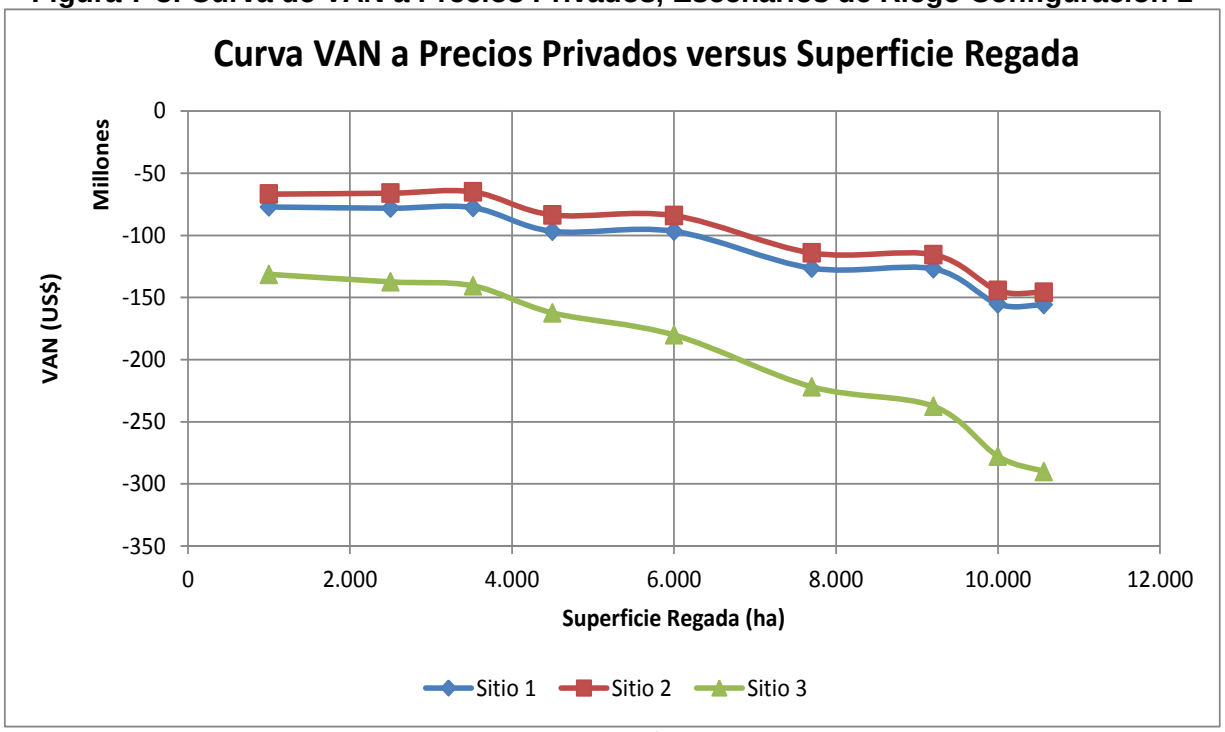
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7-2: Curva de VAN a Precios Sociales, Escenarios de Riego Configuración 2



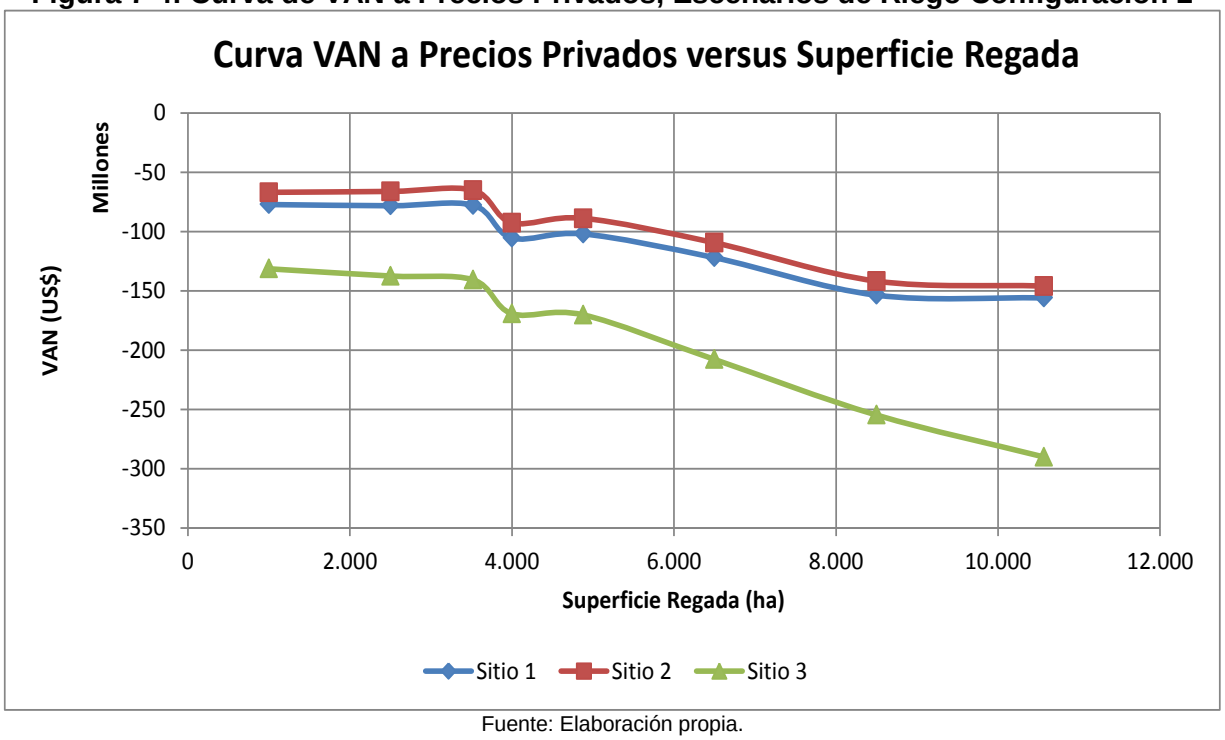
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7-3: Curva de VAN a Precios Privados, Escenarios de Riego Configuración 1



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7-4: Curva de VAN a Precios Privados, Escenarios de Riego Configuración 2



Fuente: Elaboración propia.

8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se realizó un análisis de la sensibilidad en torno al tamaño de mayor rentabilidad para el riego correspondiente a las 10.567 ha asociadas a los sectores Niblinto, Coihueco y Cato. Se sensibilizaron las siguientes variables:

- Inversión en obras de embalse y riego
- Beneficios agronómicos
- Tasa de descuento
- Período de ejecución de las obras
- Eficiencia de riego, se evaluó una disminución en las eficiencias de riego de cada método de riego (Goteo: 90 a 75%; Cinta 90 a 75%; Pivote 90 a 75%; Aspersión75 a 65%), resultando una disminución del riego promedio de un 14 %, lo cual se traduce en una disminución de los beneficios agroeconómicos en un 10,8%.
- Tecnificación del riego, se efectuó la sensibilización del efecto ocasionado por el porcentaje de superficie a asignar en situación futura o con proyecto con riego presurizado o tecnificado (78%). Para un 20% del área con riego tecnificado se tiene una disminución de los beneficios agroeconómicos de un 36,1%, asimismo, para un 30% del área con riego tecnificado los beneficios disminuyen en un 28,9%. Finalmente, para un 70% de la superficie con riego tecnificado resulta una disminución de un 7,4% de los beneficios.
- Período de Transferencia Tecnológica, se evaluaron 3 casos correspondientes al aumento en 3 años del período de transferencia tecnológica y a la disminución en 1 y 3 años de este mismo parámetro.

Tanto para un aumento de la inversión en obras de embalse y riego de un 32% como para una disminución de los beneficios agronómicos en un 24% el sitio de embalse 1 deja de ser rentable económicamente, mientras que el sitio 2 sigue presentando un VAN positivo para un aumento en los costos de un 20%, dejando de ser rentable para un aumento de un 38% de este ítem. En el caso de una disminución de los beneficios, el sitio 2 deja de ser rentable para una disminución de un 27% o superior.

Respecto a la sensibilidad del proyecto con el valor de la tasa de descuento, tanto para el sitio 1 como para el 2 el proyecto no es rentable para tasas mayores o iguales al 8%.

En ambos sitios se aprecia un decaimiento en la rentabilidad si se aumenta el período de ejecución de las obras, sin embargo el proyecto de riego de la superficie máxima sigue siendo rentable para el caso en que las obras tardan 10 años en construirse.

En referencia a la disminución de la eficiencia de riego en un 14%, se tiene que la rentabilidad del sitio 1 disminuye en un 46% mientras que en el sitio 2 el efecto es levemente menor (disminución de un 41%).

Por otro lado, ambos sitios dejan de ser rentables para una disminución del área con riego tecnificado de 20% y 30% del área total, no así para un 70% del área con riego tecnificado.

Finalmente, si se prolonga el período de transferencia tecnológica en 3 años respecto de la situación base, ambos sitios dejan de ser rentables. Por otro lado si se disminuye dicho período de transferencia tecnológica en 3 años la rentabilidad del proyecto aumenta en un 96% para el sitio 1 y en un 85% para el sitio 2.

Tabla 8-1: Análisis de Sensibilidad

Costo Obras (%)	Beneficios Agronómicos (%)	Tasa de Descuento (%)	Período Ejecución Obras (años)	Disminución Eficiencia de Riego Promedio (%)	Tecnificación Riego (%)	Transferencia Tecnológica (años)	Sitio	VAN (US$)	TIR (%)	IVAN	Variación Rentabilidad (%)
0	0						1	93.571.055	7,8%	0,3	0%
50								-53.430.447	5,2%	-0,1	-157%
20								34.770.455	6,6%	0,1	-63%
-20								152.371.656	9,3%	0,6	63%
-50								240.572.557	12,4%	1,6	157%
	50							292.297.854	10,6%	1,0	212%
	20							173.061.775	9,0%	0,6	85%
	-20							14.080.336	6,3%	0,0	-85%
	-50							-105.155.744	3,3%	-0,3	-212%
		8						-14.388.003	7,6%	0,0	-115%
		10						-77.023.110	7,5%	-0,3	-182%
		20						-157.015.494	7,1%	-0,5	-268%
			3					116.344.859	8,2%	0,4	24%
			10					42.492.797	7,1%	0,2	-55%
				14				50.646.067	7,0%	0,2	-46%
					20			-49.909.694	4,8%	-0,2	-153%
					30			-21.293.034	5,5%	-0,1	-123%
					70			64.159.489	7,3%	0,2	-31%
						3		-25.872.857	5,5%	-0,1	-128%
						-1		126.509.844	8,5%	0,4	35%
						-3		182.950.445	10,0%	0,6	96%
0	0						2	105.608.436	8,1%	0,4	0%
50								-35.410.396	5,4%	-0,1	-134%
20								49.200.903	6,9%	0,1	-53%
-20								162.015.968	9,5%	0,7	53%
-50								246.627.267	12,7%	1,7	134%
	50							304.335.235	10,9%	1,0	188%
	20							185.099.155	9,3%	0,6	75%
	-20							26.117.716	6,6%	0,1	-75%
	-50							-93.118.363	3,5%	-0,3	-188%
		8						-3.226.166	7,9%	0,0	-103%
		10						-66.557.075	7,8%	-0,2	-163%
		20						-148.836.492	7,4%	-0,5	-241%
			3					128.776.933	8,5%	0,5	22%
			10					52.546.390	7,4%	0,2	-50%
				14				62.683.447	7,3%	0,2	-41%
					20			-37.872.313	5,1%	-0,1	-136%
					30			-9.255.654	5,8%	0,0	-109%
					70			76.196.869	7,5%	0,3	-28%
						3		-13.835.477	5,7%	0,0	-113%
						-1		138.547.224	8,8%	0,5	31%
						-3		194.987.825	10,3%	0,7	85%

Fuente: Elaboración propia.

9 RECOMENDACIÓN SOBRE EL TAMAÑO DEL PROYECTO

De la evaluación económica efectuada, se obtuvo que la máxima rentabilidad se logra para la superficie potencial máxima, es decir, las 10.567 ha. Sin embargo, como la curva de VAN es creciente en el tramo 10.000 a 10.567 ha, se incorporó un punto ficticio a la curva asociado a una superficie de riego de 14.000 ha.

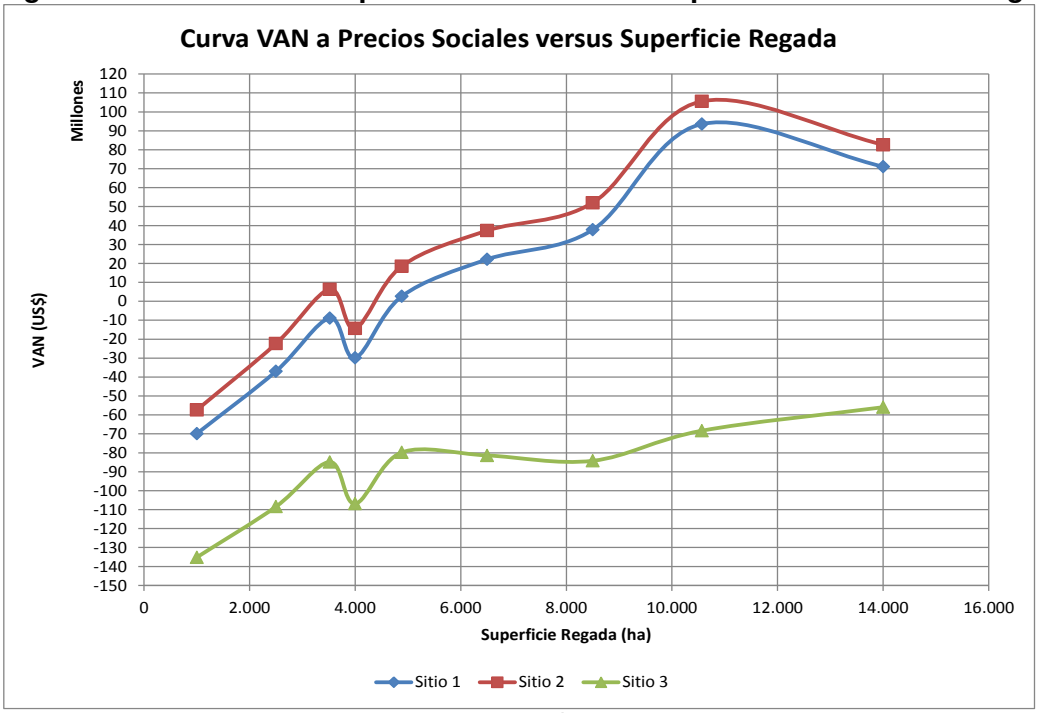
Este análisis se realizó con el fin de conocer la tendencia de la rentabilidad del proyecto frente a la incorporación de superficie de riego. Se supuso que el aumento de área se incorpora de forma equitativa a cada sector. Además, puesto que dicho aumento de superficie significa también un aumento del tamaño de las obras de embalse y por ende de los requerimientos de yacimientos, se aumentaron los costos de los rellenos en un 70%.

Este aumento del costo de los rellenos refleja el efecto de la limitación de yacimientos en la zona de proyecto.

Finalmente, el análisis descrito arrojó una caída en la rentabilidad del proyecto frente al aumento ficticio de área máxima. Lo anterior permite concluir que el tamaño de la superficie de riego beneficiada es 10.567 ha.

Altura Muro (m)		Volumen Útil (hm^3)		Volumen Útil (hm^3)	
Sitio 1	Sitio 2	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 1	Sitio 2
119,1	118,4	115,7	116,9	140,1	150,3

Figura 9-1: Curva de VAN para Extensión de la Superficie Máxima de Riego



Fuente: Elaboración Propia.

RESPALDOS DE ANEXOS
(en digital)