ESTUDIO EVALUACIÓN TÉCNICA PRELIMINAR DE PROYECTOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE MENOS DE 20 MW DE POTENCIA ASOCIADAS A OBRAS DE RIEGO

INFORME FINAL

TOMO III

PREDISEÑOS CONCEPTUALES DE MINICENTRALES HIDROELÉCTRICAS EN REGIÓN DEL BÍO-BÍO

SANTIAGO, ABRIL 2011

PROCIVIL INGENIERIA LTDA.
Dir: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA – SANTIAGO
Fonos: 02-2358656 02-2360325 e-mail: procivil@entelchile.net www.procivil.cl

ÍNDICE

TOMO III: PREDISEÑOS CONCEPTUALES DE MINICENTRALES HIDROELÉCTRICAS EN REGIÓN DEL BÍO-BÍO

Proy. Nº10: Canal Laja Sur – Canal Peral Norte – Descarga a Estero Diuto Nº2, Río Laja

1.-	Antecedentes Generales.	1.1.-
1.1.	Nombre del proyecto.	1.2.-
1.2.-	Región y comuna.	1.2.-
1.3.	Fuente hídrica.	1.2.-
1.4.-	Organización y regantes.	1.2.-
1.5.-	Informantes.	1.2.-
2.-	Carta de interés	2.1.-
2.1.-	Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).	2.2.-
2.2.-	Respuesta de la organización.	2.4.-
3.-	Antecedentes del proyecto.	3.1.-.
3.1.-	Descripción.	3.2.-.
3.2.-	Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno. . . .	3.3.-.
3.2.1.-	Planta topográfica general.	3.3.-
3.2.2.-	Foto satelital.	3.4.-
3.2.3.-	Fotografías de terreno	3.5.-
3.3.-	Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia. .	3.11.-
3.4.-	Modelo operacional y de negocios.	3.11.-
4.-	Hidrología y cálculos hidráulicos.	4.1.-.
4.1-	Hidrología.	4.2.-
4.2-	Cálculos hidráulicos	4.15.-
4.2.1.-	Cálculo de capacidad del cana	4.15.-
4.2.2.-	Pérdidas por infiltración	4.20.-
4.3.-	Caudales de generación o turbinables.	4.26.-
5.-	Topografía	5.1.-
5.1.-	Generalidades y contenidos	.5.2-
6.-	Prediseño de obras	6.1.-
6.1.-	Obras civiles.	6.2.-
6.1.1.-	Desarenadores, vertederos de carga y rejas.	6.2. -
6.1.1.1.-	Metodología de cálculo del desarenador	6.2. -
6.1.1.2.-	Metodología de cálculo de la reja	6.4.-
6.1.1.3.-	Metodología de cálculo del vertedero	6.5.-
6.1.2.-	Cámara de carga	6.6.-
6.1.3.-	Determinación de diámetros de tubería. Pérdidas de carga friccionales y singulares. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga.	6.7.-

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ÍNDICE GENERAL – TOMO III PREDISEÑOS CONCEPTUALES REGIÓN DEL BÍO-BÍO
(CONTINUACIÓN TOMO III – PROY. Nº10: CANAL LAJA SUR – CANAL PERAL NORTE – DESCARGA A ESTERO DIUTO Nº2, RÍO LAJA)

6.1.4.- Altura de succión admisible en descarga de turbinas (NPSH). . . 6.9.-
6.2.- Obras electromecánicas. 6.10.-
6.3.- Obras de transmisión 6.11.-
6.3.1.- Conexión a la red. 6.11.-
6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica 6.11.-
6.3.1.2.-Ubicación y caracterización de líneas más cercanas. . . . 6.12.-
6.3.1.3.-Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño . . 6.15.-

6.4.- Listado Planos de prediseño conceptual y topografía . . . 6.20.-
6.5.- Cubicaciones y presupuesto 6.21.-

7.- Evaluación económica y financiera. 7.1.-
7.1.- Beneficios. 7.2.-
7.2.- Inversiones y costos. 7.3.-
7.3.- Evaluación económica. 7.5.-
7.3.1.- Potencia optimizada. 7.5.-
7.3.2.- Flujo económico anual. 7.6.-
7.3.3.- Sensibilizaciones. 7.10.-
7.4.- Análisis financiero. 7.15.-
7.4.1.- Parámetros del análisis financiero. 7.15.-
7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero. 7.18.-
7.5.- Resumen de parámetros económicos. 7.19.-

8.- Conclusiones y recomendaciones. 8.1.-

Anexos

Anexo A: Hidrología y caudales de generación

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A-8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

A.3.- Caudales de generación A-11.-

Anexo B: Evaluación económica y financiera

Anexo B.1.- Energía Mensual B-3.-
Anexo B.2.- Flujo Mensual B-10.-
Anexo B.3.- Análisis Financiero B-19.-

ÍNDICE GENERAL – TOMO III PREDISEÑOS CONCEPTUALES REGIÓN DEL BÍO-BÍO
(CONTINUACIÓN TOMO III – PROY.Nº11: CANAL LAJA SUR – CANAL RARINCO QUILQUE – DESCARGA A ESTERO DIUTO Nº3, RÍO LAJA)

Proy.Nº11: Canal Laja Sur – Canal Rarinco Quilque – Descarga a Estero Diuto Nº3, Río Laja

1.-	Antecedentes Generales.	1.1.-
1.1.	Nombre del proyecto.	1.2.-
1.2.-	Región y comuna.	1.2.-
1.3.	Fuente hídrica.	1.2.-
1.4.-	Organización y regantes.	1.2.-
1.5.-	Informantes.	1.2.-
2.-	Carta de interés	2.1.-
2.1.-	Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).	2.2.-
2.2.-	Respuesta de la organización.	2.4.-
3.-	Antecedentes del proyecto.	3.1.-.
3.1.-	Descripción.	3.2.-.
3.2.-	Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno.	3.3.-.
3.2.1.-	Planta topográfica general.	3.3.-
3.2.2.-	Foto satelital.	3.4.-
3.2.3.-	Fotografías de terreno	3.5.-
3.3.-	Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia.	3.9.-
3.4.-	Modelo operacional y de negocios.	3.9.-
4.-	Hidrología y cálculos hidráulicos.	4.1.-.
4.1-	Hidrología.	4.2.-
4.2-	Cálculos hidráulicos	4.10.-
4.2.1.-	Cálculo de capacidad del cana	4.10.-
4.2.2.-	Pérdidas por infiltración	4.12.-
4.3.-	Caudales de generación o turbinables.	4.17.-
5.-	Topografía	5.1.-
5.1.-	Generalidades y contenidos	5.2.-
6.-	Prediseño de obras	6.1.-
6.1.-	Obras civiles.	6.2.-
6.1.1.-	Desarenadores, vertederos de carga y rejas.	6.2. -
6.1.1.1.-	Metodología de cálculo del desarenador	6.2. -
6.1.1.2.-	Metodología de cálculo de la reja	6.4.-
6.1.1.3.-	Metodología de cálculo del vertedero	6.5.-
6.1.2.-	Cámara de carga	6.6.-
6.1.3.-	Machones de anclaje	6.7.-
6.1.3.1.-	Dimensionamiento de machones de anclaje.	6.7.-
6.1.3.2.-	Consideraciones de diseño	6.12.-

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.1.3.3.-Cálculo cubicación de machones de anclaje. 6.13.-
6.1.4.- Determinación de diámetros de tubería y pérdidas de carga friccionales y singulares según Hazen Williams. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga. 6.15.-
6.2.- Obras electromecánicas. 6.17.-
6.3.- Obras de transmisión 6.18.-
6.3.1.- Conexión a la red. 6.18.-
6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica 6.18.-
6.3.1.2.-Ubicación y caracterización de líneas más cercanas. . . . 6.19.-
6.3.1.3.-Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño . . 6.22.-
6.4.- Listado Planos de prediseño conceptual y topografía . . . 6.27.-
6.5.- Cubicaciones y presupuesto 6.28.-

7.- Evaluación económica y financiera. 7.1.-
7.1.- Beneficios. 7.2.-
7.2.- Inversiones y costos. 7.3.-
7.3.- Evaluación económica. 7.5.-
7.3.1.- Potencia optimizada. 7.5.-
7.3.2.- Flujo económico anual. 7.6.-
7.3.3.- Sensibilizaciones. 7.10.-
7.4.- Análisis financiero. 7.15.-
7.4.1.- Parámetros del análisis financiero. 7.15.-
7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero. 7.18.-
7.5.- Resumen de parámetros económicos. 7.20.-

8.- Conclusiones y recomendaciones. 8.1.-

Anexos

Anexo A: Hidrología y caudales de generación

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A-8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

A.3.- Caudales de generación A-11.-

Anexo B: Evaluación económica y financiera

Anexo B.1.- Energía Mensual B-3.-
Anexo B.2.- Flujo Mensual B-10.-
Anexo B.3.- Análisis Financiero B-19.-

Proy.Nº12: Canal Bío-Bío Negrete – Derivado Rihue, Río Bío-Bío

1.-	Antecedentes Generales.	1.1.-
1.1.	Nombre del proyecto.	1.2.-
1.2.-	Región y comuna.	1.2.-
1.3.	Fuente hídrica.	1.2.-
1.4.-	Organización y regantes.	1.2.-
1.5.-	Informantes.	1.2.-
2.-	Carta de interés	2.1.-
2.1.-	Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).	2.2.-
2.2.-	Respuesta de la organización.	2.4.-
3.-	Antecedentes del proyecto.	3.1.-.
3.1.-	Descripción.	3.2.-.
3.2.-	Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno. . . .	3.3.-.
3.2.1.-	Planta topográfica general.	3.3.-
3.2.2.-	Foto satelital.	3.4.-
3.2.3.-	Fotografías de terreno	3.5.-
3.3.-	Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia. .	3.11.-
3.4.-	Modelo operacional y de negocios..	3.11.-
4.-	Hidrología y cálculos hidráulicos.	4.1.-.
4.1-	Hidrología.	4.2.-
4.2-	Cálculos hidráulicos.	4.5.-.
4.2.1.-	Cálculo de capacidad del canal	4.5.-.
4.2.2.-	Pérdidas por infiltración	4.7.-
4.3.-	Caudales de generación o turbinables.	4.12.-
5.-	Topografía	5.1.-
5.1.-	Generalidades y contenidos	5.2.-
6.-	Prediseño de obras	6.1.-
6.1.-	Obras civiles.	6.2.-
6.1.1.-	Desarenadores, vertederos de carga y rejas.	6.2.-
6.1.1.1.-	Metodología de cálculo del desarenador	6.2.-
6.1.1.2.-	Metodología de cálculo de la reja	6.4.-
6.1.1.3.-	Metodología de cálculo del vertedero	6.5.-
6.1.2.-	Cámara de carga	6.6.-
6.1.3.-	Machones de anclaje	6.7.-
6.1.3.1.-	Dimensionamiento de machones de anclaje.	6.7.-
6.1.3.2.-	Consideraciones de diseño	6.12.-
6.1.3.3.-	Cálculo cubicación de machones de anclaje.	6.14.-

6.1.4.- Determinación de diámetros de tubería y pérdidas de carga friccionales y singulares según Hazen Williams. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga. 6.15.-
6.2.- Obras electromecánicas. 6.17.-
6.3.- Obras de transmisión 6.18.-
6.3.1.- Conexión a la red. 6.18.-
6.3.1.1.- Restricciones físicas y de interconexión eléctrica 6.18.-
6.3.1.2.- Ubicación y caracterización de líneas más cercanas. . . . 6.19.-
6.3.1.3.- Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño . . 6.22.-
6.4.- Listado planos de prediseño conceptual y topografía . . . 6.27.-
6.5.- Cubicaciones y presupuesto 6.28.-

7.- Evaluación económica y financiera. 7.1.-
7.1.- Beneficios. 7.2.-
7.2.- Inversiones y costos. 7.3.-
7.3.- Evaluación económica. 7.5.-
7.3.1.- Potencia optimizada. 7.5.-
7.3.2.- Flujo económico anual. 7.6.-
7.3.3.- Sensibilizaciones. 7.10.-
7.4.- Análisis financiero. 7.15.-
7.4.1.- Parámetros del análisis financiero. 7.15.-
7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero. 7.18.-
7.5.- Resumen de parámetros económicos. 7.20.-

8.- Conclusiones y recomendaciones. 8.1.-

Anexos

Anexo A: Hidrología y caudales de generación

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A-8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

A.3.- Caudales de generación A-11.-

Anexo B: Evaluación económica y financiera

Anexo B.1.- Energía Mensual B-3.-
Anexo B.2.- Flujo Mensual B-10.-
Anexo B.3.- Análisis Financiero B-19.-

ÍNDICE GENERAL – TOMO III PREDISEÑOS CONCEPTUALES REGIÓN DEL BÍO-BÍO
(CONTINUACIÓN TOMO III – PROY. Nº13: CANAL BÍO-BÍO NEGRETE – DERIVADO RIHUE, LA TURBINA, RIO BÍO-BÍO)

Proy. Nº13: Canal Bío-Bío Negrete – Derivado Rihue, La Turbina, Rio Bío-Bío

1.-	Antecedentes Generales.	1.1.-
1.1.	Nombre del proyecto..	1.2.-
1.2.-	Región y comuna.	1.2.-
1.3.	Fuente hídrica.	1.2.-
1.4.-	Organización y regantes.	1.2.-
1.5.-	Informantes.	1.2.-
2.-	Carta de interés	2.1.-
2.1.-	Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).	2.2.-
2.2.-	Respuesta de la organización.	2.4.-
3.-	Antecedentes del proyecto.	3.1.-.
3.1.-	Descripción.	3.2.-.
3.2.-	Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno. . . .	3.3.-.
3.2.1.-	Planta topográfica general.	3.3.-
3.2.2.-	Foto satelital.	3.4.-
3.2.3.-	Fotografías de terreno	3.5.-
4.-	Hidrología y cálculos hidráulicos.	4.1.-.
4.1-	Hidrología.	4.2.-
4.2-	Cálculos hidráulicos	4.5.-.
4.2.1.-	Cálculo de capacidad del cana	4.5.-.
4.2.2.-	Pérdidas por infiltración	4.11.-
5.-	Topografía	5.1.-
5.1.-	Generalidades	5.2.-
6.-	Prediseño de obras	6.1.-
6.1.-	Listado Planos de prediseño conceptual y topografía . . .	6.2.-
6.2.-	Cubicaciones y presupuesto	6.3.-
7.-	Evaluación económica y financiera.	7.1.-
7.1.-	Beneficios.	7.2.-
7.2.-	Inversiones y costos.	7.2.-
7.3.-	Evaluación económica.	7.3.-
7.3.1.-	Flujo económico anual.	7.3.-
7.4.-	Resumen de parámetros económicos.	7.5.-
8.-	Conclusiones y recomendaciones.	8.1.-

Anexos

Anexo A: Hidrología

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A-8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

Anexo B: Equipos

B.1.- Curvas características bomba Vogt 670. . . . . B.3.-

B.2.- Catálogo de correas y poleas. B.4.-
B.2.1.- Catálogo de correas. B.4.-
B.2.2.- Catálogo de poleas. B.5.-

ÍNDICE GENERAL – TOMO III PREDISEÑOS CONCEPTUALES REGIÓN DEL BÍO-BÍO
(CONTINUACIÓN TOMO III – PROY. Nº14: CANAL BÍO-BÍO SUR – DERIVADO LICURA MUNILQUE, SECTOR PUERTAS BLANCAS, RÍO BÍO-BÍO)

Proy. Nº14: Canal Bío-Bío Sur – Derivado Licura Munilque, Sector Puertas Blancas, Río Bío-Bío

1.- Antecedentes Generales. 1.1.-
1.1. Nombre del proyecto. 1.2.-
1.2.- Región y comuna. 1.2.-
1.3. Fuente hídrica. 1.2.-
1.4.- Organización y regantes. 1.2.-
1.5.- Informantes. 1.2.-

2.- Carta de interés 2.1.-
2.1.- Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR). 2.2.-
2.2.- Respuesta de la organización. 2.4.-

3.- Antecedentes del proyecto. . . . . 3.1.-.
3.1.- Descripción. . . . . 3.2.-.
3.2.- Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno. . . . 3.3.-.
3.2.1.- Planta topográfica general. 3.3.-
3.2.2.- Foto satelital. 3.4.-
3.2.3.- Fotografías de terreno 3.5.-
3.3.- Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia. . 3.9.-
3.4.- Modelo operacional y de negocios.. . . . . 3.9.-

4.- Hidrología y cálculos hidráulicos. 4.1.-
4.1- Hidrología. 4.2.-
4.2- Cálculos hidráulicos 4.6.-
4.2.1.- Cálculo de capacidad del cana 4.6.-
4.2.2.- Pérdidas por infiltración 4.9.-
4.3.- Caudales de generación o turbinables. 4.14.-

5.- Topografía 5.1.-
5.1.- Generalidades y contenidos 5.2.-

6.- Prediseño de obras 6.1.-
6.1.- Obras civiles. 6.2.-
6.1.1.- Desarenadores, vertederos de carga y rejas. . . . . 6.2. -
6.1.1.1.-Metodología de cálculo del desarenador . . . . . 6.2. -
6.1.1.2.-Metodología de cálculo de la reja 6.4.-
6.1.1.3.-Metodología de cálculo del vertedero 6.5.-
6.1.2.- Cámara de carga 6.6.-
6.1.3.- Machones de anclaje 6.7.-
6.1.3.1.-Dimensionamiento de machones de anclaje. 6.7.-
6.1.3.2.-Consideraciones de diseño 6.12.-
6.1.3.3.-Cálculo cubicación de machones de anclaje. 6.13.-

6.1.4.- Determinación de diámetros de tubería y pérdidas de carga friccionales y singulares según Hazen Williams. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga. 6.15.-
6.2.- Obras electromecánicas. 6.18.-
6.3.- Obras de transmisión 6.19.-
6.3.1.- Conexión a la red. 6.19.-
6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica 6.19.-
6.3.1.2.-Ubicación y caracterización de líneas más cercanas. . . . 6.20.-
6.3.1.3.-Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño . . 6.23.-
6.4.- Listado Planos de prediseño conceptual y topografía . . . 6.28.-
6.5.- Cubicaciones y presupuesto 6.29.-

7.- Evaluación económica y financiera. 7.1.-
7.1.- Beneficios. 7.2.-
7.2.- Inversiones y costos. 7.3.-
7.3.- Evaluación económica. 7.5.-
7.3.1.- Potencia optimizada. 7.5.-
7.3.2.- Flujo económico anual. 7.6.-
7.3.3.- Sensibilizaciones. 7.10.-
7.4.- Análisis financiero. 7.15.-
7.4.1.- Parámetros del análisis financiero. 7.15.-
7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero. 7.18.-
7.5.- Resumen de parámetros económicos. 7.20.-

8.- Conclusiones y recomendaciones. 8.1.-

Anexos

Anexo A: Hidrología y caudales de generación

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A-8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

A.3.- Caudales de generación A-11.-

Anexo B: Evaluación económica y financiera

Anexo B.1.- Energía Mensual B-3.-
Anexo B.2.- Flujo Mensual B-10.-
Anexo B.3.- Análisis Financiero B-19.-

ÍNDICE GENERAL – TOMO III PREDISEÑOS CONCEPTUALES REGIÓN DEL BÍO-BÍO
(CONTINUACIÓN TOMO III – PROY. Nº15: CANAL BÍO-BÍO SUR – DERIVADO LICURA MUNILQUE, SECTOR QUITRALMÁN, RÍO BÍO-BÍO)

Proy. Nº15: Canal Bío-Bío Sur – Derivado Licura Munilque, Sector Quitralmán, Río Bío-Bío

1.- Antecedentes Generales 1.1.-
1.1. Nombre del proyecto. 1.2.-
1.2.- Región y comuna. 1.2.-
1.3. Fuente hídrica. 1.2.-
1.4.- Organización y regantes. 1.2.-
1.5.- Informantes. 1.2.-

2.- Carta de interés 2.1.-
2.1.- Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR). 2.3.-
2.2.- Respuesta de la organización. 2.4.-

3.- Antecedentes del proyecto. . . . . 3.1.-.
3.1.- Descripción. . . . . 3.2.-.
3.2.- Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno. . . . 3.3.-.
3.2.1.- Planta topográfica general. 3.3.-
3.2.2.- Foto satelital. 3.4.-
3.2.3.- Fotografías de terreno 3.5.-
3.3.- Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia. . 3.9.-
3.4.- Modelo operacional y de negocios. 3.9.-

4.- Hidrología y cálculos hidráulicos. . . . . 4.1.-.
4.1- Hidrología. 4.2.-
4.2- Cálculos hidráulicos . . . . . 4.6.-.
4.2.1.- Cálculo de capacidad del canal . . . . . 4.6.-.
4.2.2.- Pérdidas por infiltración 4.9.-
4.3.- Caudales de generación o turbinables. 4.14.-

5.- Topografía 5.1.-
5.1.- Generalidades y contenidos 5.2.-

6.- Prediseño de obras 6.1.-
6.1.- Obras civiles. 6.2.-
6.1.1.- Desarenadores, vertederos de carga y rejas. . . . . 6.2. -
6.1.1.1.-Metodología de cálculo del desarenador . . . . . 6.2. -
6.1.1.2.-Metodología de cálculo de la reja 6.4.-
6.1.1.3.-Metodología de cálculo del vertedero 6.5.-
6.1.2.- Cámara de carga 6.6.-
6.1.3.- Machones de anclaje 6.7.-
6.1.3.1.-Dimensionamiento de machones de anclaje. 6.7.-
6.1.3.2.-Consideraciones de diseño 6.12.-
6.1.3.3.-Cálculo cubicación de machones de anclaje. 6.13.-

6.1.4.- Determinación de diámetros de tubería. Pérdidas de carga friccionales y singulares. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga.. . . . . 6.15.-
6.2.- Obras electromecánicas. 6.18.-
6.3.- Obras de transmisión 6.19.-
6.3.1.- Conexión a la red. 6.19.-
6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica 6.19.-
6.3.1.2.-Ubicación y caracterización de líneas más cercanas. . . . 6.20.-
6.3.1.3.-Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño . . 6.23.-
6.4.- Listado planos de prediseño conceptual y topografía . . . 6.28.-
6.5.- Cubicaciones y presupuesto 6.29.-

7.- Evaluación económica y financiera. 7.1.-
7.1.- Beneficios. 7.2.-
7.2.- Inversiones y costos. 7.3.-
7.3.- Evaluación económica. 7.5.-
7.3.1.- Potencia optimizada. 7.5.-
7.3.2.- Flujo económico anual. 7.6.-
7.3.3.- Sensibilizaciones. 7.10.-
7.4.- Análisis financiero. 7.14.-
7.4.1.- Parámetros del análisis financiero. 7.14.-
7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero. 7.17.-
7.5.- Resumen de parámetros económicos. 7.19.-

8.- Conclusiones y recomendaciones. 8.1.-

Anexos

Anexo A: Hidrología y caudales de generación

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A-8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

A.3.- Caudales de generación A-11.-

Anexo B: Evaluación económica y financiera

Anexo B.1.- Energía Mensual B-3.-
Anexo B.2.- Flujo Mensual B-10.-
Anexo B.3.- Análisis Financiero B-19.-

PROCIVIL ING. LTDA. Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

PROYECTO Nº 10
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
CANAL LAJA SUR - CANAL PERAL NORTE – DIUTO 2
RÍO LAJA – REGIÓN DEL BÍO-BÍO

INDICE

1.-	Antecedentes Generales.	1.1.-
1.1.	Nombre del proyecto.	1.2.-
1.2.-	Región y comuna.	1.2.-
1.3.	Fuente hídrica.	1.2.-
1.4.-	Organización y regantes.	1.2.-
1.5.-	Informantes.	1.2.-
2.-	Carta de interés	2.1.-
2.1.-	Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).	2.2.-
2.2.-	Respuesta de la organización.	2.4.-
3.-	Antecedentes del proyecto.	3.1.-.
3.1.-	Descripción.	3.2.-.
3.2.-	Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno. . . .	3.3.-.
3.2.1.-	Planta topográfica general.	3.3.-
3.2.2.-	Foto satelital.	3.4.-
3.2.3.-	Fotografías de terreno	3.5.-
3.3.-	Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia. .	3.11.-
3.4.-	Modelo operacional y de negocios..	3.11.-
4.-	Hidrología y cálculos hidráulicos.	4.1.-.
4.1-	Hidrología.	4.2.-
4.2-	Cálculos hidráulicos	4.15.-
4.2.1.-	Cálculo de capacidad del cana	4.15.-
4.2.2.-	Pérdidas por infiltración	4.20.-
4.3.-	Caudales de generación o turbinables.	4.26.-
5.-	Topografía	5.1.-
5.1.-	Generalidades y contenidos	.5.2-
6.-	Prediseño de obras	6.1.-
6.1.-	Obras civiles.	6.2.-
6.1.1.-	Desarenadores, vertederos de carga y rejas.	6.2. -
6.1.1.1.-	Metodología de cálculo del desarenador	6.2. -
6.1.1.2.-	Metodología de cálculo de la reja	6.4.-
6.1.1.3.-	Metodología de cálculo del vertedero	6.5.-
6.1.2.-	Cámara de carga	6.6.-
6.1.3.-	Determinación de diámetros de tubería. Pérdidas de carga friccionales y singulares. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga.	6.7.-
6.1.4.-	Altura de succión admisible en descarga de turbinas (NPSH). . .	6.9.-
6.2.-	Obras electromecánicas.	6.10.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

INDICE

6.3.- Obras de transmisión 6.11.-
6.3.1.- Conexión a la red. 6.11.-
6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica 6.11.-
6.3.1.2.-Ubicación y caracterización de líneas más cercanas. . . . 6.12.-
6.3.1.3.-Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño . . 6.15.-

6.4.- Listado Planos de prediseño conceptual y topografía . . . 6.20.-
6.5.- Cubicaciones y presupuesto 6.21.-

7.- Evaluación económica y financiera. 7.1.-
7.1.- Beneficios. 7.2.-
7.2.- Inversiones y costos. 7.3.-
7.3.- Evaluación económica. 7.5.-
7.3.1.- Potencia optimizada. 7.5.-
7.3.2.- Flujo económico anual. 7.6.-
7.3.3.- Sensibilizaciones. 7.10.-
7.4.- Análisis financiero. 7.15.-
7.4.1.- Parámetros del análisis financiero. 7.15.-
7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero. 7.18.-
7.5.- Resumen de parámetros económicos. 7.19.-

8.- Conclusiones y recomendaciones. 8.2.-

Anexos

Anexo A: Hidrología y caudales de generación

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A-8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

A.3.- Caudales de generación A-11.-

Anexo B: Evaluación económica y financiera

Anexo B.1.- Energía Mensual B-3.-

Anexo B.2.- Flujo Mensual B-10.-

Anexo B.3.- Análisis Financiero B-19.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

INDICE

Planos en álbum.

10-1 -Planta general ubicación canal Peral Norte Diuto 2 situación actual – topografía
10-2 -Perfil longitudinal canal Peral Norte Diuto 2 situación actual - topografía
-Perfil longitudinal canal Peral Norte Diuto 2 situación actual - topografía
10-3 -Planta general de ubicación canal Peral Norte Diuto 2 central hidroeléctrica Situación proyectada
10-4 -Perfil longitudinal canal Peral Norte Diuto 2 obra de generación Situación proyectada
-Planta obra de generación
-Perfil longitudinal canal Peral Norte Diuto 2 obra de purga - situación proyectada

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1.- Antecedentes generales.

1.1. Nombre del proyecto
1.2.- Región y comuna
1.3. Fuente hídrica
1.4.- Organización y regantes
1.5.- Informantes

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1.1.- Nombre del proyecto

Canal Laja Sur - Canal Peral Norte – Diuto 2 – Río Laja

1.2.- Región y Comuna.

Comuna Los Ángeles, Región del Bío-Bío

1.3.- Fuente hídrica.

Río Laja

1.4.- Organización y regantes.

Asociación Canal Laja Sur

1.5.- Informantes.

Administrador	:	Héctor Sanhueza Acevedo
Dirección	:	Avda. Alemania 245 - Los Ángeles
Teléfono	:	43-311198
Celular	:	9-2217613
Correo Electrónico	:	laja@123.cl

2.- Carta de interés

2.1.- Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR)
2.2.- Respuesta de la organización

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

2.1.-Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).

OBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
OMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ORD. : Nº 649 .-

ANT. : "PROGRAMA DE FOMENTO DE MINICENTRALES HIDROELECTRICAS ASOCIADAS A OBRAS DE RIEGO COMPRENDIDAS ENTRE 2 Y 20 MW DE POTENCIA, ENTRE LAS REGIONES VII Y VIII".

MAT. : PETICIÓN CARTA DE COMPROMISO.

INCL. : LO INDICADO.

SANTIAGO, - 9 FEB 2010

DE : SECRETARIO EJECUTIVO (S) – COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO.

A : SR. PATRICIO GUZMÁN A. – PRESIDENTE, ASOCIACIÓN CANALISTAS CANAL LAJA SUR, LOS ÁNGELES, REGIÓN DEL BÍO BÍO.

Como es de su conocimiento, la Comisión Nacional de Riego en convenio con la Comisión Nacional de Energía están desarrollando desde el año 2006 un Programa de Fomento de Minicentrales Hidroeléctricas Asociadas a Obras de Riego comprendidas entre 2 y 20 MW de potencia. Dicho Programa se inició con el Estudio denominado "Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto", CNE – CNR, Octubre 2007, en que se ha detectado en principio un aprovechamiento hidroeléctrico utilizando las aguas e infraestructura de riego pertenecientes a su organización.

Como consecuencia del interés demostrado por muchas de las organizaciones de regantes de seguir avanzando en el estudio específico de sus eventuales aprovechamientos hidroeléctricos, pero ante la carencia de recursos económicos y conocimiento técnico manifestada, este Programa de Fomento de Minicentrales Hidroeléctricas ha decidido profundizar el Estudio de Octubre-2007 antes mencionado a través de un Estudio de Prefactibilidad que analizará quince (15) casos de aprovechamientos hidroeléctricos asociados a obras de riego entre las Regiones VII y VIII con una duración total de seis (6) meses.

Para estos efectos, se llamó a una Licitación Pública presentándose 9 (nueve) firmas consultoras. Después de un proceso de estudio y calificación de las propuestas presentadas, la firma Consultora Procivil Ingeniería Ltda., de vasta experiencia en proyectos de riego, se adjudicó la Licitación. Cabe señalar que como Jefe de Proyecto estará el Ingeniero Civil Sr. Juan. Carlos Croxatto O. y como contraparte técnica profesionales de ambas Comisiones. Es preciso destacar que se contará además con la asesoría de la Oficina de la Unión Europea en Chile, quienes nos aportarán expertos en Centrales Hidráulicas Pequeñas y participarán en la organización de una gira técnica, orientada a las organizaciones de regantes interesadas en aprovechamientos hidroeléctricos asociados a obras de riego, a países europeos con gran experiencia en este tipo de generación eléctrica.

Av. Libertador Bernardo O´Higgins 1449 - 4º Piso
Teléfono: 425 79 00 - Fax: 425 79 01 - 425 79 02 - 425 79 03 - 425 79 05 - Casilla 424 - V, Correo 21 , Santiago - Chile
www.chileriego.cl

2.2.-

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Entre los casos que están pre-seleccionados para incluir en este Estudio de Prefactibilidad está considerado su Canal. La selección definitiva de los quince casos, se hará en conjunto con Procivil Ingeniería Ltda. En la fase inicial del Estudio, se exigirá como condición previa una Carta Compromiso de su Organización, la cual manifieste su real interés y más amplio compromiso de cooperación y participación en este Estudio. Al respecto, se adjunta un modelo de dicha "Carta Compromiso" la que rogamos hacer llegar firmada a la mayor brevedad.

Saluda atentamente a Ud.,

REPUBLICA DE CHILE * SECRETARIA EJECUTIVA * COMISION NACIONAL DE RIEGO

PEDRO LEÓN UGALDE ENRÍQUEZ
SECRETARIO EJECUTIVO (S)

RBA/VAR/MGS/spl
ORD034Pet.CartaCompromiso_P.Fom.Minicentrales.PGuzmán (mgs)
Archivo DED

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449 - 4° Piso
Teléfono: 425 79 00 - Fax: 425 79 01 - 425 79 02 - 425 79 03 - 425 79 05 - Casilla 424 - V, Correo 21 , Santiago - Chile
www.chileriego.cl

2.2.- Respuesta de la organización

Los Ángeles, 15 de Febrero, 2010

Señor
Nelson Pereira Muñoz
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Riego
SANTIAGO

COMISION NACIONAL DE RIEGO
OFICINA DE PARTES
Nº 1404 Código 89032
Fecha 19 FEB 2010

Muy Señor Nuestro:

La organización que represento ha tomado conocimiento de los objetivos del Estudio **"Evaluación técnica preliminar de proyectos de centrales hidroeléctricas de menos de 20 MW de potencia asociadas a obras de riego"**, que será ejecutado por la empresa PROCIVIL para la CNR y CNE y:

- Manifiesta su interés en apoyar la ejecución de este estudio, cooperando activamente poniendo a disposición de la firma consultora los antecedentes disponibles ya sean topográficos (planos, fotos, etc.), hidrológicos (caudales máximos, mínimos, medios, calidad físico químico, etc.), obras de arte (planos de bocatomas, sifones, canoas, marcos partidores, entregas, etc.) y cualquier otro anteproyecto hidroeléctrico realizado anteriormente.

- Manifiesta su interés en conocer los resultados del estudio, para las oportunidades que estén bajo la jurisdicción de esta organización, que entendemos será un apoyo para las conversaciones que decidamos emprender con posterioridad con diferentes inversionistas o empresas hidroeléctricas.

Agradeciendo la oportunidad, saluda atentamente a Ud.

ASOCIACION DE CANALISTAS DEL CANAL LAJA SUR
PRESIDENTE

Patricio Guzmán Acuña
Presidente
Asociación de Canalistas – Canal Laja Sur
Los Angeles – Región del Bío Bío

Atte.
22.02.10

2.4.-

3.- Antecedentes del proyecto

3.1.- Descripción
3.2.- Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno
3.3.- Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia
3.4.- Modelo operacional y de negocios

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.1.- Descripción

El objetivo de este proyecto es profundizar el diagnóstico de la central hidroeléctricas asociada al canal Laja Sur derivado Peral Norte, el que fue catastrado en el estudio "Estimación del potencial hidroeléctrico asociado a obras de riego existentes o en proyecto, CNR-CNE, 2007", mediante una mejor evaluación de su potencial y caracterización de pr oyectos seleccionados, con la finalidad de v incularlos con instrumentos de fomento existentes.

Las visitas a terreno han sido coordinadas con el Sr. Ing. Patricio Sáez y las reuniones se han realizado con el Presidente del canal Sr. Patricio Guzmán.

En bocatoma del Canal Laja Sur se captan 57 m^3/s. El canal matriz de 30 km, descarga a los esteros que forman parte del sistema secundario de distribución, en los cuales se emplazan compuertas laterales de extracción hacia los canales de la red terciaria de riego.

Los puntos de generación se ubican cercanos a las líneas eléctricas existentes.

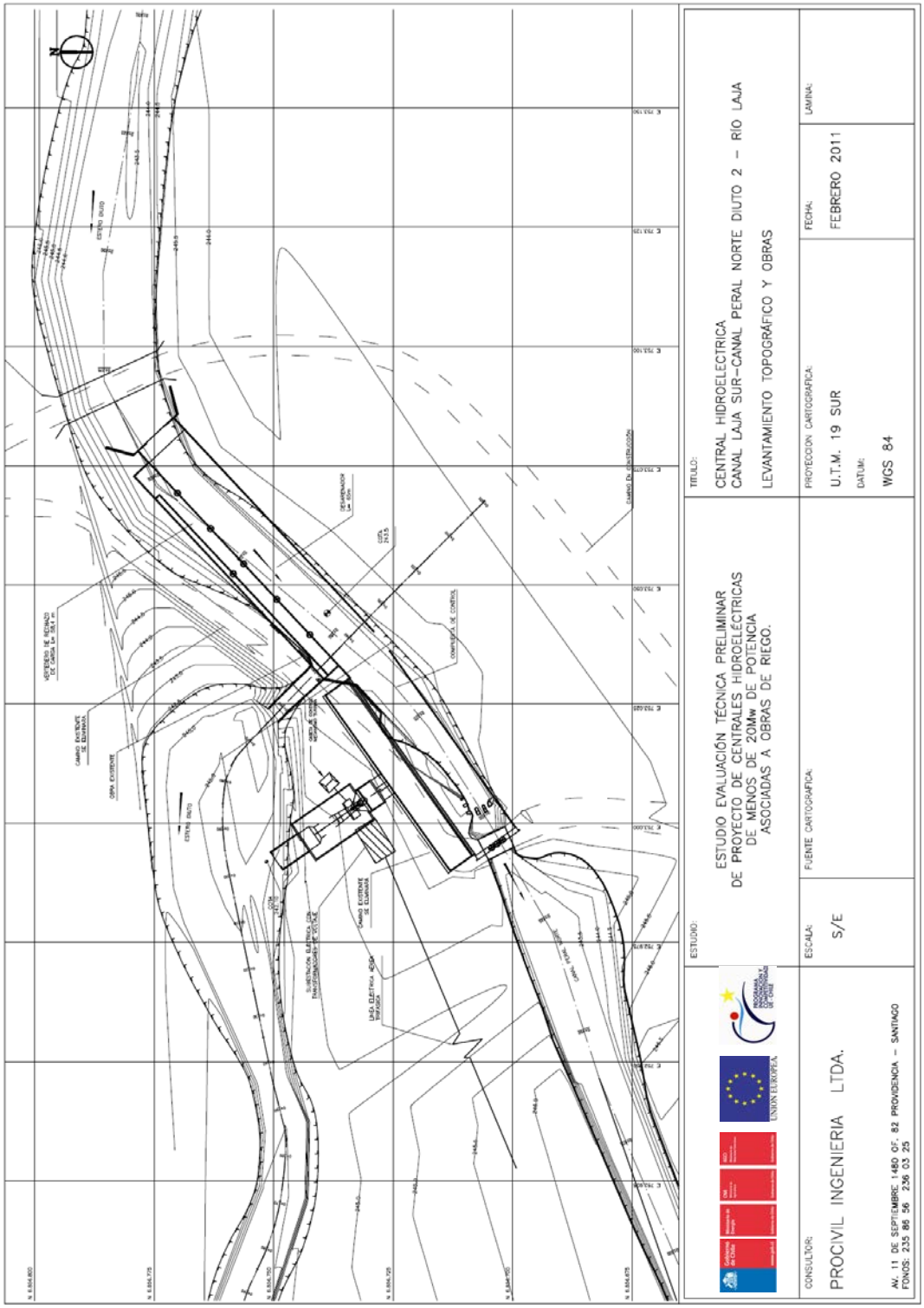
El canal Peral Norte presenta un potencial hidroeléctrico asociado a la descarga al estero Diuto, en la alternativa de generación denominada Diuto 2.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.2.- Antecedentes Gráficos de ubicación y fotos de terreno

3.2.1.- Planta Topográfica general

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE CENTRAL HIDROELECTRICA
CANAL LAJA SUR –CANAL PERAL NORTE DIUTO 2 – RÍO LAJA



3.3.-

3.2.2.- Foto Satelital

3.4.-

3.2.3.- Fotografías de terreno

A continuación se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno y una pequeña reseña del contenido de las mismas.

Foto Nº 1: Vista general hacia aguas arriba de la aproximación hacia la obra de admisión del canal Peral Norte. La obra de conducción corresponde a la canalización de un estero natural.

Foto Nº 2: Vista general hacia aguas debajo de la canalización hacia la obra de admisión del Canal Peral Norte. A la derecha de la foto se aprecia la descarga al estero Diuto, que comienza a la izquierda de la foto, atraviesa el camino de servicio y descarga mediante un rápido, al estero, ala derecha de la foto.

Foto Nº 3: Vista hacia aguas arriba de las Compuertas del Canal Peral Norte. La obra de descarga para la central, se ubica a unos 50 metros hacia aguas arriba.

Foto Nº 4: Caída a Estero Diuto hacia aguas abajo.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 1

FOTO Nº 2

FOTO Nº 3

FOTO Nº 4

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Foto Nº 5 y Foto Nº 6: Hacia aguas arriba de la canalización a compuerta del C Peral Norte. Ubicación de la futura cámara de carga en el borde derecho del canal. Se aprecian los bordes actuales desplomados.

Foto Nº 7: Vista hacia aguas abajo y de la entrada al rápido de descarga, bajo el camino de servicio.

Foto Nº 8: Vista de la actual entrada al rápido de descarga y su puente provisorio encima.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 5

FOTO Nº6

FOTO Nº7

FOTO Nº8

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Foto Nº 9: Hacia aguas arriba del E. Diuto. Caída del rápido de descarga al Estero.

Foto Nº 10: Detalle de la caída al Estero.

Foto Nº 11: Vista general de la caída. Lugar de emplazamiento de la eventual central de pasada.

Foto Nº 12: Hacia aguas abajo del Estero Diuto, desde el punto de la descarga.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 9

FOTO Nº 10

FOTO Nº 11

FOTO Nº 12

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.-Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia

Los caudales factibles de turbinar en la Central Diuto 2 provienen del Canal Laja Sur. Este canal entrega el caudal correspondiente al estero Diuto, en el que se encuentra la bocatoma del canal Peral Norte.

Este canal tiene una capacidad de hasta 18 m^3/s

Lo que asociado al caudal de 18m^3/s, permite asegurar una generación cercana a 0,53 Mw. La tubería presurizada es de trazado mínimo, de unos 4 a 5m de longitud. Los terrenos del proyecto tienen servidumbre del canal.

Para la obtención de los caudales turbinables, se realizó una transposición desde la estación fluviométrica indicada hasta la bocatoma del canal, con la debida corrección por la influencia del propio canal debido a que la estación se encuentra ubicada aguas abajo de su bocatoma.

La altura de caída bruta se determino a través de la topografía realizada en la zona. Esta caída es de 2,2 m, y corresponde a una caída en una canoa de hormigón que funciona actualmente como descarga del estero Diuto y continuación de este.

3.4.- Modelo operacional y de negocios

Esta central opera con los caudales en el sector de la descarga denominada Diuto 2, que corresponden a aprox. 18 m^3/s.

En los meses de invierno, mayo a agosto, la central opera con todo el caudal del sector, con hasta 18 m^3/s.

En los meses de verano, septiembre a abril, la central considera los caudales de invierno, sin considerar el caudal correspondiente a la demanda de riego del canal Peral Norte.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.- Hidrología y cálculos hidráulicos

4.1- Hidrología
4.2- Cálculos hidráulicos
4.3.- Caudales de generación o turbinables

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.1.- Hidrología

El canal Peral Norte recibe recursos del río Laja a través del estero Diuto. Estos recursos son entregados al estero a través del canal Laja Sur.

Los recursos en el sector de la bocatoma del canal Laja Sur se pueden caracterizar a través de la estadística de la estación fluviométrica "Río Laja en Tucapel"

CUADRO Nº4.1-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m³/s]
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RIO LAJA EN TUCAPEL
ESTADÍSTICA RELLENADA Y CORREGIDA - REGIÓN DEL BÍO BÍO

CUENCA	RIO BÍO BÍO	**SUB-CUENCA**	RIO LAJA	**FUENTE HÍDRICA**	RIO LAJA

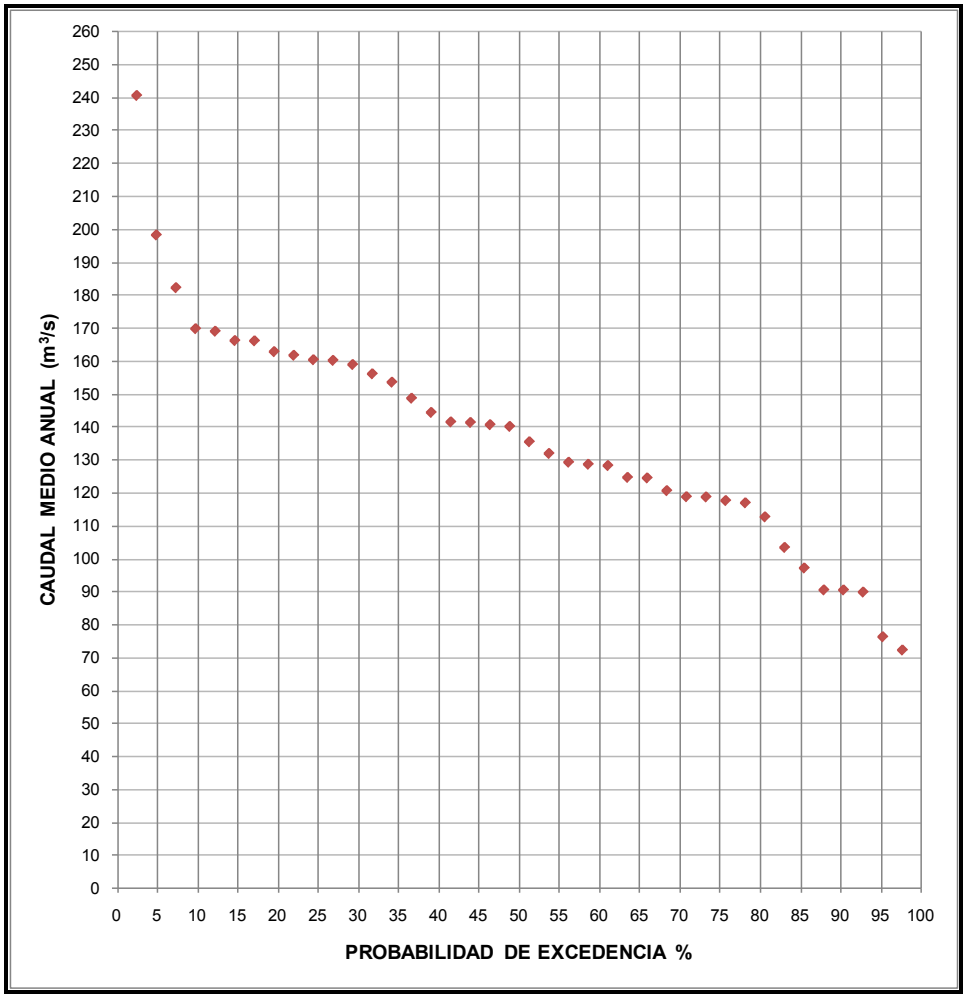
NOMBRE ESTACIÓN	RIO LAJA EN TUCAPEL	**CÓDIGO BNA**	08380001-1	**COORDENADAS UTM** [m] (Huso 18, Datum PSAD 56)	5.869.547 N	238.455 E
ALTITUD [msnm]	303					

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m³/s]												Q medio anual [m³/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1960/61	73,10	84,30	267,00	219,00	178,00	188,00	225,00	129,00	65,20	43,10	29,10	45,50	128,858
2	1961/62	78,20	100,00	162,00	342,00	198,00	306,00	286,00	185,00	118,00	43,60	28,50	28,40	156,308
3	1962/63	47,30	85,90	133,00	139,00	196,00	142,00	124,00	64,30	32,20	35,30	41,90	47,70	90,717
4	1963/64	58,40	78,70	127,00	229,00	246,00	259,00	229,00	263,00	168,00	76,40	28,20	24,10	148,900
5	1964/65	45,80	90,10	123,00	130,00	128,00	174,00	126,00	87,10	85,50	38,40	33,00	27,60	90,708
6	1965/66	125,00	197,00	289,00	279,00	328,00	175,00	200,00	207,00	233,00	74,10	40,30	42,00	182,450
7	1966/67	72,00	118,00	198,00	335,00	207,00	204,00	176,00	172,00	281,00	131,00	74,90	61,90	169,233
8	1967/68	73,00	145,00	148,00	166,00	252,00	232,00	261,00	191,00	102,00	56,50	50,70	57,90	144,592
9	1968/69	79,40	107,00	91,10	97,40	129,00	92,70	73,00	78,90	47,20	30,00	20,00	24,00	72,475
10	1969/70	80,60	208,00	388,00	246,00	286,00	243,00	173,00	164,00	87,40	36,80	40,40	42,60	166,317
11	1970/71	49,20	106,00	210,00	174,00	182,00	142,00	160,00	141,00	108,90	48,80	54,70	50,70	118,942
12	1971/72	68,00	191,00	172,00	308,00	263,00	186,00	176,00	140,90	90,90	26,90	22,30	39,10	140,342
13	1972/73	66,70	402,00	483,00	355,00	434,00	356,00	355,00	206,00	108,00	29,40	51,83	42,52	240,787
14	1973/74	54,98	173,38	185,46	225,51	186,90	141,83	177,69	133,92	63,41	38,05	34,11	34,98	120,851
15	1974/75	51,06	115,59	285,70	173,35	195,99	170,03	165,44	135,43	76,78	35,55	51,49	40,08	124,706
16	1975/76	77,27	182,64	292,57	249,94	194,41	178,66	186,07	222,81	143,83	74,32	60,80	46,17	159,124
17	1976/77	49,05	83,03	233,00	151,97	171,09	178,09	215,07	163,30	76,70	33,67	20,37	30,51	117,154
18	1977/78	48,34	124,52	216,96	306,33	235,12	235,06	240,20	237,12	150,04	60,81	35,36	37,12	160,583
19	1978/79	53,52	114,48	191,76	419,10	186,90	261,54	316,89	222,81	95,66	40,43	53,08	40,60	166,397
20	1979/80	48,51	118,93	104,69	293,17	352,10	250,03	117,11	173,09	164,80	48,18	103,05	71,57	153,769
21	1980/81	182,80	310,07	464,99	277,66	217,73	137,22	145,85	89,33	69,32	52,93	51,03	41,12	170,005
22	1981/82	77,23	348,23	212,95	195,90	199,15	168,88	108,73	93,47	55,72	26,55	31,61	35,33	129,478
23	1982/83	51,60	167,09	342,41	357,55	270,69	368,59	306,58	168,57	140,72	104,08	62,39	41,18	198,454
24	1983/84	55,57	102,85	330,95	194,96	193,62	159,09	160,29	118,85	53,31	12,91	16,16	29,53	119,008
25	1984/85	49,01	124,86	165,41	263,10	175,83	237,94	246,64	183,64	118,96	69,07	30,48	33,59	141,543
26	1985/86	61,03	194,50	159,11	224,57	156,31	163,12	153,20	120,36	52,30	19,17	19,80	31,21	112,889
27	1986/87	66,38	273,40	469,57	157,37	215,75	144,13	116,46	216,03	124,40	61,19	51,49	47,04	161,934
28	1987/88	58,03	97,48	158,53	294,11	231,95	174,06	215,71	129,40	67,45	39,68	36,38	38,75	128,461
29	1988/89	54,77	98,37	243,31	196,79	267,52	152,76	126,13	114,26	62,40	38,18	26,16	33,41	117,839
30	1989/90	50,68	82,03	168,27	148,44	211,40	155,64	115,82	96,11	58,52	21,54	20,25	39,73	97,370
31	1990/91	76,10	124,11	137,91	124,62	203,50	266,72	117,75	74,79	47,17	19,17	20,03	31,50	103,614
32	1991/92	62,54	334,52	190,61	242,89	164,37	204,56	130,64	92,34	84,70	49,93	34,22	37,01	135,695
33	1992/93	68,67	285,25	269,09	179,46	166,74	172,33	164,80	145,22	92,55	65,69	47,63	43,15	141,715
34	1993/94	74,98	198,20	547,48	241,01	269,50	163,70	87,85	103,79	107,31	67,44	51,72	43,50	163,039
35	1994/95	72,76	118,56	250,18	319,02	163,19	240,24	151,26	95,13	75,45	37,80	28,20	33,82	132,135
36	1995/96	59,07	93,92	333,82	251,35	216,15	234,49	164,80	138,44	86,33	42,80	30,25	39,04	140,871
37	1996/97	71,93	97,33	198,63	146,09	180,58	140,10	88,49	66,35	39,25	8,16	15,60	28,25	90,063
38	1997/98	91,38	154,86	382,50	215,17	231,95	259,81	200,24	181,38	84,31	49,81	37,52	35,67	160,384
39	1998/99	54,94	95,48	115,29	144,68	162,79	126,11	82,18	54,13	34,28	4,53	13,55	29,93	76,491
40	1999/00	59,20	98,07	207,22	152,20	239,07	297,22	143,53	109,82	59,76	20,79	72,50	39,04	124,868
Promedio		67,45	155,62	241,24	229,14	217,18	202,04	175,24	142,73	95,32	45,32	39,28	39,17	137,48
Desv. Std.		24,11	82,79	112,94	76,55	59,73	62,35	66,80	52,92	51,33	24,87	18,73	9,74	33,60
Coef. Var.		0,36	0,53	0,47	0,33	0,28	0,31	0,38	0,37	0,54	0,55	0,48	0,25	0,24

Fuente: DGA.

En el Cuadro Nº4.1-2 se presenta la curva de duración anual de la estación fluviométrica Río Laja en Tucapel.

CUADRO Nº4.1-2
CURVA DE DURACIÓN ANUAL
ESTACIÓN LAJA EN TUCAPEL - RÍO LAJA

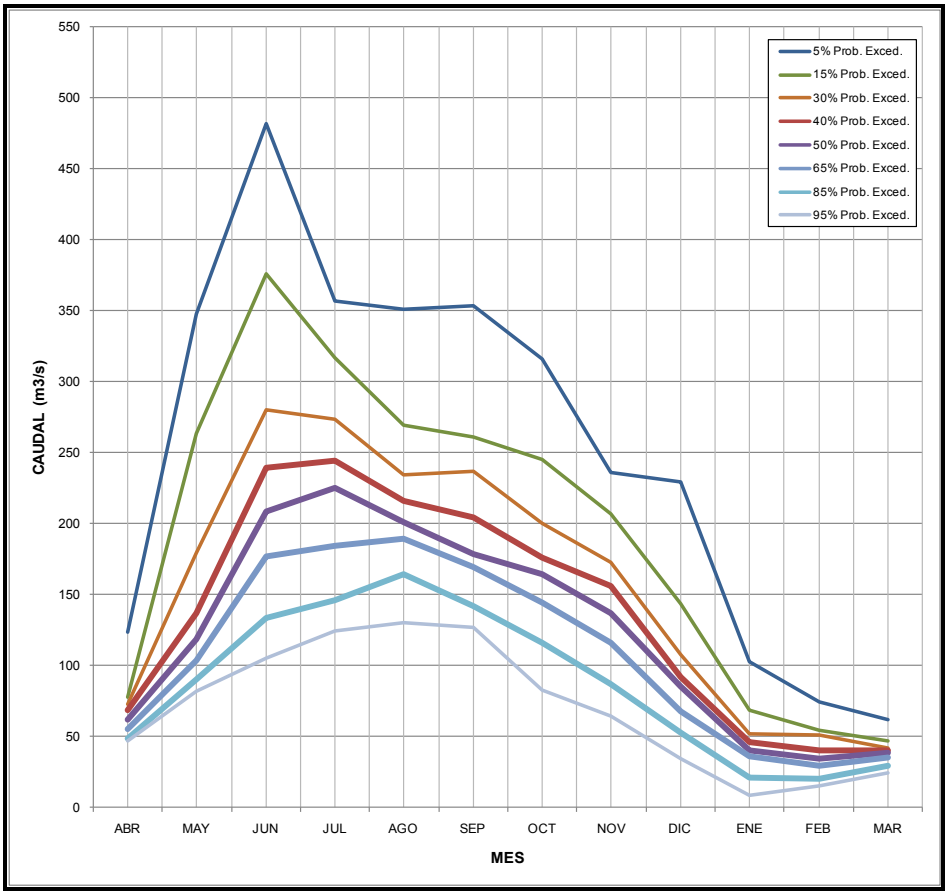


En el Cuadro Nº 3.1.10-3 se presenta la estadística de caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia de la estación fluviométrica de la DGA Río Laja en Tucapel y en el Cuadro Nº3.1.10-4 la curva de variación estacional.

CUADRO Nº4.1-3
ESTADÍSTICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m^3/s)
PARA DISTINTAS PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RÍO LAJA EN TUCAPEL

Prob %	Caudal(m^3/s)											
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	123,32	347,54	482,33	357,42	350,90	353,50	316,38	236,41	229,75	102,70	74,78	61,70
10	80,48	307,59	457,29	341,30	284,47	294,17	283,50	222,13	163,33	74,30	62,23	50,40
15	78,06	263,59	376,49	317,36	269,20	261,28	245,68	206,85	143,36	68,82	54,46	46,91
20	77,01	197,96	333,24	303,88	260,80	257,21	228,20	189,80	123,31	64,79	51,81	45,10
25	74,51	193,62	291,68	289,63	244,27	242,31	215,55	183,07	115,73	59,73	51,49	43,02
30	72,93	179,87	280,72	273,29	234,17	237,08	200,17	172,76	107,79	52,03	50,93	42,36
35	71,98	162,81	261,11	250,86	226,97	233,62	183,13	166,97	99,78	49,45	45,62	41,16
40	68,40	136,94	239,19	244,76	215,99	204,34	176,00	156,07	91,89	46,35	40,36	40,39
45	66,55	124,34	215,16	235,61	209,42	187,10	169,60	140,96	86,92	42,97	37,01	39,45
50	61,79	118,74	208,61	225,04	201,32	178,37	164,80	136,93	85,10	40,05	34,79	39,04
55	59,13	116,68	198,28	216,89	196,90	174,48	160,13	131,43	80,17	38,28	33,50	37,85
60	58,18	109,99	191,07	196,26	195,04	173,00	152,04	123,82	75,95	37,90	30,93	36,21
65	55,19	103,95	176,71	184,88	189,25	169,28	144,34	115,87	68,10	35,99	29,50	35,10
70	55,15	98,46	166,43	175,55	182,43	164,33	126,17	106,09	63,72	34,78	28,20	33,64
75	52,08	97,63	159,83	159,53	178,64	156,50	124,50	95,37	60,42	29,55	26,67	31,98
80	50,76	95,85	150,11	152,01	172,04	145,86	117,24	92,56	56,28	26,62	20,75	30,65
85	49,08	90,67	133,74	146,44	164,73	142,00	115,91	87,43	52,45	20,90	20,06	29,59
90	48,56	84,46	123,40	139,57	162,83	140,27	90,52	75,20	47,18	19,17	19,82	28,27
95	47,35	82,08	105,22	124,89	130,37	126,67	82,46	64,40	34,53	8,40	15,62	24,28

CUADRO Nº4.1-4
CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL
RÍO LAJA EN TUCAPEL - REGIÓN DEL BÍO BÍO



Para obtener la hidrología en el sector de la Bocatoma del Canal Peral Norte se utilizaron dos metodologías, la primera mediante transposición de caudales desde una estación fluviométrica de una cuenca similar, y la segunda utilizando relaciones precipitación-escorrentía debido a que la cuenca de interés es netamente de carácter pluvial. Los resultados obtenidos con las dos metodologías se comparan al final.

- Transposición de caudales desde cuenca objetivo

Para la transposición de caudales se utilizó la estación fluviométrica de la DGA "Río Mulchén en Mulchén", que tiene características similares a la cuenca en estudio y es de carácter pluvial.

La metodología se presenta en Anexo A.

La estadística se presenta para 40 años y se muestra en el Cuadro Nº4.1-5.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.1-5
CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m³/s]
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RIO MULCHÉN EN MULCHÉN
ESTADÍSTICA RELLENADA Y CORREGIDA - REGIÓN DEL BÍO BÍO

CUENCA	RIO BÍO BÍO	**SUB-CUENCA**	RIO BÍO BÍO	**FUENTE HÍDRICA**	RIO MULCHÉN

NOMBRE ESTACIÓN	RIO MULCHÉN EN MULCHÉN	**CÓDIGO BNA**	08330001-0	**COORDENADAS UTM** [m] (Huso 18, Datum PSAD 56)	5.821.991 N	742.403 E
ALTITUD [msnm]	128					

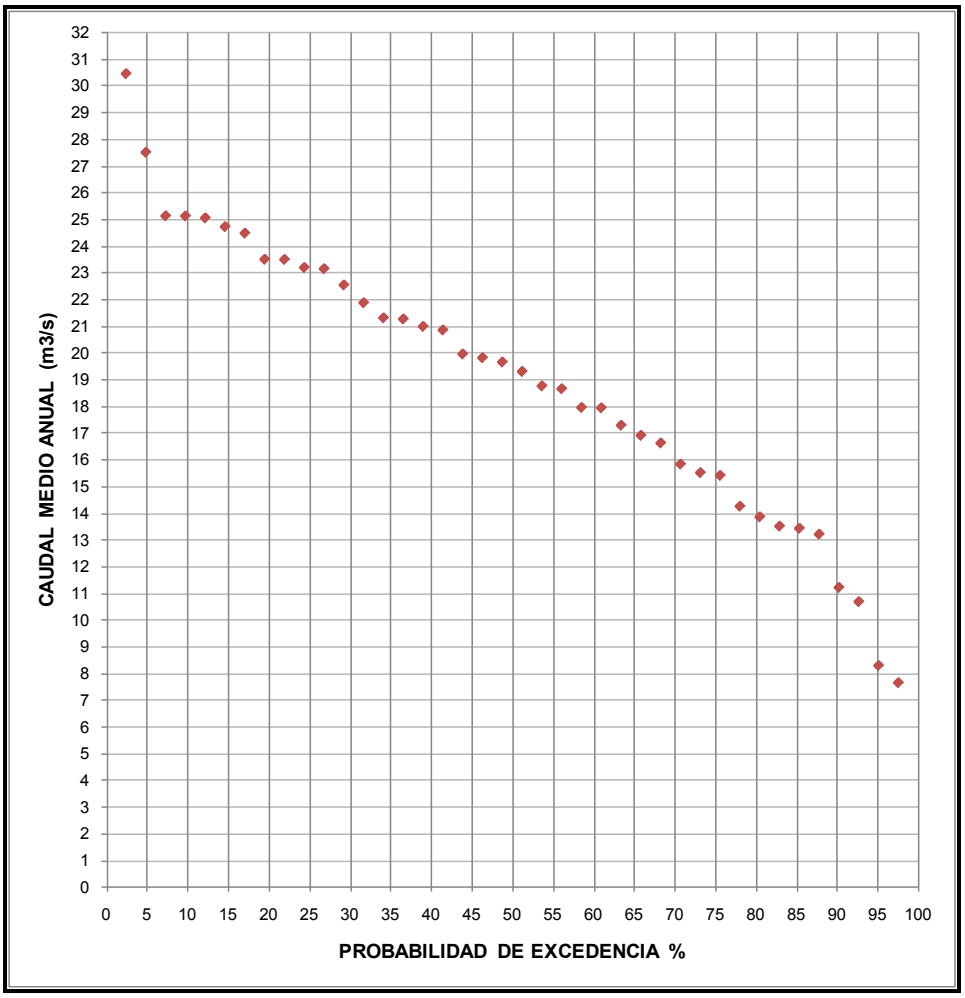
ÁREA APORTANTE [Km^2]	434
PRECIPITACIÓN ANUAL [mm] (en baricentro de áreas)	2.210

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1960/61	2,38	6,35	33,20	52,40	36,30	29,70	32,20	14,80	8,31	6,57	3,52	5,87	19,30
2	1961/62	6,37	10,80	36,30	89,60	52,40	66,60	35,60	15,20	7,40	4,16	3,21	2,54	27,52
3	1962/63	4,33	6,28	24,20	22,60	35,40	26,90	18,00	6,76	4,69	2,52	3,30	3,43	13,20
4	1963/64	3,96	8,84	19,20	48,40	76,60	67,30	20,30	22,50	11,50	5,53	4,86	4,82	24,48
5	1964/65	2,70	6,45	23,40	22,50	47,20	34,60	16,00	10,00	32,30	18,90	13,00	8,79	19,65
6	1965/66	9,67	20,90	71,40	68,50	84,00	25,30	20,10	18,60	25,90	10,20	5,68	5,26	30,46
7	1966/67	8,64	12,90	52,90	81,60	36,10	33,80	16,80	10,30	16,40	11,60	9,14	6,53	24,73
8	1967/68	5,67	17,10	30,40	45,70	47,20	35,00	18,30	14,20	10,00	5,00	3,90	5,30	19,81
9	1968/69	3,01	5,43	10,70	14,40	16,00	20,70	17,00	14,80	10,40	5,90	5,23	4,50	10,67
10	1969/70	6,62	19,90	63,70	45,50	61,90	28,20	23,30	19,60	11,80	7,89	6,20	6,05	25,06
11	1970/71	6,83	12,20	35,90	42,50	51,20	25,70	19,00	15,90	12,20	9,02	11,50	9,90	20,99
12	1971/72	8,57	19,60	26,10	59,70	44,40	26,60	19,60	12,40	13,50	8,27	6,23	5,29	20,86
13	1972/73	6,93	15,10	47,20	38,40	58,30	34,10	27,80	24,10	12,30	4,20	6,53	7,00	23,50
14	1973/74	6,20	22,10	25,40	36,00	23,90	21,10	17,70	17,70	11,30	10,30	7,25	8,46	17,28
15	1974/75	1,70	9,80	45,90	23,20	30,70	26,40	15,10	9,80	7,00	4,60	7,20	4,70	15,51
16	1975/76	6,90	23,80	44,50	43,30	31,00	21,60	16,10	14,70	8,40	5,30	4,40	5,10	18,76
17	1976/77	3,20	5,70	38,10	16,40	23,20	20,90	25,40	11,80	8,80	6,70	5,80	5,00	14,25
18	1977/78	3,70	23,50	33,80	67,20	41,10	27,00	21,00	13,90	10,90	5,80	4,60	3,22	21,31
19	1978/79	2,86	8,37	17,60	89,40	28,60	37,40	31,60	26,60	11,60	6,89	5,35	4,23	22,54
20	1979/80	4,61	8,96	8,86	19,30	50,10	44,00	24,10	22,90	19,60	8,29	7,16	5,94	18,65
21	1980/81	10,40	49,80	63,50	57,40	42,80	18,50	12,50	8,72	6,91	16,20	8,61	6,24	25,13
22	1981/82	7,97	65,80	45,00	51,90	31,20	18,70	11,00	7,83	5,88	5,52	5,55	6,16	21,88
23	1982/83	6,20	18,00	40,70	65,40	33,90	39,10	32,20	19,10	9,39	5,61	4,60	4,16	23,20
24	1983/84	4,96	8,48	25,30	36,20	25,90	21,70	15,20	8,18	4,88	4,17	3,65	3,40	13,50
25	1984/85	3,42	32,90	32,10	71,50	29,20	23,80	28,80	28,60	9,74	9,38	6,75	5,86	23,50
26	1985/86	5,78	17,60	21,70	41,90	15,10	15,30	16,60	13,70	6,53	4,34	3,84	3,82	13,85
27	1986/87	7,29	22,20	69,40	24,50	38,50	26,00	15,50	19,20	16,20	6,66	4,99	4,76	21,27
28	1987/88	3,99	7,32	19,50	40,70	47,50	24,40	15,70	9,77	4,83	3,88	3,71	3,54	15,40
29	1988/89	3,43	3,47	8,38	15,40	39,60	23,70	14,40	9,59	4,94	4,44	3,51	3,61	11,21
30	1989/90	4,35	4,56	15,10	20,00	45,50	26,10	11,10	6,47	13,50	5,68	4,18	4,51	13,42
31	1990/91	10,50	13,20	23,80	22,60	37,90	35,10	18,90	11,40	5,48	3,99	3,46	3,61	15,83
32	1991/92	5,90	31,60	32,80	49,80	29,20	20,30	14,40	9,63	8,64	5,30	3,88	3,80	17,94
33	1992/93	5,35	57,30	98,00	40,90	19,40	24,10	22,30	13,30	8,27	5,16	3,98	3,46	25,13
34	1993/94	6,61	38,50	61,80	70,50	36,00	23,90	11,10	8,75	9,50	4,41	3,65	3,08	23,15
35	1994/95	5,33	8,26	33,90	52,40	25,40	22,90	26,70	14,00	14,30	4,75	3,85	3,61	17,95
36	1995/96	6,77	5,63	24,10	48,10	50,40	27,00	14,60	7,56	4,79	3,76	3,47	3,25	16,62
37	1996/97	5,67	6,59	17,40	11,40	17,20	14,40	8,25	5,40	3,91	2,80	3,64	2,67	8,28
38	1997/98	11,00	13,20	47,20	38,60	31,90	26,40	25,10	19,00	8,74	6,28	6,58	5,46	19,96
39	1998/99	6,05	7,30	7,95	10,20	11,50	12,10	8,92	7,03	4,54	5,53	6,14	4,38	7,64
40	1999/00	4,78	6,50	20,50	20,40	29,10	68,90	19,10	11,07	5,34	6,76	5,61	4,80	16,90
Promedio		5,77	17,06	34,92	42,91	37,82	29,13	19,43	13,87	10,27	6,56	5,44	4,90	19,01
Desv. Std.		2,30	14,48	19,74	21,53	15,54	12,95	6,69	5,78	5,76	3,30	2,19	1,64	5,22
Coef. Var.		5	210	390	463	241	168	45	33	33	11	5	3	27

Fuente: DGA.

En el Cuadro Nº4.1-6 se presenta la curva de duración anual de la estación fluviométrica Río Mulchén en Mulchén.

CUADRO Nº4.1-6
CURVA DE DURACIÓN ANUAL
ESTACIÓN MULCHÉN EN MULCHÉN - RÍO MULCHÉN

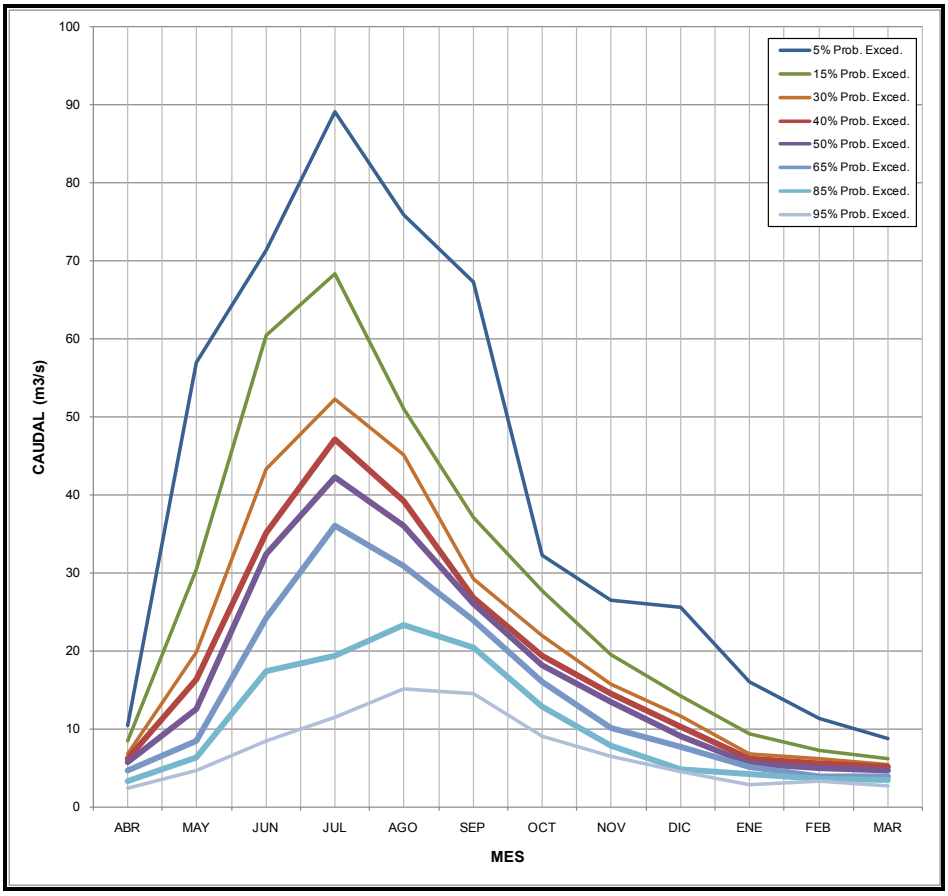


En el Cuadro Nº 4.1-7 se presenta la estadística de caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia de la estación fluviométrica de la DGA Río Mulchén en Mulchén y en el Cuadro Nº4.1-8 la curva de variación estacional.

CUADRO Nº4.1-7
ESTADÍSTICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m^3/s)
PARA DISTINTAS PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RÍO MULCHÉN EN MULCHÉN

Prob %	Caudal(m^3/s)											
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	10,50	56,93	71,30	89,01	75,87	67,27	32,20	26,48	25,59	15,97	11,38	8,77
10	9,57	37,94	63,68	71,40	57,71	43,51	31,32	22,86	16,38	10,29	8,47	6,95
15	8,48	30,43	60,47	68,31	51,08	37,06	27,64	19,54	14,18	9,33	7,19	6,23
20	7,22	23,24	47,20	64,26	49,58	34,92	25,34	19,08	13,26	8,29	6,72	6,03
25	6,88	21,80	45,68	56,15	47,20	34,03	23,90	18,38	12,10	7,64	6,46	5,87
30	6,73	19,81	43,36	52,25	45,17	29,25	21,91	15,69	11,57	6,74	6,18	5,41
35	6,53	17,86	37,47	49,31	42,21	27,00	20,23	14,80	11,16	6,63	5,76	5,28
40	6,20	16,30	35,10	47,14	39,16	26,78	19,40	14,50	10,24	6,13	5,59	5,06
45	5,98	13,20	33,53	44,51	37,18	26,40	18,96	13,96	9,63	5,75	5,30	4,81
50	5,73	12,55	32,45	42,20	36,05	26,05	18,15	13,50	9,10	5,57	4,93	4,73
55	5,49	10,25	28,04	40,79	34,58	25,48	17,32	12,07	8,69	5,52	4,60	4,50
60	5,11	8,89	25,34	38,48	31,48	24,22	16,68	11,20	8,35	5,30	4,27	4,29
65	4,67	8,41	24,14	36,07	30,81	23,84	16,04	10,11	7,70	5,06	3,93	3,94
70	4,43	7,33	23,91	23,38	29,23	23,26	15,59	9,81	7,02	4,65	3,85	3,61
75	3,97	6,77	20,80	22,60	28,73	21,63	15,13	9,60	6,04	4,42	3,74	3,61
80	3,48	6,46	19,26	20,82	25,50	20,94	14,44	8,73	5,37	4,23	3,65	3,48
85	3,23	6,29	17,43	19,41	23,31	20,36	12,79	7,88	4,89	4,16	3,54	3,40
90	2,88	5,64	11,14	15,50	17,42	18,52	11,10	7,09	4,79	3,89	3,47	3,22
95	2,40	4,60	8,40	11,55	15,15	14,45	9,02	6,48	4,55	2,85	3,31	2,69

CUADRO Nº4.1-8
CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL
RÍO MULCHÉN EN MULCHÉN - REGIÓN DEL BÍO BÍO



Los caudales medios mensuales contenidos en la estadística mostrada en el Cuadro Nº4.1-5, se transponen hasta la bocatoma del canal Peral Norte.

La transposición se realiza por igualdad de rendimientos a través de un factor, que depende de las áreas de las cuencas base y objetivo y de las precipitaciones anuales en el baricentro de dichas áreas.

En el cuadro Nº4.1-9 se presentan los parámetros para transposición de caudales en la zona de la bocatoma del canal Peral Norte.

CUADRO Nº4.1-9
PARÁMETROS PARA TRANSPOSICIÓN

Estación Base	Área Aportante A_{BASE} [km^2]	Precipitación P_{BASE} [mm/año]	Lugar Objetivo	Área Aportante A_n [km^2]	Precipitación P_n [mm/año]	FT
Estación Fluviométrica DGA "Mulchén en Mulchén"	434	2.210	Sector Bocatoma Canal Peral Norte - Diuto 2	18,5	1.400	0,027

En los Cuadros Nº3.1.10-10 se presentan las áreas aportantes al sector de la bocatoma del canal Peral Norte.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.1-10
ÁREAS APORTANTES SECTOR BOCATOMA CANAL PERAL NORTE
RÍO LAJA, REGIÓN DEL BÍO BÍO

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el cuadro Nº4.1-11 se presentan los caudales medios mensuales resultantes de la transposición señalada.

CUADRO Nº4.1-11
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m^3/s]
DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RÍO MULCHÉN EN MULCHÉN
HACIA SECTOR BOCATOMA CANAL PERAL NORTE
TRANSPUESTOS POR IGUALDAD DE RENDIMIENTOS

CUENCA	RIO BÍO BÍO	**SUB-CUENCA**	RIO BÍO BÍO	**FUENTE HÍDRICA**	RIO LAJA

NOMBRE DE CANAL	PERAL NORTE	**CÓDIGO DE CANAL**		**COORDENADAS UTM** [m] (Huso 19, Datum PSAD 56)	N	E
ALTITUD [msnm]	S/I	RIBERA (I / D)	D			

ÁREA APORTANTE [Km^2]	18,5	**FT :** 0,027
PRECIPITACIÓN ANUAL [mm] (en baricentro de áreas)	1.400	$Qn_{i,j} = Q_{0_{i,j}} \cdot FT$

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1960/61	0,06	0,17	0,90	1,41	0,98	0,80	0,87	0,40	0,22	0,18	0,10	0,16	0,52
2	1961/62	0,17	0,29	0,98	2,42	1,41	1,80	0,96	0,41	0,20	0,11	0,09	0,07	0,74
3	1962/63	0,12	0,17	0,65	0,61	0,96	0,73	0,49	0,18	0,13	0,07	0,09	0,09	0,36
4	1963/64	0,11	0,24	0,52	1,31	2,07	1,82	0,55	0,61	0,31	0,15	0,13	0,13	0,66
5	1964/65	0,07	0,17	0,63	0,61	1,27	0,93	0,43	0,27	0,87	0,51	0,35	0,24	0,53
6	1965/66	0,26	0,56	1,93	1,85	2,27	0,68	0,54	0,50	0,70	0,28	0,15	0,14	0,82
7	1966/67	0,23	0,35	1,43	2,20	0,97	0,91	0,45	0,28	0,44	0,31	0,25	0,18	0,67
8	1967/68	0,15	0,46	0,82	1,23	1,27	0,95	0,49	0,38	0,27	0,14	0,11	0,14	0,54
9	1968/69	0,08	0,15	0,29	0,39	0,43	0,56	0,46	0,40	0,28	0,16	0,14	0,12	0,29
10	1969/70	0,18	0,54	1,72	1,23	1,67	0,76	0,63	0,53	0,32	0,21	0,17	0,16	0,68
11	1970/71	0,18	0,33	0,97	1,15	1,38	0,69	0,51	0,43	0,33	0,24	0,31	0,27	0,57
12	1971/72	0,23	0,53	0,70	1,61	1,20	0,72	0,53	0,33	0,36	0,22	0,17	0,14	0,56
13	1972/73	0,19	0,41	1,27	1,04	1,57	0,92	0,75	0,65	0,33	0,11	0,18	0,19	0,63
14	1973/74	0,17	0,60	0,69	0,97	0,65	0,57	0,48	0,48	0,31	0,28	0,20	0,23	0,47
15	1974/75	0,05	0,26	1,24	0,63	0,83	0,71	0,41	0,26	0,19	0,12	0,19	0,13	0,42
16	1975/76	0,19	0,64	1,20	1,17	0,84	0,58	0,43	0,40	0,23	0,14	0,12	0,14	0,51
17	1976/77	0,09	0,15	1,03	0,44	0,63	0,56	0,69	0,32	0,24	0,18	0,16	0,14	0,38
18	1977/78	0,10	0,63	0,91	1,81	1,11	0,73	0,57	0,38	0,29	0,16	0,12	0,09	0,58
19	1978/79	0,08	0,23	0,48	2,41	0,77	1,01	0,85	0,72	0,31	0,19	0,14	0,11	0,61
20	1979/80	0,12	0,24	0,24	0,52	1,35	1,19	0,65	0,62	0,53	0,22	0,19	0,16	0,50
21	1980/81	0,28	1,34	1,71	1,55	1,16	0,50	0,34	0,24	0,19	0,44	0,23	0,17	0,68
22	1981/82	0,22	1,78	1,22	1,40	0,84	0,50	0,30	0,21	0,16	0,15	0,15	0,17	0,59
23	1982/83	0,17	0,49	1,10	1,77	0,92	1,06	0,87	0,52	0,25	0,15	0,12	0,11	0,63
24	1983/84	0,13	0,23	0,68	0,98	0,70	0,59	0,41	0,22	0,13	0,11	0,10	0,09	0,36
25	1984/85	0,09	0,89	0,87	1,93	0,79	0,64	0,78	0,77	0,26	0,25	0,18	0,16	0,63
26	1985/86	0,16	0,48	0,59	1,13	0,41	0,41	0,45	0,37	0,18	0,12	0,10	0,10	0,37
27	1986/87	0,20	0,60	1,87	0,66	1,04	0,70	0,42	0,52	0,44	0,18	0,13	0,13	0,57
28	1987/88	0,11	0,20	0,53	1,10	1,28	0,66	0,42	0,26	0,13	0,10	0,10	0,10	0,42
29	1988/89	0,09	0,09	0,23	0,42	1,07	0,64	0,39	0,26	0,13	0,12	0,09	0,10	0,30
30	1989/90	0,12	0,12	0,41	0,54	1,23	0,70	0,30	0,17	0,36	0,15	0,11	0,12	0,36
31	1990/91	0,28	0,36	0,64	0,61	1,02	0,95	0,51	0,31	0,15	0,11	0,09	0,10	0,43
32	1991/92	0,16	0,85	0,89	1,34	0,79	0,55	0,39	0,26	0,23	0,14	0,10	0,10	0,48
33	1992/93	0,14	1,55	2,65	1,10	0,52	0,65	0,60	0,36	0,22	0,14	0,11	0,09	0,68
34	1993/94	0,18	1,04	1,67	1,90	0,97	0,65	0,30	0,24	0,26	0,12	0,10	0,08	0,63
35	1994/95	0,14	0,22	0,92	1,41	0,69	0,62	0,72	0,38	0,39	0,13	0,10	0,10	0,48
36	1995/96	0,18	0,15	0,65	1,30	1,36	0,73	0,39	0,20	0,13	0,10	0,09	0,09	0,45
37	1996/97	0,15	0,18	0,47	0,31	0,46	0,39	0,22	0,15	0,11	0,08	0,10	0,07	0,22
38	1997/98	0,30	0,36	1,27	1,04	0,86	0,71	0,68	0,51	0,24	0,17	0,18	0,15	0,54
39	1998/99	0,16	0,20	0,21	0,28	0,31	0,33	0,24	0,19	0,12	0,15	0,17	0,12	0,21
40	1999/00	0,13	0,18	0,55	0,55	0,79	1,86	0,52	0,30	0,14	0,18	0,15	0,13	0,46
Promedio		0,16	0,46	0,94	1,16	1,02	0,79	0,52	0,37	0,28	0,18	0,15	0,13	0,51
Desv. Std.		0,06	0,39	0,53	0,58	0,42	0,35	0,18	0,16	0,16	0,09	0,06	0,04	0,13
Coef. Var.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Relación precipitación-escorrentía

Los antecedentes de la cuenca en estudio son los que se indican en el Cuadro Nº3.1.10-12.

CUADRO Nº4.1-12
ANTECEDENTES CUENCAS BASE Y OBJETIVO

Estación Base	Área Aportante A_{BASE} [km^2]	Precipitación P_{BASE} [mm/año]	Cuenca Objetivo	Área Aportante A_n [km^2]	Precipitación P_n [mm/año]
Estación Fluviométrica DGA "Mulchén en Mulchén"	434	2.210	Sector Bocatoma Canal Peral Norte - Diuto 2	18,5	1.400

Se utiliza la estación fluviométrica de la DGA “Río Mulchén en Mulchén” debido al carácter pluvial de esa cuenca.

Se utiliza la Fórmula de Grunsky para relación Precipitación-Escorrentía, mostrada en la Ecuación NºA.1-7 del Anexo A, donde se obtiene:

$E_{S\ base}$ = 1.585 [mm]
$E_{S\ cuenca}$ = 775 [mm]

De la relación entre escorrentía y caudal definida en la Ecuación NºA.1-8 del Anexo A, se obtiene el caudal medio, así:

$Q_{medio\ base}$ = 21,81 m^3/s
$Q_{medio\ cuenca}$ = 9,3 m^3/s

El Factor de distribución medio anual se obtiene utilizando la Ecuación NºA.1-9 del Anexo A, obteniéndose los valores indicados en el Cuadro Nº4.1-13.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.1-13
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO ANUAL Y CAUDALES MEDIOS ANUALES RESULTANTES

AÑO	F.D.M.A.	Qmedio anual [m^3/s]
1960/61	1,02	9,44
1961/62	1,45	13,46
1962/63	0,69	6,46
1963/64	1,29	11,98
1964/65	1,03	9,62
1965/66	1,60	14,90
1966/67	1,30	12,10
1967/68	1,04	9,70
1968/69	0,56	5,22
1969/70	1,32	12,26
1970/71	1,10	10,27
1971/72	1,10	10,20
1972/73	1,24	11,50
1973/74	0,91	8,46
1974/75	0,82	7,59
1975/76	0,99	9,18
1976/77	0,75	6,97
1977/78	1,12	10,43
1978/79	1,19	11,03
1979/80	0,98	9,13
1980/81	1,32	12,30
1981/82	1,15	10,70
1982/83	1,22	11,35
1983/84	0,71	6,61
1984/85	1,24	11,50
1985/86	0,73	6,78
1986/87	1,12	10,41
1987/88	0,81	7,54
1988/89	0,59	5,48
1989/90	0,71	6,57
1990/91	0,83	7,74
1991/92	0,94	8,78
1992/93	1,32	12,29
1993/94	1,22	11,33
1994/95	0,94	8,78
1995/96	0,87	8,13
1996/97	0,44	4,05
1997/98	1,05	9,76
1998/99	0,40	3,74
1999/00	0,89	8,27

En el Cuadro Nº4.1-14 siguiente se presentan los factores de distribución medio mensual obtenidos al aplicar la Ecuación NºA.1-10 del Anexo A.

CUADRO Nº4.1-14
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO MENSUAL

Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
0,30	0,90	1,84	2,26	1,99	1,53	1,02	0,73	0,54	0,34	0,29	0,26

En el Cuadro Nº3.1.10-15 se muestran los caudales medios mensuales obtenidos.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.1-15
CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m^3/s]

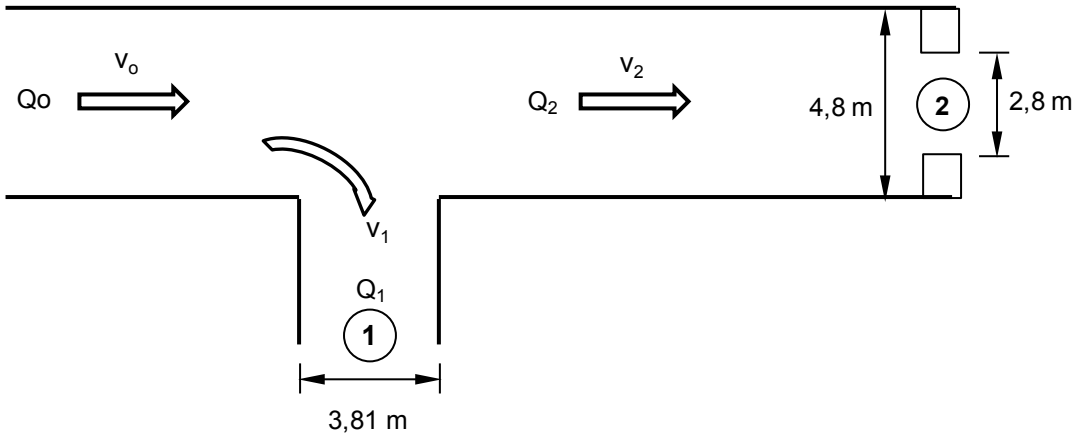
Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
1960/61	2,86	8,47	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	6,89	5,10	3,26	2,70	2,44	6,52
1961/62	4,08	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	7,27	4,64	3,86	3,47	7,37
1962/63	1,96	5,80	9,30	9,30	9,30	9,30	6,60	4,71	3,49	2,23	1,85	1,67	5,46
1963/64	3,63	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	8,74	6,47	4,13	3,43	3,09	7,11
1964/65	2,92	8,63	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	7,02	5,19	3,32	2,75	2,48	6,57
1965/66	4,52	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	8,05	5,14	4,27	3,84	7,58
1966/67	3,67	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	8,83	6,53	4,17	3,46	3,12	7,13
1967/68	2,94	8,70	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	7,08	5,24	3,34	2,78	2,50	6,59
1968/69	1,58	4,69	9,30	9,30	9,30	8,00	5,34	3,81	2,82	1,80	1,50	1,35	4,90
1969/70	3,72	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	8,95	6,62	4,23	3,51	3,16	7,17
1970/71	3,11	9,22	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	7,49	5,55	3,54	2,94	2,65	6,75
1971/72	3,10	9,16	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	7,45	5,51	3,52	2,92	2,63	6,73
1972/73	3,49	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	8,39	6,21	3,97	3,29	2,97	7,01
1973/74	2,57	7,59	9,30	9,30	9,30	9,30	8,65	6,17	4,57	2,92	2,42	2,18	6,19
1974/75	2,30	6,81	9,30	9,30	9,30	9,30	7,76	5,54	4,10	2,62	2,17	1,96	5,87
1975/76	2,78	8,24	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	6,70	4,96	3,17	2,63	2,37	6,44
1976/77	2,11	6,26	9,30	9,30	9,30	9,30	7,13	5,09	3,77	2,41	2,00	1,80	5,65
1977/78	3,16	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	7,61	5,63	3,60	2,99	2,69	6,79
1978/79	3,35	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	8,05	5,96	3,80	3,16	2,85	6,91
1979/80	2,77	8,19	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	6,66	4,93	3,15	2,61	2,35	6,43
1980/81	3,73	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	8,97	6,64	4,24	3,52	3,17	7,17
1981/82	3,25	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	7,81	5,78	3,69	3,07	2,76	6,85
1982/83	3,44	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	8,28	6,13	3,92	3,25	2,93	6,98
1983/84	2,00	5,93	9,30	9,30	9,30	9,30	6,76	4,82	3,57	2,28	1,89	1,70	5,51
1984/85	3,49	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	8,39	6,21	3,97	3,29	2,97	7,01
1985/86	2,06	6,08	9,30	9,30	9,30	9,30	6,93	4,95	3,66	2,34	1,94	1,75	5,58
1986/87	3,16	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	7,59	5,62	3,59	2,98	2,68	6,79
1987/88	2,29	6,76	9,30	9,30	9,30	9,30	7,71	5,50	4,07	2,60	2,16	1,94	5,85
1988/89	1,66	4,92	9,30	9,30	9,30	8,40	5,61	4,00	2,96	1,89	1,57	1,41	5,03
1989/90	1,99	5,89	9,30	9,30	9,30	9,30	6,71	4,79	3,55	2,27	1,88	1,69	5,50
1990/91	2,35	6,95	9,30	9,30	9,30	9,30	7,92	5,65	4,18	2,67	2,22	2,00	5,93
1991/92	2,66	7,88	9,30	9,30	9,30	9,30	8,97	6,41	4,74	3,03	2,51	2,26	6,31
1992/93	3,73	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	8,97	6,64	4,24	3,52	3,17	7,17
1993/94	3,44	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	8,27	6,12	3,91	3,24	2,92	6,97
1994/95	2,66	7,88	9,30	9,30	9,30	9,30	8,98	6,41	4,74	3,03	2,52	2,27	6,31
1995/96	2,47	7,30	9,30	9,30	9,30	9,30	8,31	5,93	4,39	2,81	2,33	2,10	6,07
1996/97	1,23	3,63	7,44	9,14	8,06	6,21	4,14	2,96	2,19	1,40	1,16	1,04	4,05
1997/98	2,96	8,76	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	7,13	5,27	3,37	2,80	2,52	6,61
1998/99	1,13	3,35	6,87	8,44	7,44	5,73	3,82	2,73	2,02	1,29	1,07	0,96	3,74
1999/00	2,51	7,42	9,30	9,30	9,30	9,30	8,46	6,04	4,47	2,85	2,37	2,13	6,12
PROM	2,82	7,85	9,19	9,27	9,22	9,08	8,34	6,73	5,02	3,21	2,66	2,40	6,32

4.2.- Cálculos Hidráulicos

4.2.1.- Cálculo de capacidad del canal

En el trazado de este tramo de canal-estero se presentan dos restricciones al flujo, la primera es la descarga denominada Diuto 2, indicada como 1 en el Cuadro Nº4.2.1-1 y la segunda son tres compuertas utilizadas como bocatoma del canal Peral Norte, indicada como 2.

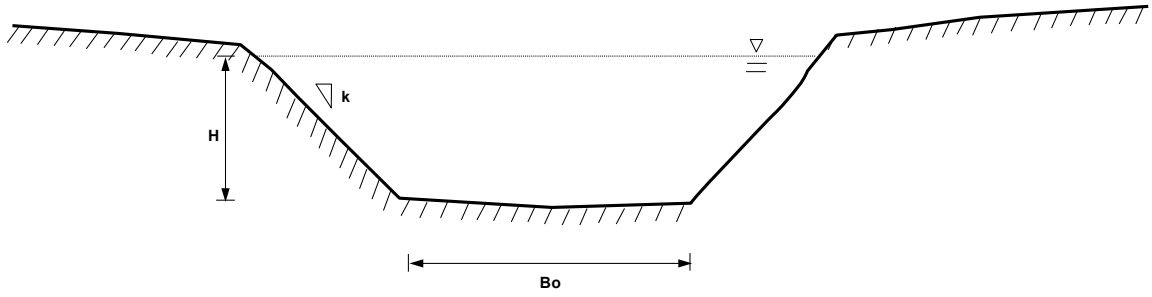
CUADRO Nº4..12-1
ESQUEMA



Para determinar la capacidad se estimará primero el caudal a través de la restricción que introduce la canoa correspondiente a la descarga y luego la restricción que introduce la compuerta.

La sección típica del tramo del canal se muestra en el Cuadro Nº4.2.1-2.

CUADRO Nº4.2.1-2
SECCIÓN TÍPICA DEL CANAL



La topografía realizada entrega los antecedentes mostrados en el Cuadro Nº4.2.1-3.

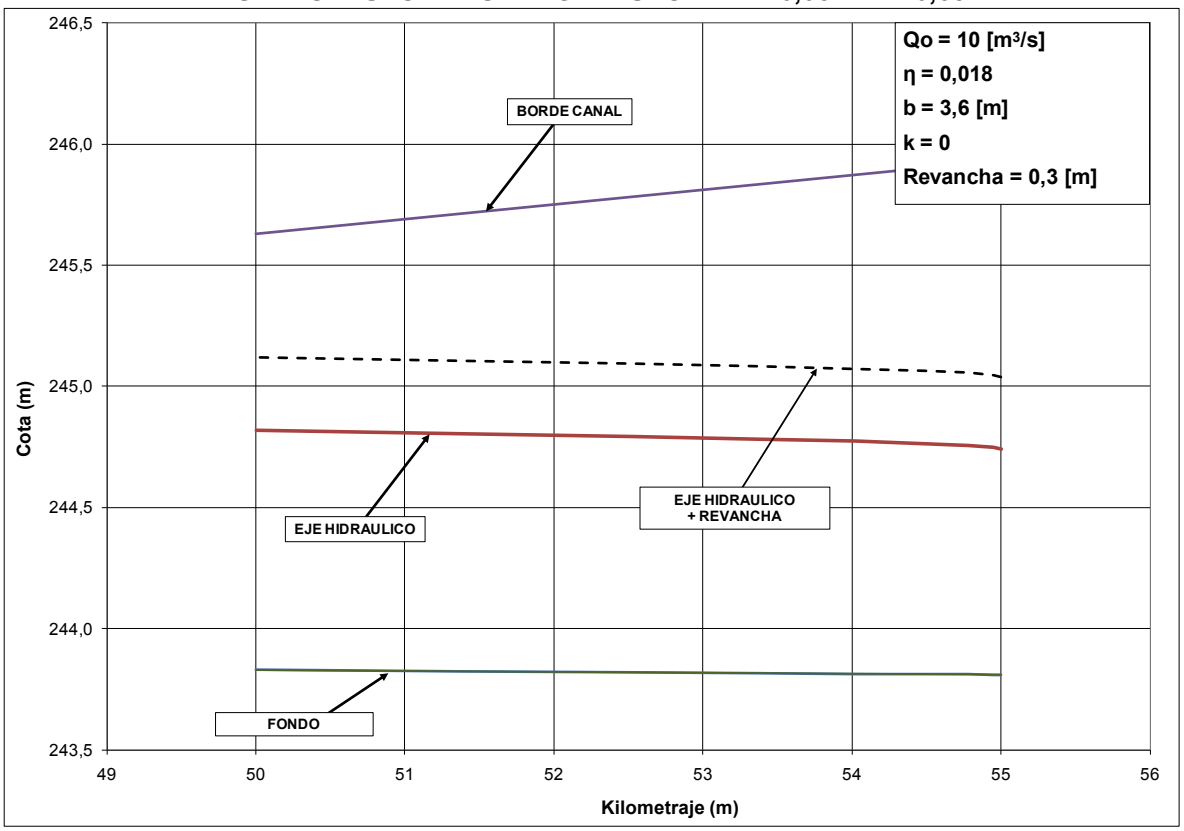
PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

UADRO Nº4.2.1-3
ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS CANAL LAJA SUR –DESCARGA DIUTO 2
KM 0,05 – KM 0,055

Kilometraje		Cota Fondo		Cota Borde		Pendiente media i	Ancho basal medio Bo (m)	Talud medio k	Altura borde (m)
Inicio (m)	Término (m)	Inicio (m)	Término (m)	Inicio (m)	Término (m)				
50,00	55,00	243,83	243,81	245,63	245,93	0,0040	3,57	0,15	1,80

El resumen del cálculo se muestra en el grafico del Cuadro Nº4.2.1-4 siguiente.

CUADRO Nº4.2.1-4
ESTERO DIUTO - DESCARGA DIUTO 2 - KM 0,05 A KM 0,55



Del gráfico mostrado en el Cuadro Nº4.2.1-4 anterior, se puede apreciar que la descarga tiene mayor capacidad que Q_1=10 m^3/s. La capacidad anterior está limitada entonces a tramos aguas arriba, donde se debe mantener la cota de aguas.

En el Cuadro Nº4.2.1-5 siguiente se presenta el detalle del cálculo para la descarga Diuto 2.

CUADRO Nº4.2.1-5
CALCULO DEL EJE HIDRÁULICO EN RÉGIMEN GRADUALMENTE VARIADO - ESTERO DIUTO - DESCARGA A ESTERO DIUTO Nº2
CONSIDERANDO UN CAUDAL Qo= 10m³/s

	KM	COTA FONDO	COTA E.H.	TRAMO: 50	L (m) = AL	5 55	CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO:	Hn (m) = Hc (m) =	1,05 0,93		RUG. n = PEND. i =	0,018 0,004		K (h/v) = b (m) =	0,00 3,57	PERDIDAS DE CONDUCCIÓN		
				h	SECCIÓN	P.MOJ.	R. HID.	J	Jm	Jm-i	v	v²/2g	B c/r FONDO	DELTA B	X	X acum.	Qi	PERD. TRAMO	Qf
	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m²)	(m)	(m)				(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m³/s)	(m³/s)	(m³/s)
	55,0	243,81	244,74	0,929	3,31	5,42	0,611	0,0057	0,0000	0,0000	3,02	0,46	1,39	-	0	0	10,0	0	10,0
	55,0	243,81	244,75	0,937	3,34	5,44	0,614	0,0056	0,0056	0,0016	2,99	0,46	1,39	0,0001	0,05	0,05			
1	54,8	243,81	244,76	0,944	3,37	5,45	0,617	0,0054	0,0055	0,0015	2,97	0,45	1,39	0,0003	0,17	0,22			
	54,5	243,81	244,76	0,952	3,39	5,47	0,620	0,0053	0,0054	0,0014	2,95	0,44	1,39	0,0004	0,3	0,52			
	54,0	243,81	244,77	0,959	3,42	5,48	0,623	0,0052	0,0053	0,0013	2,93	0,44	1,40	0,0006	0,46	0,98			
	53,4	243,82	244,78	0,966	3,44	5,50	0,627	0,0051	0,0051	0,0011	2,90	0,43	1,40	0,0007	0,64	1,62			
	52,5	243,82	244,79	0,974	3,47	5,51	0,630	0,0050	0,0050	0,0010	2,88	0,42	1,40	0,0009	0,85	2,47			
	51,4	243,82	244,81	0,981	3,50	5,53	0,633	0,0049	0,0049	0,0009	2,86	0,42	1,40	0,0010	1,11	3,58			
	50,0	243,83	244,82	0,988	3,52	5,54	0,636	0,0048	0,0048	0,0008	2,84	0,41	1,40	0,0012	1,42	5			

En el caso de la compuerta, esta se analizará como un angostamiento, ya que sus muros guiadores son los que imponen la mayor restricción al flujo.

Este se resolverá de acuerdo a la ecuación denominada de la "Momenta", presentada en Hidráulica - Francisco Javier Domínguez pág. 296 y ajustada para angostamiento.

ECUACIÓN Nº4.2-6
ECUACIÓN DE LA "MOMENTA"

$$\frac{1}{X_1} - \frac{1}{nX_0} = \frac{(X_0 + K)^2}{2} - \frac{{X_1}^2}{2}$$

Donde:

$X_1 = \frac{h_1}{h_{C1}}$ relación entre la altura de aguas después del angostamiento y la altura crítica correspondiente al ancho final l_1

$X_0 = \frac{h_0}{h_{C1}}$ relación entre la altura anterior al angostamiento y la misma altura crítica

$n = \frac{l_0}{l_1}$ relación entre el ancho antes del angostamiento y después de él

$K = \frac{a}{h_{C1}}$ altura relativa de la grada

En este caso no existe grada. Por lo tanto, si a = 0 ==> K = 0.

Reemplazando, se debe cumplir la condición:

ECUACIÓN Nº4.2-7
CONDICIÓN ANGOSTAMIENTO SIN GRADA

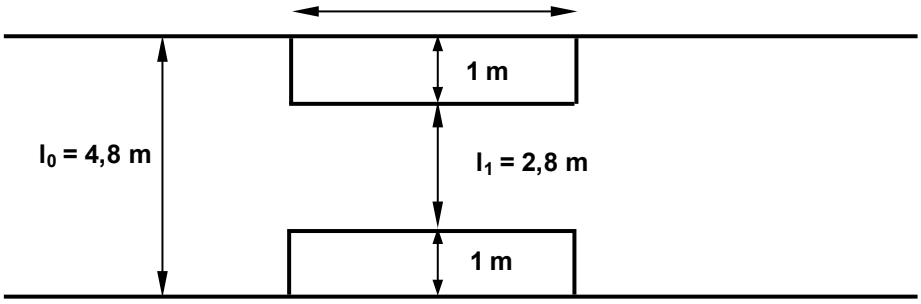
$$\frac{h_0^2 - h_1^2}{h_{c1}^2} + 2 \cdot h_{c1} \cdot \left(\frac{l_1}{l_0} \cdot \frac{1}{h_0} - \frac{1}{h_1} \right) = 0$$

El procedimiento consiste buscar, para una altura de aguas dada, un caudal que cumpla con la condición. Esto se hace a través de iteraciones sucesivas.

Un esquema se muestra en el siguiente Cuadro Nº4.2-8.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

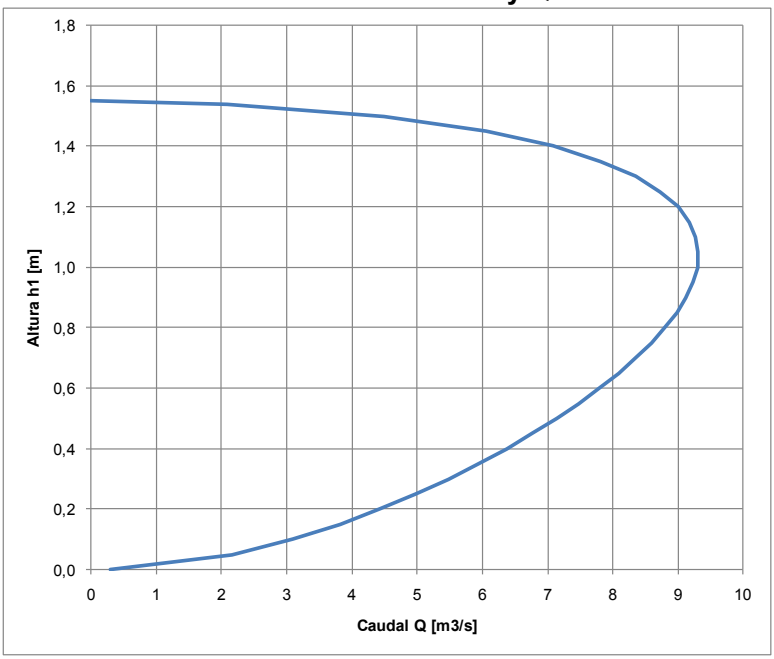
CUADRO Nº4.2-8
ESQUEMA ANGOSTAMIENTO EN COMPUERTAS



En este caso se conoce la altura aguas arriba de la compuerta, por lo que se tienen como incógnitas h_{c1} y la altura h_1.

En el gráfico del Cuadro Nº4.2-9 siguiente se muestra la relación entre el caudal Q y h_1.

CUADRO Nº4.2-9
RELACIÓN ENTRE h1 y Q



Del grafico anterior se puede apreciar que el caudal es máximo cuando $h_1=h_{c1}$.

Luego:

ECUACIÓN Nº4.2-10
CONDICIÓN DE ANGOSTAMIENTO SIN GRADA PARA CAUDAL MÁXIMO

$$\frac{h_0^2}{h_{c1}^2} + 2 \cdot \frac{l_1}{l_0} \cdot \frac{1}{h_0} \cdot h_{c1} - 3 = 0$$

De la topografía realizada, se encuentra que la altura de aguas, anterior a la compuerta es

h_0 = 1,55 m.

Los muros de la compuerta tienen un ancho total de 2 m. El ancho antes de la compuerta es l_0= 4,8 m.

Por lo tanto, el ancho después de la compuerta es l_1 = 2,80 m.

La relación entre el ancho antes y después de la compuerta es n = l_0/l_1 = 1,71.

Mediante iteraciones, se encuentra que la única solución factible de la Ecuación Nº3.2-7 es h_{c1}=1,04 m.

Además se sabe que:

$$Q = l_1 \cdot h_{c1} \cdot \sqrt{g \cdot h_{c1}}$$

Donde:

g = 9,81 m/s²

Entonces:

$$Q = 2{,}8 \cdot 1{,}04 \cdot \sqrt{9{,}81 * 1{,}04}$$

Por lo tanto, el caudal en este tramo es:

Q_2 = 9,3 m^3/s

De acuerdo a lo mostrado en la figura del Cuadro Nº3.2.10-1, la capacidad total es:

$Q_0 = Q_1 + Q_2$ = 10 m^3/s + 9,3 m^3/s

Donde finalmente:

Q_0 = 19,3 m^3/s

4.2.2.- Pérdidas por infiltración

Las pérdidas de caudal por infiltración, en la conducción de un canal excavado en suelo natural, presenta la siguiente caracterización.

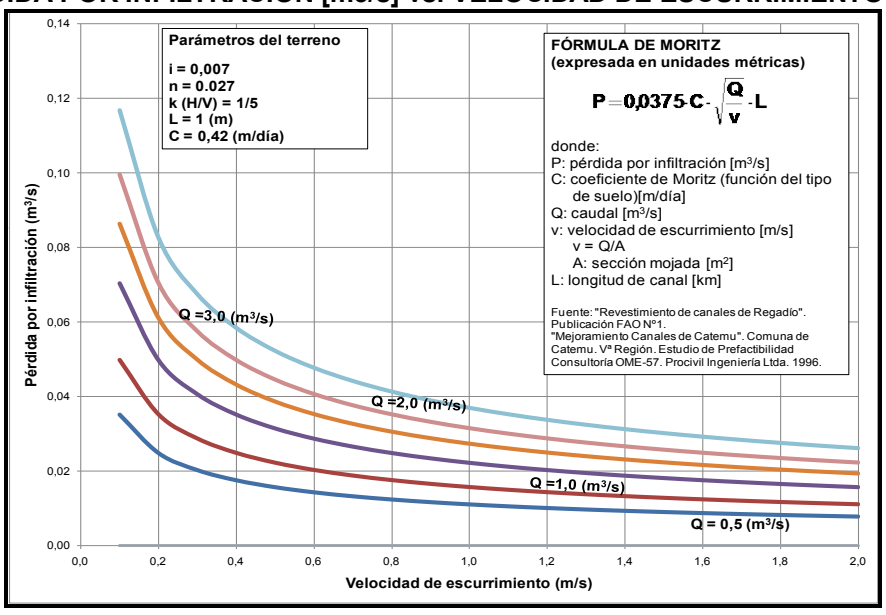
i).- A mayor perímetro mojado en la sección transversal del canal, mayor será la infiltración.
ii).- A menor velocidad media de escurrimiento, mayor será la infiltración.
iii).- A mayor caudal de porteo, mayor caudal de infiltración en valor absoluto y menor porcentaje de infiltración respecto al caudal captado en bocatoma.
iv).- A menor caudal de porteo, menor infiltración en valor absoluto, pero mayor porcentaje de infiltración respecto al caudal captado en bocatoma.

v).- La velocidad media de escurrimiento en un tramo de canal determinado, aumenta si se incrementa el caudal que portea.

El análisis de la pérdida por infiltración, requiere conocer previamente su comportamiento frente a las variaciones de los parámetros principales del escurrimiento. Uno de ellos es la velocidad media del agua, la cual altera el régimen de infiltración, según lo indicado en (ii). Para representar gráficamente el problema, se presenta la figura del Cuadro Nº4.2.2-1, que contiene una familia de curvas que representan diferentes caudales, relacionando la pérdida por infiltración en función de la velocidad de escurrimiento. Con este objeto se grafican estas relaciones empleando la expresión de Moritz, para un caso concreto de un canal con determinada pendiente, rugosidad, talud y longitud unitaria de 1 km. La relación entre los términos de Moritz de explican por sí mismos, según lo expresado en los puntos anteriores (i) a (v).

En el siguiente Cuadro Nº4.2.2-1 se entrega la variación de la pérdida por infiltración en m^3/s, respecto a la velocidad media del escurrimiento, para una familia de curvas de caudales de porteo, en un rango amplio de captación.

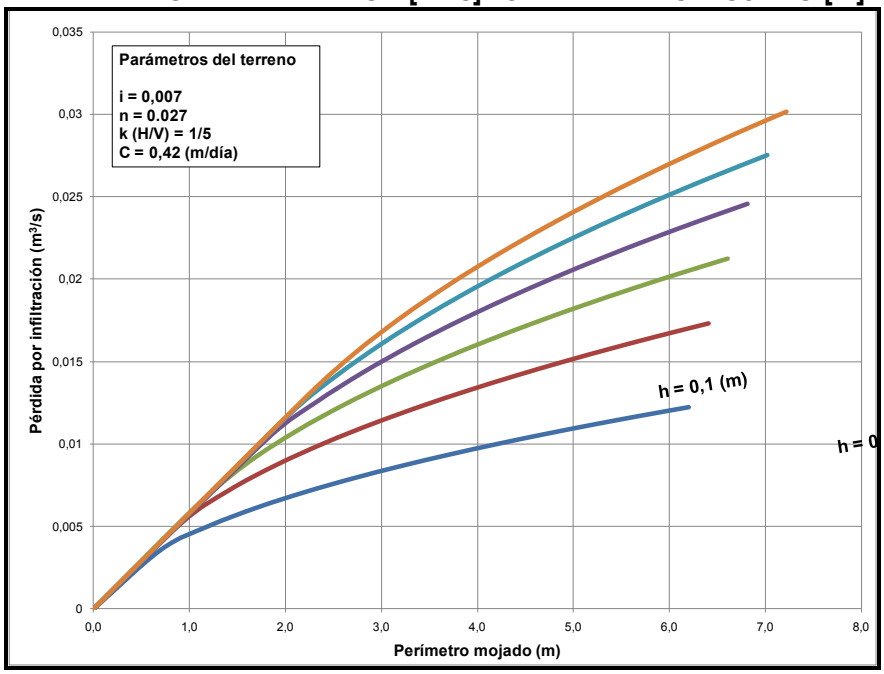
CUADRO Nº4.2.2-1
PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN [m3/s] vs. VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTO [m/s]



Se observa que el caudal de infiltración aumenta al disminuir la velocidad de escurrimiento, para un mismo caudal de porteo.

La pérdida por infiltración depende del perímetro mojado en la sección transversal del canal. La tendencia de esta relación entre el caudal de porteo y las pérdidas para distintos perímetros mojados tiene la forma que se presenta en el siguiente gráfico del Cuadro Nº4.2.2-2.

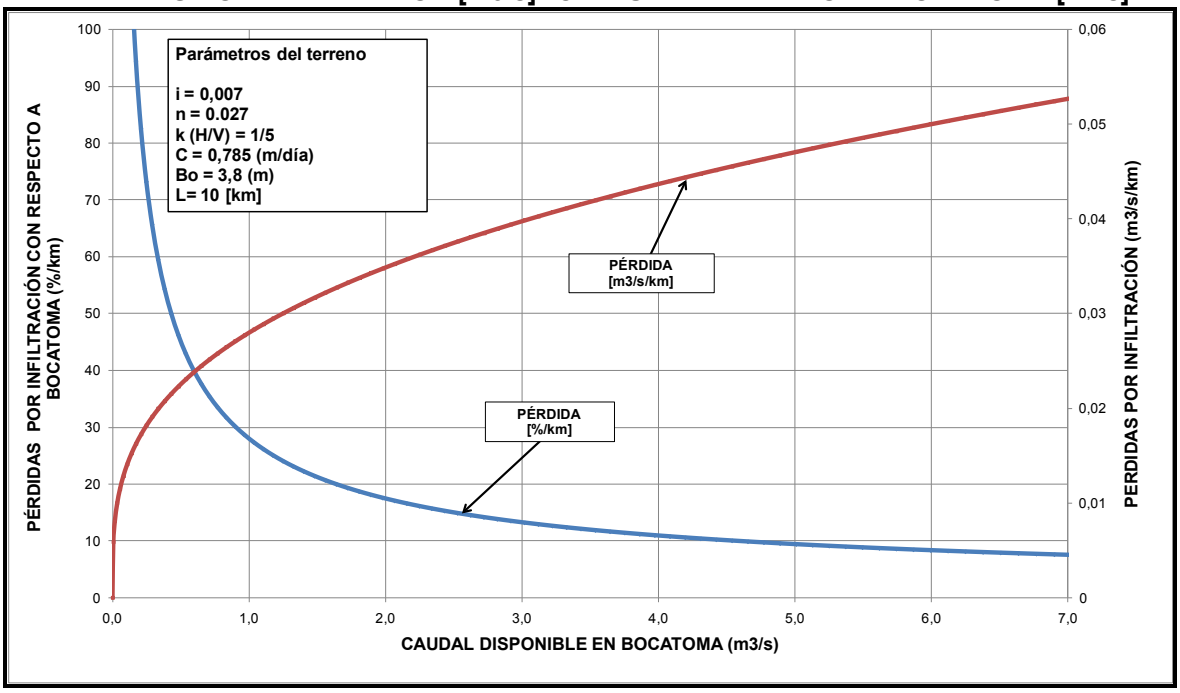
CUADRO Nº4.2.2-2
PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN [m^3/s] vs. PERÍMETRO MOJADO [m]



En el gráfico anterior se observa que en un canal sin revestir, la pérdida aumenta en función del perímetro mojado de la sección transversal del canal.

En el siguiente gráfico del Cuadro Nº4.2.2-3, se representa la variación de la infiltración en un tramo específico de canal sin revestir. La primera curva presenta en caudal perdido en unidades de valor absoluto ó m^3/s; y la segunda muestra la infiltración en términos de porcentaje (%) perdido respecto al caudal de porteo inicial. Como se observa, mientras el caudal perdido aumenta en valor absoluto con el monto del caudal de porteo, disminuye su pérdida porcentual. Es decir en años secos con poco caudal de porteo, la pérdida porcentual aumenta respecto a lo que ocurre en un año de hidrología normal. Este hecho orienta los diseños más adecuados para recuperar el agua de infiltración y para obtener los mejores parámetros económicos de evaluación de soluciones.

CUADRO Nº4.2.2-3
PERDIDAS POR INFILTRACIÓN [m3/s] vs. CAUDAL CAPTADO EN BOCATOMA [m^3/s]



Moritz.

Para el cálculo de las pérdidas por infiltración, uno de los métodos utilizados es mediante la Fórmula de Moritz, que se indica en la Ecuación Nº4.2-1 siguiente.

ECUACIÓN Nº4.2-1
FÓRMULA DE MORITZ

$$S = 0{,}0375 \times C \times \sqrt{\frac{Q}{v}} \times L$$

Donde:
P: pérdida por infiltración [m^3/s]
C: coeficiente de Moritz (función del tipo de suelo) [m/día]
Q: caudal [m^3/s]
v: velocidad de escurrimiento [m/s]
v = Q/A
A: sección mojada [m^2]
L: longitud de canal [km]

Para un canal de sección trapezoidal, como el mostrado en el Cuadro Nº4.2.2-4, se tienen los siguientes parámetros:

ECUACIÓN Nº4.2-2
PERÍMETRO MOJADO

$$P = Bo + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + k^2}$$

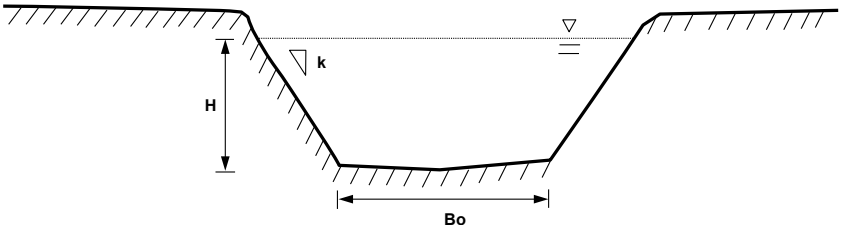
donde P se mide en (m).

ECUACIÓN Nº4.2-3
SECCIÓN MOJADA

$$A = (Bo + 2 \cdot k \cdot h) \cdot h$$

donde A se mide en (m^2)

CUADRO Nº4.2.2-4
CANAL DE SECCIÓN TRAPEZOIDAL



Moritz caracteriza el tipo de terreno a través de un coeficiente C. En el siguiente Cuadro Nº4.2.2-5 se presentan los valores de C según las caracterizaciones del tipo de suelo.

CUADRO Nº4.2.2-5
VALORES DE C PARA LA FÓRMULA DE MORITZ

Tipo se suelo	C
Grava cementada y tosca con arena	0,34
Suelo arcilloso	0,41
Légamo arenoso	0,66
Ceniza volcánica	0,68
Ceniza volcánica con arena	0,98
Arena y ceniza volcánica o arcilla	1,20
Suelo arenoso con roca	1,68
Suelo arenoso y de grava	2,20

Fuente: U.S. Bureau of Reclamation Service

Las pérdidas por infiltración dependen del tipo de suelo, pero también de la calidad de agua que transporta el canal.

Un agua con mayor sedimento, permite que en el suelo se forme una capa que actúa como impermeabilizante natural, disminuyendo las pérdidas por infiltración que serían mayores si se considerará solo el tipo de suelo original. En el caso de un canal que conduce agua más limpia no se considera el efecto producido por los sedimentos.

En relación a lo anterior, y para determinar el coeficiente C de Moritz, se utiliza un criterio de aproximar o ponderar los diferentes coeficientes mostrados en el Cuadro Nº4.2.2-5 con el fin de estimar el valor que más se acerque a lo existente.

El coeficiente de Moritz estimado para este caso se presenta en el Cuadro Nº4.2.2-6

CUADRO Nº4.2.2-6
ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE C DE MORITZ PARA LOS CASOS SELECCIONADOS

TIPO SUELO SIMILAR O EQUIVALENTE	COEFICIENTE C DE MORITZ
Arcilloso y légamo arenoso	0,54

Los antecedentes de terreno para la estimación de las pérdidas por infiltración se presentan en el Cuadro Nº4.2.2-7 siguiente.

CUADRO Nº4.2.2-7
ANTECEDENTES TRAMO CANAL

Kilometraje		Long. del Tramo L (m)	Cota Fondo		Desnivel Bruto Δh (m)	Pend. Media i	Caudal Inicio Qo (m^3/s)	Talud medio k	Coef. De Rugos. Manning η	Ancho Basal Medio Bo (m)
Inicio (m)	Térm (m)		Inicio (m)	Térm (m)						
0	7.150	7.150	246,60	209,13	37,47	0,0052	18,00	2,31	0,030	6,64

Los parámetros para el escurrimiento, calculados con los antecedentes presentados en el cuadro anterior, se presentan en el Cuadro Nº4.2.2-8.

CUADRO Nº4.2.2-8
ESCURRIMIENTO

Altura Normal Hn (m)	Altura Crítica Hc (m)	Secc. Mojada A (m2)	Vel. Media v (m/s)	Per. Mojado P (m)
1,00	0,97	8,9	2,02	9,15

Las pérdidas por infiltración se calcularon con el método de Moritz y los resultados se muestran en el Cuadros Nº4.2.2-9.

CUADRO Nº4.2.2-9
PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN
MÉTODO DE MORITZ

Coef. de Moritz C	Pérdida Media Estimada (m^3/s)	Pérdida Porcentual por tramo %
0,54	0,432	2,40

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.3.- Caudales de generación o turbinables.

Los caudales de generación se obtienen una vez que se satisface la demanda de riego de los cultivos, que es el uso principal que tiene el canal. El cálculo se presenta en el Anexo A.

En el Cuadro Nº4.3-1 se presentan los caudales de generación para la central.

CUADRO Nº4.3-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE GENERACIÓN O TURBINABLES

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES TURBINABLES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1970-1971	9,58	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	12,37	11,48	7,35	7,19	7,63	12,86
2	1971-1972	9,52	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	12,40	11,51	7,31	7,14	7,58	12,85
3	1972-1973	10,72	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	11,85	10,84	8,23	8,05	8,54	13,08
4	1973-1974	7,89	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,92	13,15	9,68	6,05	5,92	6,28	12,32
5	1974-1975	7,08	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	15,11	13,53	8,68	5,43	5,31	5,63	12,06
6	1975-1976	8,56	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	12,84	10,50	6,57	6,42	6,82	12,54
7	1976-1977	6,50	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	15,25	12,65	7,98	4,99	4,88	5,18	11,78
8	1977-1978	9,73	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	12,31	11,40	7,46	7,30	7,74	12,89
9	1978-1979	10,29	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	12,05	11,08	7,90	7,72	8,19	12,99
10	1979-1980	8,51	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	12,86	10,44	6,53	6,39	6,78	12,52
11	1980-1981	11,47	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	11,50	10,43	8,80	8,61	9,13	13,22
12	1981-1982	9,98	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	12,19	11,25	7,66	7,49	7,95	12,94
13	1982-1983	10,59	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	11,91	10,92	8,13	7,95	8,43	13,05
14	1983-1984	6,16	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	15,33	11,99	7,56	4,73	4,62	4,91	11,60
15	1984-1985	10,73	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	11,85	10,84	8,23	8,05	8,54	13,08
16	1985-1986	6,32	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	15,29	12,30	7,75	4,85	4,74	5,03	11,68
17	1986-1987	9,71	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	12,32	11,41	7,45	7,28	7,73	12,88
18	1987-1988	7,03	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	15,12	13,55	8,62	5,40	5,28	5,60	12,04
19	1988-1989	5,11	15,13	16,79	16,79	16,79	16,79	15,58	9,95	6,27	3,93	3,84	4,07	10,92
20	1989-1990	6,13	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	15,34	11,92	7,51	4,70	4,60	4,88	11,58
21	1990-1991	7,22	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	15,08	13,46	8,86	5,54	5,42	5,75	12,11
22	1991-1992	8,19	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,85	13,02	10,04	6,28	6,14	6,52	12,41
23	1992-1993	11,47	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	11,50	10,43	8,80	8,61	9,13	13,22
24	1993-1994	10,57	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	11,92	10,93	8,11	7,93	8,41	13,05
25	1994-1995	8,19	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,85	13,01	10,05	6,29	6,15	6,52	12,42
26	1995-1996	7,59	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,99	13,29	9,30	5,82	5,69	6,04	12,22
27	1996-1997	3,78	11,18	16,79	16,79	16,79	16,79	11,84	7,35	4,63	2,90	2,84	3,01	9,56
28	1997-1998	9,11	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,78	12,59	11,17	6,99	6,83	7,25	12,72
29	1998-1999	3,49	10,31	16,79	16,79	16,79	16,79	10,93	6,78	4,28	2,67	2,62	2,77	9,25
30	1999-2000	7,72	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	14,96	13,23	9,46	5,92	5,79	6,14	12,26
Promedio		8,67	16,38	16,79	16,79	16,79	16,79	14,75	11,96	9,55	6,66	6,51	6,91	12,38

5.- Topografía

5.1.- Generalidades y contenidos

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5.1.- Generalidades y contenidos.

Para disponer de los antecedentes necesarios para elaborar un prediseño conceptual de obras de generación, además de incrementar la precisión de planos y mapas existentes que contienen en forma aproximada los desniveles geométricos disponibles para generación, se realizó en terreno los respectivos levantamientos topográficos.

Los levantamientos ejecutados se materializaron mediante los siguientes instrumentos o equipos: GPS Geodésico para traslado de cota absoluta; Estación Total para tomar los perfiles de las obras; nivel topográfico automático para traslado interno de cotas; medidas a huincha; equipo de georeferenciación GPS Garmin para coordenadas. Simultáneamente se empleó la herramienta Google Earth Plus para chequeo, orientación e identificación de trazados generales.

Luego de realizar el recorrido de terreno y de plantear las nuevas obras, se tomaron perfiles longitudinales y transversales del canal, previamente estacado y balizado, en todo el sector de interés para el prediseño de la central, en que se introducirán modificaciones a las obras existentes y por tanto son materia de inversión.

En el sector de la central, se tomaron perfiles del terreno siguiendo el trazado del tubo presurizado, desde la cámara de carga hacia la casa de máquinas, además del desagüe o devolución de las aguas al cauce receptor.

Se presentan los levantamientos en los planos con los diseños conceptuales en AUTOCAD, con vistas en planta, perfiles transversales y perfiles longitudinales. Las cotas son homologadas a IGM, pero con traslado mediante GPS geodésico desde la referencia altimétrica conocida, hacia el sector del proyecto. Se realizó un estacado en los tramos de interés para el prediseño y que fueron nivelados.

La topografía se indica en las láminas 10-1 y 10-2 del Álbum de planos.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.- Prediseño de Obras

6.1.- Obras civiles
6.2.- Obras electromecánicas
6.3.- Obras de transmisión
6.4.- Listado Planos de prediseño conceptual y topografía
6.5.- Cubicaciones y presupuesto

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.1.-Obras civiles.

Las obras civiles propias para generación en una minicentral incluyen: cámara de carga, rejas, vertedero para rechazo de carga, desarenador y/o decantador, tuberías forzada y para purga, casa de máquina con el equipamiento hidro electro generador y puente grúa, obra de descarga de la turbina, obras de devolución de derechos al río y/o canal.

6.1.1.- Desarenadores, vertederos de carga y rejas

6.1.1.1.- Metodología de Cálculo del Desarenador

Para una altura de escurrimiento se determina el tiempo de s edimentación de u na partícula:

ECUACIÓN Nº6.1.1-1
TIEMPO DE SEDIMENTACIÓN

$$t = \frac{H}{w}$$

Donde:
H: altura de escurrimiento
w: velocidad de sedimentación

Conocida la velocidad de escurrimiento en el desarenador, se puede determinar el largo L del mismo, considerando el tiempo de sedimentación antes calculado.

ECUACIÓN Nº6.1.1-2
LONGITUD DEL DESARENADOR

$$L = t \cdot v = t \cdot \frac{Q}{A}$$

Donde:
t: tiempo de sedimentación
v: velocidad de escurrimiento
A: área de escurrimiento

Se debe considerar una velocidad entre 0,2 - 0,4m/s de modo de asegurar un flujo laminar que permita la sedimentación de los sólidos presentes en el agua.

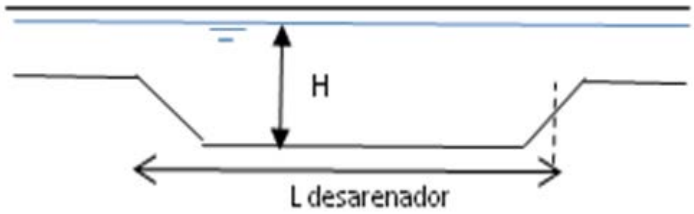
La sección del desarenador corresponde a una sección rectangular, en la que se incluye una cubeta para la decantación de las arenas. El área de esta sección es

ECUACIÓN Nº6.1.1-3
SECCIÓN DEL DESARENADOR

$$A = H \cdot b$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.1.1-1
DESARENADOR



Para este caso se tienen los siguientes antecedentes presentados en el Cuadro Nº6.1.1-2.

CUADRO Nº6.1.1-2
ANTECEDENTES

Q (m^3/s)	H (m)
18	1,4

Para la unidad de desarenación, se determina el ancho del desarenador y la profundidad donde decantarán las arenas, de modo de poder reducir la velocidad para la decantación

CUADRO Nº6.1.1-3
DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR

Q (m3/s)	h arena (m)	Ancho b (m)	Sección (m^2)	Velocidad (m/s)
18	2,4	11	41,8	0,43

Con la altura total del desarenador, correspondiente a la suma de la altura de escurrimiento en el canal y la profundidad para las arenas, se puede calcular el tiempo de decantación de las partículas.

CUADRO Nº6.1.1-4
CÁLCULO TIEMPO DE DECANTACIÓN DE LAS PARTÍCULAS

W (cm/s)	Htotal (m)	t dec (s)
2,5	3,8	152

Una vez calculado el tiempo de decantación, se obtiene el largo del desarenador, L, que corresponde al largo mínimo para que la totalidad de partículas con una velocidad de decantación w ≥ 2,5cm/s lleguen al fondo del desarenador. En la siguiente tabla se entrega un r esumen de las dimensiones del desarenador; altura total (altura de escurrimiento), ancho y largo.

CUADRO Nº6.1.1-5
RESUMEN DE LAS DIMENSIONES DEL DESARENADOR

Q (m3/s)	ancho b (m)	H total (m)	L (m)
18	11	3,8	65,5

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

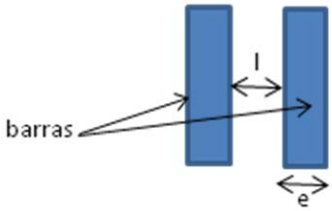
6.1.1.2.- Metodología de cálculo de la reja

Las rejas serán diseñadas con los siguientes parámetros:

Espesor de barras, e (mm)= 6 (pletinas de acero)

Luz de paso entre barras, l (mm) = 30

CUADRO Nº6.1.1-6
REJA



Con el objeto de atenuar las pérdidas de carga en la central, se considerarán bajas velocidades en la entrada a la reja del orden de 0,5m/s.

Conocida la altura de escurrimiento y la velocidad se puede determinar el caudal que pasa entre barras, q, del siguiente modo:

ECUACIÓN Nº6.1.1-4
CAUDAL ENTRE BARRAS

$$q = v \cdot h \cdot l$$

El número de espacios entre rejas necesarios para permitir el paso del caudal total, n, se calcula como:

ECUACIÓN Nº6.1.1-5
ESPACIOS ENTRE REJAS

$$n = \frac{Q}{q}$$

Entonces, el largo total de la reja, L, será:

ECUACIÓN Nº6.1.1-6
LONGITUD TOTAL REJA

$$L = n \cdot l + (n+1) \cdot e$$

Considerando que se necesita una barra más que el número de espacios de la reja.

En el Cuadro Nº6.1.1-7 se presenta un resumen con el dimensionamiento de la reja.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.1.1-7
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO REJA

Q (m3/s)	Altura	Sección (m^2)	q	n	L reja (m)
18	1,4	0,04	0,021	857	30,9

6.1.1.3.- Metodología de cálculo del vertedero

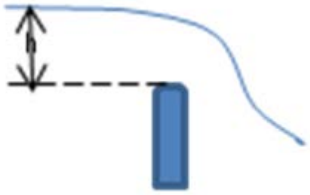
Para determinar la longitud del vertedero, se utilizará la fórmula de vertedero longitudinal.

ECUACIÓN Nº6.1.1-7
FORMULA VERTEDERO LONGITUDINAL

$$Q = m \cdot L \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

m = 0,40

CUADRO Nº6.1.1-8
VERTEDERO



De este modo se calculará la longitud del vertedero, considerando una altura que permita el adecuado vertimiento de las aguas en el caso de que la central rechace todo el caudal, y dejando una revancha entre la cota máxima sobre el vertedero y la cota del muro.

Los vertederos fueron diseñados como vertederos de carga frontal, calculados para la condición más desfavorable, que corresponde al rechazo de la carga por parte de la central, cuando el flujo en la cámara de carga se detiene y todo el flujo debe verter hacia la purga.

En el Cuadro Nº6.1.1-9 se presenta un resumen del dimensionamiento del vertedero de carga.

CUADRO Nº6.1.1-9
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO VERTEDERO DE CARGA

Q (m3/s)	H (m)	L (m)
18	0,35	49,1

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.1.2.- Cámara de carga

La cámara de carga remata el acueducto de aducción, y sirve de transición entre éste y las tuberías forzadas en presión. Está cámara consiste básicamente en un estanque que, en su sección de unión con las citadas tuberías, posee la profundidad necesaria para evitar que puedan formarse vórtices a través de los cuales entre aire hacia el interior de las tuberías, lo cual debe evitarse, ya que introduce una irregularidad en la rotación de la turbina. La cámara de carga incluye normalmente un sistema de compuertas de servicio y de emergencias que permiten cerrar el paso del agua. Estas compuertas se colocan en la entrada de la tubería forzada para poder realizar una inspección o trabajo de ésta.

La cámara de carga se prediseña de hormigón armado. Esta obra permite imponer una cota piezométrica muy estable frente a oscilaciones del caudal, como resultado de maniobras en la central.

La evacuación de las aguas que fluyen por la aducción cuando por alguna razón se detienen las unidades generadoras, es a través del vertedero ubicado próximo a l a cámara de carga para evacuar el caudal de exceso.

Se consultan en general cámaras de c arga ubicadas en el canal de riego, o inmediatamente al costado de éste. En este caso la cámara puede ser a la vez desarenador.

Para efecto del prediseño se consultan velocidades relativamente bajas en esta obra cercana a 1 m/s, para estabilizar al máximo el flujo, antes de entrar a la tubería forzada. Se aplican además consideraciones y recomendaciones típicas de sumergencia mínima.

Para el dimensionamiento de las cámaras de carga, se considerará el ancho igual al de la reja. La altura mínima de agua en su interior debe ser tal que evite la entrada de aire a las tuberías forzadas debido a la sumergencia. Esta altura se calcula con la siguiente fórmula:

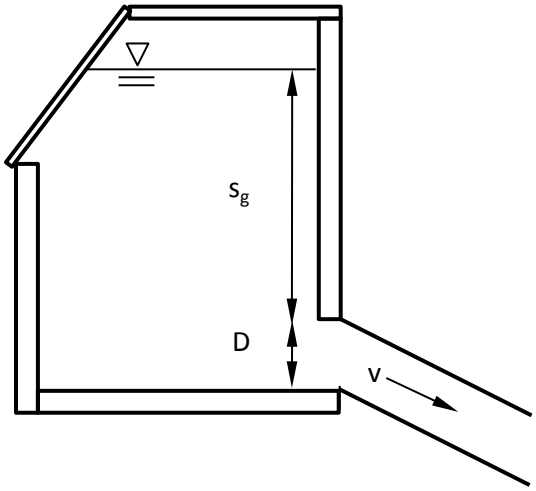
ECUACIÓN Nº6.1.2-1
FÓRMULA DE GORDON

$$s_g = 0{,}554 \cdot v \cdot \sqrt{D}$$

Donde:
Sg: sumergencia (m)
v: velocidad de escurrimiento en la tubería forzada (m)
D: diámetro de la tubería (m)

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº 6.1.2-1
CÁMARA DE CARGA



Entonces, la altura mínima del agua al interior de la cámara de carga deberá ser:

$$h_{min} = s_g + D$$

CUADRO Nº6.1.2-2
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO CÁMARA DE CARGA

Q (m^3/s)	D (mm)	Dint (mm)	V (m/s)	Sg (m)	Altura agua min (m)
18	3150	3600	1,8	1,9	5,0

En este caso se utilizó un diámetro equivalente a una tubería circular para determinar la sumergencia, correspondiente a una tubería circular en donde la velocidad de escurrimiento es la misma que el cajón que se diseño para esta central. En cambio, para el cálculo de la altura mínima se utilizaron las dimensiones del cajón.

6.1.3.- Determinación de diámetros de tubería. Pérdidas de carga friccionales y singulares. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga.

Para el cálculo de los diámetros de las tuberías se utiliza dos criterios según su función.

El primer criterio para determinación del diámetro en la tubería forzada, consiste en limitar la velocidad de escurrimiento al rango comprendido entre 2 y 2,5 m/s, de manera de tener las menores pérdidas de carga posible, tanto friccionales, como singulares.

El segundo criterio es para la determinación de la tubería de purga y/o descarga, en que se limita la velocidad a alrededor de 5 m/s, que es el máximo permitido en este tipo de material. Además, en el caso de la tubería de purga no es aplicable el criterio de minimizar las pérdidas de carga.

Según Hazen Williams, las pérdidas de de carga friccionales en una tubería están dadas por la Ecuación Nº6.1.3-1.

ECUACIÓN Nº6.1.3-1
ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS

$$J = 10{,}655 \frac{Q^{1{,}852}}{C^{1{,}852} \cdot D^{4{,}869}}$$

Donde:
J: perdidas de carga friccionales (m/m)
Q: caudal porteado por la tubería (m^3/s)
C: coeficiente de Hazen Williams característico del material de la tubería
D: diámetro interior (m)

El diámetro queda determinado por la Ecuación Nº6.1.3-2

ECUACIÓN Nº6.1.3-2
DIÁMETRO DE LA TUBERÍA

$$D = \left(10{,}655 \frac{L \cdot Q^{1{,}852}}{(Dh - 10) \cdot C^{1{,}852}} \right)^{1/4{,}869}$$

En el Cuadro Nº6.1.3-1 se presentan los coeficientes de Hazen Williams más comunes para distintos materiales.

CUADRO Nº6.1.3-1
COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES

Material	C		Material	C	
Asbesto cemento	140		Hierro galvanizado	120	
Latón	130	140	Vidrio	140	
Ladrillo de saneamiento	100		Plomo	130	140
Hierro fundido, nuevo	130		Plástico (PE, PVC)	140	150
Hierro fundido, 10 años de edad	107	113	Tubería lisa nueva	140	
Hierro fundido, 20 años de edad	89	100	Acero nuevo	140	150
Hierro fundido, 30 años de edad	75	90	Acero	130	
Hierro fundido, 40 años de edad	64	83	Acero rolado	110	
Concreto	120	140	Lata	130	
Cobre	130	140	Madera	120	
Hierro dúctil	120		Hormigón	120	140

En este caso se tiene una caudal Q=19,3 m^3/s, lo que da como resultado diámetros mayores a 2 m, específicamente un diámetro de 3,6m para un tramo de 3,02 m. Dado lo anterior, se opta por una solución más económica, siendo esta la de un c ajón de hormigón.

Para obtener las dimensiones del cajón, se igualan las áreas de la tubería que se habría utilizado con el diámetro calculado mediante Hazen Williams con el área del cajón.

Dtub = 3,6m

Atub=10 m^2

Acajón=10 m^2 = 3,15 x 3,15 m^2

Lo que da un cajón de dimensiones interiores 3,15 m x 3,15 m

Si se considera un espesor de 0,3 cm, finalmente se obtiene:

Cajón de Hormigón Armado de 3,5m x 3,5 m con espesor de 0,3m

6.1.4.- Altura de succión admisible en descarga de turbinas (NPSH).

En el caso de prediseños con turbinas tipo Francis, la altura de succión admisible se determina mediante curvas características de la turbina, que provee el fabricante. En general las alturas de succión son con valor positivo, sin embargo también puede ser negativo esto es: se requiere carga de agua sobre el eje de la turbina. En general la altura de succión puede calcularse como: 10m – NPSH m = altura de succión m, a una altura de la central a nivel del mar.

Para otros tipos de turbinas que se consideran en el presente estudio, las alturas de succión quedan establecidas en los croquis de dimensiones generales que proporciona cada fabricante. Estas recomendaciones se consideraron en los prediseños que se contienen en los planos.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.2.- Obras electromecánicas

Las obras electromecánicas se ubican en la casa de máquina, y corresponden a los equipos propios de generación entre las más importantes se consideran la turbina y el generador.

En este caso se consultan tres turbinas Francis de origen chino, con una potencia nominal de 0,11 Mw en relación a los parámetros de altura de caída y caudal indicados. Asociada a esta turbina, se considera un generador tipo sincrónico. Además se incluyen sistemas de regulación, tableros de control y protección del generador.

En cuanto a equipos mecánicos, se utilizan válvulas tipo mariposa con actuador hidráulico entre la tubería forzada y la turbina.

Como alternativa, y debido a las características del salto, poca altura y gran caudal, se podría considerar una turbina del tipo VLH (Very Low Head), la que tiene la particularidad de contener en un solo equipo turbina y generador. Además no necesita cámara de carga, solo de una obra civil de conducción de las aguas hasta la hélice de la turbina y una caseta para el control de la misma, incluido el levante automático para su mantención.

Otra alternativa podría ser una rueda hidráulica tipo Aqualinne.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.3.- Obras de transmisión

En los subcapítulos siguientes se utilizan las abreviaturas que a continuación se señalan.

CDEC: Centro de Despacho Económico de Carga.
SIC: Sistema Interconectado Central.
SSTx: Sistema de Subtransmisión Eléctrica
SDx: Sistema de Distribución Eléctrica
MT: Media Tensión.
BT: Baja Tensión.
LMT: Línea de Media Tensión
LAT: Línea de Alta Tensión
CNR: Comisión Nacional de Riego.
S/E: Subestación.
13,2 KV, 13,8 KV, 15 KV, 23 KV, 66 KV: Niveles de tensión expresados en Kilo Volts.
CGED: Compañía General de Electricidad Distribución.
CGET: Compañía General de Electricidad Transmisión.
SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
COOPELAN: Cooperativa Rural Eléctrica Los Ángeles.
SAESA: Sociedad Austral de Electricidad S.A.
FRONTEL: Empresa Eléctrica de la Frontera
EMETAL: EMELECTRIC Talca

Las obras de transmisión que incluyen: subestación elevadora de tensión (transformador de poder tipo elevador, interruptores, transformadores de potencial y de corriente, medidor de energía, protección multifuncional, sala de control, líneas de media tensión (LMT) de interconexión (incluye postes y estructuras), paño de interconexión (reconectador, equipo de medida, transformador de servicios auxiliares (SS/AA))

6.3.1.- Conexión a la Red.

6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica

Uno de los aspectos de r elevancia en la evaluación de un pr oyecto de generación eléctrica lo constituye el análisis de los potenciales puntos de conexión al sistema eléctrico existente, para ser utilizados como medio de evacuación de la energía eléctrica generada, de manera de asegurar este aspecto específico sobre la viabilidad y desarrollo del proyecto.

En efecto, existe la normativa que permite el libre acceso de los actores que deseen ingresar al mercado eléctrico chileno, a los sistemas eléctricos. Estos sistemas eléctricos son los denominados: Sistemas de Distribución, Sistemas de Subtransmisión y la Transmisión Troncal.

Para este fin se realizó un levantamiento específico de información en terreno destinado a detectar la factibilidad de inyectar la energía generada al sistema eléctrico y sobre las posibles limitaciones físicas.

Para este efecto se ingresaron las solicitudes de conexión en la respectiva empresa eléctrica, que se acompañan en el punto 6.3.1.3.

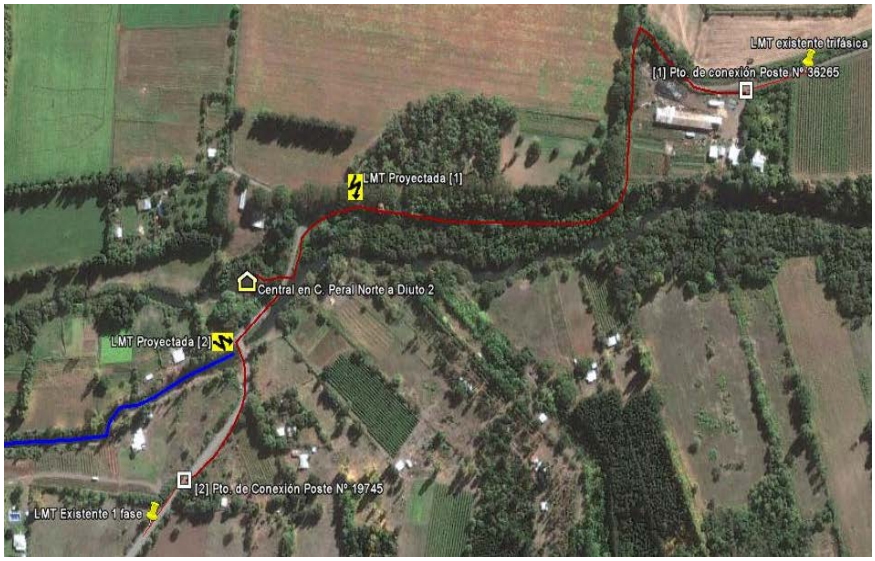
En los subcapítulos siguientes se indican referencialmente las características generales de los equipos primarios involucrados y de las líneas que se prediseñarán para la

inyección de energía, esquematizando el proceso desde el punto de la generación en la central hidroeléctrica, hasta el punto de conexión elegido.

6.3.1.2.- Ubicación y caracterización de líneas más cercanas

El proyecto está ubicado en el sector Puente Angosto en la comuna de Los Ángeles. Este proyecto presenta la factibilidad de conexión a dos puntos, el primero a LMT trifásica poste Nº36265, y el segundo a LMT monofásica poste Nº19755 ambos puntos pertenecientes a empresa COOPELAN. En las figuras siguientes se presenta el croquis general identificando los puntos de interés y trazado de LMT de interconexión de central generadora al SD. Es importante mencionar que una vez recibida la información desde la empresa distribuidora se definirá el punto de conexión a utilizar.

CUADRO Nº 6.3.1-1
PLANTA DE UBICACIÓN



CUADRO Nº6.3.1-2
PUNTO DE CONEXIÓN

6.12.-

- Subestación Elevadora

De acuerdo a la potencia de la central, el transformador de poder a utilizar es de 0,5 MVA de potencia del tipo elevador, 6,3/13,2 kV conexión ∆Yn1. A continuación se presentan los equipos primarios que componen la S/E elevadora

- Transformador de poder de 0,5 MVA, 6,3/13,2 kV, Conexión ∆Yn1
- Interruptor trifásico lado MT
- Desconectadores tripolares lado MT/BT
- Transformador de potencial trifásico barra MT
- Transformador de corriente trifásico
- Transformador de SS/AA de 30 kVA
- Desconectadores fusibles transformador de SS/AA
- Postes de concreto, aisladores y estructuras
- Equipos de medida y protecciones eléctricas
- Sala de control y comando
- Pararrayos
- Barra MT
- Barra BT

- Línea de interconexión.

Según lo detallado, para este caso existen 2 opciones de interconexión desde la barra de MT de la central al SD, las cuales son detalladas a continuación:

i.- Interconexión al SD por medio de LMT a punto potencial de conexión identificado con el número de placa Nº36265. Será trifásica del tipo aérea en conductor de aluminio 33 mm^2. La aislación y estructuras irán montadas en postes de hormigón de 11,5 metros. La extensión aproximada de la LMT es 3 km.

ii.- Interconexión al SD por medio de LMT a punto potencial de conexión identificado con el número de placa Nº19755. Sera trifásica del tipo aérea en conductor de aluminio 33 mm^2. La aislación y estructuras irán montadas en postes de hormigón de 11,5 metros. La extensión aproximada de la LMT es 0,3 km. Para este caso se debe gestionar con la empresa distribuidora la transformación de LMT monofásica a trifásica.

Para ambos casos los trazados de la LMT de interconexión se han realizado por caminos públicos. De acuerdo a los antecedentes recopilados en la visita a terreno no se observa restricción técnica para realizar la interconexión de la central al SD.

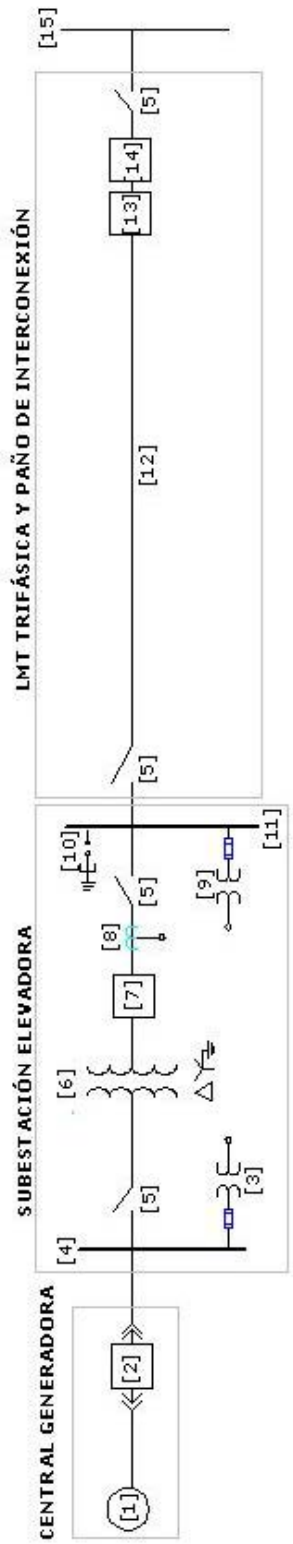
- Paño de Interconexión al Sistema Eléctrico.

Corresponden a los equipos que interconectaran la LMT particular al SD y está compuesto por los siguientes equipos primarios:

1.- Reconectador con caja de control y protecciones
2.- Equipo compacto de medida y medidor de energía
3.- Desconectadores fusibles
4.- Transformador de servicios auxiliares
5.- Desconectadores cuchillas.
6.- Postes de concreto de 11,5 metros, aisladores y estructuras

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.3.1-3
ESQUEMA GENERAL S/E ELEVADORA, LMT DE INTERCONEXIÓN Y PAÑO DE CONEXIÓN AL SD



[1] Generador Eléctrico
[2] Interruptor trifásico generador con sincronizador
[3] Transformador de servicios auxiliares
[4] Barra de Baja Tensión
[5] Desconectadores trifásicos tipo cuchillos
[6] Transformador de poder trifásico 0,5 MVA 6,3/13,2 kV tipo elevador
[7] Interruptor trifásico Media Tensión
[8] Transformador de corriente trifásico
[9] Transformador de potencial trifásico
[10] Pararayos
[11] Barra de Media Tensión
[12] Línea de interconexión entre central generadora y sistema de distribución
[13] Equipo compacto de medida y medidor de energía eléctrica
[14] Interruptor de acoplamiento al SD (exigencia norma técnica PMGD)
[15] Sistema de distribución

Nota: La Central Generadora ha sido dibujada solo para identificar el punto de conexión con la Subestación elevadora. El nivel de tensión del lado secundario del transformador de poder y LMT serán confirmados una vez recepcionada la información de las empresas eléctricas, mismo caso para la definición de las capacidades de los demás equipos (amperes)

6.3.1.3.- Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño

INGESAGRO
INGENIEROS LTDA.

Los Ángeles, 13 de agosto 2010.

Señor
José Luis Neira Veloso
Gerente General
COOPELAN, Los Ángeles
Región del Bio-Bio, Chile

REF.: Solicitud de Información para conexión de PMGD, Canal Laja Sur Canal Peral Norte Diuto 2 a SD.

De nuestra consideración:

Informamos a usted, como empresa Sociedad **Ingesagro Ingenieros Ltda.**, la intención de interconectar a vuestras redes de distribución (SD) el proyecto de generación calificado como Medio de Generación No Convencional (MGNC), el cual contempla una unidad de generación de 0,25 MW.

De acuerdo a la potencia instalada y al medio de evacuación de la energía generada (Línea de Media Tensión) la central proyectada califica como Pequeño Medio de Generación Distribuido (PMGD), calificación que se describe en el DS 244 el cual tiene relación con los MGNC.

Dado lo anterior y dando cumplimiento a lo estipulado en el DS 244 y en "Norma técnica de conexión y operación de PMGD en instalaciones de Media Tensión" es que adjuntamos a usted Solicitud de Información según Formulario Nº 1, en donde solicitamos el envío de la información detallada, la cual será utilizada para realizar los estudios respectivos que permitirán la futura conexión y operación de la central

Se despide atentamente de usted.

COOPERATIVA ELECTRICA CORRESPONDENCIA
Fecha recep 13.08.10 Folio
Pase a
Observación

Sara Fuentes Morales
Ingesagro Ingenieros Ltda.
energia@ingesagro.cl
www.ingesagro.cl
Casilla 707 Los Ángeles
7-9580327

CC: Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC)

FORMULARIO 1: SOLICITUD DE INFORMACIÓN

IDENTIFICACIÓN DEL INTERESADO

Nombre	Ingesagro Ingenieros Ltda	Teléfono	79580327
Dirección	Casilla 707 Los Ángeles	Fax	
Ciudad	Los Ángeles	mail	energia@ingesagro.cl

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto	Canal Laja Sur – Canal Peral Norte – Diuto 2 (0,25 MW)
Dirección	Los Ángeles
Comuna	Los Ángeles
Ciudad	

Datos de Conexión	Potencia Activa a Inyectar				0,25	MW
	Predicción de Energía Anual				1.296	MWh
Energético Primario	Eolico	☐	Biomasa	☐	Desechos	☐
	Hidro	☑	Gas	☐	Otros	☐
	Fotovoltaica	☐	Diesel/Fuel oil	☐		

Empresa Distribuidora o la Empresa con Instalaciones de Distribución, en su caso: **COOPELAN**

Punto de Conexión Deseado: Se incluyen dos potenciales puntos de conexión

Placa Poste Nº 36265 y Nº 19745

Alimentador seleccionado: Por Confirmar Nivel de Tensión 13200/7600 V

INFORMACION A SOLICITAR

- ☑ Secciones y tipos de conductor existentes en cada segmento del trazado de la red
- ☑ Demanda de diseño del alimentador en la cabecera, y la última lectura de demanda máxima anual verificada o estimada
- ☑ Capacidad de cortocircuito de la Subestación que abastece al alimentador
- ☑ Plano referenciado geograficamente del alimentador seleccionado
- ☑ Descripción de equipos de protección y maniobra ubicados en el alimentador seleccionado
- ☑ Descripción de los equipos de compensación de reactivos
- ☑ Información de proyectos futuros en el alimentador
- ☑ Descripción de otras unidades de generación operando en el alimentador
- ☑ Otra información que se considere necesaria

Especificar:

- Ubicación equipos protección y compensación de reactivos (condensadores. Reguladores de voltage etc)
- Bloques de demanda mínima, media y máxima.
- Ratificar nivel de tensión de punto de conexión.
- Incluir nombre de Alimentador

Lugar, Fecha	Firma:	Recibido:
Los Ángeles, 13 de Agosto de 2010		COOP. ELECTRIC. LOS ANGELES SECRETARIA GERENCIA

coopelan
Los Angeles
Av. Longitudinal Sur Km. 505
Fono: (43) 360718 - Fax: (43) 360330
e mail: coopelan@coopelan.cl
Casilla 429 - Los Angeles - Chile

LOS ANGELES, Septiembre 08 de 2010

CARTA G N°642/2010

Señorita
Sara Fuentes Morales
Ingesagro Ingenieros Ltda.
PRESENTE

REF.: SU CARTA DE FECHA 13.08.2010.

Estimada señorita:

De acuerdo a lo solicitado en carta de la referencia, en donde nos solicita información de nuestro sistema de distribución en el punto de conexión y alimentador, tenemos el agrado de informar lo siguiente:

1. *Que los puntos de conexión corresponden a una línea de media tensión trifásica en la cola de nuestro alimentador Canteras, específicamente, en el poste N°36265 de la línea Mortandad – Cerro Colorado y del poste N°19745 de la línea Chacayal Norte - San José.*
2. *Que este alimentador tiene como características, que en los primeros kilómetros cercanos a la ciudad de los Angeles, se concentra la mayor cantidad de carga como industrias madereras, y luego aguas abajo presenta consumos rurales como riegos tecnificados, lecherías, pequeñas industrias agrícolas y consumos domiciliarios con una muy baja densidad de clientes por extensión de la línea.*
3. *La curva de la demanda diaria presenta sus máximas durante las horas de trabajo, teniendo un consumo considerable en las horas de punta, pero las máximas demandas son fuera de punta produciéndose generalmente en el período de verano.*

La información específica la enviamos adjunta en formulario N° 2 de la norma técnica para los PMGD, con todos los antecedentes requeridos en CD adjunto.

Saluda atentamente a usted,

COOPERATIVA ELECTRICA LOS ANGELES LTDA.

COOPERATIVA ELECTRICA LOS ANGELES
GERENTE

JOSE LUIS NEIRA VELOSO
GERENTE GENERAL

c.c. : - Sub Gerencia Distribución
- Archivo

A continuación se presenta el prediseño y valorización de las componentes del proyecto eléctrico correspondientes a la S/E Elevadora, Línea Eléctrica de Interconexión al sistema, Paño de interconexión, ya sea en SD o SSTx y obras adicionales.

Resumen técnico proyecto y SD

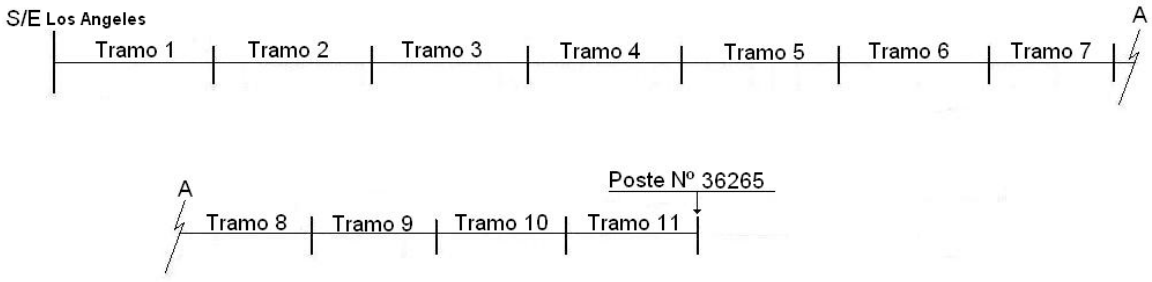
Nombre Proyecto	CH Diuto 2
Potencia a Inyectar (MW)	0,3
Energía Anual (MWh)	1.576,8
Ubicación	Los Ángeles
Empresa Propietaria SD	Copelan Ltda.
Punto de conexión a SD	Poste Nº 36265

Información Técnica SD empresa CGED S.A.

			LMT Pto. Conexión			
S/E Primaria	**Alimentador**	**Tensión kV**	**1F, 2F, 3F**	**Conductor**	**Cortocircuito* MVA**	**Demanda Min/Med/Max MVA**
Los Ángeles	Canteras	13,2	3F	Cu 3x13,3 mm^2	5,077	1,2/2,7/3,9

*Punto de repercusión

Diagrama Unilineal SD hasta punto de conexión



Tipos de conductores por tramo.

Tramo 1: 3,3 kilómetros conductor de cobre de 53,5 mm^2
Tramo 2: 4,5 kilómetros conductor de cobre de 26,7 mm^2
Tramo 3: 0,3 kilómetros conductor de aluminio protegido de 70 mm^2
Tramo 4: 1,2 kilómetros conductor de cobre de 26,7 mm^2
Tramo 5: 0,2 kilómetros conductor de aluminio protegido de 70 mm^2
Tramo 6: 6,2 kilómetros conductor de cobre de 26,7 mm^2
Tramo 7: 0,2 kilómetros conductor de aluminio protegido de 70 mm^2
Tramo 8: 10,6 kilómetros conductor de cobre de 26,7 mm^2
Tramo 9: 6,1 kilómetros conductor de Aluminio de 33,6 mm^2
Tramo 10: 1,2 kilómetros conductor de cobre de 13,3 mm^2
Tramo 11: 4,0 kilómetros conductor de cobre de 13,3 mm^2

Equipos Primarios Conexión PMGD

Item	Descripción	Cantidad
1	**S/E Elevadora**	
1.1	Transformador de poder de 0,5 MVA 0,4/13,2 kV, tipo elevador conexión ΔYn1	1
1.2	Interruptor trifásico, 13,2 kV Inominal/capacidad de ruptura 30/12500 amperes	1
1.3	Transformador de potencial trifásico 13,2/0,12 kV	1
1.4	Transformador de corriente trifásico 30/5 amperes	1
1.5	Medidor de energía clase 0,2	1
1.6	Protección multifuncional	1
1.7	Sala de control y comando tipo container	1
1.8	Obras civiles	1
2	**LMT de Interconexión**	
2.1	Línea aérea trifásica en conductor de Al de 33 mm^2, incluye postes y estructuras	3 kms
3	**Paño de Interconexión**	
3.1	Reconectador Nova con control F6, 13,2 kV, Inominal/capacidad de ruptura 30/12500 ampres	1
3.2	Equipo compacto de medida TTPP 13,2/0.4 kV, TT/CC 30/5	1
3.3	Transformador de SS/AA reconectador 5 kVA bifásico 13,2/0,4 kV	1

Obras adicionales SD

Valor cortocircuito punto de repercusión (kVA)	6.940
Potencia aparente Central (kVA)	300
Factor K Factibilidad Obras adicionales	**23,10**

Dado que el factor K es mayor a 20 no se requiere realizar obras adicionales de refuerzo de conductor en el SD.

Valorización Obras

(Valores referenciales) 1 USD = $ 491.78 (29.10.10)

Descripción	Unidad [M$]
S/E Elevadora	90.418
LMT interconexión	36.000
Servidumbre de paso LMT	28.800
Paño Interconexión	59.000
Gestión y permisos	5.000
Estudios Sistémicos	25.000
Imprevistos (5%)	12.211
Total	**256.429**

Total USD =	**517.363**

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.4.- Listado planos de prediseño conceptual y topografía

Lámina	Contenido
10-1	-Planta general de ubicación canal Peral Norte Diuto 2 situación actual – topografía
10-2	-Perfil longitudinal canal peral norte Diuto 2 situación actual – topografía -Perfil longitudinal canal peral norte Diuto 2 situación actual - topografía
10-3	-Planta general de ubicación canal Peral Norte Diuto 2 central hidroeléctrica Situación proyectada
10-4	-Perfil longitudinal canal Peral Norte Diuto 2 obra de generación Situación proyectada -Planta obra de generación -Perfil longitudinal canal Peral Norte Diuto 2 obra de purga - situación proyectada

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.5.- Cubicaciones y presupuesto

CUADRO Nº6.5-1
PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN DE PREDISEÑOS

CÁMARA DE CARGA				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
REJA	kg	5.430	2.207	11.984.361
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS Y LOSAS)	m3	94	168.777	15.799.007
EXCAVACIÓN	m3	1.091	2.664	2.906.424
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	39	2.320	91.246
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	1.367	1.081	1.477.912
			TOTAL ($)	**32.258.949**

TUBERÍA FORZADA				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
CAJON DE H.A H-25	m3	12,50	202.737	2.534.779
EXCAVACIÓN	m3	40	2.664	106.912
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	20	5.800	114.768
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	52	1.081	56.398
			TOTAL ($)	**2.812.857**

DESARENADOR				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
COMPUERTAS (COMPUERTA Y MARCO)	kg	590	2.002	1.180.739
MECANISMO COMPUERTA	gl	8	725.001	5.800.008
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS, LOSAS Y MACHONES)	m3	547	168.777	92.392.276
EXCAVACIÓN	m3	4.513	2.664	12.021.439
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	479	2.320	1.111.981
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	5.243	1.081	5.667.926
SERVIDUMBRE	m2	2.167	650	1.408.550
			TOTAL ($)	**119.582.919**

CASA DE MÁQUINA

ÍTEM	UNI.	CANT.	P.U.	SUB. TOTAL
			$/UNI	$
HORMIGÓN ARMADO H-25 (LOSAS, MUROS, VIGAS, PILARES , FUNDACIONES Y DESAGÜE)	m3	121	202.737	24.623.050
EXCAVACIÓN	m3	1557	2.664	4.146.868
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	606	5.800	3.513.041
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3		2.320	0
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	2.024	1.081	2.187.535
SERVIDUMBRE	m2	167	650	108.680
CASA DE MÁQUINA (PERFILES DE ACERO Y AISLACIÓN)	gl	1	-	8.105.385
EQUIPO HIDROELÉCTRO GENERADOR (3 TURBINA Francis 0,1 MW - 3 GENERADOR SINCRÓNICO 0,096 Mw - SISTEMAS DE REGULACIÓN - TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCIÓN GENERADOR	gl	3	50.489.526	151.468.578
PUENTE GRÚA (INCLUYE TECLE)	gl	1	22.000.000	22.000.000
ACTUADOR HIDRÁULICO HB-HV PN 10 (INCLUYE VÁLVULA MARIPOSA, Dn = 2000 mm)	gl	1	45.081.500	45.081.500
VÁLVULA DE VENTOSA Dn 200 PN 10	gl	0	560.000	0
			TOTAL ($)	**261.234.637**

CUADRO Nº6.5-2
RESUMEN COSTO DIRECTO CONSTRUCCIÓN CENTRAL

Nº	ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO COMP. NAC. CN Mill $	COSTO COMP. EXTR. CE Mill $	COSTO TOTAL CN+CE Mill $
1.-	**INSTALACION DE FAENAS Y OBRAS PROVISIONALES (1 año de construcción)**	**1**	**gl**	**8**		**8**
2.-	**CAMARA DE CARGA**	**1**	**gl**	**32**	**-**	**32**
2.1.-	REJA	5.430	kg	12,0		**12,0**
2.2.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS Y LOSAS)	94	m3	15,8		**15,8**
2.3.-	EXCAVACIÓN	1.091	m3	2,9		**2,9**
2.3.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)		m3			
2.4.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	39	m3	0,1		**0,1**
2.5.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	1.367	m3	1,5		**1,5**
3.-	**TUBERÍA FORZADA**	**1**	**gl**	**3**	**-**	**3**
3.1.-	CAJON DE H.A H-25	13	m3	3		**3**
3.2.-	EXCAVACIÓN	40	m3	0,1		**0,1**
3.3.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	20	m3	0,1		**0,1**
3.4.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	52	m3	0,1		**0,06**
4.-	**DESARENADOR**	**1**	**gl**	**118**	**1**	**120**
4.1.-	COMPUERTAS (COMPUERTA Y MARCO)	590	kg	1,2		**1,2**
4.2.-	MECANISMO COMPUERTA	8	gl	5,8		**6**
4.3.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS, LOSAS Y MACHONES)	547	m3	92,4		**92**
4.4.-	EXCAVACIÓN	4.513	m3	12,0		**12,0**
4.5.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	0	m3	-		**-**
4.6.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	479	m3	1,1		**1,1**
4.7.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	5.243	m3	5,7		**5,7**
4.8.-	SERVIDUMBRE	2.167	m2		1	**1**
4.9.-	TUBERÍA PURGA HDPE PECC100 PN (Dn = mm, e = mm)	0	ml	-		**-**
5.-	**CASA DE MAQUINA**	**1**	**gl**	**65**	**196**	**261**
5.1.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (LOSAS, MUROS, VIGAS, PILARES , FUNDACIONES Y DESAGÜE)	121	m3	24,6		**25**
5.2.-	EXCAVACIÓN	1.557	m3	4,1		**4,1**
5.3.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	606	m3	3,5		**4**
5.4.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	0	m3	-		**-**
5.5.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	2.024	m3	2,2		**2,2**
5.6.-	SERVIDUMBRE	167	m2	0,1		**0,1**
5.7.-	CASA DE MÁQUINA (PERFILES DE ACERO Y AISLACIÓN)	1	gl	8,1		**8,1**
5.8.-	EQUIPO HIDROELÉCTRO GENERADOR (3 TURBINA Francis 0,1 MW - 3 GENERADOR SINCRÓNICO 0,096 Mw - SISTEMAS DE REGULACIÓN - TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCIÓN GENERADOR - TRANSFORMADOR	3	gl		150,9	**151**
5.9.-	PUENTE GRUA (INCLUYE TECLE)	1	gl	22,0		**22**
5.10.-	ACTUADOR HIDRAULICO HB-HV PN 10 (INCLUYE VALVULA MARIPOSA, Dn = 2000 mm)	1	gl		45,1	**45**
5.11.-	VALVULA DE VENTOSA Dn 200 PN 10	0	gl		-	**-**
6.-	**OBRAS DE TRANSMISIÓN**	**1**	**gl**	**244**	**-**	**244**
6.1.-	S/E ELEVADORA	1	gl	90,4		**90**
6.2.-	LMT INTERCONEXIÓN	1	gl	36,0		**36**
6.3.-	SERVIDUMBRE DE PASO LMT	1	gl	28,8		**29**
6.4.-	PAÑO INTERCONEXIÓN	1	gl	59,0		**59**
6.5.-	OBRAS ADICIONALES SD (REEMPLAZO CONDUCTOR)	1	gl	-		**-**
6.6.-	GESTIÓN Y PERMISOS	1	gl	5,0		**5**
6.7.-	ESTUDIOS SISTEMICOS	1	gl	25,0		**25**
7.-	**CAMINO DE ACCESO**	**1**	**gl**			**-**
8.-	**MONTAJE DEL EQUIPO HIDRO ELECTRO GENERADOR**	**1**	**gl**	**9,0**	**2,7**	**12**

NOTA: estos precios no incluyen: utilidades, gastos generales del contratista e IVA.

7.- Evaluación Económica y Financiera

7.1.- Beneficios
7.2.- Inversiones y costos
7.3.- Evaluación económica
7.4.- Análisis financiero
7.5.- Resumen de parámetros económicos

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.1.- Beneficios

Los beneficios de los proyectos de minicentral hidroeléctrica evaluados son aquellos asociados a los ingresos por venta de potencia y energía.

Los ingresos por venta de energía se calculan con la energía generada mensualmente. Esta energía se obtiene a través de los caudales medios mensuales provenientes de la hidrología y de la simulación operacional. El precio de venta de la energía corresponde al indicado en la resolución que fija precios de nudo para suministros de electricidad de fecha 29 de octubre de 2010 y publicada en el diario oficial el 12 de febrero de 2011.

Los ingresos por venta de potencia corresponden a la venta de potencia firme que es la de suficiencia, la cual se calcula con el 80% del promedio de los caudales estadísticos correspondientes a los dos años y dos meses de menor disponibilidad hídrica.

En el caso en estudio, se tienen lo siguiente:

Nodo: Charrúa
Precio Base de la energía: 40,87 $/kWh
Precio Base de la Potencia de Punta: 95,06 US$/kW/mes

La tasa de cambio utilizada en la evaluación económica corresponde al valor del dólar con fecha 29 de octubre de 2010, con un valor de 491,76 $/US$.

En el Cuadro Nº7.1-1 siguiente se presenta el resumen de los valores de venta de potencia y energía.

CUADRO Nº7.1-1
VALORIZACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA
EN 30 AÑOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Energía		Potencia	
GWh	mill. $	MW	mill. $
52	3.079	0,1	294

En Anexo B se presenta un cuadro con valores mensuales de venta de potencia y energía.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.2.- Inversiones y costos

Entre los costos asociados al proyecto de minicentral, se pueden destacar: inversión inicial, costos de mantención y operación, costos administrativos, comercialización y representación, imprevistos, seguros, depreciaciones e impuestos.

- Inversión Inicial

La inversión inicial corresponde al costo total de construcción de la minicentral. Está compuesta por el costo directo de obras, gastos de i ngeniería extranjera y nacional, gastos de inspección extranjera y nacional, imprevistos equipos extranjeros, imprevistos equipos/obras nacional, derechos de internación y gastos portuarios y fletes de equipos extranjeros, gastos generales y utilidad del contratista e IVA.

El costo directo es la valorización de todas las obras asociadas a la construcción de la central y que se indican en el Capítulo 6. Además incluye el costo por instalación de faenas, caminos de servicio y montaje del equipo hidro-electro-generador.

Los gastos de ingeniería extranjera y nacional corresponden al 1,5% y al 4% del costo directo respectivamente.

Los gastos de inspección extranjera y nacional corresponden respectivamente al 3% y al 5% del costo directo.

Los imprevistos equipos extranjeros e imprevistos equipos/obras nacional corresponden al 10% del costo directo cada uno.

Los derechos de internación corresponden al 6% del valor CIF de los equipos importados y los gastos portuarios y fletes de equipos extranjeros el 6% del valor CIF de los mismos.

Los gastos generales y utilidad del contratista nacional ascienden al 20% del costo directo.

El IVA, que corresponde a un 19%, se calcula sobre el costo neto total de obras, que es la suma de los costos indicados anteriormente.

Finalmente, el costo total de construcción es la suma total de los costos.

En el Cuadro Nº7.2.1-1 se indican los costos para esta central.

CUADRO Nº7.2.1-1
RESUMEN COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN MINICENTRAL

ÍTEM	COSTO COMP. NAC. CN Mill $	COSTO COMP. EXTR. CE Mill $	COSTO TOTAL CN+CE Mill $
COSTO DIRECTO (mil. $)	479	201	**680**
GASTOS DE ING. EXTRANJERA (1,5% Costo Directo) (mill. $)		3	**3**
GASTOS DE ING. NACIONAL (4% Costo Directo) (mill. $)	19		**19**
GASTOS DE INSPECC. EXTRANJERA (3% Costo Directo) (mill. $)		6	**6**
GASTOS DE INSPECC. NACIONAL (5% Costo Directo) (mill. $)	24		**24**
IMPREV. EQUIP. MON EXTRANJERA (10% Costo Directo) (mill. $)		20	**20**
IMPREV. EQUIP. /OBRAS NACIONAL (10% Costo Directo) (mill. $)	48		**48**
DERECHOS DE INTERNACIÓN (derecho ad valorem: 6% sobre valor CIF) (mill. $)		12	**12**
GASTOS PORT. Y FLETES (6% sobre valor CIF) (mill. $)		12	**12**
GASTOS GRAL. Y UTIL. CONTRATISTA NACIONAL (20% Costo Directo) (mill. $)	96		**96**
SUB TOTAL COSTO NETO DE OBRAS (mill. $)	**666**	**254**	**920**
IVA (19 % Subtotal Costo Neto de Obras) (mill. $)	127	48	**175**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mill. de $)			**1.095**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mill. US$)			**2,1**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN POR MW DE POTENCIA INSTALADA (mill.$/MW)			**7,0**

- Costos de mantención y operación

Los costos de mantención se calculan en función de la energía mensual generada. Estos corresponden a 1,5 US$ / MWh.

Los costos de operación consideran lo siguiente: 5 operadores, 1 administrativo y 1 jefe de central. Lo anterior se valoriza anualmente en 84.701 US$.

- Costos administrativos, comercialización y representación.

Los costos administrativos, de comercialización y representación se evalúan en conjunto, y corresponden al 5% de los ingresos totales mensuales.

- Seguros, depreciaciones e impuestos

Los seguros por los activos de la inversión se consideran anualmente, y a un valor de 8 US$ / kw / año.

Se considerará depreciación acelerada según indica la "Resolución Exenta Nº43 del 26 de diciembre del 2002", que "Fija vida útil normal a los bienes físicos del activo inmovilizado para los efectos de su depreciación". En todos los casos se considerará depreciación acelerada. Las servidumbres y las expropiaciones no se deprecian, por ser bienes raíces inmuebles.

Los impuestos corresponden al 19%, que es el IVA. Se considerará la recuperación del IVA cuando las rentas brutas sean negativas, es decir, cuando los ingresos brutos sean

menores que los costos (mantención y operación + administración, comercialización y representación + seguros + imprevistos) incluyendo la depreciación.

- Imprevistos

Los imprevistos corresponden al 5% de los costos mensuales. Los costos incluyen posibles egresos por pago de peajes eléctricos, costos de mantención y operación, costos administrativos, comercialización y representación y los seguros contratados.

7.3.- Evaluación económica

7.3.1.- Potencia optimizada

La evaluación económica de la minicentral se realiza para la potencia optimizada. Esta potencia es la que maximiza el VAN del proyecto. Con esto, se impone que la alternativa seleccionada presente los mejores parámetros posibles.

El procedimiento para la optimización de la potencia está asociado a una planilla de cálculo de flujos hidroeléctricos. Dicho procedimiento se describe a continuación:

- Con el caudal de diseño obtenido a través de la hidrología (caudales factibles de generación), se calcula el diámetro de la tubería forzada. Este diámetro determinará las pérdidas de carga en la misma, a través de la fórmula de Hazen-Williams, indicada en el Anexo C.

- Las pérdidas de carga permiten calcular el desnivel neto de generación, el que se calcula como el desnivel bruto o geométrico (obtenido de la topografía) menos las pérdidas de carga.

- El caudal de diseño y el desnivel neto permiten calcular la potencia de diseño.

- Una vez obtenida la potencia de diseño, se eligen dentro de ese rango seis potencias, las que una por una se evalúan para obtener los parámetros económicos más relevantes (Io, Io/P, VAN, TIR, Factor de Planta). Conviene aclarar que cada una de las potencias presenta un flujo distinto, donde el parámetro más relevante corresponde al equipo hidro- electro-mecánico. El costo del equipo se calcula para cada potencia evaluada, y depende del costo de la cotización y de la potencia de diseño, calculado con la siguiente relación:

$$\text{Costo equipo hidro} = \text{Costo equipo cotizado} \cdot \frac{\text{Potencia evaluada}}{\text{Potencia de diseño}}$$

- De las potencias evaluadas, se selecciona aquella que maximice el VAN, denominando a esa potencia, potencia optimizada. Con esta potencia optimizada, es posible calcular también el caudal optimizado.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el Cuadro Nº7.3.1-1 se presentan los cálculos de parámetros obtenidos paca cada una de las potencias evaluadas.

CUADRO Nº7.3.1-1
CALCULO DE PARÁMETROS ECONÓMICOS PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA
ANÁLISIS CON PRECIO ENERGÍA BASE DE NUDO= 42,627 $/kWh

POTENCIA Mw	VAN mill $	TIR %	Io mill US$/MW	FACTOR DE PLANTA CALCULADO
0,08	-1.149	-	22,1	1,0
0,16	-947	-	11,8	0,9
0,24	-823	2,4	8,4	0,8
0,32	-780	3,3	6,7	0,7
0,40	-851	3,0	5,6	0,6
0,48	-922	2,8	4,9	0,5

Finalmente, en el Cuadro Nº7.3.1-2 se presenta el resultado para la potencia optimizada.

CUADRO Nº7.3.1-2
PARÁMETROS DE POTENCIA ÓPTIMA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL DE 30 AÑOS X 12 MESES
VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30

POTENCIA OPTIMIZADA Mw	VAN mill $	TIR %	Io mill US$/Mw	FACTOR DE PLANTA CALCULADO	PRECIO MONÓMICO DE ENERGÍA $/kWh
0,3	-603	4,8	7,0	0,74	68,5

7.3.2.- Flujo económico anual

Se presenta la evaluación económica de la central tanto a precios de mercado como a precios sociales para la potencia optimizada calculada según el procedimiento anterior. Para los precios de mercado se considera una tasa de descuento del 10% similar a la tasa bancaria; en el caso de la evaluación a precios sociales se adopta la tasa recomendada por Mideplan de 6%.

En el Cuadro Nº7.3.1-1 se presenta el flujo anual para 30 años a precios de mercado.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº7.3.1-1
RESUMEN DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL MENSUAL DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN 30 AÑOS DE ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA – PRECIOS MERCADO

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL Io (7 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**1.095**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGIA (REGIONAL) $/kWh	**40,87**			**T.I.R. % (después de impuestos)**	**4,84**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**0,30**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	**TASA DE INTERES ANUAL (%)**	**10,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,14**	**INVERSION NETA (mill. $)**	**1.226**	**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,06**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**164**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**520,99**	**TASA IMPTOS RENTA %**	**17,0**	**IVA INVERSION (mill. $)**	**208**
DIAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**22**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6				7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										F LUJO DE CAJA (mill. $)						
AÑO	ENERGIA	POTENCIA	EGRESOS PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS DM, COM Y RE	SEGUROS ACT INV	IMPREVISTOS	DEPREC.	RENTAS BRUTAS	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVERSION INICIAL	RECUPER. IVA	INGRESO NETO	ANUAL	ACUMUL.	Saldo por depreciar	Valor Presente
0													1.226			-1.226	-1.226	1.226	-1.226
1	74	7	0	81	46	4	1	3	111	-76	0	-76	0	7	42	42	-1.184	1.115	40
2	76	7	0	83	46	4	1	3	111	-74	0	-74	0	7	44	44	-1.140	1.004	39
3	79	7	0	86	46	4	1	3	51	-11	0	-11	0	8	48	48	-1.092	953	38
4	76	7	0	84	45	4	1	3	45	-7	0	-7	0	7	45	45	-1.046	908	33
5	77	7	0	84	45	4	1	3	45	-6	0	-6	0	7	46	46	-1.000	863	30
6	82	8	0	89	46	4	1	3	45	-1	0	-1	0	8	52	52	-948	818	31
7	79	8	0	86	45	4	1	3	39	2	0	2	0	8	49	49	-899	779	27
8	88	8	0	96	46	5	1	3	39	12	0	12	0	10	60	60	-839	741	30
9	91	8	0	99	46	5	1	3	39	15	0	15	0	10	64	64	-775	702	29
10	90	8	0	98	46	5	1	3	39	14	0	14	0	10	63	63	-712	663	26
11	97	9	0	106	46	5	1	3	39	22	0	22	0	11	72	72	-640	624	27
12	98	9	0	106	46	5	1	3	39	22	0	22	0	12	73	73	-568	585	24
13	101	9	0	110	46	6	1	3	39	26	0	26	0	12	77	77	-491	546	23
14	92	9	0	101	45	5	1	3	0	56	0	56	0	11	67	67	-425	546	19
15	106	9	0	116	46	6	1	3	0	70	0	70	164	13	84	-81	-505	546	-22
16	97	10	0	107	45	5	1	3	0	62	0	62	0	12	73	73	-432	546	17
17	110	10	0	120	46	6	1	3	0	74	0	74	0	14	89	89	-343	546	18
18	106	10	0	116	45	6	1	3	0	70	0	70	0	13	84	84	-260	546	16
19	98	10	0	109	45	5	1	3	0	63	0	63	0	12	75	75	-184	546	13
20	107	11	0	117	45	6	1	3	0	72	0	72	0	14	86	86	-99	546	13
21	114	11	0	125	45	6	1	3	0	80	0	80	0	1	81	81	-18	546	12
22	120	11	0	131	45	7	1	3	0	86	0	86	0	0	86	86	68	546	11
23	131	12	0	143	46	7	1	3	0	97	0	97	0	0	97	97	165	546	11
24	133	12	0	144	46	7	1	3	0	99	0	99	0	0	99	99	264	546	11
25	129	12	0	141	45	7	1	3	0	96	0	96	0	0	96	96	360	546	9
26	130	12	0	143	45	7	1	3	0	97	0	97	0	0	97	97	457	546	9
27	105	13	0	117	45	6	1	3	0	72	0	72	0	0	72	72	529	546	6
28	143	13	0	156	46	8	1	3	0	110	0	110	0	0	110	110	639	546	8
29	106	13	0	120	45	6	1	3	0	75	0	75	0	0	75	75	714	546	5
30	144	14	0	158	45	8	1	3	0	113	0	113	0	0	113	113	827	546	7
															Valor residual : 10 veces el margén del año 30 (mill. $):		1.127		65
															Margén del año 30 (mill. $):		113	**VAN:**	**-603**
															Actualización a valor presente del valor residual (mill. $):		65		

1 AÑO DEL ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS x 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = P x HORAS DE GENERACIÓN (ENERGIA MENSUAL POR PRECIO DE ENERGÍA)
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = P x (POTENCIA DE SUFICIENCIA)
4 EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) :INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 GASTOS ANUALES = SE CONSIDERARÁ EL COSTO DE ADMINISTRACIÓN DE LA MINICENTRAL MÁS LOS GASTOS ANUALES POR SERVIDUMBRE.
7 DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.
8 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7)
9 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
10 BENEFICIO NETO = (8) - (9)
11 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
12 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL
13 INGRESO NETO = (5) - (6) + (9) - (12)
14 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (11)
15 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO
16 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (7)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE EN 1 AÑOS

Para la evaluación social, se consideraron los factores de corrección señalados por Mideplan sobre los ítems señalados en el Cuadro Nº7.3.1-2

CUADRO Nº7.3.1-2
FACTORES DE CORRECCIÓN PRECIOS SOCIALES

Calificación parámetro	Factor de ajuste precios sociales
Mano de obra calificada MO-C	0,98
Mano de obra semi calificada MO-SC	0,68
Mano de obra no calificada MO-NC	0,62
Divisa	1,01

En el Cuadro Nº7.3.1-3 se presenta el flujo anual para 30 años a precios sociales.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº7.3.1-3
RESUMEN DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL MENSUAL DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN 30 AÑOS DE ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA – PRECIOS SOCIALES

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL Io (6,3 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**932**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGIA (REGIONAL) $/kWh	**40,87**			**T.I.R. % (después de impuestos)**	**6,02**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**0,30**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	**TASA DE INTERES ANUAL (%)**	**6,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,14**	**INVERSION NETA (mill. $)**	**1.044**	**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,06**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**140**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**491,76**	**TASA IMPTOS RENTA %**	**17,0**	**IVA INVERSION (mill. $)**	**177**
DIAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**19**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6				7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										F LUJO DE CAJA (mill. $)						
AÑO	ENERGIA	POTENCIA	EGRESOS PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS DM, COM Y RE	SEGUROS ACT INV	IMPREVISTOS	DEPREC.	RENTAS BRUTAS	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVERSION INICIAL	RECUPER. IVA	INGRESO NETO	ANUAL	ACUMUL.	Saldo por depreciar	Valor Presente
0													1.044			-1.044	-1.044	1.044	-1.044
1	74	6	0	80	43	4	1	2	102	-64	0	-64	0	7	44	44	-1.000	942	43
2	76	6	0	82	43	4	1	2	102	-62	0	-62	0	7	47	47	-953	841	43
3	79	7	0	86	43	4	1	2	44	-1	0	-1	0	8	51	51	-902	797	44
4	76	7	0	83	43	4	1	2	37	3	0	3	0	8	48	48	-854	760	39
5	77	7	0	84	43	4	1	2	37	3	0	3	0	8	48	48	-806	722	37
6	82	7	0	89	43	4	1	2	37	8	0	8	0	9	55	55	-751	685	40
7	79	7	0	86	43	4	1	2	32	11	0	11	0	8	51	51	-700	653	35
8	88	8	0	96	43	5	1	2	32	21	0	21	0	10	63	63	-637	621	41
9	91	8	0	99	43	5	1	2	32	24	0	24	0	11	66	66	-571	590	41
10	90	8	0	98	43	5	1	2	32	23	0	23	0	10	65	65	-505	558	38
11	97	8	0	105	43	5	1	2	32	31	0	31	0	12	74	74	-431	526	40
12	98	8	0	106	43	5	1	2	32	31	0	31	0	12	75	75	-356	494	38
13	101	9	0	110	43	5	1	2	32	35	0	35	0	13	79	79	-277	462	38
14	92	9	0	101	43	5	1	2	0	58	0	58	0	11	69	69	-208	462	32
15	106	9	0	115	43	6	1	2	0	72	0	72	140	14	86	-54	-262	462	-25
16	97	9	0	107	43	5	1	2	0	64	0	64	0	12	76	76	-186	462	31
17	110	9	0	119	43	6	1	2	0	76	0	76	0	15	91	91	-95	462	35
18	106	10	0	115	43	6	1	2	0	72	0	72	0	3	75	75	-20	462	27
19	98	10	0	108	43	5	1	2	0	65	0	65	0	0	65	65	46	462	22
20	107	10	0	117	43	6	1	2	0	74	0	74	0	0	74	74	120	462	24
21	114	10	0	125	43	6	1	2	0	82	0	82	0	0	82	82	201	462	25
22	120	11	0	131	43	7	1	3	0	88	0	88	0	0	88	88	289	462	25
23	131	11	0	142	43	7	1	3	0	99	0	99	0	0	99	99	388	462	27
24	133	11	0	144	43	7	1	3	0	101	0	101	0	0	101	101	489	462	26
25	129	11	0	141	43	7	1	3	0	98	0	98	0	0	98	98	586	462	24
26	130	12	0	142	43	7	1	3	0	99	0	99	0	0	99	99	686	462	23
27	105	12	0	117	43	6	1	2	0	74	0	74	0	0	74	74	759	462	16
28	143	12	0	155	43	8	1	3	0	112	0	112	0	0	112	112	871	462	23
29	106	13	0	119	43	6	1	2	0	76	0	76	0	0	76	76	948	462	15
30	144	13	0	157	43	8	1	3	0	114	0	114	0	0	114	114	1.062	462	21
																			199

Valor residual : 10 veces el margén del año 30 (mill. $): 1.145

Margén del año 30 (mill. $): 114 **VAN: 42**

Actualización a valor presente del valor residual (mill. $): 199

1 AÑO DE ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS X 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = ENERGIA MENSUAL POR PRECIO BASE DE LA ENERGÍA
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = POTENCIA FIRME POR PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA
4 EGRESOS POR PEAJES ELÉCTRICOS
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente)
7 COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (5) (INGRESOS TOTALES)
8 SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw/ año
9 IMPREVISTOS = 5% * [(4)+(6)+(7)+(8)+(9)]
10 DEPRECIACIÓN = INVERSIÓN INICIAL / CANTIDAD DE AÑOS PARA DEPRECIAR LA INVERSIÓN INICIAL. SE PRORATEA EN FORMA MENSUAL.-
11 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10)
12 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
13 BENEFICIO NETO = (11) - (12)
14 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
15 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL
16 INGRESO NETO = (5) - (6) + (12) - (15)
17 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (14)
18 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
19 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (10)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE EN 1 AÑOS

7.3.3.- Sensibilizaciones

Se realizó una sensibilización de los parámetros con mayor incidencia en los resultados de la evaluación económica, los cuales son: la tasa de descuento, el precio de la energía y la inversión inicial.

La metodología para la sensibilización de parámetros consiste en ir evaluando paralelamente a la optimización de la potencia descrita en el punto 7.3.1 los diferentes indicadores económicos del proyecto.

Las sensibilizaciones realizadas son las siguientes:

- Sensibilización del VAN en función de la tasa de descuento (i):9%, 10% y 11%

CUADRO Nº7.3.3-1
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
EN FUNCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO (i)

P	Sensibilización	
	i = 9%	i = 11%
Mw	VAN mill $	VAN mill $
0,1	-1.154	-1.144
0,2	-920	-969
0,2	-775	-862
0,3	-720	-829
0,4	-791	-900
0,5	-862	-971

- Sensibilización del VAN con respecto a un incremento del precio base de la energía en 10%

CUADRO Nº7.3.3-2
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
CON RESPECTO A UN INCREMENTO DEL PRECIO BASE DE LA ENERGÍA EN 10%
Po +10% = 38,347 $/kWh

P	VAN	TIR
Mw	mill $	%
0,1	-1.118	#¡DIV/0!
0,2	-883	1,4
0,2	-742	3,3
0,3	-688	4,2
0,4	-759	3,8
0,5	-830	3,6

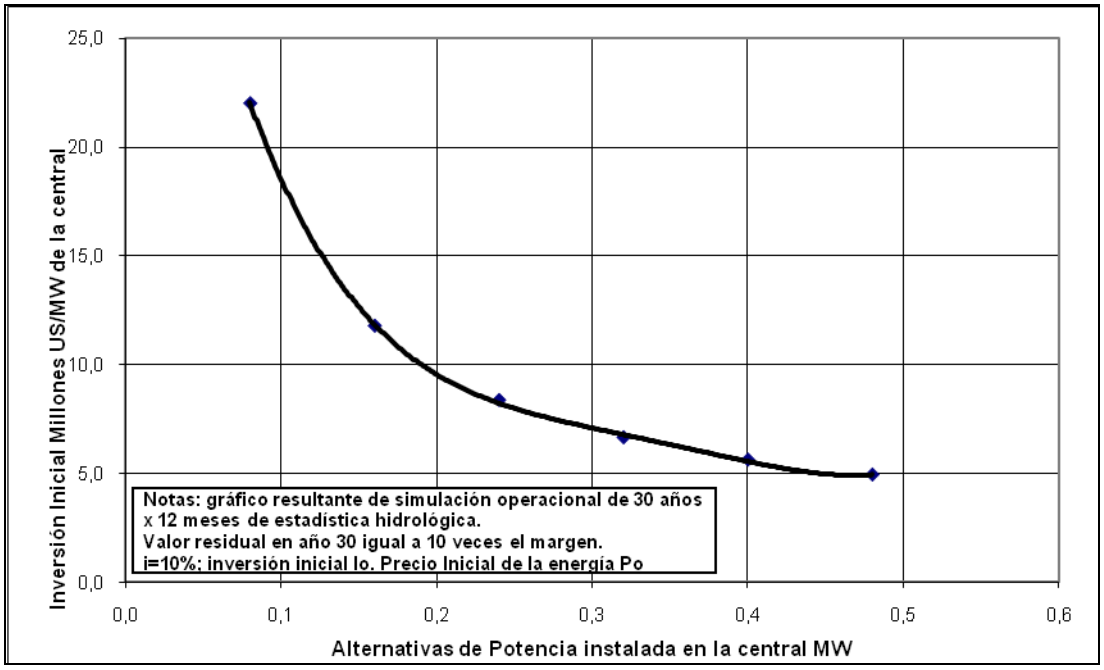
- Sensibilización del van con respecto a variación de inversión inicial Io en intervalo de 30%: -30%; +30%

CUADRO Nº7.3.3-3
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
CON RESPECTO A VARIACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL Io EN INTERVALO DE 30%

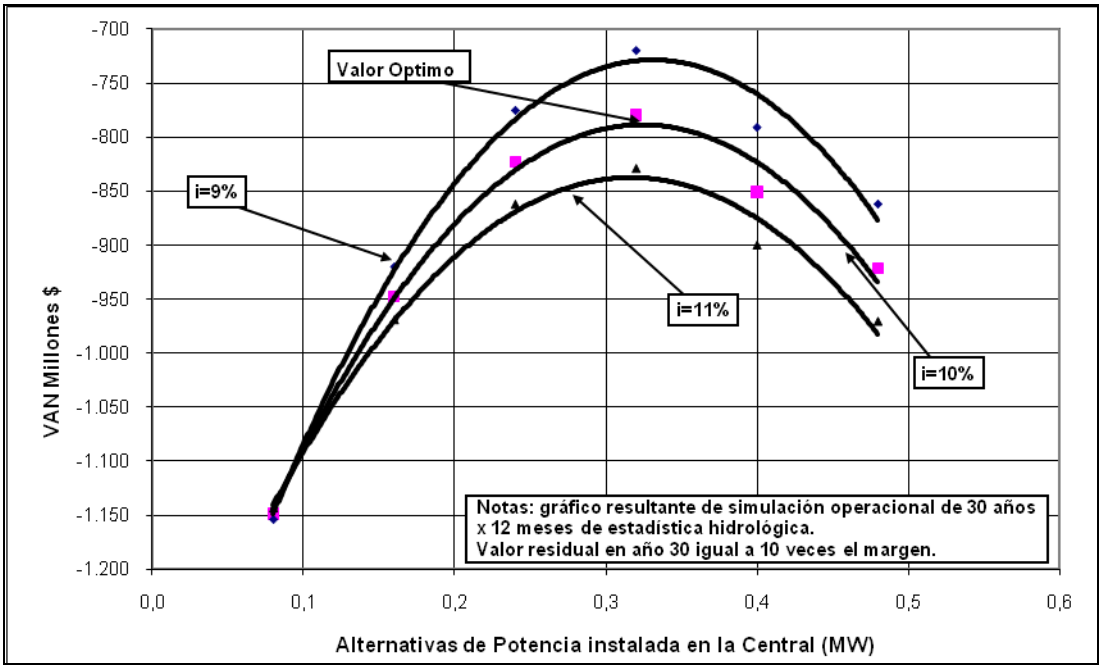
P	Sensibilización	
	Io+30%	Io-30%
(Mw)	VAN millones $	VAN millones $
0,1	-1.468	-829
0,2	-1.289	-605
0,2	-1.176	-465
0,3	-1.160	-402
0,4	-1.247	-451
0,5	-1.336	-501

Los gráficos resultantes de la sensibilización se presentan en los Cuadros Nº al Nº

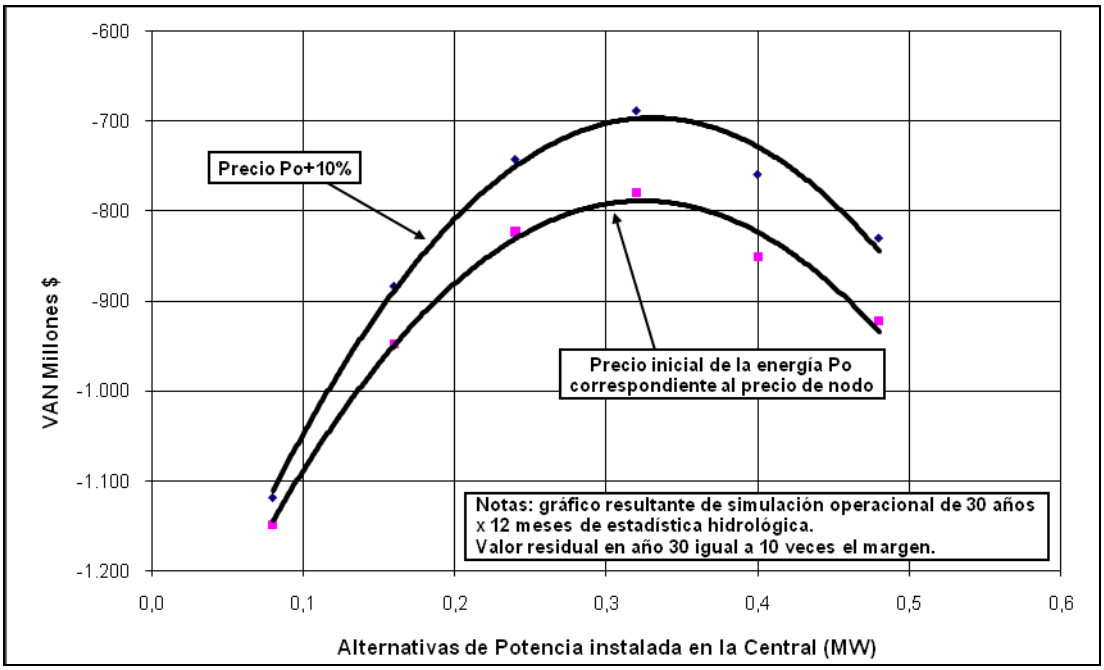
CUADRO Nº7.3.3-4
INVERSIÓN INICIAL ESTIMADA POR MW
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL



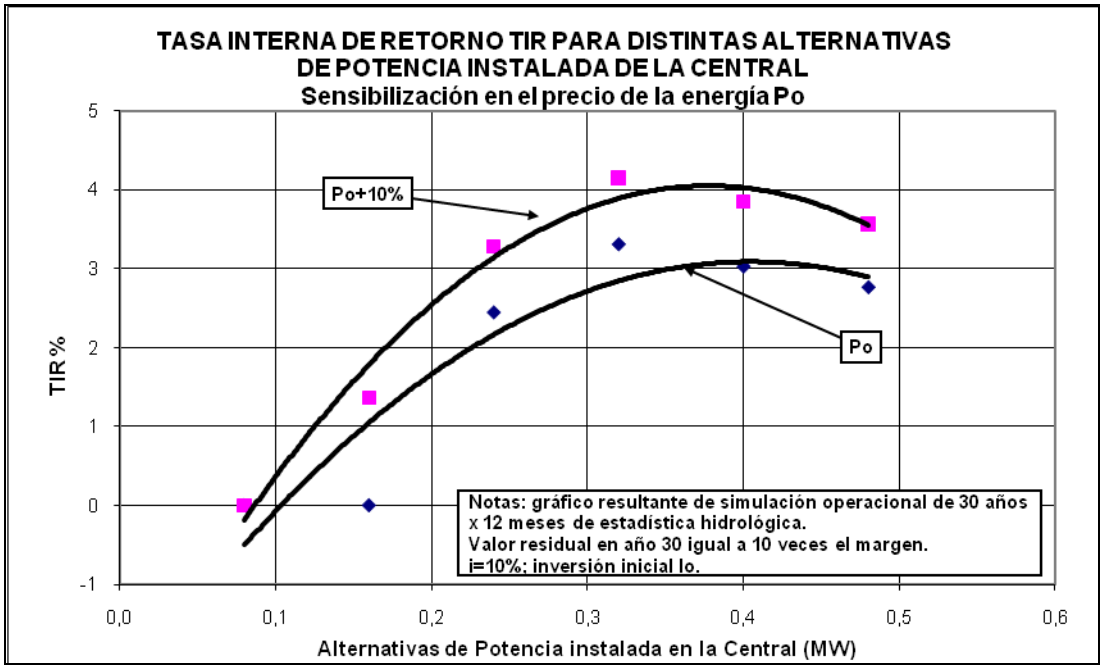
CUADRO Nº7.3.3-5
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN EN LA TASA DE DESCUENTO i



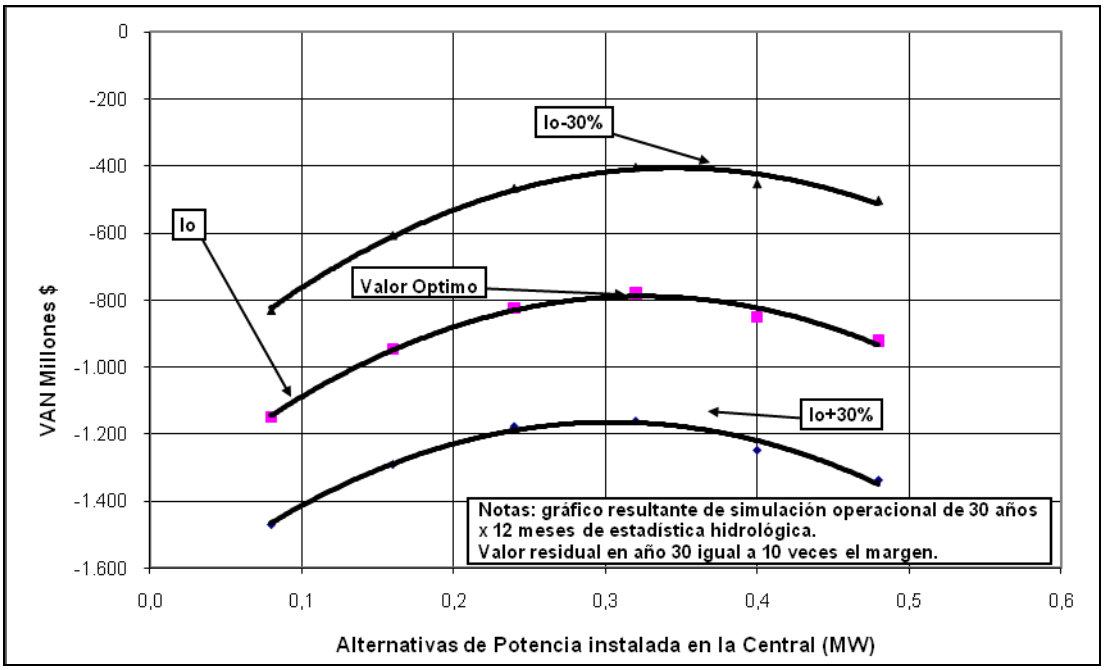
CUADRO Nº7.3.3-6
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN PARA UN INCREMENTO DEL 10% EN EL PRECIO BASE DE LA ENERGÍA



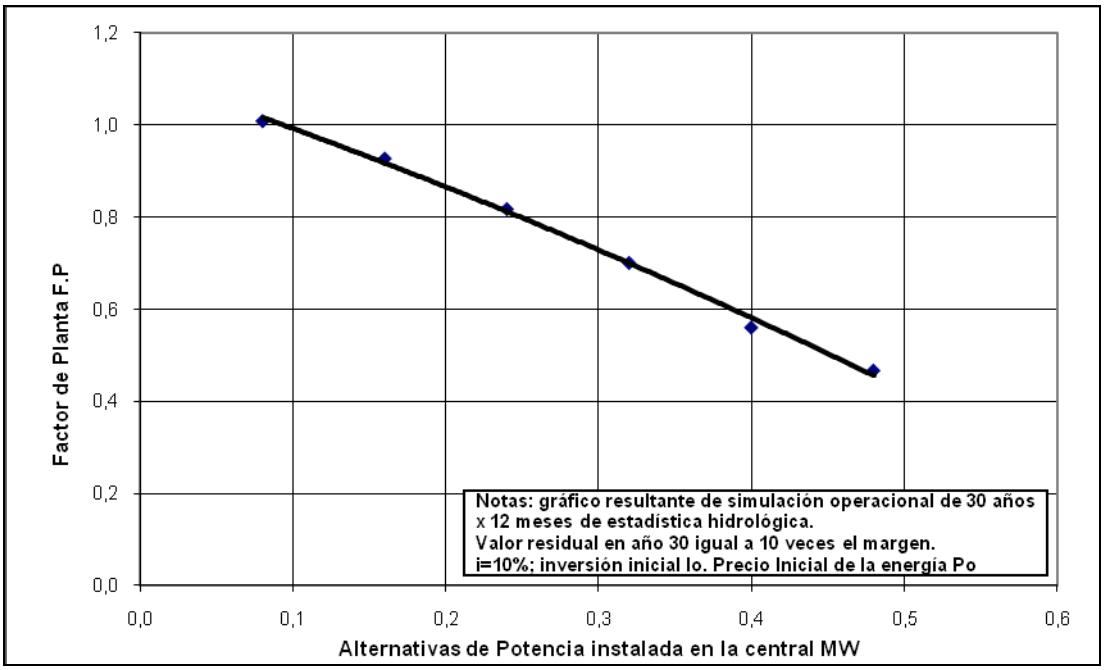
CUADRO Nº7.3.3-7
TASA INTERNA DE RETORNO TIR PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN EN EL PRECIO DE LA ENERGÍA Po



CUADRO Nº7.3.3-8
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL.
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN EN LA INVERSIÓN INICIAL Io



CUADRO Nº7.3.3-9
FACTOR DE PLANTA DETERMINADO EN PRIMERA APROXIMACIÓN.
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL.



7.4.- Análisis Financiero

7.4.1.- Parámetros del análisis financiero.

Mediante un análisis financiero es posible determinar la capacidad de pago del crédito correspondiente a la inversión inicial en obras de cada central hidroeléctrica.

Los flujos anuales de costos e ingresos del análisis, permiten establecer la liquidez anual y acumulada. La capacidad de pago queda definida a partir del año en que la liquidez presenta superávit de caja, esta capacidad se representa en la columna Nº16 de las planillas de cálculo de flujos del análisis financiero, presentadas en el Anexo B y se denomina “Capacidad de Pago Acumulada”.

Estos flujos anuales, se construyen mensualmente a partir del caudal medio mensual disponible para generación, los cuales se presentan en el Anexo A y cuya suma mensual permite obtener un valor anual, en el cual se considera los siguientes valores:

- Ingresos por venta de energía y potencia.
- Costos de mantención y operación.
- Costos de administración, comercialización y representación.
- Costos de seguros anuales por activos de la inversión e imprevistos.

Además considera lo siguiente:
- Impuesto a la renta, mediante el cálculo de la depreciación anual del SII.
- Ingreso por recuperación de IVA.

Dentro de los flujos se considera el **EBITDA** (“Earnings Before Interest, Taxes, Depreciations and Amortizations”) que es una medida de la utilidad antes de descontar los intereses, los impuestos, las depreciaciones y las amortizaciones. Esta resulta útil como medida de los beneficios económicos generados a partir de la actividad operacional durante un determinado período, ya que no considera aspectos financieros, de impuestos y de gastos contables que no implican pagos efectivos. El EBITDA es una medida del flujo operacional de gran interés para los inversionistas.

Se asumen que el crédito se pagaría a 15 años, incluyendo 3 años de gracia, con lo cual se establecen 12 años efectivos para pago anual, entre los años 3º y 15º del flujo.

La tasa de interés (i) anual media considerada en el flujo es de 10%, incluyendo una sensibilización de 8% y 12% anual. Para el cálculo de los intereses se considera interés simple.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A continuación se explica brevemente cada columna que compone el análisis de flujos anuales, en que los conceptos económicos y financieros se explican en los puntos Nº7.1 al 7.3 y los financieros en este punto Nº7.4:

(1) **Ingresos por concepto de venta de energía y potencia.**
(2) **Egresos por concepto de peajes eléctricos (0).**
(3) **Ingresos brutos = (1) - (3):** ingresos por energía y potencia - egreso por peajes.
(4) **Costos mantención y operación =** 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente).
(**5**) **Costos administración, comercialización y representación =** 5% * (**3**) (Ingresos totales).
(6) **Seguros por activos de la inversión =** 8 US$ / kw / año.
(7) **Imprevistos =** 5% * [(**2**) + (**4**) + (**5**) + (**6**)]
(8) **EBITDA =** Ganancia antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones (acumulado).
(9) **Depreciación =** Se deprecia usando reglas del SII para cada tipo de obra, en forma acelerada (egreso contable solamente).
(10) **Rentas brutas =** (**3**) - [(**4**) + (**5**) + (**6**) + (**7**) + (**9**)]
(11) **Impuestos renta =** Tasa impuestos a la renta (17%) x rentas brutas.
Si rentas brutas < 0 ==> Impuesto = 0
(**12**) **Recuperación del IVA** por concepto del balance final.
(**13**) **Ingreso neto =** (**3**) - [(**4**) + (**5**) + (**6**) + (**7**)] + (**12**) - (**11**)
(14) **Liquidez anual (financiera)=** (**13**)
(15) **Capacidad de pago anual=** (**14**)
(16) **Capacidad de pago acumulada=** balance año a año.
(17) **Saldo antes del servicio a la deuda=** (**15**) aumentado en (**25**) del año anterior.
(18) **Inversión en obras civiles (Io).**
(19) **Interés total=** Interés de (**21**)
(20) **Principal a ser amortizado=** Inversión inicial (**18**) - Amortización principal (**22**)
(21) **Deuda total=** (**19**) + (**20**)
(22) **Amortización del principal=** (**20**), después del pago de intereses. (**24**) - (**23**)
(23) **Pago de intereses del crédito =** Io x (**20**) del período e pago correspondiente
(24) **Total servicio de la deuda=** Valor cuota anual, calculado a través del procedimiento explicado en el ejemplo
(25) **Saldo después del servicio a la deuda=** (**17**) - (**24**)

El procedimiento para el cálculo del servicio a la deuda consiste en determinar cuánto es la cuota anual a pagar con la inversión inicial (Io), tasa de interés (i) y el período efectivo de pago (n). Esta cuota se determina a través de la fórmula presentada en la Ecuación Nº7.4-1.

ECUACIÓN Nº7.4-1
VALOR CUOTA ANUAL

$$\text{CUOTA ANUAL} = Io \cdot \frac{i}{1-(1+i)^{-n}}$$

Caso de ejemplo de central.

Si se considera una tasa de interés (i) anual de 10%, una inversión inicial (Io) de $ 10.391 mill. y un período de pago de 15 años, con 3 años de gracia, se tiene que:

$$\text{CUOTA ANUAL} = 10.391 \cdot \frac{0.1}{1-(1+0,1)^{-12}} = \frac{1039,1}{1-0,318} \text{ mill. \$}$$

CUOTA ANUAL = 1.525 mill. $

El crédito se empieza a pagar al término del período de gracia acordado. Para este análisis en particular se considera un período de gracia de 3 años.

La cuota anual calculada mediante la Ecuación Nº7.4-1 tiene dos componentes, la amortización del principal o capital y la amortización de intereses de la deuda.

Con los mismos antecedentes del ejemplo anterior, se calcula el capital e intereses del año cuatro, que es el de inicio efectivo de pago de la deuda.

Si se descompone la deuda del año cuatro en capital e intereses, que corresponde a la cuota 1, hay que calcular el número de cuotas faltantes, como no se han pagado cuotas, esto es:
12 - 0 = 12.

Posteriormente se calcula el saldo de capital adeudado del período anterior, es decir el año 3 donde no hay pago de deuda. Por lo tanto, se trae a valor presente la deuda completa.

Las cuotas faltantes al valor presente al final del año 3 son:

$$P3 = 1.525 \cdot \frac{((1-(1+0,1)^{-12})}{0,1} \text{mill.\$}$$

$$P3 = 1.525 \cdot 6,814 = 10.391 \text{mill.\$}$$

Se puede apreciar que las cuotas faltantes al año 3 corresponden al total del capital adeudado y corresponden a la columna (20) del flujo.

Al valor calculado anteriormente, se le calculan los intereses, lo que resulta:

$$I4 = i\% \cdot P3$$

$$I4 = 0,1 \cdot 10.391 = 1.039 \text{mill.\$}$$

Calculando ahora el abono al capital:
Abono al capital = Valor Cuota – Intereses
Abono al capital = 1.525 – 1.039 = 486 mill. $

Resumiendo:
El valor de la cuota número 1 para una serie uniforme de pagos de un crédito solicitado a una entidad financiera por $10.391 mill., a una tasa de interés del 10% y con un período de gracia de tres (3) años, corresponde a $1.525 mill. El valor anterior está compuesto por: $1.039 mill de intereses y $486 mill de abono al capital.

Es importante recordar que en el período de gracia no se paga la deuda, es decir, no se paga ni abono a capital ni intereses, por los que estos últimos se van acumulando a la tasa de interés acordada. Al término del período de gracia se empieza a pagar la deuda, incluidos los intereses acumulados en ese período. Lo anterior queda reflejado en las columnas (19), (20) y (21) de los flujos financieros.

En el Anexo B, se presentan los flujos resultantes del análisis financiero. Los flujos se calculan, como se indicó anteriormente, para la tasa de interés del 10% y con las sensibilizaciones 8% y 12%.

Además se incluye un gráfico en que figura el EBITDA acumulado del proyecto y el **FCF** ó flujo libre de caja, por central y alternativa, para cada tasa de interés. El **FCF** ("Free Cash Flow"), indica el efectivo generado en el período y se obtiene descontando del EBITDA las depreciaciones, los impuestos y la deuda financiera.

7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero.

Se presentan los gráficos de los cuadros de cálculo, en que se visualizan los flujos y resultados financieros, correspondientes a las alternativas de centrales con los mejores indicadores del análisis efectuado.

Uno de los indicadores corresponde al año en que el flujo después del servicio a la deuda es positivo. En el Cuadro Nº7.4.2-1 se presenta dicha información.

CUADRO Nº7.4.2-1
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO (FCF) DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
0	0	0

Nota: "0" indica que no existe flujo positivo.

El flujo acumulado después del servicio a la deuda (FCF) en el año 15, que es el último año de pago de deuda, se muestra en el Cuadro Nº7.4.2-2.

CUADRO Nº7.4.2-2
FCF ACUMULADO AL AÑO 15
(mill. $)

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
-1.034	-1.219	-1.412

El FCF acumulado en el año 30, es decir, al término del período de evaluación del proyecto se presenta en el Cuadro Nº7.4.2-3.

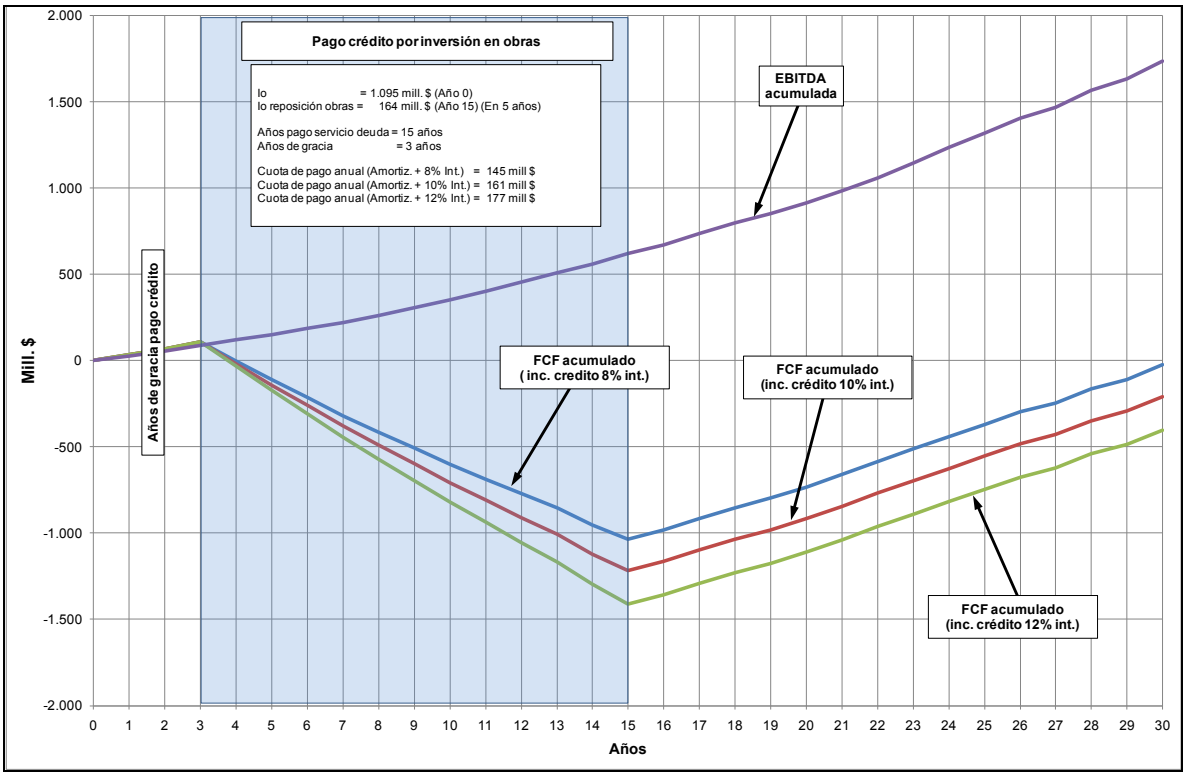
CUADRO Nº7.4.2-3
FCF ACUMULADO AL AÑO 30
(mill. $)

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
-25	-209	-402

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el Cuadro Nº7.4.2-4 se presenta un gráfico con el resumen del análisis financiero.

CUADRO Nº7.4.2-3
FLUJOS ANUALES



7.5.- Resumen de parámetros económicos

Los parámetros económicos resultantes de la evaluación de la central se presentan resumidos en el Cuadro Nº7.5-1 para precios de mercado y en el Cuadro Nº7.5-2 para precios sociales.

CUADRO Nº7.5-1
RESUMEN DE PARÁMETROS DE POTENCIA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL OPTIMIZADA DE 30 AÑOS x 12 MESES
(VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30 - PRECIOS MERCADO)

Desnivel Neto	Caudal Optimizado	Potencia Optimizada	Energía generada	Factor de planta calculado	Precio monómico de la energía	Potencia de suficiencia	Io	Io/P	VAN	TIR
m	m^3/s	MW	Gwh		$/kWh	Mw	mill. $	mill US$/Mw	mill $	%
2,2	16,8	0,3	52	0,74	68,5	0,14	1.033	7	-603	4,8

CUADRO Nº7.5-2
RESUMEN DE PARÁMETROS DE POTENCIA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL OPTIMIZADA DE 30 AÑOS x 12 MESES
(VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30 - PRECIOS SOCIALES)

Desnivel Neto	Caudal Optimizado	Potencia Optimizada	Energía generada	Factor de planta calculado	Precio monómico de la energía	Potencia de suficiencia	Io	Io/P	VAN	TIR
m	m^3/s	MW	Gwh		$/kWh	Mw	mill. $	mill US$/Mw	mill $	%
2,2	16,8	0,3	52	0,74	70,5	0,14	932	6,3	42	6,0

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

8.- Conclusiones y Recomendaciones

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

8.- Conclusiones y Recomendaciones

El presente proyecto con 0,3 Mw de potencia, del canal Peral Norte, no alcanza a reunir los parámetros de rentabilidad que aconsejan su ejecución, según los resultados del prediseño y la evaluación preliminar contenidos en el Capítulo Nº7. Los equipos de turbinas y generación en esta etapa, se han especificado con origen chino por motivos de costo y considerando la baja rentabilidad del proyecto, luego de ha ber analizado su rentabilidad empleando equipos europeos.

Solamente mediante un análisis de evaluación social, se obtiene un VAN positivo

Atendiendo el escaso desnivel geométrico aprovechable de 2,2m, sólo podría modificarse la rentabilidad incorporando tecnologías de menor costo, por ejemplo empleando turbinas del tipo ruedas hidráulicas, posiblemente de origen chino.

En el caso de un futuro incremento del valor de la energía, o la especificación de equipos de turbina y generación de reducido costo, convendría replantear el prediseño y su evaluación.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ANEXO A

HIDROLOGÍA Y CAUDALES DE GENERACIÓN

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos. A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A.8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

A.3.- Caudales de generación A-11.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos

A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos

Una cuenca sin registros es una cuenca no controlada y por tanto la única forma de conocer sus caudales es a través de la generación de éstos mediante métodos indirectos.

Los métodos más comúnmente utilizados son:

- Métodos basados en datos fluviométricos
- Métodos basados en datos pluviométricos
- Métodos basados en datos fisiográficos
- Métodos de simulación

a.- Métodos basados en datos fluviométricos

En caso de disponer de registros fluviométricos de estaciones localizadas en cuencas vecinas al área en estudio, y que presentan características similares a su geomorfología, cobertura vegetal, clima y suelo, los caudales medios podrán ser determinados en base a la aplicación de métodos de transposición de caudales o correlación entre estaciones.

a.1.- Transposición de caudales

Este método supone que los gastos por unidad de área y precipitación entre cuencas vecinas con características similares, son aproximadamente iguales para un período de tiempo considerado.

Para el caso de transposición de caudales medios mensuales desde una estación fluviométrica hacia una bocatoma, el procedimiento es el siguiente:

i.- Se igualan rendimientos entre base y objetivo utilizando la Ecuación NºA.1-1

ECUACIÓN NºA.1-1
RENDIMIENTO ESPECÍFICO

$$R = \frac{Q}{A \cdot P}$$

ii.- De la igualdad anterior se obtiene la Ecuación NºA.1-2

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ECUACIÓN NºA.1-2
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA BASE A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = Q_{BASE_{i,j}} \cdot \left(\frac{A_n}{A_{BASE}}\right) \cdot \left(\frac{P_n}{P_{BASE}}\right)$$

iii.- La Ecuación NºA.1-2 se escribe en función de un factor de transposición FT_n definido como:

ECUACIÓN NºA.1-3
FACTOR DE TRANSPOSICIÓN

$$FT_n = ft_{An} \cdot ft_{Pn}$$

donde $ft_{An} = \frac{A_n}{A_{BASE}}$ y $ft_{Pn} = \frac{P_n}{P_{BASE}}$

Finalmente se obtiene:

ECUACIÓN NºA.1-4
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA BASE A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = Q_{BASE_{i,j}} \cdot FT_n$$

Donde:
R : Rendimiento específico [m^3/mm/km^2]
$Q_{BASE\ i,j}$: Caudal en la estación fluviométrica base, en mes "i", año "j" [m^3/s]
$Q_{n\ i,j}$: Caudal a determinar en la cabecera del cauce, en mes "i", año "j" [m^3/s]
A_{BASE} : Área aportante a estación fluviométrica base [Km^2]
A_n : Área aportante a cabecera de cauce [Km^2]
P_{BASE} : Precipitación media anual en baricentro de área aportante a la estación fluviométrica base [mm]
P_n : Precipitación media anual en baricentro de área aportante a la cabecera de cauce [mm]
ft_{An} : Factor de transposición de áreas desde estación base a cabecera de cauce
ft_{Pn} : Factor de transposición de precipitación desde estación base a cabecera de cauce
FT_n : Factor de transposición desde estación base a cabecera de cauce

Para el caso de transposición de caudales medios mensuales desde más de una estación fluviométrica hacia una bocatoma, el procedimiento consiste en sumar los aportes de todas las estaciones, es decir:

ECUACIÓN NºA.1-5
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE VARIAS ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS A OBJETIVO

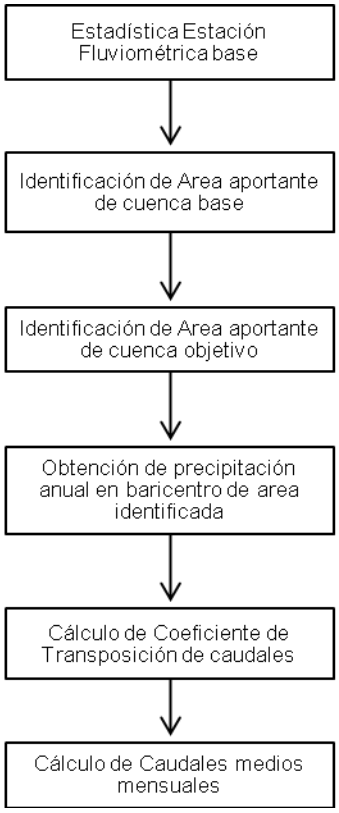
$$Qn_{i,j} = \sum Q_{BASEk_{i,j}} \cdot FT_n$$

Donde:
$Q_{BASEk\ i,j}$: Caudal en la estación fluviométrica base "k", en mes "i", año "j" [m^3/s]

Para áreas aportantes con cota sobre los 2.500 m, se distinguirán entre aportes pluviales y aportes nivales, es decir, sobre 2.500 m se consideran aportes nivales y bajo 2.500 m aportes nivales. Dado lo anterior, los aportes nivales serán considerados solo durante los meses de verano (noviembre a abril) y los aportes pluviales solo durante los meses de invierno (mayo a octubre).

La metodología utilizada se resume en el diagrama del Cuadro NºA.1.1-1

CUADRO NºA.1.1-.1
METODOLOGÍA TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES



a.2.- Correlación entre estaciones

Este método supone que los rendimientos ($\bar{Q}$/unidad de superficie) entre las cuencas a correlacionar son similares para un período de tiempo considerado. Su aplicación requiere de una estación patrón que disponga de registros fluviométricos confiables y suficientemente largos para el cumplimiento del objetivo deseado (15 ó 30 años).

El método consiste en establecer una correlación entre la estación patrón y la estación de la cuenca en estudio, a través de la realización de aforos simultáneos. Una vez establecida la correlación y comprobada su calidad, se determina la función que relaciona los valores de ambas estaciones. Los caudales medios de la estación en estudio son obtenidos a través de la función, en base a los caudales medios mensuales.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

b.- Relación precipitación-escorrentía

Esta metodología hace uso de relaciones precipitación-escorrentía ampliamente difundida en la literatura especializada. En su caso más general y para períodos de tiempo prolongados, esta relación puede escribirse como:

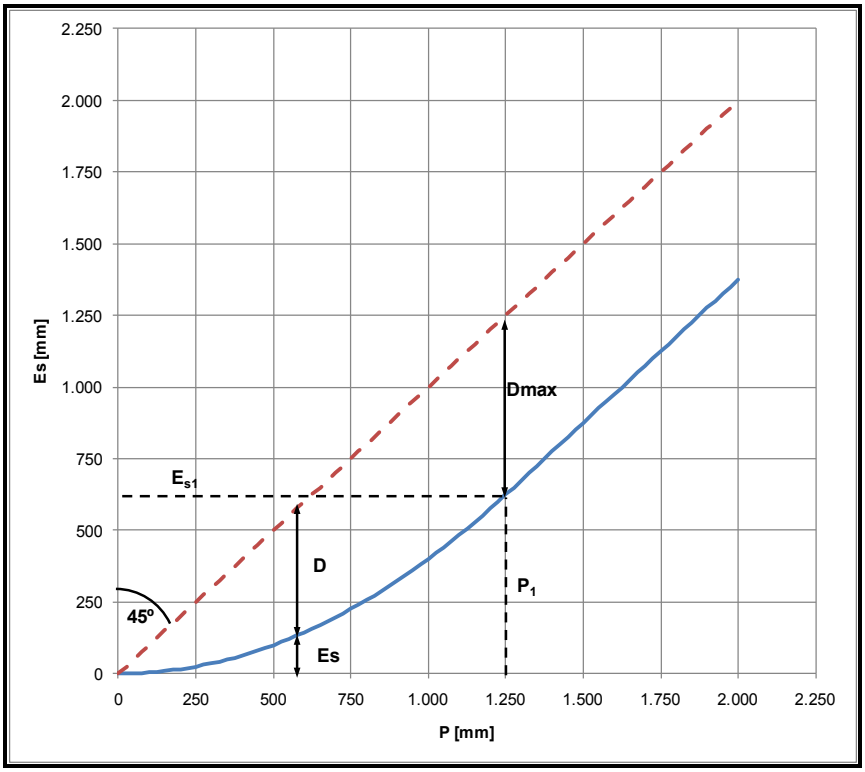
ECUACIÓN NºA.1-6
FORMA GENERAL RELACIÓN PRECIPITACIÓN ESCORRENTÍA

$$E_S = P - D$$

Donde:
Es : escorrentía [mm]
P : precipitaciones [mm]
D : déficit de escorrentía [mm]

En forma gráfica, lo anterior se puede representar como se muestra en el Cuadro NºA.1.1-2.

CUADRO NºA.1.1-2
RELACIÓN PRECIPITACIÓN - ESCORRENTÍA



Cuando se alcanza P_1, el déficit de escorrentía se hace máximo y se indica con D_{max}.

Existen diversas fórmulas empíricas para determinar la escorrentía de una cuenca, en este caso se utilizó la fórmula de G runsky, que se muestra en la Ecuación NºA.1-7 siguiente.

ECUACIÓN NºA.1-7
FÓRMULA DE GRUNSKY

$$E_S = 0{,}4 \cdot P^2 \text{ para P} < 1{,}25 \text{ m}$$
$$E_S = P - 0{,}625 \text{ para P} \geq 1{,}25 \text{m}$$

Donde D_{max}=625 [mm]

La relación entre escorrentía y caudal queda establecida en la Ecuación NºA.1-8 siguiente:

ECUACIÓN NºA.1-8
RELACIÓN CAUDAL - ESCORRENTÍA

$$Q = \frac{E_S \cdot A}{t} \quad [m^3/s]$$

Donde: Q: caudal medio anual [m^3/s]
Es: escorrentía cuenca [m]
A: área aportante [m^2]
T: tiempo [s /año] = 86.400*365 = 31.536.000 seg.

Para realizar la distribución anual de caudales, se define el Factor de Distribución Medio Anual como se indica en la Ecuación NºA.1-9.

ECUACIÓN NºA.1-9
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO ANUAL (F.D.M.A.)

$$\text{F.D.M.A.} = \frac{\text{Promedio anual año i}}{\text{Promedio total}}$$

Para realizar la distribución mensual de caudales, se define el Factor de Distribución Medio Mensual como se indica en la Ecuación NºA.1-10.

ECUACIÓN NºA.1-10
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO MENSUAL (F.D.M.M.)

$$\text{F.D.M.M.} = \frac{\text{Promedio mensual mes i}}{\text{Promedio anual}}$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.2.- Escurrimiento en canales

Las metodologías de cálculo utilizadas para la estimación del escurrimiento son las siguientes:

- Escurrimiento con Flujo Uniforme, utilizando la conocida Fórmula de Manning
- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado.

A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme.

Este tipo de escurrimiento se caracteriza porque el canal no presenta variaciones en su trazado.

Bajo estas condiciones, la pérdida de energía es igual a la pendiente de fondo del canal y a la pendiente de la superficie del agua. Se puede suponer que las distribuciones de velocidad son iguales.

Se utiliza la Fórmula de Manning indicada en la Ecuación NºA.2-1.

ECUACIÓN NºA.2-1
FÓRMULA DE MANNING

$$Q = \frac{\sqrt{i}}{n} A \cdot R^{2/3}$$

Donde:

Q : caudal [m^3/s]
I : pendiente del canal
n : coeficiente de rugosidad de Manning
$R = \frac{A}{Pm}$: radio hidráulico [m]
A : sección mojada [m^2]
Pm : perímetro mojado [m]

Cuando el canal es regular, con una sección definida y sin obstrucciones, permite representar en forma adecuada el eje hidráulico del canal, con una adecuada estimación del coeficiente de rugosidad.

Los valores típicos para *n* se presentan en el siguiente Cuadro NºA.2.1-1.

CUADRO NºA.2.1-1
VALORES TÍPICOS PARA EL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING EN CANALES

TIPO DE CANAL	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
En tierra con bordes irregulares	0,045
Excavado en tierra	0,030
Revestido con hormigón	0,018
Revestido con albañilería de piedras.	0,025

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado.

El flujo gradualmente variado (FGV) es el flujo permanente cuya profundidad varía de manera gradual a lo largo de la longitud del canal. Lo anterior implica que el flujo es permanente, es decir, las características hidráulicas del flujo permanecen constantes en el intervalo de tiempo considerado y que las líneas de corriente son prácticamente paralelas, esto es, que la distribución hidrostática de la presión prevalece sobre la sección del canal.

El flujo gradualmente variado se puede representar por la siguiente ecuación:

ECUACIÓN NºA.2-2
REPRESENTACIÓN FLUJO GRADUALMENTE VARIADO

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{S_0 - S_f}{1 - F_r^{\,2}}$$

Donde:
S_0 : pendiente de fondo del canal
S_f : pendiente de fricción
F_r : número de Froude

En que:

ECUACIÓN NºA.2-3
PENDIENTE DE FRICCIÓN

$$S_f = \frac{Q^2 n^2}{A^2 R^{2/3}}$$

ECUACIÓN NºA.2-4
NÚMERO DE FROUDE

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

La ecuación del flujo gradualmente variado requiere condiciones de borde para su solución.

En régimen subcrítico (Río, Fr<1), las condiciones de borde están dadas aguas abajo y el escurrimiento tiende a un flujo uniforme hacia aguas arriba. En régimen supercrítico (Torrente, Fr>1), las condiciones de borde están dadas aguas arriba y el escurrimiento tiende a flujo uniforme hacia aguas abajo.

Bajo condiciones de régimen subcrítico, la velocidad de escurrimiento es menor que en régimen supercrítico.

Para el cálculo del eje hidráulico, se utiliza la metodología propuesta en el estudio “Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego Canal Almahue”, CNR, Procivil Ing. Ltda., 2010.

El eje hidráulico se calcula mediante el método escalonado adecuado para canales

prismáticos. A partir de una sección de parámetros conocidos, esto es: altura de agua y dimensiones transversales, se determina la distancia hacia aguas arriba o hacia aguas abajo, a la cual se produce una altura dada, realizando un balance energético.

Las ecuaciones generales son las siguientes ("Hidráulica", F.J. Domínguez IVª edición, pág. 680):

ECUACIÓN NºA.2-5
DISTANCIA ENTRE DOS SECCIONES

$$x = \frac{B_0 - B_1}{J_m - i}$$

ECUACIÓN NºA.2-6
BERNOULLI

$$B = h + \frac{v^2}{2g}$$

ECUACIÓN NºA.2-7
CARGA

$$J = \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}}$$

ECUACIÓN NºA.2-8
PENDIENTE DE LA ENERGÍA DE ESCURRIMIENTO

$$J_m = \frac{J_0 + J_1}{2}$$

Donde:
Los subíndices 0 y 1 indican respectivamente la sección de cálculo y la sección anterior cuyos parámetros son conocidos.

B : Bernoulli en una sección del escurrimiento (m)
Jm : pendiente de la energía del escurrimiento entre las dos secciones
i : pendiente de fondo del canal
x : distancia calculada entre dos secciones (m)
v : velocidad media en una sección (m/s)
R : radio hidráulico (m)
h : altura del pelo de agua (m)
n : coeficiente de rugosidad de Manning

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.3.- Caudales de generación

La hidrología mostrada en el Cuadro Nº4.1-15 permite obtener los caudales medios mensuales para riego de acuerdo a la demanda hídrica de la zona.

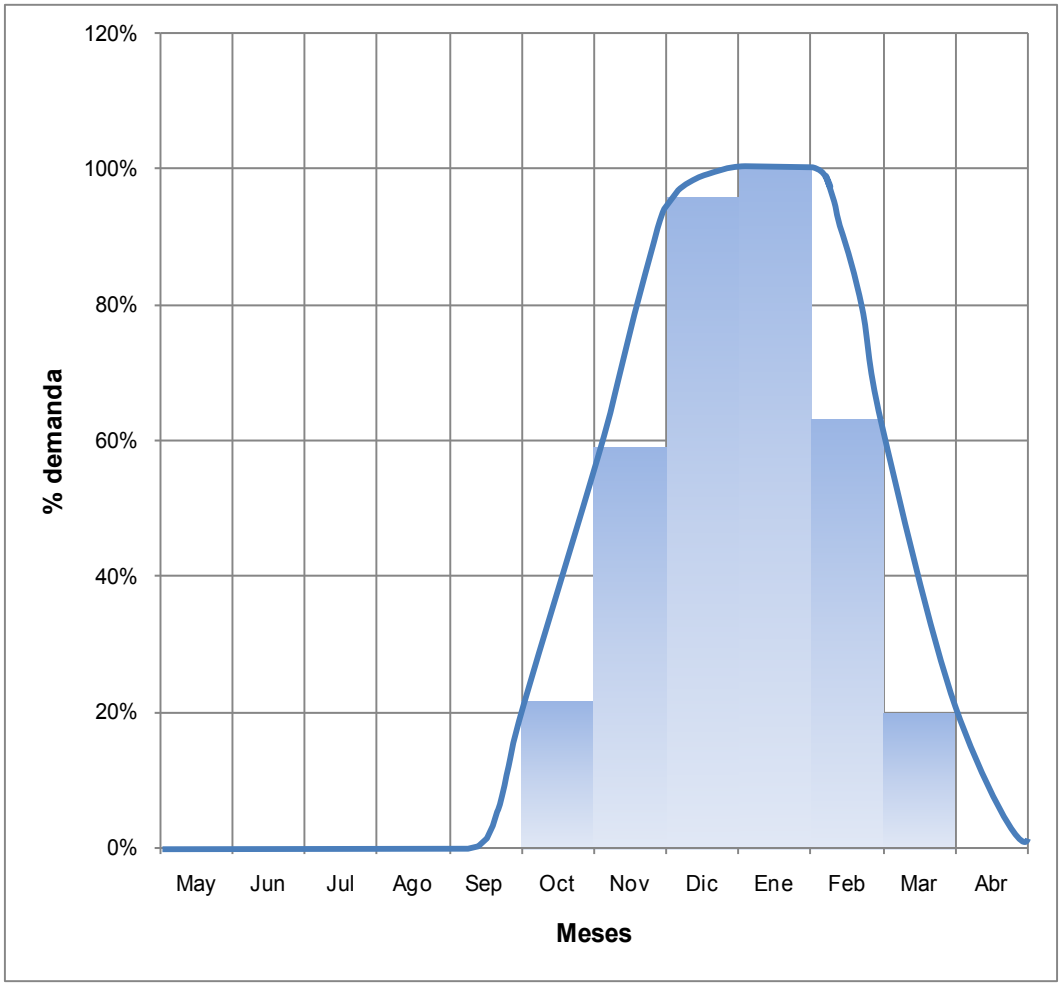
Con referencia al estudio "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile. DGA-MOP - IPLA. 1996.", se obtienen los siguientes porcentajes de caudal para riego en la zona del río Bío Bío, en su ribera derecha, donde el mes con la mayor demanda se considera con un porcentaje del 100%, lo que se muestra en el Cuadro NºA.3-1

CUADRO NºA.3-1
PORCENTAJE DE CAUDAL PARA RIEGO DEL RIO BÍO BÍO RIBERA DERECHA

Meses	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
%	0%	0%	0%	0%	0%	22%	59%	96%	100%	63%	20%	0%

En el Cuadro NºA.3-2 se grafica lo indicado en el Cuadro anterior.

CUADRO NºA.3-2
CAUDAL PARA RIEGO EN ZONA DEL RÍO BÍO BÍO RIBERA DERECHA
REGIÓN DEL BÍO BÍO



Los caudales para riego se obtienen de la multiplicación mes a mes de los porcentajes del Cuadro NºA.3-1 y se indican en el siguiente Cuadro NºA.3-3.

CUADRO NºA.3-3
CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA RIEGO CANAL PERAL NORTE

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA RIEGO [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1970-1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	4,41	5,31	3,54	1,86	0,52	1,47
2	1971-1972	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	4,38	5,27	3,52	1,84	0,52	1,46
3	1972-1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	4,94	5,94	3,97	2,08	0,58	1,63
4	1973-1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,86	3,63	4,37	2,92	1,53	0,43	1,23
5	1974-1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	3,26	3,92	2,62	1,37	0,38	1,10
6	1975-1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	3,94	4,74	3,17	1,66	0,47	1,33
7	1976-1977	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,54	2,99	3,60	2,41	1,26	0,35	1,01
8	1977-1978	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	4,48	5,39	3,60	1,88	0,53	1,49
9	1978-1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	4,74	5,70	3,80	1,99	0,56	1,57
10	1979-1980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	3,92	4,72	3,15	1,65	0,46	1,33
11	1980-1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	5,28	6,35	4,24	2,22	0,62	1,73
12	1981-1982	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	4,60	5,53	3,69	1,93	0,54	1,53
13	1982-1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	4,88	5,87	3,92	2,05	0,58	1,61
14	1983-1984	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,46	2,84	3,41	2,28	1,19	0,33	0,96
15	1984-1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	4,94	5,94	3,97	2,08	0,58	1,63
16	1985-1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,49	2,91	3,50	2,34	1,22	0,34	0,98
17	1986-1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	4,47	5,38	3,59	1,88	0,53	1,49
18	1987-1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66	3,24	3,89	2,60	1,36	0,38	1,09
19	1988-1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21	2,36	2,83	1,89	0,99	0,28	0,80
20	1989-1990	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	2,82	3,39	2,27	1,19	0,33	0,95
21	1990-1991	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,71	3,33	4,00	2,67	1,40	0,39	1,13
22	1991-1992	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94	3,77	4,54	3,03	1,59	0,45	1,27
23	1992-1993	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	5,28	6,35	4,24	2,22	0,62	1,73
24	1993-1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	4,87	5,85	3,91	2,05	0,57	1,60
25	1994-1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94	3,77	4,54	3,03	1,59	0,45	1,28
26	1995-1996	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,79	3,49	4,20	2,81	1,47	0,41	1,18
27	1996-1997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	1,74	2,09	1,40	0,73	0,21	0,59
28	1997-1998	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	4,19	5,05	3,37	1,76	0,50	1,41
29	1998-1999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	1,60	1,93	1,29	0,67	0,19	0,54
30	1999-2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82	3,55	4,27	2,85	1,49	0,42	1,20
Promedio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80	3,96	4,81	3,21	1,68	0,47	1,33

Los caudales medios mensuales en la zona de la descarga al estero Diuto Nº2 se indican en el Cuadro NºA.3-4.

CUADRO NºA.3-4
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
CANAL LAJA SUR - CANAL PERAL NORTE DESCARGA ESTERO DIUTO Nº2

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA RIEGO [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1970-1971	6,46	19,13	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	15,55	11,51	7,35	6,10	5,50	14,01
2	1971-1972	6,42	19,00	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	15,46	11,44	7,31	6,06	5,46	13,97
3	1972-1973	7,24	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,41	12,89	8,23	6,83	6,15	14,55
4	1973-1974	5,32	15,75	19,30	19,30	19,30	19,30	17,95	12,81	9,48	6,05	5,03	4,53	12,84
5	1974-1975	4,78	14,13	19,30	19,30	19,30	19,30	16,10	11,49	8,51	5,43	4,51	4,06	12,18
6	1975-1976	5,78	17,09	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	13,90	10,29	6,57	5,45	4,91	13,37
7	1976-1977	4,39	12,99	19,30	19,30	19,30	19,30	14,80	10,56	7,82	4,99	4,14	3,73	11,72
8	1977-1978	6,56	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	15,79	11,69	7,46	6,20	5,58	14,09
9	1978-1979	6,94	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	16,71	12,36	7,90	6,55	5,90	14,35
10	1979-1980	5,74	17,00	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	13,82	10,23	6,53	5,42	4,89	13,34
11	1980-1981	7,74	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	18,62	13,78	8,80	7,31	6,58	14,89
12	1981-1982	6,74	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	16,21	12,00	7,66	6,36	5,73	14,21
13	1982-1983	7,14	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,19	12,72	8,13	6,75	6,08	14,48
14	1983-1984	4,16	12,30	19,30	19,30	19,30	19,30	14,02	10,01	7,40	4,73	3,93	3,54	11,44
15	1984-1985	7,24	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,42	12,89	8,23	6,83	6,16	14,55
16	1985-1986	4,27	12,62	19,30	19,30	19,30	19,30	14,38	10,26	7,60	4,85	4,03	3,63	11,57
17	1986-1987	6,55	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	15,76	11,66	7,45	6,18	5,57	14,08
18	1987-1988	4,74	14,04	19,30	19,30	19,30	19,30	15,99	11,42	8,45	5,40	4,48	4,03	12,15
19	1988-1989	3,45	10,21	19,30	19,30	19,30	17,44	11,63	8,30	6,15	3,93	3,26	2,94	10,43
20	1989-1990	4,13	12,23	19,30	19,30	19,30	19,30	13,93	9,95	7,36	4,70	3,90	3,52	11,41
21	1990-1991	4,88	14,42	19,30	19,30	19,30	19,30	16,43	11,73	8,68	5,54	4,60	4,15	12,30
22	1991-1992	5,52	16,35	19,30	19,30	19,30	19,30	18,62	13,29	9,84	6,28	5,22	4,70	13,09
23	1992-1993	7,74	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	18,62	13,78	8,80	7,31	6,58	14,89
24	1993-1994	7,13	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,16	12,70	8,11	6,73	6,06	14,47
25	1994-1995	5,53	16,36	19,30	19,30	19,30	19,30	18,64	13,30	9,84	6,29	5,22	4,70	13,09
26	1995-1996	5,12	15,14	19,30	19,30	19,30	19,30	17,26	12,32	9,11	5,82	4,83	4,35	12,60
27	1996-1997	2,55	7,54	15,44	18,98	16,73	12,88	8,59	6,13	4,54	2,90	2,41	2,17	8,41
28	1997-1998	6,15	18,18	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	14,79	10,94	6,99	5,80	5,23	13,72
29	1998-1999	2,35	6,96	14,25	17,51	15,43	11,89	7,93	5,66	4,19	2,67	2,22	2,00	7,75
30	1999-2000	5,21	15,41	19,30	19,30	19,30	19,30	17,55	12,53	9,27	5,92	4,92	4,43	12,70
Promedio		5,85	16,29	19,08	19,25	19,14	18,84	17,31	13,98	10,42	6,66	5,53	4,98	13,11

Finalmente, y como indica el modelo operativo de la central, se obtienen los caudales turbinables como se indica:

Caudales turbinables = Caudales medios mensuales canal Laja Sur-canal Peral Norte descarga estero Diuto Nº2 – Caudales medios mensuales para riego canal Peral Norte

Los caudales turbinables para la Central Canal Laja Sur-canal Peral Norte descarga estero Diuto Nº2 se indican en el Cuadro NºA.3-5

CUADRO NºA.3-5
CAUDALES MEDIOS MENSUALES TURBINABLES
CANAL LAJA SUR - CANAL PERAL NORTE DESCARGA ESTERO DIUTO Nº2

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES TURBINABLES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1970-1971	9,58	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	14,89	11,75	7,35	7,19	7,63	14,35
2	1971-1972	9,52	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	14,92	11,68	7,31	7,14	7,58	14,33
3	1972-1973	10,72	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	14,36	13,15	8,23	8,05	8,54	14,74
4	1973-1974	7,89	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,44	15,35	9,68	6,05	5,92	6,28	13,76
5	1974-1975	7,08	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,63	13,77	8,68	5,43	5,31	5,63	13,34
6	1975-1976	8,56	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	15,36	10,50	6,57	6,42	6,82	14,00
7	1976-1977	6,50	19,24	19,30	19,30	19,30	19,30	17,76	12,65	7,98	4,99	4,88	5,18	13,03
8	1977-1978	9,73	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	14,82	11,93	7,46	7,30	7,74	14,40
9	1978-1979	10,29	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	14,56	12,62	7,90	7,72	8,19	14,59
10	1979-1980	8,51	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	15,38	10,44	6,53	6,39	6,78	13,99
11	1980-1981	11,47	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	14,02	12,95	8,80	8,61	9,13	14,90
12	1981-1982	9,98	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	14,70	12,25	7,66	7,49	7,95	14,49
13	1982-1983	10,59	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	14,42	12,99	8,13	7,95	8,43	14,69
14	1983-1984	6,16	18,23	19,30	19,30	19,30	19,30	17,84	11,99	7,56	4,73	4,62	4,91	12,77
15	1984-1985	10,73	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	14,36	13,16	8,23	8,05	8,54	14,74
16	1985-1986	6,32	18,70	19,30	19,30	19,30	19,30	17,81	12,30	7,75	4,85	4,74	5,03	12,89
17	1986-1987	9,71	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	14,83	11,91	7,45	7,28	7,73	14,39
18	1987-1988	7,03	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,64	13,68	8,62	5,40	5,28	5,60	13,31
19	1988-1989	5,11	15,13	19,30	19,30	19,30	19,30	16,03	9,95	6,27	3,93	3,84	4,07	11,79
20	1989-1990	6,13	18,12	19,30	19,30	19,30	19,30	17,85	11,92	7,51	4,70	4,60	4,88	12,74
21	1990-1991	7,22	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,59	14,06	8,86	5,54	5,42	5,75	13,41
22	1991-1992	8,19	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,36	15,53	10,04	6,28	6,14	6,52	13,88
23	1992-1993	11,47	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	14,02	12,95	8,80	8,61	9,13	14,90
24	1993-1994	10,57	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	14,43	12,96	8,11	7,93	8,41	14,68
25	1994-1995	8,19	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,36	15,53	10,05	6,29	6,15	6,52	13,88
26	1995-1996	7,59	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,51	14,76	9,30	5,82	5,69	6,04	13,60
27	1996-1997	3,78	11,18	19,30	19,30	19,30	19,09	11,84	7,35	4,63	2,90	2,84	3,01	10,38
28	1997-1998	9,11	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,29	15,11	11,17	6,99	6,83	7,25	14,19
29	1998-1999	3,49	10,31	19,30	19,30	19,30	17,61	10,93	6,78	4,28	2,67	2,62	2,77	9,95
30	1999-2000	7,72	19,30	19,30	19,30	19,30	19,30	17,48	15,01	9,46	5,92	5,79	6,14	13,67
Promedio		8,67	18,54	19,30	19,30	19,30	19,25	17,02	13,69	10,31	6,66	6,51	6,91	13,79

ANEXO B

EVALUACIÓN ECONÓMICA

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.1.- Energía Mensual B.3.-

Anexo B.2.- Flujo Mensual B.10.-

Anexo B.3.- Análisis Financiero B.20.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.1.- Energía Mensual

PRECIO DE LA ENERGÍA, INGRESOS NETOS POR VENTA DE ENERGÍA CANAL LAJA SUR DERIVADO PERAL NORTE – DIUTO 2, RÍO LAJA

PRECIO ENERGÍA SIN PEAJE $/kWh	**40,9**		
DESCUENTO PORCENTUAL AL PRECIO DE LA ENERGÍA POR CONCEPTO DE PEAJE	**0,00**	**%**	
PRECIO NETO DE LA ENERGÍA INCLUIDO EL PEAJE	**40,9**	**$/kWh**	
PRECIO POR NO CUMPLIMIENTO $/kWh	**0,00**		0
Días generando	**330**	**días**	
% del año generando	**90,4**	**%**	
Potencia INSTALADA Mw	**0,3**	**MW**	
Energía Total Generada	**52**	**Gwh**	

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
1		ABR	0,2		112	40,9	4,6	0,1	0,0	4,6
2		MAY	0,3		197	40,9	8,1	0,0	0,0	8,1
3		JUN	0,3		197	40,9	8,1	0,0	0,0	8,1
4		JUL	0,3		197	40,9	8,1	0,0	0,0	8,1
5		AGO	0,3		197	40,9	8,1	0,0	0,0	8,1
6	1	SEP	0,3	0,78	197	40,9	8,1	0,0	0,0	8,1
7		OCT	0,3		173	40,9	7,1	0,0	0,0	7,1
8		NOV	0,2		145	40,9	5,9	0,1	0,0	5,9
9		DIC	0,2		135	40,9	5,5	0,1	0,0	5,5
10		ENE	0,1		86	40,9	3,5	0,2	0,0	3,5
11		FEB	0,1		84	40,9	3,4	0,2	0,0	3,4
12		MAR	0,1		90	40,9	3,7	0,2	0,0	3,7
13		ABR	0,2		112	41,9	4,7	0,1	0,0	4,7
14		MAY	0,3		197	41,9	8,3	0,0	0,0	8,3
15		JUN	0,3		197	41,9	8,3	0,0	0,0	8,3
16		JUL	0,3		197	41,9	8,3	0,0	0,0	8,3
17		AGO	0,3		197	41,9	8,3	0,0	0,0	8,3
18		SEP	0,3		197	41,9	8,3	0,0	0,0	8,3
19	2	OCT	0,3	0,78	173	41,9	7,3	0,0	0,0	7,3
20		NOV	0,2		146	41,9	6,1	0,1	0,0	6,1
21		DIC	0,2		135	41,9	5,7	0,1	0,0	5,7
22		ENE	0,1		86	41,9	3,6	0,2	0,0	3,6
23		FEB	0,1		84	41,9	3,5	0,2	0,0	3,5
24		MAR	0,1		89	41,9	3,7	0,2	0,0	3,7
25		ABR	0,2		126	42,9	5,4	0,1	0,0	5,4
26		MAY	0,3		197	42,9	8,5	0,0	0,0	8,5
27		JUN	0,3		197	42,9	8,5	0,0	0,0	8,5
28		JUL	0,3		197	42,9	8,5	0,0	0,0	8,5
29		AGO	0,3		197	42,9	8,5	0,0	0,0	8,5
30		SEP	0,3		197	42,9	8,5	0,0	0,0	8,5
31	3	OCT	0,3	0,79	173	42,9	7,4	0,0	0,0	7,4
32		NOV	0,2		139	42,9	6,0	0,1	0,0	6,0
33		DIC	0,2		127	42,9	5,5	0,1	0,0	5,5
34		ENE	0,1		97	42,9	4,1	0,2	0,0	4,1
35		FEB	0,1		94	42,9	4,1	0,2	0,0	4,1
36		MAR	0,2		100	42,9	4,3	0,1	0,0	4,3
37		ABR	0,1		93	44,0	4,1	0,2	0,0	4,1
38		MAY	0,3		197	44,0	8,7	0,0	0,0	8,7
39	4	JUN	0,3	0,75	197	44,0	8,7	0,0	0,0	8,7
40		JUL	0,3		197	44,0	8,7	0,0	0,0	8,7
41		AGO	0,3		197	44,0	8,7	0,0	0,0	8,7

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
42		SEP	0,3		197	44,0	8,7	0,0	0,0	8,7
43		OCT	0,3		175	44,0	7,7	0,0	0,0	7,7
44		NOV	0,2		154	44,0	6,8	0,1	0,0	6,8
45		DIC	0,2		114	44,0	5,0	0,1	0,0	5,0
46		ENE	0,1		71	44,0	3,1	0,2	0,0	3,1
47		FEB	0,1		69	44,0	3,1	0,2	0,0	3,1
48		MAR	0,1		74	44,0	3,2	0,2	0,0	3,2
49		ABR	0,1		83	45,1	3,7	0,2	0,0	3,7
50		MAY	0,3		197	45,1	8,9	0,0	0,0	8,9
51		JUN	0,3		197	45,1	8,9	0,0	0,0	8,9
52		JUL	0,3		197	45,1	8,9	0,0	0,0	8,9
53		AGO	0,3		197	45,1	8,9	0,0	0,0	8,9
54		SEP	0,3		197	45,1	8,9	0,0	0,0	8,9
55	5	OCT	0,3	0,73	177	45,1	8,0	0,0	0,0	8,0
56		NOV	0,2		159	45,1	7,2	0,1	0,0	7,2
57		DIC	0,2		102	45,1	4,6	0,1	0,0	4,6
58		ENE	0,1		64	45,1	2,9	0,2	0,0	2,9
59		FEB	0,1		62	45,1	2,8	0,2	0,0	2,8
60		MAR	0,1		66	45,1	3,0	0,2	0,0	3,0
61		ABR	0,2		101	46,2	4,6	0,1	0,0	4,6
62		MAY	0,3		197	46,2	9,1	0,0	0,0	9,1
63		JUN	0,3		197	46,2	9,1	0,0	0,0	9,1
64		JUL	0,3		197	46,2	9,1	0,0	0,0	9,1
65		AGO	0,3		197	46,2	9,1	0,0	0,0	9,1
66		SEP	0,3		197	46,2	9,1	0,0	0,0	9,1
67	6	OCT	0,3	0,76	173	46,2	8,0	0,0	0,0	8,0
68		NOV	0,2		151	46,2	7,0	0,1	0,0	7,0
69		DIC	0,2		123	46,2	5,7	0,1	0,0	5,7
70		ENE	0,1		77	46,2	3,6	0,2	0,0	3,6
71		FEB	0,1		75	46,2	3,5	0,2	0,0	3,5
72		MAR	0,1		80	46,2	3,7	0,2	0,0	3,7
73		ABR	0,1		76	47,4	3,6	0,2	0,0	3,6
74		MAY	0,3		197	47,4	9,3	0,0	0,0	9,3
75		JUN	0,3		197	47,4	9,3	0,0	0,0	9,3
76		JUL	0,3		197	47,4	9,3	0,0	0,0	9,3
77		AGO	0,3		197	47,4	9,3	0,0	0,0	9,3
78		SEP	0,3		197	47,4	9,3	0,0	0,0	9,3
79	7	OCT	0,3	0,71	179	47,4	8,5	0,0	0,0	8,5
80		NOV	0,2		149	47,4	7,0	0,1	0,0	7,0
81		DIC	0,1		94	47,4	4,4	0,2	0,0	4,4
82		ENE	0,1		59	47,4	2,8	0,2	0,0	2,8
83		FEB	0,1		57	47,4	2,7	0,2	0,0	2,7
84		MAR	0,1		61	47,4	2,9	0,2	0,0	2,9
85		ABR	0,2		114	48,6	5,5	0,1	0,0	5,5
86		MAY	0,3		197	48,6	9,6	0,0	0,0	9,6
87		JUN	0,3		197	48,6	9,6	0,0	0,0	9,6
88		JUL	0,3		197	48,6	9,6	0,0	0,0	9,6
89		AGO	0,3		197	48,6	9,6	0,0	0,0	9,6
90		SEP	0,3		197	48,6	9,6	0,0	0,0	9,6
91	8	OCT	0,3	0,78	173	48,6	8,4	0,0	0,0	8,4
92		NOV	0,2		144	48,6	7,0	0,1	0,0	7,0
93		DIC	0,2		134	48,6	6,5	0,1	0,0	6,5
94		ENE	0,1		88	48,6	4,3	0,2	0,0	4,3
95		FEB	0,1		86	48,6	4,2	0,2	0,0	4,2
96		MAR	0,1		91	48,6	4,4	0,2	0,0	4,4
97	9	ABR	0,2	0,79	121	49,8	6,0	0,1	0,0	6,0
98		MAY	0,3		197	49,8	9,8	0,0	0,0	9,8

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada	Factor De planta	Energía	Precio neto de la energía	Venta de energía	Déficit de potencia	Gasto por compra de energía	Ingreso neto mensual por generación
			MW		MWh/mes	$/kWh	Mill $	MW	Mill $	Mill $
99		JUN	0,3		197	49,8	9,8	0,0	0,0	9,8
100		JUL	0,3		197	49,8	9,8	0,0	0,0	9,8
101		AGO	0,3		197	49,8	9,8	0,0	0,0	9,8
102		SEP	0,3		197	49,8	9,8	0,0	0,0	9,8
103		OCT	0,3		173	49,8	8,6	0,0	0,0	8,6
104		NOV	0,2		141	49,8	7,0	0,1	0,0	7,0
105		DIC	0,2		130	49,8	6,5	0,1	0,0	6,5
106		ENE	0,1		93	49,8	4,6	0,2	0,0	4,6
107		FEB	0,1		91	49,8	4,5	0,2	0,0	4,5
108		MAR	0,1		96	49,8	4,8	0,2	0,0	4,8
109		ABR	0,2		100	51,0	5,1	0,1	0,0	5,1
110		MAY	0,3		197	51,0	10,1	0,0	0,0	10,1
111		JUN	0,3		197	51,0	10,1	0,0	0,0	10,1
112		JUL	0,3		197	51,0	10,1	0,0	0,0	10,1
113		AGO	0,3		197	51,0	10,1	0,0	0,0	10,1
114		SEP	0,3		197	51,0	10,1	0,0	0,0	10,1
115	10	OCT	0,3	0,76	173	51,0	8,9	0,0	0,0	8,9
116		NOV	0,2		151	51,0	7,7	0,1	0,0	7,7
117		DIC	0,2		123	51,0	6,3	0,1	0,0	6,3
118		ENE	0,1		77	51,0	3,9	0,2	0,0	3,9
119		FEB	0,1		75	51,0	3,8	0,2	0,0	3,8
120		MAR	0,1		80	51,0	4,1	0,2	0,0	4,1
121		ABR	0,2		135	52,3	7,0	0,1	0,0	7,0
122		MAY	0,3		197	52,3	10,3	0,0	0,0	10,3
123		JUN	0,3		197	52,3	10,3	0,0	0,0	10,3
124		JUL	0,3		197	52,3	10,3	0,0	0,0	10,3
125		AGO	0,3		197	52,3	10,3	0,0	0,0	10,3
126		SEP	0,3		197	52,3	10,3	0,0	0,0	10,3
127	11	OCT	0,3	0,80	173	52,3	9,1	0,0	0,0	9,1
128		NOV	0,2		135	52,3	7,1	0,1	0,0	7,1
129		DIC	0,2		122	52,3	6,4	0,1	0,0	6,4
130		ENE	0,2		103	52,3	5,4	0,1	0,0	5,4
131		FEB	0,2		101	52,3	5,3	0,1	0,0	5,3
132		MAR	0,2		107	52,3	5,6	0,1	0,0	5,6
133		ABR	0,2		117	53,6	6,3	0,1	0,0	6,3
134		MAY	0,3		197	53,6	10,6	0,0	0,0	10,6
135		JUN	0,3		197	53,6	10,6	0,0	0,0	10,6
136		JUL	0,3		197	53,6	10,6	0,0	0,0	10,6
137		AGO	0,3		197	53,6	10,6	0,0	0,0	10,6
138		SEP	0,3		197	53,6	10,6	0,0	0,0	10,6
139	12	OCT	0,3	0,78	173	53,6	9,3	0,0	0,0	9,3
140		NOV	0,2		143	53,6	7,7	0,1	0,0	7,7
141		DIC	0,2		132	53,6	7,1	0,1	0,0	7,1
142		ENE	0,1		90	53,6	4,8	0,2	0,0	4,8
143		FEB	0,1		88	53,6	4,7	0,2	0,0	4,7
144		MAR	0,1		93	53,6	5,0	0,2	0,0	5,0
145		ABR	0,2		124	55,0	6,8	0,1	0,0	6,8
146		MAY	0,3		197	55,0	10,8	0,0	0,0	10,8
147		JUN	0,3		197	55,0	10,8	0,0	0,0	10,8
148		JUL	0,3		197	55,0	10,8	0,0	0,0	10,8
149		AGO	0,3		197	55,0	10,8	0,0	0,0	10,8
150	13	SEP	0,3	0,79	197	55,0	10,8	0,0	0,0	10,8
151		OCT	0,3		173	55,0	9,5	0,0	0,0	9,5
152		NOV	0,2		140	55,0	7,7	0,1	0,0	7,7
153		DIC	0,2		128	55,0	7,0	0,1	0,0	7,0
154		ENE	0,1		95	55,0	5,2	0,2	0,0	5,2
155		FEB	0,1		93	55,0	5,1	0,2	0,0	5,1

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada	Factor De planta	Energía	Precio neto de la energía	Venta de energía	Déficit de potencia	Gasto por compra de energía	Ingreso neto mensual por generación
			MW		MWh/mes	$/kWh	Mill $	MW	Mill $	Mill $
156		MAR	0,2		99	55,0	5,4	0,1	0,0	5,4
157		ABR	0,1		72	56,3	4,1	0,2	0,0	4,1
158		MAY	0,3		197	56,3	11,1	0,0	0,0	11,1
159		JUN	0,3		197	56,3	11,1	0,0	0,0	11,1
160		JUL	0,3		197	56,3	11,1	0,0	0,0	11,1
161		AGO	0,3		197	56,3	11,1	0,0	0,0	11,1
162		SEP	0,3		197	56,3	11,1	0,0	0,0	11,1
163	14	OCT	0,3	0,70	180	56,3	10,1	0,0	0,0	10,1
164		NOV	0,2		141	56,3	7,9	0,1	0,0	7,9
165		DIC	0,1		89	56,3	5,0	0,2	0,0	5,0
166		ENE	0,1		56	56,3	3,1	0,2	0,0	3,1
167		FEB	0,1		54	56,3	3,1	0,2	0,0	3,1
168		MAR	0,1		58	56,3	3,2	0,2	0,0	3,2
169		ABR	0,2		126	57,7	7,3	0,1	0,0	7,3
170		MAY	0,3		197	57,7	11,4	0,0	0,0	11,4
171		JUN	0,3		197	57,7	11,4	0,0	0,0	11,4
172		JUL	0,3		197	57,7	11,4	0,0	0,0	11,4
173		AGO	0,3		197	57,7	11,4	0,0	0,0	11,4
174		SEP	0,3		197	57,7	11,4	0,0	0,0	11,4
175	15	OCT	0,3	0,79	173	57,7	10,0	0,0	0,0	10,0
176		NOV	0,2		139	57,7	8,0	0,1	0,0	8,0
177		DIC	0,2		127	57,7	7,3	0,1	0,0	7,3
178		ENE	0,1		97	57,7	5,6	0,2	0,0	5,6
179		FEB	0,1		94	57,7	5,5	0,2	0,0	5,5
180		MAR	0,2		100	57,7	5,8	0,1	0,0	5,8
181		ABR	0,1		74	59,2	4,4	0,2	0,0	4,4
182		MAY	0,3		197	59,2	11,7	0,0	0,0	11,7
183		JUN	0,3		197	59,2	11,7	0,0	0,0	11,7
184		JUL	0,3		197	59,2	11,7	0,0	0,0	11,7
185		AGO	0,3		197	59,2	11,7	0,0	0,0	11,7
186		SEP	0,3		197	59,2	11,7	0,0	0,0	11,7
187	16	OCT	0,3	0,71	180	59,2	10,6	0,0	0,0	10,6
188		NOV	0,2		144	59,2	8,5	0,1	0,0	8,5
189		DIC	0,1		91	59,2	5,4	0,2	0,0	5,4
190		ENE	0,1		57	59,2	3,4	0,2	0,0	3,4
191		FEB	0,1		56	59,2	3,3	0,2	0,0	3,3
192		MAR	0,1		59	59,2	3,5	0,2	0,0	3,5
193		ABR	0,2		114	60,7	6,9	0,1	0,0	6,9
194		MAY	0,3		197	60,7	12,0	0,0	0,0	12,0
195		JUN	0,3		197	60,7	12,0	0,0	0,0	12,0
196		JUL	0,3		197	60,7	12,0	0,0	0,0	12,0
197		AGO	0,3		197	60,7	12,0	0,0	0,0	12,0
198		SEP	0,3		197	60,7	12,0	0,0	0,0	12,0
199	17	OCT	0,3	0,78	173	60,7	10,5	0,0	0,0	10,5
200		NOV	0,2		145	60,7	8,8	0,1	0,0	8,8
201		DIC	0,2		134	60,7	8,1	0,1	0,0	8,1
202		ENE	0,1		87	60,7	5,3	0,2	0,0	5,3
203		FEB	0,1		86	60,7	5,2	0,2	0,0	5,2
204		MAR	0,1		91	60,7	5,5	0,2	0,0	5,5
205		ABR	0,1		83	62,2	5,1	0,2	0,0	5,1
206		MAY	0,3		197	62,2	12,3	0,0	0,0	12,3
207		JUN	0,3		197	62,2	12,3	0,0	0,0	12,3
208		JUL	0,3		197	62,2	12,3	0,0	0,0	12,3
209	18	AGO	0,3	0,73	197	62,2	12,3	0,0	0,0	12,3
210		SEP	0,3		197	62,2	12,3	0,0	0,0	12,3
211		OCT	0,3		178	62,2	11,0	0,0	0,0	11,0
212		NOV	0,2		159	62,2	9,9	0,1	0,0	9,9

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
213		DIC	0,2		101	62,2	6,3	0,1	0,0	6,3
214		ENE	0,1		63	62,2	3,9	0,2	0,0	3,9
215		FEB	0,1		62	62,2	3,9	0,2	0,0	3,9
216		MAR	0,1		66	62,2	4,1	0,2	0,0	4,1
217		ABR	0,1		60	63,7	3,8	0,2	0,0	3,8
218		MAY	0,3		178	63,7	11,3	0,0	0,0	11,3
219		JUN	0,3		197	63,7	12,6	0,0	0,0	12,6
220		JUL	0,3		197	63,7	12,6	0,0	0,0	12,6
221		AGO	0,3		197	63,7	12,6	0,0	0,0	12,6
222	19	SEP	0,3	0,66	197	63,7	12,6	0,0	0,0	12,6
223		OCT	0,3		183	63,7	11,7	0,0	0,0	11,7
224		NOV	0,2		117	63,7	7,4	0,1	0,0	7,4
225		DIC	0,1		74	63,7	4,7	0,2	0,0	4,7
226		ENE	0,1		46	63,7	2,9	0,2	0,0	2,9
227		FEB	0,1		45	63,7	2,9	0,2	0,0	2,9
228		MAR	0,1		48	63,7	3,0	0,2	0,0	3,0
229		ABR	0,1		72	65,3	4,7	0,2	0,0	4,7
230		MAY	0,3		197	65,3	12,9	0,0	0,0	12,9
231		JUN	0,3		197	65,3	12,9	0,0	0,0	12,9
232		JUL	0,3		197	65,3	12,9	0,0	0,0	12,9
233		AGO	0,3		197	65,3	12,9	0,0	0,0	12,9
234		SEP	0,3		197	65,3	12,9	0,0	0,0	12,9
235	20	OCT	0,3	0,70	180	65,3	11,8	0,0	0,0	11,8
236		NOV	0,2		140	65,3	9,1	0,1	0,0	9,1
237		DIC	0,1		88	65,3	5,8	0,2	0,0	5,8
238		ENE	0,1		55	65,3	3,6	0,2	0,0	3,6
239		FEB	0,1		54	65,3	3,5	0,2	0,0	3,5
240		MAR	0,1		57	65,3	3,7	0,2	0,0	3,7
241		ABR	0,1		85	67,0	5,7	0,2	0,0	5,7
242		MAY	0,3		197	67,0	13,2	0,0	0,0	13,2
243		JUN	0,3		197	67,0	13,2	0,0	0,0	13,2
244		JUL	0,3		197	67,0	13,2	0,0	0,0	13,2
245		AGO	0,3		197	67,0	13,2	0,0	0,0	13,2
246		SEP	0,3		197	67,0	13,2	0,0	0,0	13,2
247	21	OCT	0,3	0,73	177	67,0	11,9	0,0	0,0	11,9
248		NOV	0,2		158	67,0	10,6	0,1	0,0	10,6
249		DIC	0,2		104	67,0	7,0	0,1	0,0	7,0
250		ENE	0,1		65	67,0	4,4	0,2	0,0	4,4
251		FEB	0,1		64	67,0	4,3	0,2	0,0	4,3
252		MAR	0,1		68	67,0	4,5	0,2	0,0	4,5
253		ABR	0,1		96	68,6	6,6	0,2	0,0	6,6
254		MAY	0,3		197	68,6	13,5	0,0	0,0	13,5
255		JUN	0,3		197	68,6	13,5	0,0	0,0	13,5
256		JUL	0,3		197	68,6	13,5	0,0	0,0	13,5
257		AGO	0,3		197	68,6	13,5	0,0	0,0	13,5
258		SEP	0,3		197	68,6	13,5	0,0	0,0	13,5
259	22	OCT	0,3	0,75	174	68,6	12,0	0,0	0,0	12,0
260		NOV	0,2		153	68,6	10,5	0,1	0,0	10,5
261		DIC	0,2		118	68,6	8,1	0,1	0,0	8,1
262		ENE	0,1		74	68,6	5,1	0,2	0,0	5,1
263		FEB	0,1		72	68,6	5,0	0,2	0,0	5,0
264		MAR	0,1		77	68,6	5,3	0,2	0,0	5,3
265		ABR	0,2		135	70,4	9,5	0,1	0,0	9,5
266		MAY	0,3		197	70,4	13,9	0,0	0,0	13,9
267	23	JUN	0,3	0,80	197	70,4	13,9	0,0	0,0	13,9
268		JUL	0,3		197	70,4	13,9	0,0	0,0	13,9
269		AGO	0,3		197	70,4	13,9	0,0	0,0	13,9

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
270		SEP	0,3		197	70,4	13,9	0,0	0,0	13,9
271		OCT	0,3		173	70,4	12,2	0,0	0,0	12,2
272		NOV	0,2		135	70,4	9,5	0,1	0,0	9,5
273		DIC	0,2		122	70,4	8,6	0,1	0,0	8,6
274		ENE	0,2		103	70,4	7,3	0,1	0,0	7,3
275		FEB	0,2		101	70,4	7,1	0,1	0,0	7,1
276		MAR	0,2		107	70,4	7,5	0,1	0,0	7,5
277		ABR	0,2		124	72,1	8,9	0,1	0,0	8,9
278		MAY	0,3		197	72,1	14,2	0,0	0,0	14,2
279		JUN	0,3		197	72,1	14,2	0,0	0,0	14,2
280		JUL	0,3		197	72,1	14,2	0,0	0,0	14,2
281		AGO	0,3		197	72,1	14,2	0,0	0,0	14,2
282	24	SEP	0,3	0,79	197	72,1	14,2	0,0	0,0	14,2
283		OCT	0,3		173	72,1	12,5	0,0	0,0	12,5
284		NOV	0,2		140	72,1	10,1	0,1	0,0	10,1
285		DIC	0,2		128	72,1	9,3	0,1	0,0	9,3
286		ENE	0,1		95	72,1	6,9	0,2	0,0	6,9
287		FEB	0,1		93	72,1	6,7	0,2	0,0	6,7
288		MAR	0,2		99	72,1	7,1	0,2	0,0	7,1
289		ABR	0,1		96	73,9	7,1	0,2	0,0	7,1
290		MAY	0,3		197	73,9	14,6	0,0	0,0	14,6
291		JUN	0,3		197	73,9	14,6	0,0	0,0	14,6
292		JUL	0,3		197	73,9	14,6	0,0	0,0	14,6
293		AGO	0,3		197	73,9	14,6	0,0	0,0	14,6
294	25	SEP	0,3	0,75	197	73,9	14,6	0,0	0,0	14,6
295		OCT	0,3		174	73,9	12,9	0,0	0,0	12,9
296		NOV	0,2		153	73,9	11,3	0,1	0,0	11,3
297		DIC	0,2		118	73,9	8,7	0,1	0,0	8,7
298		ENE	0,1		74	73,9	5,5	0,2	0,0	5,5
299		FEB	0,1		72	73,9	5,3	0,2	0,0	5,3
300		MAR	0,1		77	73,9	5,7	0,2	0,0	5,7
301		ABR	0,1		89	75,8	6,7	0,2	0,0	6,7
302		MAY	0,3		197	75,8	14,9	0,0	0,0	14,9
303		JUN	0,3		197	75,8	14,9	0,0	0,0	14,9
304		JUL	0,3		197	75,8	14,9	0,0	0,0	14,9
305		AGO	0,3		197	75,8	14,9	0,0	0,0	14,9
306	26	SEP	0,3	0,74	197	75,8	14,9	0,0	0,0	14,9
307		OCT	0,3		176	75,8	13,3	0,0	0,0	13,3
308		NOV	0,2		156	75,8	11,8	0,1	0,0	11,8
309		DIC	0,2		109	75,8	8,3	0,1	0,0	8,3
310		ENE	0,1		68	75,8	5,2	0,2	0,0	5,2
311		FEB	0,1		67	75,8	5,1	0,2	0,0	5,1
312		MAR	0,1		71	75,8	5,4	0,2	0,0	5,4
313		ABR	0,1		44	77,7	3,4	0,2	0,0	3,4
314		MAY	0,2		131	77,7	10,2	0,1	0,0	10,2
315		JUN	0,3		197	77,7	15,3	0,0	0,0	15,3
316		JUL	0,3		197	77,7	15,3	0,0	0,0	15,3
317		AGO	0,3		197	77,7	15,3	0,0	0,0	15,3
318	27	SEP	0,3	0,58	197	77,7	15,3	0,0	0,0	15,3
319		OCT	0,2		139	77,7	10,8	0,1	0,0	10,8
320		NOV	0,1		86	77,7	6,7	0,2	0,0	6,7
321		DIC	0,1		54	77,7	4,2	0,2	0,0	4,2
322		ENE	0,1		34	77,7	2,6	0,2	0,0	2,6
323		FEB	0,1		33	77,7	2,6	0,3	0,0	2,6
324		MAR	0,1		35	77,7	2,7	0,2	0,0	2,7
325	28	ABR	0,2	0,77	107	79,6	8,5	0,1	0,0	8,5
326		MAY	0,3		197	79,6	15,7	0,0	0,0	15,7

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
327		JUN	0,3		197	79,6	15,7	0,0	0,0	15,7
328		JUL	0,3		197	79,6	15,7	0,0	0,0	15,7
329		AGO	0,3		197	79,6	15,7	0,0	0,0	15,7
330		SEP	0,3		197	79,6	15,7	0,0	0,0	15,7
331		OCT	0,3		173	79,6	13,8	0,0	0,0	13,8
332		NOV	0,2		148	79,6	11,8	0,1	0,0	11,8
333		DIC	0,2		131	79,6	10,4	0,1	0,0	10,4
334		ENE	0,1		82	79,6	6,5	0,2	0,0	6,5
335		FEB	0,1		80	79,6	6,4	0,2	0,0	6,4
336		MAR	0,1		85	79,6	6,8	0,2	0,0	6,8
337		ABR	0,1		41	81,6	3,3	0,2	0,0	3,3
338		MAY	0,2		121	81,6	9,9	0,1	0,0	9,9
339		JUN	0,3		197	81,6	16,1	0,0	0,0	16,1
340		JUL	0,3		197	81,6	16,1	0,0	0,0	16,1
341		AGO	0,3		197	81,6	16,1	0,0	0,0	16,1
342	29	SEP	0,3	0,56	197	81,6	16,1	0,0	0,0	16,1
343		OCT	0,2		128	81,6	10,5	0,1	0,0	10,5
344		NOV	0,1		80	81,6	6,5	0,2	0,0	6,5
345		DIC	0,1		50	81,6	4,1	0,2	0,0	4,1
346		ENE	0,0		31	81,6	2,6	0,3	0,0	2,6
347		FEB	0,0		31	81,6	2,5	0,3	0,0	2,5
348		MAR	0,1		33	81,6	2,7	0,3	0,0	2,7
349		ABR	0,1		91	83,6	7,6	0,2	0,0	7,6
350		MAY	0,3		197	83,6	16,5	0,0	0,0	16,5
351		JUN	0,3		197	83,6	16,5	0,0	0,0	16,5
352		JUL	0,3		197	83,6	16,5	0,0	0,0	16,5
353		AGO	0,3		197	83,6	16,5	0,0	0,0	16,5
354		SEP	0,3		197	83,6	16,5	0,0	0,0	16,5
355	30	OCT	0,3	0,74	176	83,6	14,7	0,0	0,0	14,7
356		NOV	0,2		155	83,6	13,0	0,1	0,0	13,0
357		DIC	0,2		111	83,6	9,3	0,1	0,0	9,3
358		ENE	0,1		70	83,6	5,8	0,2	0,0	5,8
359		FEB	0,1		68	83,6	5,7	0,2	0,0	5,7
360		MAR	0,1		72	83,6	6,0	0,2	0,0	6,0
				0,74						

NOTAS.-

1 Nº: valor correlativo, se desarrolla el análisis para 360 meses= 12meses x 30 años.-
2 AÑO: correlativo de los años de análisis.-
3 MES: el año se comienza a contabilizar en el mes de ABRIL.-
4 POTENCIA: valor real generable producto de la hidrología mensual.-
5 ENERGÍA: valor de energía generada en el mes.-
6 VENTA DE ENERGÍA: ingreso por la venta de la energía generada: (5) x PRECIO de venta kWh.-
7 DÉFICIT DE POTENCIA: potencia contratada - (4); es la potencia que no se suple con la hidrología mensual.-
8 GASTO POR COMPRA DE ENERGÍA: (6) x Precio por no cumplimiento de la potencia contratada.-
(se supone que el valor por no cumplimiento es el doble del valor de la energía)
9 INGRESO NETO POR GENERACIÓN: (5) - (7); venta de energía - gasto por no cumplimiento.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.2.- Flujo Mensual

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FLUJO MENSUAL PARA 30 AÑOS DE OPERACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL Io (4,8 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**1.095**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGÍA (REGIONAL) $/kWh	**40,9**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	T.I.R. % (después de impuestos)	**4,84**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**0,3**	**INVERSIÓN NETA (mill. $)**	**1.226**	**TASA DE DESCUENTO ANUAL (%)**	**10,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,1**			**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,1**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**164**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**521,0**	**TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA %**	**17,0**	**IVA INVERSIÓN**	**208**
DÍAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**22**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
0													1.226			-1.226	-1.226	1.226
1	5	1	0	5	4	0	0,06	0,20	9	-8	0	-8		0	2	2	-1.224	1.217
2	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	9	-4	0	-4		1	6	6	-1.219	1.207
3	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	9	-4	0	-4		1	6	6	-1.213	1.198
4	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	9	-4	0	-4		1	6	6	-1.207	1.189
5	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	9	-4	0	-4		1	6	6	-1.202	1.180
6	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	9	-4	0	-4		1	6	6	-1.196	1.170
7	7	1	0	8	4	0	0,09	0,21	9	-5	0	-5		1	5	5	-1.191	1.161
8	6	1	0	6	4	0	0,08	0,21	9	-7	0	-7		1	3	3	-1.188	1.152
9	6	1	0	6	4	0	0,07	0,21	9	-7	0	-7		0	3	3	-1.185	1.143
10	4	1	0	4	4	0	0,05	0,20	9	-9	0	-9		0	0	0	-1.185	1.133
11	3	1	0	4	4	0	0,05	0,20	9	-9	0	-9		0	0	0	-1.185	1.124
12	4	1	0	4	4	0	0,05	0,20	9	-9	0	-9		0	1	1	-1.184	1.115
13	5	1	0	5	4	0	0,06	0,20	9	-8	0	-8		0	2	2	-1.182	1.106
14	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	9	-4	0	-4		1	6	6	-1.176	1.096
15	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	9	-4	0	-4		1	6	6	-1.170	1.087
16	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	9	-4	0	-4		1	6	6	-1.165	1.078
17	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	9	-4	0	-4		1	6	6	-1.159	1.069
18	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	9	-4	0	-4		1	6	6	-1.153	1.059
19	7	1	0	8	4	0	0,09	0,21	9	-5	0	-5		1	5	5	-1.148	1.050
20	6	1	0	7	4	0	0,08	0,21	9	-6	0	-6		1	3	3	-1.144	1.041
21	6	1	0	6	4	0	0,07	0,21	9	-7	0	-7		0	3	3	-1.142	1.032
22	4	1	0	4	4	0	0,05	0,20	9	-9	0	-9		0	0	0	-1.141	1.022
23	4	1	0	4	4	0	0,04	0,20	9	-9	0	-9		0	0	0	-1.141	1.013
24	4	1	0	4	4	0	0,05	0,20	9	-9	0	-9		0	1	1	-1.140	1.004
25	5	1	0	6	4	0	0,07	0,21	4	-2	0	-2		0	3	3	-1.137	1.000
26	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	4	1	0	1		1	6	6	-1.131	995
27	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	4	1	0	1		1	6	6	-1.125	991

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
28	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	4	1	0	1		1	6	6	-1.119	987
29	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	4	1	0	1		1	6	6	-1.112	982
30	8	1	0	9	4	0	0,11	0,22	4	1	0	1		1	6	6	-1.106	978
31	7	1	0	8	4	0	0,09	0,22	4	0	0	0		1	5	5	-1.101	974
32	6	1	0	7	4	0	0,07	0,21	4	-2	0	-2		1	3	3	-1.098	970
33	5	1	0	6	4	0	0,07	0,21	4	-2	0	-2		0	3	3	-1.095	965
34	4	1	0	5	4	0	0,05	0,20	4	-3	0	-3		0	1	1	-1.094	961
35	4	1	0	5	4	0	0,05	0,20	4	-3	0	-3		0	1	1	-1.093	957
36	4	1	0	5	4	0	0,05	0,20	4	-3	0	-3		0	1	1	-1.092	953
37	4	1	0	5	4	0	0,05	0,20	4	-3	0	-3		0	1	1	-1.091	949
38	9	1	0	9	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	6	6	-1.084	945
39	9	1	0	9	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	6	6	-1.078	941
40	9	1	0	9	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	6	6	-1.071	938
41	9	1	0	9	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	6	6	-1.065	934
42	9	1	0	9	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	6	6	-1.058	930
43	8	1	0	8	4	0	0,09	0,22	4	1	0	1		1	5	5	-1.053	926
44	7	1	0	7	4	0	0,08	0,21	4	0	0	0		1	4	4	-1.049	923
45	5	1	0	6	4	0	0,06	0,21	4	-2	0	-2		0	2	2	-1.046	919
46	3	1	0	4	4	0	0,04	0,20	4	-4	0	-4		0	0	0	-1.046	915
47	3	1	0	4	4	0	0,04	0,20	4	-4	0	-4		0	0	0	-1.046	912
48	3	1	0	4	4	0	0,04	0,20	4	-4	0	-4		0	0	0	-1.046	908
49	4	1	0	4	4	0	0,04	0,20	4	-3	0	-3		0	1	1	-1.046	904
50	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	7	7	-1.039	900
51	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	7	7	-1.032	897
52	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	7	7	-1.025	893
53	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	7	7	-1.019	889
54	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	7	7	-1.012	885
55	8	1	0	9	4	0	0,09	0,22	4	1	0	1		1	6	6	-1.006	882
56	7	1	0	8	4	0	0,08	0,21	4	0	0	0		1	5	5	-1.001	878
57	5	1	0	5	4	0	0,05	0,20	4	-2	0	-2		0	2	2	-1.000	874
58	3	1	0	3	4	0	0,03	0,20	4	-4	0	-4		0	0	0	-1.000	871
59	3	1	0	3	4	0	0,03	0,20	4	-4	0	-4		0	0	0	-1.000	867
60	3	1	0	4	4	0	0,04	0,20	4	-4	0	-4		0	0	0	-1.000	863
61	5	1	0	5	4	0	0,05	0,20	4	-2	0	-2		0	2	2	-999	859
62	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	7	7	-991	856
63	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	7	7	-984	852
64	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	7	7	-977	848
65	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	7	7	-970	844
66	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	4	2	0	2		1	7	7	-963	841
67	8	1	0	9	4	0	0,09	0,22	4	1	0	1		1	6	6	-958	837
68	7	1	0	8	4	0	0,08	0,21	4	0	0	0		1	5	5	-953	833
69	6	1	0	6	4	0	0,07	0,21	4	-1	0	-1		0	3	3	-950	830
70	4	1	0	4	4	0	0,04	0,20	4	-3	0	-3		0	1	1	-949	826
71	3	1	0	4	4	0	0,04	0,20	4	-3	0	-3		0	0	0	-949	822
72	4	1	0	4	4	0	0,04	0,20	4	-3	0	-3		0	1	1	-948	818
73	4	1	0	4	4	0	0,04	0,20	3	-3	0	-3		0	1	1	-948	815

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
74	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	3	3	0	3		1	7	7	-940	812
75	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	3	3	0	3		1	7	7	-933	809
76	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	3	3	0	3		1	7	7	-926	805
77	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	3	3	0	3		1	7	7	-918	802
78	9	1	0	10	4	0	0,11	0,22	3	3	0	3		1	7	7	-911	799
79	8	1	0	9	4	0	0,10	0,22	3	2	0	2		1	6	6	-905	796
80	7	1	0	8	4	0	0,08	0,21	3	1	0	1		1	5	5	-900	792
81	4	1	0	5	4	0	0,05	0,20	3	-2	0	-2		0	2	2	-898	789
82	3	1	0	3	4	0	0,03	0,20	3	-4	0	-4		0	0	0	-899	786
83	3	1	0	3	4	0	0,03	0,20	3	-4	0	-4		0	0	0	-899	783
84	3	1	0	4	4	0	0,03	0,20	3	-3	0	-3		0	0	0	-899	779
85	6	1	0	6	4	0	0,06	0,21	3	-1	0	-1		0	3	3	-896	776
86	10	1	0	10	4	1	0,11	0,22	3	3	0	3		1	8	8	-889	773
87	10	1	0	10	4	1	0,11	0,22	3	3	0	3		1	8	8	-881	770
88	10	1	0	10	4	1	0,11	0,22	3	3	0	3		1	8	8	-874	766
89	10	1	0	10	4	1	0,11	0,22	3	3	0	3		1	8	8	-866	763
90	10	1	0	10	4	1	0,11	0,22	3	3	0	3		1	8	8	-858	760
91	8	1	0	9	4	0	0,09	0,22	3	2	0	2		1	6	6	-852	757
92	7	1	0	8	4	0	0,08	0,21	3	1	0	1		1	5	5	-847	754
93	6	1	0	7	4	0	0,07	0,21	3	0	0	0		1	4	4	-843	750
94	4	1	0	5	4	0	0,05	0,20	3	-2	0	-2		0	1	1	-842	747
95	4	1	0	5	4	0	0,05	0,20	3	-2	0	-2		0	1	1	-841	744
96	4	1	0	5	4	0	0,05	0,20	3	-2	0	-2		0	2	2	-839	741
97	6	1	0	7	4	0	0,06	0,21	3	0	0	0		1	3	3	-836	737
98	10	1	0	10	4	1	0,11	0,22	3	3	0	3		1	8	8	-828	734
99	10	1	0	10	4	1	0,11	0,22	3	3	0	3		1	8	8	-820	731
100	10	1	0	10	4	1	0,11	0,22	3	3	0	3		1	8	8	-812	728
101	10	1	0	10	4	1	0,11	0,22	3	3	0	3		1	8	8	-804	724
102	10	1	0	10	4	1	0,11	0,22	3	3	0	3		1	8	8	-796	721
103	9	1	0	9	4	0	0,09	0,22	3	2	0	2		1	7	7	-789	718
104	7	1	0	8	4	0	0,08	0,21	3	1	0	1		1	5	5	-785	715
105	6	1	0	7	4	0	0,07	0,21	3	0	0	0		1	4	4	-781	711
106	5	1	0	5	4	0	0,05	0,20	3	-2	0	-2		0	2	2	-779	708
107	5	1	0	5	4	0	0,05	0,20	3	-2	0	-2		0	2	2	-777	705
108	5	1	0	5	4	0	0,05	0,20	3	-2	0	-2		0	2	2	-775	702
109	5	1	0	6	4	0	0,05	0,20	3	-1	0	-1		0	2	2	-773	698
110	10	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	4	0	4		1	8	8	-765	695
111	10	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	4	0	4		1	8	8	-756	692
112	10	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	4	0	4		1	8	8	-748	689
113	10	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	4	0	4		1	8	8	-740	685
114	10	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	4	0	4		1	8	8	-732	682
115	9	1	0	10	4	0	0,09	0,22	3	2	0	2		1	7	7	-725	679
116	8	1	0	8	4	0	0,08	0,21	3	1	0	1		1	5	5	-719	676
117	6	1	0	7	4	0	0,07	0,21	3	0	0	0		1	4	4	-715	673
118	4	1	0	5	4	0	0,04	0,20	3	-2	0	-2		0	1	1	-714	669
119	4	1	0	5	4	0	0,04	0,20	3	-2	0	-2		0	1	1	-714	666

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
120	4	1	0	5	4	0	0,04	0,20	3	-2	0	-2		0	1	1	-712	663
121	7	1	0	8	4	0	0,07	0,21	3	1	0	1		1	5	5	-708	660
122	10	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	4	0	4		1	9	9	-699	656
123	10	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	4	0	4		1	9	9	-690	653
124	10	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	4	0	4		1	9	9	-682	650
125	10	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	4	0	4		1	9	9	-673	647
126	10	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	4	0	4		1	9	9	-665	643
127	9	1	0	10	4	0	0,09	0,22	3	3	0	3		1	7	7	-658	640
128	7	1	0	8	4	0	0,07	0,21	3	1	0	1		1	5	5	-653	637
129	6	1	0	7	4	0	0,07	0,21	3	0	0	0		1	4	4	-649	634
130	5	1	0	6	4	0	0,06	0,21	3	-1	0	-1		0	3	3	-646	630
131	5	1	0	6	4	0	0,05	0,21	3	-1	0	-1		0	3	3	-643	627
132	6	1	0	6	4	0	0,06	0,21	3	-1	0	-1		0	3	3	-640	624
133	6	1	0	7	4	0	0,06	0,21	3	0	0	0		1	4	4	-637	621
134	11	1	0	11	4	1	0,11	0,23	3	4	0	4		1	9	9	-628	617
135	11	1	0	11	4	1	0,11	0,23	3	4	0	4		1	9	9	-619	614
136	11	1	0	11	4	1	0,11	0,23	3	4	0	4		1	9	9	-610	611
137	11	1	0	11	4	1	0,11	0,23	3	4	0	4		1	9	9	-601	608
138	11	1	0	11	4	1	0,11	0,23	3	4	0	4		1	9	9	-592	604
139	9	1	0	10	4	1	0,09	0,22	3	3	0	3		1	7	7	-585	601
140	8	1	0	8	4	0	0,08	0,21	3	1	0	1		1	5	5	-579	598
141	7	1	0	8	4	0	0,07	0,21	3	1	0	1		1	5	5	-574	595
142	5	1	0	6	4	0	0,05	0,20	3	-1	0	-1		0	2	2	-572	592
143	5	1	0	5	4	0	0,05	0,20	3	-2	0	-2		0	2	2	-570	588
144	5	1	0	6	4	0	0,05	0,20	3	-1	0	-1		0	2	2	-568	585
145	7	1	0	8	4	0	0,07	0,21	3	1	0	1		1	5	5	-563	582
146	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	3	5	0	5		1	9	9	-554	579
147	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	3	5	0	5		1	9	9	-545	575
148	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	3	5	0	5		1	9	9	-536	572
149	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	3	5	0	5		1	9	9	-526	569
150	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	3	5	0	5		1	9	9	-517	566
151	10	1	0	10	4	1	0,09	0,22	3	3	0	3		1	8	8	-510	562
152	8	1	0	8	4	0	0,07	0,21	3	1	0	1		1	6	6	-504	559
153	7	1	0	8	4	0	0,07	0,21	3	1	0	1		1	5	5	-499	556
154	5	1	0	6	4	0	0,05	0,21	3	-1	0	-1		0	3	3	-497	553
155	5	1	0	6	4	0	0,05	0,20	3	-1	0	-1		0	3	3	-494	549
156	5	1	0	6	4	0	0,05	0,21	3	-1	0	-1		0	3	3	-491	546
157	4	1	0	5	4	0	0,04	0,20	0	1	0	1		0	1	1	-490	546
158	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	8	0	8		2	10	10	-480	546
159	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	8	0	8		2	10	10	-471	546
160	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	8	0	8		2	10	10	-461	546
161	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	8	0	8		2	10	10	-452	546
162	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	8	0	8		2	10	10	-442	546
163	10	1	0	11	4	1	0,10	0,22	0	7	0	7		1	8	8	-434	546
164	8	1	0	9	4	0	0,08	0,21	0	5	0	5		1	6	6	-428	546
165	5	1	0	6	4	0	0,05	0,20	0	2	0	2		0	2	2	-425	546

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
166	3	1	0	4	4	0	0,03	0,20	0	0	0	0		0	0	0	-425	546
167	3	1	0	4	4	0	0,03	0,20	0	0	0	0		0	0	0	-425	546
168	3	1	0	4	4	0	0,03	0,20	0	0	0	0		0	0	0	-425	546
169	7	1	0	8	4	0	0,07	0,21	0	4	0	4	164	1	5	-159	-584	546
170	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	8	0	8		2	10	10	-574	546
171	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	8	0	8		2	10	10	-564	546
172	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	8	0	8		2	10	10	-554	546
173	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	8	0	8		2	10	10	-544	546
174	11	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	8	0	8		2	10	10	-534	546
175	10	1	0	11	4	1	0,09	0,22	0	7	0	7		1	8	8	-526	546
176	8	1	0	9	4	0	0,07	0,22	0	5	0	5		1	6	6	-520	546
177	7	1	0	8	4	0	0,07	0,21	0	4	0	4		1	5	5	-515	546
178	6	1	0	6	4	0	0,05	0,21	0	3	0	3		0	3	3	-512	546
179	5	1	0	6	4	0	0,05	0,21	0	2	0	2		0	3	3	-509	546
180	6	1	0	7	4	0	0,05	0,21	0	3	0	3		1	3	3	-505	546
181	4	1	0	5	4	0	0,04	0,20	0	1	0	1		0	2	2	-503	546
182	12	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	10	10	-493	546
183	12	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	10	10	-483	546
184	12	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	10	10	-473	546
185	12	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	10	10	-462	546
186	12	1	0	12	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	10	10	-452	546
187	11	1	0	11	4	1	0,10	0,22	0	8	0	8		1	9	9	-443	546
188	9	1	0	9	4	0	0,08	0,22	0	6	0	6		1	7	7	-436	546
189	5	1	0	6	4	0	0,05	0,21	0	2	0	2		0	3	3	-433	546
190	3	1	0	4	4	0	0,03	0,20	0	0	0	0		0	1	1	-433	546
191	3	1	0	4	4	0	0,03	0,20	0	0	0	0		0	0	0	-432	546
192	3	1	0	4	4	0	0,03	0,20	0	1	0	1		0	1	1	-432	546
193	7	1	0	8	4	0	0,06	0,21	0	4	0	4		1	5	5	-427	546
194	12	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	11	11	-416	546
195	12	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	11	11	-406	546
196	12	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	11	11	-395	546
197	12	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	11	11	-384	546
198	12	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	11	11	-374	546
199	11	1	0	11	4	1	0,09	0,22	0	8	0	8		1	9	9	-365	546
200	9	1	0	10	4	0	0,08	0,22	0	6	0	6		1	7	7	-358	546
201	8	1	0	9	4	0	0,07	0,22	0	5	0	5		1	6	6	-352	546
202	5	1	0	6	4	0	0,05	0,20	0	2	0	2		0	3	3	-349	546
203	5	1	0	6	4	0	0,05	0,20	0	2	0	2		0	3	3	-346	546
204	6	1	0	6	4	0	0,05	0,21	0	3	0	3		0	3	3	-343	546
205	5	1	0	6	4	0	0,04	0,20	0	2	0	2		0	3	3	-340	546
206	12	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	11	11	-329	546
207	12	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	11	11	-318	546
208	12	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	11	11	-307	546
209	12	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	11	11	-296	546
210	12	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	9	0	9		2	11	11	-285	546
211	11	1	0	12	4	1	0,09	0,23	0	8	0	8		2	10	10	-276	546

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
212	10	1	0	11	4	1	0,08	0,22	0	7	0	7		1	8	8	-267	546
213	6	1	0	7	4	0	0,05	0,21	0	3	0	3		1	4	4	-263	546
214	4	1	0	5	4	0	0,03	0,20	0	1	0	1		0	1	1	-262	546
215	4	1	0	5	4	0	0,03	0,20	0	1	0	1		0	1	1	-261	546
216	4	1	0	5	4	0	0,04	0,20	0	1	0	1		0	1	1	-260	546
217	4	1	0	5	4	0	0,03	0,20	0	1	0	1		0	1	1	-258	546
218	11	1	0	12	4	1	0,09	0,23	0	8	0	8		2	10	10	-248	546
219	13	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		2	11	11	-237	546
220	13	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		2	11	11	-226	546
221	13	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		2	11	11	-214	546
222	13	1	0	13	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		2	11	11	-203	546
223	12	1	0	13	4	1	0,10	0,23	0	9	0	9		2	10	10	-192	546
224	7	1	0	8	4	0	0,06	0,21	0	5	0	5		1	5	5	-187	546
225	5	1	0	6	4	0	0,04	0,20	0	2	0	2		0	2	2	-185	546
226	3	1	0	4	4	0	0,02	0,20	0	0	0	0		0	0	0	-185	546
227	3	1	0	4	4	0	0,02	0,20	0	0	0	0		0	0	0	-185	546
228	3	1	0	4	4	0	0,03	0,20	0	0	0	0		0	0	0	-184	546
229	5	1	0	6	4	0	0,04	0,20	0	2	0	2		0	2	2	-182	546
230	13	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		2	12	12	-170	546
231	13	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		2	12	12	-159	546
232	13	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		2	12	12	-147	546
233	13	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		2	12	12	-135	546
234	13	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		2	12	12	-123	546
235	12	1	0	13	4	1	0,10	0,23	0	9	0	9		2	11	11	-113	546
236	9	1	0	10	4	1	0,07	0,22	0	6	0	6		1	7	7	-105	546
237	6	1	0	7	4	0	0,05	0,21	0	3	0	3		1	3	3	-102	546
238	4	1	0	4	4	0	0,03	0,20	0	1	0	1		0	1	1	-101	546
239	4	1	0	4	4	0	0,03	0,20	0	1	0	1		0	1	1	-100	546
240	4	1	0	5	4	0	0,03	0,20	0	1	0	1		0	1	1	-99	546
241	6	1	0	7	4	0	0,05	0,21	0	3	0	3		1	3	3	-95	546
242	13	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		0	10	10	-85	546
243	13	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		0	10	10	-75	546
244	13	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		0	10	10	-65	546
245	13	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		0	10	10	-54	546
246	13	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	10	0	10		0	10	10	-44	546
247	12	1	0	13	4	1	0,09	0,23	0	9	0	9		0	9	9	-35	546
248	11	1	0	11	4	1	0,08	0,22	0	8	0	8		0	8	8	-27	546
249	7	1	0	8	4	0	0,06	0,21	0	4	0	4		1	5	5	-22	546
250	4	1	0	5	4	0	0,03	0,20	0	2	0	2		0	2	2	-21	546
251	4	1	0	5	4	0	0,03	0,20	0	1	0	1		0	1	1	-19	546
252	5	1	0	5	4	0	0,04	0,20	0	2	0	2		0	2	2	-18	546
253	7	1	0	8	4	0	0,05	0,21	0	4	0	4		0	4	4	-14	546
254	14	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	-3	546
255	14	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	7	546
256	14	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	18	546
257	14	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	29	546

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
258	14	1	0	14	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	39	546
259	12	1	0	13	4	1	0,09	0,23	0	9	0	9		0	9	9	48	546
260	10	1	0	11	4	1	0,08	0,22	0	8	0	8		0	8	8	56	546
261	8	1	0	9	4	0	0,06	0,21	0	5	0	5		0	5	5	61	546
262	5	1	0	6	4	0	0,04	0,20	0	2	0	2		0	2	2	63	546
263	5	1	0	6	4	0	0,04	0,20	0	2	0	2		0	2	2	66	546
264	5	1	0	6	4	0	0,04	0,20	0	2	0	2		0	2	2	68	546
265	9	1	0	10	4	1	0,07	0,22	0	7	0	7		0	7	7	75	546
266	14	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	86	546
267	14	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	97	546
268	14	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	108	546
269	14	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	119	546
270	14	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	130	546
271	12	1	0	13	4	1	0,09	0,23	0	9	0	9		0	9	9	139	546
272	9	1	0	10	4	1	0,07	0,22	0	7	0	7		0	7	7	146	546
273	9	1	0	10	4	0	0,07	0,22	0	6	0	6		0	6	6	151	546
274	7	1	0	8	4	0	0,06	0,21	0	4	0	4		0	4	4	156	546
275	7	1	0	8	4	0	0,05	0,21	0	4	0	4		0	4	4	160	546
276	8	1	0	8	4	0	0,06	0,21	0	5	0	5		0	5	5	165	546
277	9	1	0	10	4	0	0,07	0,22	0	6	0	6		0	6	6	171	546
278	14	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	183	546
279	14	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	194	546
280	14	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	205	546
281	14	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	217	546
282	14	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	11	0	11		0	11	11	228	546
283	13	1	0	13	4	1	0,09	0,23	0	10	0	10		0	10	10	238	546
284	10	1	0	11	4	1	0,07	0,22	0	7	0	7		0	7	7	245	546
285	9	1	0	10	4	1	0,07	0,22	0	6	0	6		0	6	6	251	546
286	7	1	0	8	4	0	0,05	0,21	0	4	0	4		0	4	4	255	546
287	7	1	0	8	4	0	0,05	0,21	0	4	0	4		0	4	4	259	546
288	7	1	0	8	4	0	0,05	0,21	0	4	0	4		0	4	4	264	546
289	7	1	0	8	4	0	0,05	0,21	0	4	0	4		0	4	4	268	546
290	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	12	0	12		0	12	12	280	546
291	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	12	0	12		0	12	12	292	546
292	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	12	0	12		0	12	12	303	546
293	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	12	0	12		0	12	12	315	546
294	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	12	0	12		0	12	12	327	546
295	13	1	0	14	4	1	0,09	0,23	0	10	0	10		0	10	10	337	546
296	11	1	0	12	4	1	0,08	0,22	0	9	0	9		0	9	9	345	546
297	9	1	0	10	4	0	0,06	0,22	0	6	0	6		0	6	6	351	546
298	5	1	0	6	4	0	0,04	0,20	0	3	0	3		0	3	3	354	546
299	5	1	0	6	4	0	0,04	0,20	0	3	0	3		0	3	3	357	546
300	6	1	0	7	4	0	0,04	0,21	0	3	0	3		0	3	3	360	546
301	7	1	0	8	4	0	0,05	0,21	0	4	0	4		0	4	4	364	546
302	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	12	0	12		0	12	12	376	546
303	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	12	0	12		0	12	12	388	546

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
304	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	12	0	12		0	12	12	400	546
305	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	12	0	12		0	12	12	412	546
306	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	12	0	12		0	12	12	424	546
307	13	1	0	14	4	1	0,09	0,23	0	11	0	11		0	11	11	435	546
308	12	1	0	13	4	1	0,08	0,23	0	9	0	9		0	9	9	444	546
309	8	1	0	9	4	0	0,06	0,21	0	6	0	6		0	6	6	450	546
310	5	1	0	6	4	0	0,04	0,20	0	2	0	2		0	2	2	452	546
311	5	1	0	6	4	0	0,04	0,20	0	2	0	2		0	2	2	454	546
312	5	1	0	6	4	0	0,04	0,20	0	3	0	3		0	3	3	457	546
313	3	1	0	5	4	0	0,02	0,20	0	1	0	1		0	1	1	458	546
314	10	1	0	11	4	1	0,07	0,22	0	7	0	7		0	7	7	465	546
315	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	478	546
316	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	491	546
317	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	503	546
318	15	1	0	16	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	516	546
319	11	1	0	12	4	1	0,07	0,22	0	8	0	8		0	8	8	524	546
320	7	1	0	8	4	0	0,05	0,21	0	4	0	4		0	4	4	528	546
321	4	1	0	5	4	0	0,03	0,20	0	2	0	2		0	2	2	529	546
322	3	1	0	4	4	0	0,02	0,20	0	0	0	0		0	0	0	529	546
323	3	1	0	4	4	0	0,02	0,20	0	0	0	0		0	0	0	529	546
324	3	1	0	4	4	0	0,02	0,20	0	0	0	0		0	0	0	529	546
325	9	1	0	10	4	0	0,06	0,21	0	6	0	6		0	6	6	535	546
326	16	1	0	17	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	548	546
327	16	1	0	17	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	561	546
328	16	1	0	17	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	574	546
329	16	1	0	17	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	587	546
330	16	1	0	17	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	600	546
331	14	1	0	15	4	1	0,09	0,23	0	11	0	11		0	11	11	611	546
332	12	1	0	13	4	1	0,08	0,23	0	9	0	9		0	9	9	620	546
333	10	1	0	12	4	1	0,07	0,22	0	8	0	8		0	8	8	628	546
334	7	1	0	8	4	0	0,04	0,21	0	4	0	4		0	4	4	632	546
335	6	1	0	7	4	0	0,04	0,21	0	4	0	4		0	4	4	635	546
336	7	1	0	8	4	0	0,05	0,21	0	4	0	4		0	4	4	639	546
337	3	1	0	4	4	0	0,02	0,20	0	1	0	1		0	1	1	640	546
338	10	1	0	11	4	1	0,06	0,22	0	7	0	7		0	7	7	647	546
339	16	1	0	17	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	661	546
340	16	1	0	17	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	674	546
341	16	1	0	17	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	688	546
342	16	1	0	17	4	1	0,11	0,24	0	13	0	13		0	13	13	701	546
343	10	1	0	12	4	1	0,07	0,22	0	8	0	8		0	8	8	709	546
344	6	1	0	8	4	0	0,04	0,21	0	4	0	4		0	4	4	713	546
345	4	1	0	5	4	0	0,03	0,20	0	1	0	1		0	1	1	714	546
346	3	1	0	4	4	0	0,02	0,20	0	0	0	0		0	0	0	714	546
347	3	1	0	4	4	0	0,02	0,19	0	0	0	0		0	0	0	714	546
348	3	1	0	4	4	0	0,02	0,20	0	0	0	0		0	0	0	714	546
349	8	1	0	9	4	0	0,05	0,21	0	5	0	5		0	5	5	719	546

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
350	16	1	0	18	4	1	0,11	0,24	0	14	0	14		0	14	14	733	546
351	16	1	0	18	4	1	0,11	0,24	0	14	0	14		0	14	14	747	546
352	16	1	0	18	4	1	0,11	0,24	0	14	0	14		0	14	14	760	546
353	16	1	0	18	4	1	0,11	0,24	0	14	0	14		0	14	14	774	546
354	16	1	0	18	4	1	0,11	0,24	0	14	0	14		0	14	14	788	546
355	15	1	0	16	4	1	0,09	0,23	0	12	0	12		0	12	12	800	546
356	13	1	0	14	4	1	0,08	0,23	0	10	0	10		0	10	10	810	546
357	9	1	0	10	4	1	0,06	0,22	0	7	0	7		0	7	7	817	546
358	6	1	0	7	4	0	0,04	0,21	0	3	0	3		0	3	3	820	546
359	6	1	0	7	4	0	0,04	0,21	0	3	0	3		0	3	3	823	546
360	6	1	0	7	4	0	0,04	0,21	0	3	0	3		0	3	3	827	546

Márgen del año 30: **113** millones
Valor residual : 10 veces el margén del año 30: **1.127** millones
actualización a valor presente del valor residual: **65**

NOTAS:

1 MES DE ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS X 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = ENERGIA MENSUAL POR PRECIO BASE DE LA ENERGÍA
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = POTENCIA FIRME POR PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA
4 EGRESOS POR PEAJES ELÉCTRICOS
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente)
7 COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (5) (INGRESOS TOTALES)
8 SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw/ año
9 IMPREVISTOS = 5% * [(4)+(6)+(7)+(8)+(9)]
10 DEPRECIACIÓN = INVERSIÓN INICIAL / CANTIDAD DE AÑOS PARA DEPRECIAR LA INVERSIÓN INICIAL. SE PRORATEA EN FORMA MENSUAL.-
11 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10)
12 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
13 BENEFICIO NETO = (11) - (12)
14 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
15 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL (SE RECUPERA IVA CUANDO EXISTEN UTILIDADES NEGATIVAS)
16 INGRESO NETO = (5) - (6) + (12) - (15)
17 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (14)
18 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
19 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (10)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)
INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE POR LO MENOS EN 3 AÑOS
SE DEBE AGREGAR UN VALOR RESIDUAL HASTA LOS 40 AÑOS DE VIDA UTIL (INFORME DE LAS NACIONES UNIDAS PAG 160)

Anexo B.3.- Análisis Financiero

A continuación se presentan las planillas de cálculo del análisis financiero para la tasa de interés de 10% y la sensibilización con tasas 8% y 12%.

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 8,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL LAJA SUR DERIVADO PERAL NORTE - DIUTO 2 - RIO LAJA

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	8,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	1.045
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	1.095	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	145
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	164	PERÍODO EFECTIVO PAGO DEUDA (n)	(Años) =	12			
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	208			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0								0						0	0	0	0	1.095	0	1.095	1.095	0	0	0	0
1	81	0	81	46	4	1	3	28	111	-83	0	5	33	33	33	33	33	0	88	1.095	1.182	0	0	0	-33
2	83	0	83	46	4	1	3	57	111	-82	0	6	35	35	35	68	68	0	95	1.095	1.189	0	0	0	68
3	86	0	86	46	4	1	3	90	51	-19	0	6	39	39	39	107	107	0	95	1.095	1.190	0	0	0	107
4	84	0	84	45	4	1	3	120	45	-14	0	6	36	36	36	143	143	0	95	1.095	1.190	58	88	145	-2
5	84	0	84	45	4	1	3	151	45	-14	0	6	37	37	37	180	35	0	8	1.037	1.045	62	83	145	-111
6	89	0	89	46	4	1	3	187	45	-9	0	7	43	43	43	223	-68	0	1	975	975	67	78	145	-213
7	86	0	86	45	4	1	3	220	39	-6	0	6	40	40	40	262	-174	0	0	907	907	73	73	145	-319
8	96	0	96	46	5	1	3	263	39	3	1	8	50	50	50	312	-269	0	0	835	835	78	67	145	-414
9	99	0	99	46	5	1	3	308	39	6	1	9	53	53	53	365	-362	0	0	756	756	85	60	145	-507
10	98	0	98	46	5	1	3	352	39	6	1	8	52	52	52	417	-455	0	0	671	671	92	54	145	-600
11	106	0	106	46	5	1	3	404	39	13	2	10	59	59	59	476	-541	0	0	580	580	99	46	145	-686
12	106	0	106	46	5	1	3	456	39	13	2	10	60	60	60	535	-627	0	0	481	481	107	38	145	-772
13	110	0	110	46	6	1	3	511	39	17	3	11	63	63	63	598	-709	0	0	374	374	115	30	145	-854
14	101	0	101	45	5	1	3	559	0	47	8	9	48	48	48	647	-806	0	0	259	259	125	21	145	-951
15	116	0	116	46	6	1	3	619	0	61	10	12	62	62	62	709	-889	33	0	134	134	134	11	145	-1.034
16	107	0	107	45	5	1	3	672	0	53	9	10	54	54	54	763	-980	33	0	0	0	0	0	0	-980
17	120	0	120	46	6	1	3	737	0	65	11	12	66	66	66	829	-914	33	0	0	0	0	0	0	-914
18	116	0	116	45	6	1	3	798	0	61	10	12	62	62	62	891	-852	33	0	0	0	0	0	0	-852
19	109	0	109	45	5	1	3	853	0	54	9	10	55	55	55	947	-796	33	0	0	0	0	0	0	-796
20	117	0	117	45	6	1	3	915	0	63	11	12	64	64	64	1.010	-733	0	0	0	0	0	0	0	-733
21	125	0	125	45	6	1	3	985	0	70	12	13	71	71	71	1.082	-661	0	0	0	0	0	0	0	-661
22	131	0	131	45	7	1	3	1.061	0	76	13	14	77	77	77	1.159	-584	0	0	0	0	0	0	0	-584
23	143	0	143	46	7	1	3	1.147	0	86	15	0	71	71	71	1.230	-513	0	0	0	0	0	0	0	-513
24	144	0	144	46	7	1	3	1.235	0	88	15	0	73	73	73	1.303	-440	0	0	0	0	0	0	0	-440
25	141	0	141	45	7	1	3	1.320	0	85	14	0	71	71	71	1.374	-369	0	0	0	0	0	0	0	-369
26	143	0	143	45	7	1	3	1.407	0	87	15	0	72	72	72	1.446	-297	0	0	0	0	0	0	0	-297
27	117	0	117	45	6	1	3	1.469	0	63	11	0	52	52	52	1.498	-245	0	0	0	0	0	0	0	-245
28	156	0	156	46	8	1	3	1.568	0	99	17	0	82	82	82	1.580	-163	0	0	0	0	0	0	0	-163
29	120	0	120	45	6	1	3	1.633	0	65	11	0	54	54	54	1.634	-109	0	0	0	0	0	0	0	-109
30	158	0	158	45	8	1	3	1.735	0	101	17	0	84	84	84	1.718	-25	0	0	0	0	0	0	0	-25

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA

(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)

(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)

(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año

(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]

(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)

(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]

(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL

(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)

(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)

(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)

(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO

(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR

(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES

(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL

(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)

(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)

(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.

(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE

(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL

(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 10,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL LAJA SUR DERIVADO PERAL NORTE - DIUTO 2 - RIO LAJA

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) = 10,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) = 15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) = 1.056
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) = 1.095	AÑOS DE GRACIA	(Años) = 3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) = 161
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) = 164				
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) = 17	TASA IVA	(%) = 19		
		IVA INVERSION	(Mill. $) = 208		

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0														0	0	0	0	1.095	0	1.095	1.095	0	0	0	0
1	81	0	81	46	4	1	3	28	111	-83	0	5	33	33	33	33	33	0	109	1.095	1.204	0	0	0	33
2	83	0	83	46	4	1	3	57	111	-82	0	6	35	35	35	68	68	0	120	1.095	1.215	0	0	0	68
3	86	0	86	46	4	1	3	90	51	-19	0	6	39	39	39	107	107	0	122	1.095	1.216	0	0	0	107
4	84	0	84	45	4	1	3	120	45	-14	0	6	36	36	36	143	143	0	122	1.095	1.216	51	109	161	-17
5	84	0	84	45	4	1	3	151	45	-14	0	6	37	37	37	180	19	0	12	1.043	1.056	56	104	161	-141
6	89	0	89	46	4	1	3	187	45	-9	0	7	43	43	43	223	-99	0	1	987	988	62	99	161	-259
7	86	0	86	45	4	1	3	220	39	-6	0	6	40	40	40	262	-220	0	0	925	925	68	93	161	-380
8	96	0	96	46	5	1	3	263	39	3	1	8	50	50	50	312	-331	0	0	857	857	75	86	161	-491
9	99	0	99	46	5	1	3	308	39	6	1	9	53	53	53	365	-439	0	0	782	782	82	78	161	-599
10	98	0	98	46	5	1	3	352	39	6	1	8	52	52	52	417	-547	0	0	700	700	91	70	161	-708
11	106	0	106	46	5	1	3	404	39	13	2	10	59	59	59	476	-649	0	0	609	609	100	61	161	-810
12	106	0	106	46	5	1	3	456	39	13	2	10	60	60	60	535	-750	0	0	509	509	110	51	161	-911
13	110	0	110	46	6	1	3	511	39	17	3	11	63	63	63	598	-847	0	0	400	400	121	40	161	-1.008
14	101	0	101	45	5	1	3	559	0	47	8	9	48	48	48	647	-960	0	0	279	279	133	28	161	-1.120
15	116	0	116	46	6	1	3	619	0	61	10	12	62	62	62	709	-1.058	33	0	146	146	146	15	161	-1.219
16	107	0	107	45	5	1	3	672	0	53	9	10	54	54	54	763	-1.165	33	0	0	0	0	0	0	-1.165
17	120	0	120	46	6	1	3	737	0	65	11	12	66	66	66	829	-1.099	33	0	0	0	0	0	0	-1.099
18	116	0	116	45	6	1	3	798	0	61	10	12	62	62	62	891	-1.037	33	0	0	0	0	0	0	-1.037
19	109	0	109	45	5	1	3	853	0	54	9	10	55	55	55	947	-981	33	0	0	0	0	0	0	-981
20	117	0	117	45	6	1	3	915	0	63	11	12	64	64	64	1.010	-917	0	0	0	0	0	0	0	-917
21	125	0	125	45	6	1	3	985	0	70	12	13	71	71	71	1.082	-846	0	0	0	0	0	0	0	-846
22	131	0	131	45	7	1	3	1.061	0	76	13	14	77	77	77	1.159	-769	0	0	0	0	0	0	0	-769
23	143	0	143	46	7	1	3	1.147	0	86	15	0	71	71	71	1.230	-697	0	0	0	0	0	0	0	-697
24	144	0	144	46	7	1	3	1.235	0	88	15	0	73	73	73	1.303	-624	0	0	0	0	0	0	0	-624
25	141	0	141	45	7	1	3	1.320	0	85	14	0	71	71	71	1.374	-554	0	0	0	0	0	0	0	-554
26	143	0	143	45	7	1	3	1.407	0	87	15	0	72	72	72	1.446	-482	0	0	0	0	0	0	0	-482
27	117	0	117	45	6	1	3	1.469	0	63	11	0	52	52	52	1.498	-430	0	0	0	0	0	0	0	-430
28	156	0	156	46	8	1	3	1.568	0	99	17	0	82	82	82	1.580	-348	0	0	0	0	0	0	0	-348
29	120	0	120	45	6	1	3	1.633	0	65	11	0	54	54	54	1.634	-293	0	0	0	0	0	0	0	-293
30	158	0	158	45	8	1	3	1.735	0	101	17	0	84	84	84	1.718	-209	0	0	0	0	0	0	0	-209

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA
(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.
(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)
(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)
(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año
(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]
(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)
(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.
(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]
(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL
(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)
(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)
(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)
(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO
(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR
(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES
(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL
(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)
(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)
(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.
(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE
(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL
(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 12,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL LAJA SUR DERIVADO PERAL NORTE - DIUTO 2 - RIO LAJA

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	12,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	1.067
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	1.095	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	177
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	164	PERÍODO EFECTIVO PAGO DEUDA (n)	(Años) =	12			
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	208			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0														0	0	0	0	1.095	0	1.095	1.095	0	0	0	0
1	81	0	81	46	4	1	3	28	111	-83	0	5	33	33	33	33	-33	0	131	1.095	1.226	0	0	0	-33
2	83	0	83	46	4	1	3	57	111	-82	0	6	35	35	35	68	-68	0	147	1.095	1.242	0	0	0	-68
3	86	0	86	46	4	1	3	90	51	-19	0	6	39	39	39	107	-107	0	149	1.095	1.244	0	0	0	-107
4	84	0	84	45	4	1	3	120	45	-14	0	6	36	36	36	143	-143	0	149	1.095	1.244	45	131	177	-34
5	84	0	84	45	4	1	3	151	45	-14	0	6	37	37	37	180	-3	0	18	1.049	1.067	51	126	177	-173
6	89	0	89	46	4	1	3	187	45	-9	0	7	43	43	43	223	-131	0	2	998	1.001	57	120	177	-308
7	86	0	86	45	4	1	3	220	39	-6	0	6	40	40	40	262	-268	0	0	942	942	64	113	177	-445
8	96	0	96	46	5	1	3	263	39	3	1	8	50	50	50	312	-395	0	0	878	878	71	105	177	-572
9	99	0	99	46	5	1	3	308	39	6	1	9	53	53	53	365	-519	0	0	806	806	80	97	177	-696
10	98	0	98	46	5	1	3	352	39	6	1	8	52	52	52	417	-644	0	0	727	727	90	87	177	-820
11	106	0	106	46	5	1	3	404	39	13	2	10	59	59	59	476	-761	0	0	637	637	100	76	177	-938
12	106	0	106	46	5	1	3	456	39	13	2	10	60	60	60	535	-878	0	0	537	537	112	64	177	-1.055
13	110	0	110	46	6	1	3	511	39	17	3	11	63	63	63	598	-992	0	0	424	424	126	51	177	-1.169
14	101	0	101	45	5	1	3	559	0	47	8	9	48	48	48	647	-1.120	0	0	299	299	141	36	177	-1.297
15	116	0	116	46	6	1	3	619	0	61	10	12	62	62	62	709	-1.235	33	0	158	158	158	19	177	-1.412
16	107	0	107	45	5	1	3	672	0	53	9	10	54	54	54	763	-1.358	33	0	0	0	0	0	0	-1.358
17	120	0	120	46	6	1	3	737	0	65	11	12	66	66	66	829	-1.291	33	0	0	0	0	0	0	-1.291
18	116	0	116	45	6	1	3	798	0	61	10	12	62	62	62	891	-1.229	33	0	0	0	0	0	0	-1.229
19	109	0	109	45	5	1	3	853	0	54	9	10	55	55	55	947	-1.174	33	0	0	0	0	0	0	-1.174
20	117	0	117	45	6	1	3	915	0	63	11	12	64	64	64	1.010	-1.110	0	0	0	0	0	0	0	-1.110
21	125	0	125	45	6	1	3	985	0	70	12	13	71	71	71	1.082	-1.039	0	0	0	0	0	0	0	-1.039
22	131	0	131	45	7	1	3	1.061	0	76	13	14	77	77	77	1.159	-962	0	0	0	0	0	0	0	-962
23	143	0	143	46	7	1	3	1.147	0	86	15	0	71	71	71	1.230	-890	0	0	0	0	0	0	0	-890
24	144	0	144	46	7	1	3	1.235	0	88	15	0	73	73	73	1.303	-817	0	0	0	0	0	0	0	-817
25	141	0	141	45	7	1	3	1.320	0	85	14	0	71	71	71	1.374	-746	0	0	0	0	0	0	0	-746
26	143	0	143	45	7	1	3	1.407	0	87	15	0	72	72	72	1.446	-675	0	0	0	0	0	0	0	-675
27	117	0	117	45	6	1	3	1.469	0	63	11	0	52	52	52	1.498	-622	0	0	0	0	0	0	0	-622
28	156	0	156	46	8	1	3	1.568	0	99	17	0	82	82	82	1.580	-540	0	0	0	0	0	0	0	-540
29	120	0	120	45	6	1	3	1.633	0	65	11	0	54	54	54	1.634	-486	0	0	0	0	0	0	0	-486
30	158	0	158	45	8	1	3	1.735	0	101	17	0	84	84	84	1.718	-402	0	0	0	0	0	0	0	-402

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA

(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)

(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)

(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año

(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]

(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)

(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]

(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL

(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)

(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)

(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)

(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO

(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR

(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES

(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL

(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)

(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)

(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.

(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE

(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL

(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANEXO C

PLANOS

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo C: Planos

Lámina	Contenido
10-1	-Planta general ubicación canal Peral Norte Diuto 2 situación actual – topografía
10-2	-Perfil longitudinal canal Peral Norte Diuto 2 situación actual - topografía
	-Perfil longitudinal canal Peral Norte Diuto 2 situación actual - topografía
10-3	-Planta general de ubicación canal Peral Norte Diuto 2 central hidroeléctrica Situación proyectada
10-4	-Perfil longitudinal canal Peral Norte Diuto 2 obra de generación Situación proyectada
	-Planta obra de generación
	-Perfil longitudinal canal Peral Norte Diuto 2 obra de purga - situación proyectada

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

PROYECTO Nº 11
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
CANAL LAJA SUR-CANAL RARINCO QUILQUE – DIUTO 3
RÍO LAJA – REGIÓN DEL BÍO-BÍO

INDICE

1.-	Antecedentes Generales.	1.1.-
1.1.	Nombre del proyecto.	1.2.-
1.2.-	Región y comuna.	1.2.-
1.3.	Fuente hídrica.	1.2.-
1.4.-	Organización y regantes.	1.2.-
1.5.-	Informantes.	1.2.-
2.-	Carta de interés	2.1.-
2.1.-	Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).	2.2.-
2.2.-	Respuesta de la organización.	2.4.-
3.-	Antecedentes del proyecto.	3.1.-.
3.1.-	Descripción.	3.2.-.
3.2.-	Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno. . . .	3.3.-.
3.2.1.-	Planta topográfica general.	3.3.-
3.2.2.-	Foto satelital.	3.4.-
3.2.3.-	Fotografías de terreno	3.5.-
3.3.-	Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia. .	3.9.-
3.4.-	Modelo operacional y de negocios..	3.9.-
4.-	Hidrología y cálculos hidráulicos.	4.1.-.
4.1-	Hidrología.	4.2.-
4.2-	Cálculos hidráulicos	4.10.-
4.2.1.-	Cálculo de capacidad del cana	4.10.-
4.2.2.-	Pérdidas por infiltración	4.12.-
4.3.-	Caudales de generación o turbinables.	4.17.-
5.-	Topografía	5.1.-
5.1.-	Generalidades y contenidos	5.2.-
6.-	Prediseño de obras	6.1.-
6.1.-	Obras civiles.	6.2.-
6.1.1.-	Desarenadores, vertederos de carga y rejas.	6.2. -
6.1.1.1.-	Metodología de cálculo del desarenador	6.2. -
6.1.1.2.-	Metodología de cálculo de la reja	6.4.-
6.1.1.3.-	Metodología de cálculo del vertedero	6.5.-
6.1.2.-	Cámara de carga	6.6.-
6.1.3.-	Machones de anclaje	6.7.-
6.1.3.1.-	Dimensionamiento de machones de anclaje.	6.7.-
6.1.3.2.-	Consideraciones de diseño	6.12.-
6.1.3.3.-	Cálculo cubicación de machones de anclaje.	6.13.-
6.1.4.-	Determinación de diámetros de tubería y pérdidas de carga friccionales y singulares según Hazen Williams. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga.	6.15.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

INDICE

6.2.- Obras electromecánicas. 6.17.-
6.3.- Obras de transmisión 6.18.-
6.3.1.- Conexión a la red. 6.18.-
6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica 6.18.-
6.3.1.2.-Ubicación y caracterización de líneas más cercanas. . . . 6.19.-
6.3.1.3.-Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño . . 6.22.-
6.4.- Listado Planos de prediseño conceptual y topografía . . . 6.27.-
6.5.- Cubicaciones y presupuesto 6.28.-

7.- Evaluación económica y financiera. 7.1.-
7.1.- Beneficios. 7.2.-
7.2.- Inversiones y costos. 7.3.-
7.3.- Evaluación económica. 7.5.-
7.3.1.- Potencia optimizada. 7.5.-
7.3.2.- Flujo económico anual. 7.6.-
7.3.3.- Sensibilizaciones. 7.10.-
7.4.- Análisis financiero. 7.15.-
7.4.1.- Parámetros del análisis financiero. 7.15.-
7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero. 7.18.-
7.5.- Resumen de parámetros económicos. 7.20.-

8.- Conclusiones y recomendaciones. 8.1.-

Anexos

Anexo A: Hidrología y caudales de generación

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A-8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

A.3.- Caudales de generación A-11.-

Anexo B: Evaluación económica y financiera

Anexo B.1.- Energía Mensual B-3.-

Anexo B.2.- Flujo Mensual B-10.-

Anexo B.3.- Análisis Financiero B-19.-

INDICE

Planos en álbum.

11-1 -Planta de ubicación central hidroeléctrica Diuto 3 canal Laja Sur derivado Rarinco Quilque km. 0.0-km. 1.960 - topografía
-Perfil longitudinal canal derivado Rarinco Quilque km. 0.00 - km. 1.960 – Topografía

11-2 -Perfiles transversales canal derivado Rarinco Quilque km. 0.0 - km. 1.960 - Topografía

11-3 -Planta de ubicación central hidroeléctrica Diuto 3 canal Laja Sur derivado Rarinco Quilque km. 0.0-km. 1.960
-Perfil longitudinal canal derivado Rarinco Quilque km. 0.0 - km. 1960

11-4 -Perfiles transversales descarga canal derivado Rarinco Quilque a Rio Diuto km. 0.0- km. 180
-Perfil longitudinal tubería forzada y tubería de purga a Río Diuto 3
-Planta de ubicación central hidroeléctrica derivado canal Rarinco Quilque a río Diuto 3 km. 0.0 - km. 180

11-5 -Planta de ubicación bocatoma canal derivado Rarinco Quilque
- Sección a-a' en río Diuto
- Sección b-b' en canal derivado Rarinco Quilque y Río Diuto
-Perfil longitudinal descarga barrera proyectada km. -7

11-6 -Planta obra de captación
-Planta casa de maquina

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1.- Antecedentes generales.

1.1. Nombre del proyecto
1.2.- Región y comuna
1.3. Fuente hídrica
1.4.- Organización y regantes
1.5.- Informantes

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1.1- Nombre del proyecto

Canal Laja Sur- Canal Rarinco Quilque – Diuto 3 – Río Laja

1.2.- Región y Comuna.

Comuna Los Ángeles, Región del Bío-Bío

1.3.- Fuente hídrica.

Río Laja

1.4.- Organización y regantes.

Asociación Canal Laja Sur

1.5.- Informantes.

Administrador	:	Héctor Sanhueza Acevedo
Dirección	:	Avda. Alemania 245 - Los Ángeles
Teléfono	:	43-311198
Celular	:	9-2217613
Correo Electrónico	:	Laja@123.cl

2.- Carta de interés

2.1.- Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR)
2.2.- Respuesta de la organización

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

2.1.-Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).

OBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
OMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ORD. : Nº 649 .-

ANT. : "PROGRAMA DE FOMENTO DE MINICENTRALES HIDROELECTRICAS ASOCIADAS A OBRAS DE RIEGO COMPRENDIDAS ENTRE 2 Y 20 MW DE POTENCIA, ENTRE LAS REGIONES VII Y VIII".

MAT. : PETICIÓN CARTA DE COMPROMISO.

INCL. : LO INDICADO.

SANTIAGO, - 9 FEB 2010

DE : SECRETARIO EJECUTIVO (S) – COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO.

A : SR. PATRICIO GUZMÁN A. – PRESIDENTE, ASOCIACIÓN CANALISTAS CANAL LAJA SUR, LOS ÁNGELES, REGIÓN DEL BÍO BÍO.

Como es de su conocimiento, la Comisión Nacional de Riego en convenio con la Comisión Nacional de Energía están desarrollando desde el año 2006 un Programa de Fomento de Minicentrales Hidroeléctricas Asociadas a Obras de Riego comprendidas entre 2 y 20 MW de potencia. Dicho Programa se inició con el Estudio denominado "Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto", CNE – CNR, Octubre 2007, en que se ha detectado en principio un aprovechamiento hidroeléctrico utilizando las aguas e infraestructura de riego pertenecientes a su organización.

Como consecuencia del interés demostrado por muchas de las organizaciones de regantes de seguir avanzando en el estudio específico de sus eventuales aprovechamientos hidroeléctricos, pero ante la carencia de recursos económicos y conocimiento técnico manifestada, este Programa de Fomento de Minicentrales Hidroeléctricas ha decidido profundizar el Estudio de Octubre-2007 antes mencionado a través de un Estudio de Prefactibilidad que analizará quince (15) casos de aprovechamientos hidroeléctricos asociados a obras de riego entre las Regiones VII y VIII con una duración total de seis (6) meses.

Para estos efectos, se llamó a una Licitación Pública presentándose 9 (nueve) firmas consultoras. Después de un proceso de estudio y calificación de las propuestas presentadas, la firma Consultora Procivil Ingeniería Ltda., de vasta experiencia en proyectos de riego, se adjudicó la Licitación. Cabe señalar que como Jefe de Proyecto estará el Ingeniero Civil Sr. Juan. Carlos Croxatto O. y como contraparte técnica profesionales de ambas Comisiones. Es preciso destacar que se contará además con la asesoría de la Oficina de la Unión Europea en Chile, quienes nos aportarán expertos en Centrales Hidráulicas Pequeñas y participarán en la organización de una gira técnica, orientada a las organizaciones de regantes interesadas en aprovechamientos hidroeléctricos asociados a obras de riego, a países europeos con gran experiencia en este tipo de generación eléctrica.

Av. Libertador Bernardo O´Higgins 1449 - 4º Piso
Teléfono: 425 79 00 - Fax: 425 79 01 - 425 79 02 - 425 79 03 - 425 79 05 - Casilla 424 - V, Correo 21 , Santiago - Chile
www.chileriego.cl

2.2.-

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Entre los casos que están pre-seleccionados para incluir en este Estudio de Prefactibilidad está considerado su Canal. La selección definitiva de los quince casos, se hará en conjunto con Procivil Ingeniería Ltda. En la fase inicial del Estudio, se exigirá como condición previa una Carta Compromiso de su Organización, la cual manifieste su real interés y más amplio compromiso de cooperación y participación en este Estudio. Al respecto, se adjunta un modelo de dicha "Carta Compromiso" la que rogamos hacer llegar firmada a la mayor brevedad.

Saluda atentamente a Ud.,

REPUBLICA DE CHILE * SECRETARIA EJECUTIVA * COMISION NACIONAL DE RIEGO

PEDRO LEÓN UGALDE ENRÍQUEZ
SECRETARIO EJECUTIVO (S)

RBA/VAR/MGS/spl
ORD034Pet.CartaCompromiso_P.Fom.Minicentrales.PGuzmán (mgs)
Archivo DED

Av. Libertador Bernardo O´Higgins 1449 - 4° Piso
Teléfono: 425 79 00 - Fax: 425 79 01 - 425 79 02 - 425 79 03 - 425 79 05 - Casilla 424 - V, Correo 21 , Santiago - Chile
www.chileriego.cl

2.2.- Respuesta de la organización

Los Ángeles, 15 de Febrero, 2010

Señor
Nelson Pereira Muñoz
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Riego
SANTIAGO

COMISION NACIONAL DE RIEGO
OFICINA DE PARTES
Nº 1404 Código 39032
Fecha 19 FEB 2010

Muy Señor Nuestro:

La organización que represento ha tomado conocimiento de los objetivos del Estudio **"Evaluación técnica preliminar de proyectos de centrales hidroeléctricas de menos de 20 MW de potencia asociadas a obras de riego"**, que será ejecutado por la empresa PROCIVIL para la CNR y CNE y:

- Manifiesta su interés en apoyar la ejecución de este estudio, cooperando activamente poniendo a disposición de la firma consultora los antecedentes disponibles ya sean topográficos (planos, fotos, etc.), hidrológicos (caudales máximos, mínimos, medios, calidad físico químico, etc.), obras de arte (planos de bocatomas, sifones, canoas, marcos partidores, entregas, etc.) y cualquier otro anteproyecto hidroeléctrico realizado anteriormente.

- Manifiesta su interés en conocer los resultados del estudio, para las oportunidades que estén bajo la jurisdicción de esta organización, que entendemos será un apoyo para las conversaciones que decidamos emprender con posterioridad con diferentes inversionistas o empresas hidroeléctricas.

Agradeciendo la oportunidad, saluda atentamente a Ud.

ASOCIACION DE CANALISTAS
PRESIDENTE
Patricio Guzmán Acuña
Presidente
Asociación de Canalistas – Canal Laja Sur
Los Angeles – Región del Bío Bío

Atte.
22.02.10

2.4.-

3.- Antecedentes del proyecto

3.1.- Descripción
3.2.- Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno
3.3.- Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia
3.4.- Modelo operacional y de negocios

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.1.-Descripción

El objetivo de este proyecto es profundizar el diagnóstico de la central hidroeléctricas asociada al canal Rarinco Quilque, el que fue catastrado en el estudio “Estimación del potencial hidroeléctrico asociado a obras de riego existentes o en proyecto, CNR-CNE, 2007”, mediante una mejor evaluación de su potencial y caracterización de proyectos seleccionados, con la finalidad de vincularlos con instrumentos de fomento existentes.

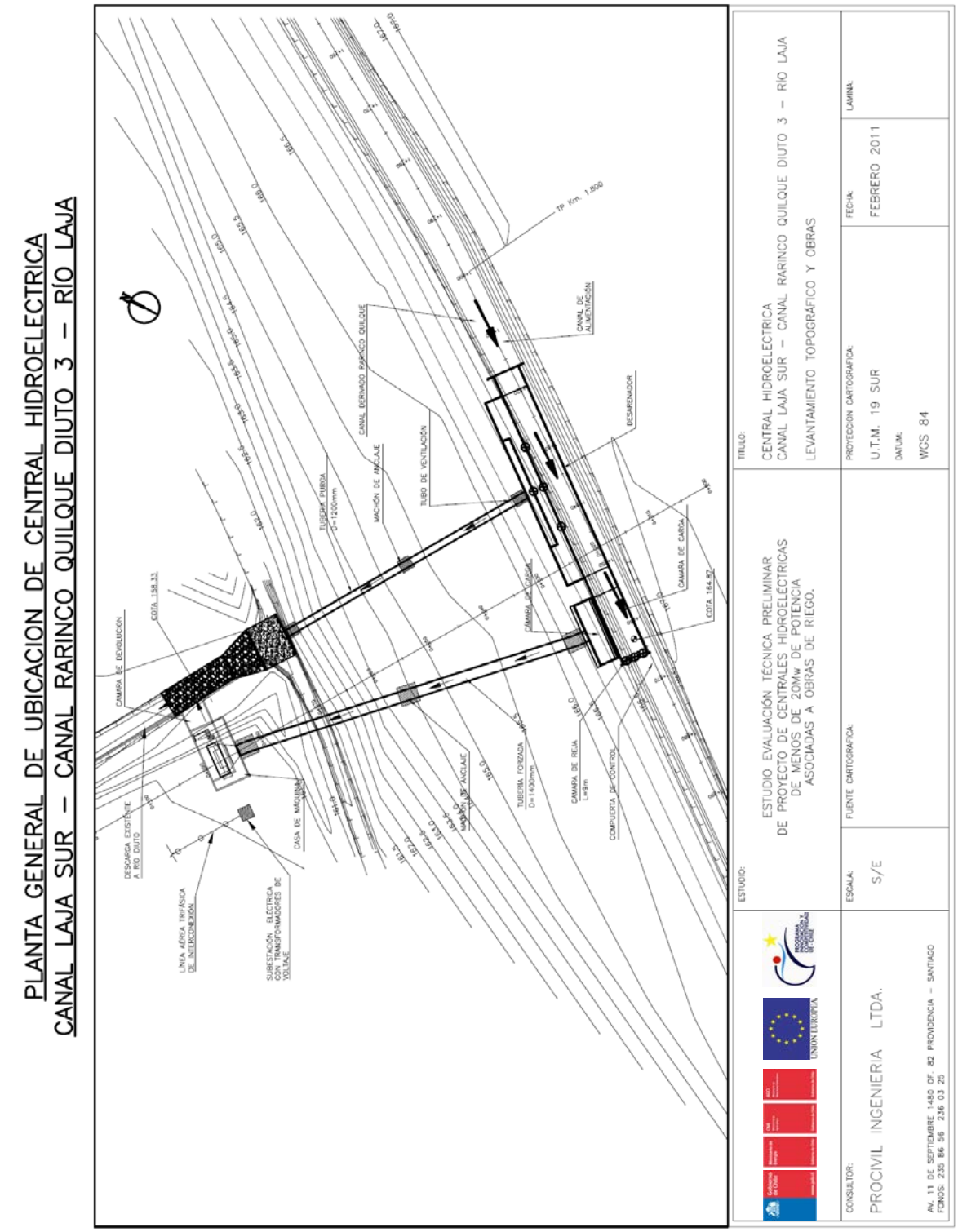
Las visitas a terreno han sido coordinadas con el Sr. Ing. Patricio Sáez y las reuniones se han realizado con el Presidente del canal Sr. Patricio Guzmán.

La descarga es desde el Canal Rarinco Quilque al estero Diuto en la alternativa denominada Diuto 3. La longitud del trazado es de unos 300m desde el canal hasta el río, en terrenos del predio del Sr. Patricio Guzmán.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

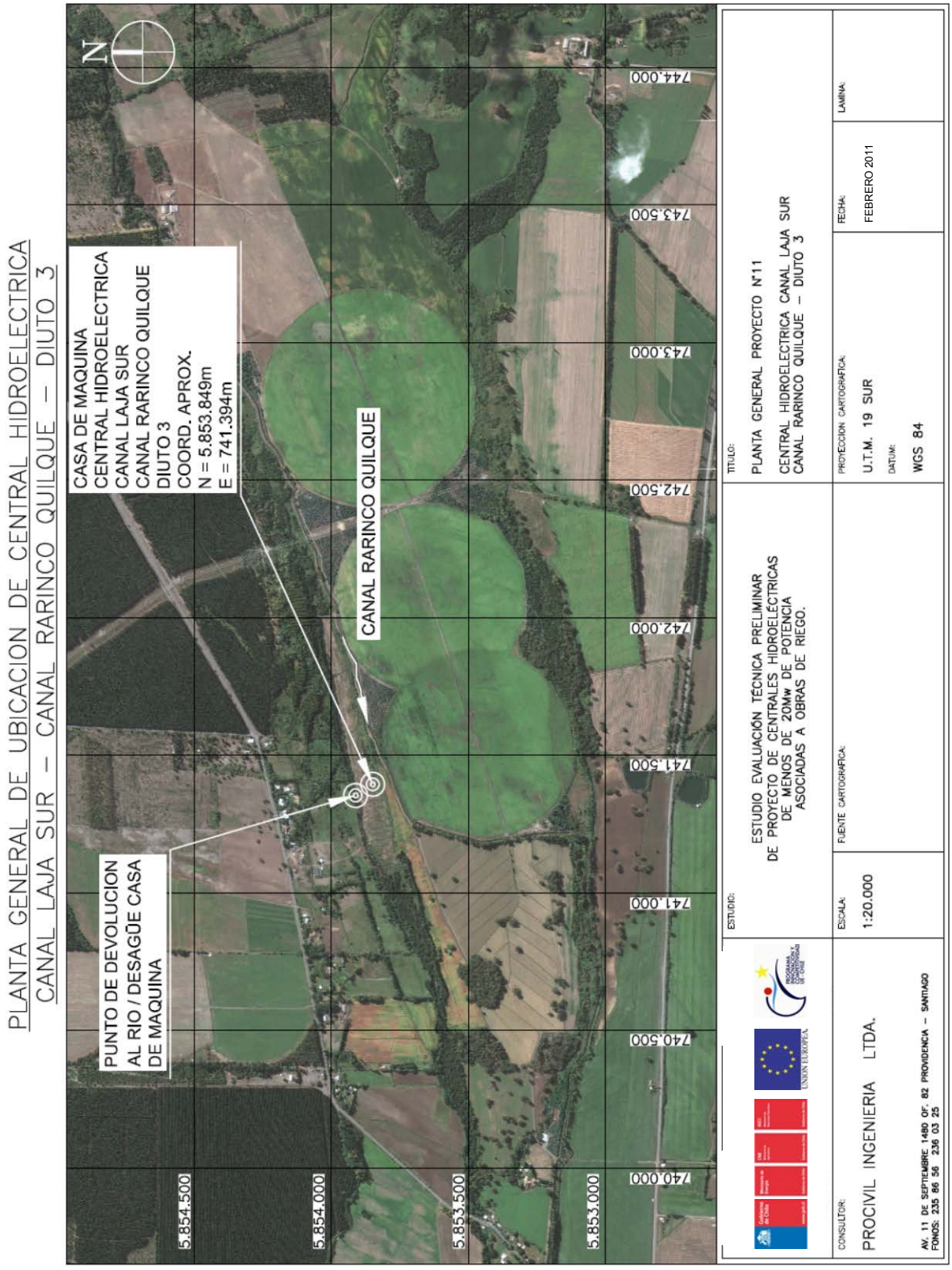
3.2.-Antecedentes Gráficos de ubicación y fotos de terreno

3.2.1.-Planta Topográfica general



3.3.-

3.2.2.-Foto Satelital



3.4.-

3.2.3.- Fotografías de terreno

A continuación se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno y una pequeña reseña del contenido de las mismas.

Foto Nº 1: Posición de la eventual cámara de carga para la central de pasada, en el canal Rarinco Quilque, visto hacia aguas arriba.

Foto Nº 2: Vista panorámica desde el canal Rarinco Quilque hacia el Estero Diuto, con trazado a unos 300 m hacia el norte en tramos con desagües existentes de los drenajes locales, hacia el Estero Diuto.

Foto Nº 3: Bocatoma del C Rarinco Quilque en el E Diuto Detalle de las compuertas.

Foto Nº 4: Ídem anterior. Canal de aproximación.

Foto Nº 5: Vista hacia aguas arriba de bocatoma Canal Rarinco Quilque

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 1

FOTO Nº 2

FOTO Nº 3

FOTO Nº 4

FOTO Nº 5

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Foto Nº 6: Canalización en Estero Diuto, hacia aguas arriba. Abundancia de arena.

Foto Nº 7: Examen de suelos arenas, superior a 25 cm.

Foto Nº 8: Desagüe existente al Estero Diuto

Foto Nº 9: Ubicación cámara de carga, en canal sin agua. Vista hacia aguas arriba.

Foto Nº 10: Obra de desagüe existente.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 6

FOTO Nº 7

FOTO Nº 8

FOTO Nº 9

FOTO Nº 10

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.-Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia

Los caudales factibles de turbinar en la Central Diuto 3 provienen del Canal Laja Sur. Este canal entrega el caudal correspondiente al estero Rarinco. A través del canal Rarinco Quilque primera sección se entrega el caudal al estero Diuto, donde finalmente tiene su bocatoma el canal Rarinco Quilque segunda sección.

Este canal tiene una capacidad de hasta 5 m^3/s

La altura de caída bruta se determino a través de la topografía realizada en la zona. Esta caída es de 5,6m, y corresponde a una caída en una canoa de hormigón que funciona actualmente como descarga del estero Diuto y continuación de este.

Con la altura de caída bruta y el caudal máximo, permitiría generar con una potencia de hasta 0,3 Mw como máximo.

3.4.-Modelo operacional y de negocios

En los meses de invierno, abril a septiembre, la central opera con todo el caudal disponible, de hasta 5 m^3/s.

En los meses de verano, octubre a febrero, todo el caudal se utiliza en riego, por lo que no hay generación. En marzo se genera con el 50% del caudal disponible.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.- Hidrología y cálculos hidráulicos

4.1- Hidrología
4.2- Cálculos hidráulicos
4.3.- Caudales de generación o turbinables

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.1- Hidrología

Para obtener la hidrología en el sector de la Bocatoma del Canal Rarinco Quilque se realizó mediante transposición de caudales desde una estación fluviométrica de una cuenca de similar rendimiento y a través relaciones precipitación-escorrentía las que se comparan al final.

- Transposición de caudales desde cuenca objetivo

Para la transposición de caudales se utilizará la estación fluviométrica de la DGA “Río Mulchén en Mulchén”. La estadística se presenta en el Cuadro Nº4.1-1.

CUADRO Nº4.1-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m³/s]
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RIO MULCHÉN EN MULCHÉN
ESTADÍSTICA RELLENADA Y CORREGIDA - REGIÓN DEL BÍO BÍO

CUENCA	RIO BÍO BÍO	**SUB-CUENCA**	RIO BÍO BÍO	**FUENTE HÍDRICA**	RIO MULCHÉN

NOMBRE ESTACIÓN	RIO MULCHÉN EN MULCHÉN	**CÓDIGO BNA**	08330001-0	**COORDENADAS UTM** [m] (Huso 18, Datum PSAD 56)	5.821.991 N	742.403 E
ALTITUD [msnm]	128					

ÁREA APORTANTE [Km^2]	434
PRECIPITACIÓN ANUAL [mm] (en baricentro de áreas)	2.210

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1960/61	2,38	6,35	33,20	52,40	36,30	29,70	32,20	14,80	8,31	6,57	3,52	5,87	19,30
2	1961/62	6,37	10,80	36,30	89,60	52,40	66,60	35,60	15,20	7,40	4,16	3,21	2,54	27,52
3	1962/63	4,33	6,28	24,20	22,60	35,40	26,90	18,00	6,76	4,69	2,52	3,30	3,43	13,20
4	1963/64	3,96	8,84	19,20	48,40	76,60	67,30	20,30	22,50	11,50	5,53	4,86	4,82	24,48
5	1964/65	2,70	6,45	23,40	22,50	47,20	34,60	16,00	10,00	32,30	18,90	13,00	8,79	19,65
6	1965/66	9,67	20,90	71,40	68,50	84,00	25,30	20,10	18,60	25,90	10,20	5,68	5,26	30,46
7	1966/67	8,64	12,90	52,90	81,60	36,10	33,80	16,80	10,30	16,40	11,60	9,14	6,53	24,73
8	1967/68	5,67	17,10	30,40	45,70	47,20	35,00	18,30	14,20	10,00	5,00	3,90	5,30	19,81
9	1968/69	3,01	5,43	10,70	14,40	16,00	20,70	17,00	14,80	10,40	5,90	5,23	4,50	10,67
10	1969/70	6,62	19,90	63,70	45,50	61,90	28,20	23,30	19,60	11,80	7,89	6,20	6,05	25,06
11	1970/71	6,83	12,20	35,90	42,50	51,20	25,70	19,00	15,90	12,20	9,02	11,50	9,90	20,99
12	1971/72	8,57	19,60	26,10	59,70	44,40	26,60	19,60	12,40	13,50	8,27	6,23	5,29	20,86
13	1972/73	6,93	15,10	47,20	38,40	58,30	34,10	27,80	24,10	12,30	4,20	6,53	7,00	23,50
14	1973/74	6,20	22,10	25,40	36,00	23,90	21,10	17,70	17,70	11,30	10,30	7,25	8,46	17,28
15	1974/75	1,70	9,80	45,90	23,20	30,70	26,40	15,10	9,80	7,00	4,60	7,20	4,70	15,51
16	1975/76	6,90	23,80	44,50	43,30	31,00	21,60	16,10	14,70	8,40	5,30	4,40	5,10	18,76
17	1976/77	3,20	5,70	38,10	16,40	23,20	20,90	25,40	11,80	8,80	6,70	5,80	5,00	14,25
18	1977/78	3,70	23,50	33,80	67,20	41,10	27,00	21,00	13,90	10,90	5,80	4,60	3,22	21,31
19	1978/79	2,86	8,37	17,60	89,40	28,60	37,40	31,60	26,60	11,60	6,89	5,35	4,23	22,54
20	1979/80	4,61	8,96	8,86	19,30	50,10	44,00	24,10	22,90	19,60	8,29	7,16	5,94	18,65
21	1980/81	10,40	49,80	63,50	57,40	42,80	18,50	12,50	8,72	6,91	16,20	8,61	6,24	25,13
22	1981/82	7,97	65,80	45,00	51,90	31,20	18,70	11,00	7,83	5,88	5,52	5,55	6,16	21,88
23	1982/83	6,20	18,00	40,70	65,40	33,90	39,10	32,20	19,10	9,39	5,61	4,60	4,16	23,20
24	1983/84	4,96	8,48	25,30	36,20	25,90	21,70	15,20	8,18	4,88	4,17	3,65	3,40	13,50
25	1984/85	3,42	32,90	32,10	71,50	29,20	23,80	28,80	28,60	9,74	9,38	6,75	5,86	23,50
26	1985/86	5,78	17,60	21,70	41,90	15,10	15,30	16,60	13,70	6,53	4,34	3,84	3,82	13,85
27	1986/87	7,29	22,20	69,40	24,50	38,50	26,00	15,50	19,20	16,20	6,66	4,99	4,76	21,27
28	1987/88	3,99	7,32	19,50	40,70	47,50	24,40	15,70	9,77	4,83	3,88	3,71	3,54	15,40
29	1988/89	3,43	3,47	8,38	15,40	39,60	23,70	14,40	9,59	4,94	4,44	3,51	3,61	11,21
30	1989/90	4,35	4,56	15,10	20,00	45,50	26,10	11,10	6,47	13,50	5,68	4,18	4,51	13,42
31	1990/91	10,50	13,20	23,80	22,60	37,90	35,10	18,90	11,40	5,48	3,99	3,46	3,61	15,83
32	1991/92	5,90	31,60	32,80	49,80	29,20	20,30	14,40	9,63	8,64	5,30	3,88	3,80	17,94
33	1992/93	5,35	57,30	98,00	40,90	19,40	24,10	22,30	13,30	8,27	5,16	3,98	3,46	25,13
34	1993/94	6,61	38,50	61,80	70,50	36,00	23,90	11,10	8,75	9,50	4,41	3,65	3,08	23,15
35	1994/95	5,33	8,26	33,90	52,40	25,40	22,90	26,70	14,00	14,30	4,75	3,85	3,61	17,95
36	1995/96	6,77	5,63	24,10	48,10	50,40	27,00	14,60	7,56	4,79	3,76	3,47	3,25	16,62
37	1996/97	5,67	6,59	17,40	11,40	17,20	14,40	8,25	5,40	3,91	2,80	3,64	2,67	8,28
38	1997/98	11,00	13,20	47,20	38,60	31,90	26,40	25,10	19,00	8,74	6,28	6,58	5,46	19,96
39	1998/99	6,05	7,30	7,95	10,20	11,50	12,10	8,92	7,03	4,54	5,53	6,14	4,38	7,64
40	1999/00	4,78	6,50	20,50	20,40	29,10	68,90	19,10	11,07	5,34	6,76	5,61	4,80	16,90
Promedio		5,77	17,06	34,92	42,91	37,82	29,13	19,43	13,87	10,27	6,56	5,44	4,90	19,01
Desv. Std.		2,30	14,48	19,74	21,53	15,54	12,95	6,69	5,78	5,76	3,30	2,19	1,64	5,22
Coef. Var.		5	210	390	463	241	168	45	33	33	11	5	3	27

Los caudales medios mensuales contenidos en la estadística mostrado en el Cuadro Nº,4.1-1 se transponen hasta la bocatoma del canal Rarinco Quilque.

La metodología se presenta en Anexo A.

La transposición se realiza a través de un factor, que depende de las áreas de las cuencas base y objetivo y de las precipitaciones anuales en el baricentro de dichas áreas.

En el cuadro Nº4.1-2 se presentan los parámetros para transposición de caudales en la zona de la bocatoma del canal Rarinco Quilque.

CUADRO Nº4.1-2
PARÁMETROS PARA TRANSPOSICIÓN

Estación Base	Área Aportante A_{BASE} [km^2]	Precipitación P_{BASE} [mm/año]	Lugar Objetivo	Área Aportante A_n [km^2]	Precipitación P_n [mm/año]	FT
Estación Fluviométrica DGA "Mulchén en Mulchén"	434	2.210	Sector Bocatoma Canal Rarinco Quilque - Diuto 3	43,5	1.200	0,054

En el Cuadro Nº4.1-3 se presentan las áreas aportantes al sector de la bocatoma del canal Rarinco Quilque.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.1-3
ÁREAS APORTANTES SECTOR BOCATOMA CANAL RARINCO QUILQUE, RÍO LAJA
REGIÓN DEL BÍO BÍO

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el cuadro Nº4.1-4 se presentan los caudales medios mensuales resultantes de la transposición señalada.

CUADRO Nº4.1-4
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m^3/s]
DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RÍO MULCHÉN EN MULCHÉN
HACIA SECTOR BOCATOMA CANAL RARINCO QUILQUE
TRANSPUESTOS POR IGUALDAD DE RENDIMIENTOS

CUENCA	RIO BÍO BÍO	**SUB-CUENCA**	RIO BÍO BÍO	**FUENTE HÍDRICA**	RIO LAJA

NOMBRE DE CANAL	RARINCO QUILQUE	**CÓDIGO DE CANAL**		**COORDENADAS UTM** [m] (Huso 19, Datum PSAD 56)	N	E
ALTITUD [msnm]	S/I	RIBERA (I / D)	D			

ÁREA APORTANTE [Km^2]	43,5	**FT :**	0,054
PRECIPITACIÓN ANUAL [mm] (en baricentro de áreas)	1.200	$Qn_{i,j} = Q_{0_{i,j}} \cdot FT$	

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1960/61	0,13	0,35	1,81	2,85	1,98	1,62	1,75	0,81	0,45	0,36	0,19	0,32	1,05
2	1961/62	0,35	0,59	1,98	4,88	2,85	3,62	1,94	0,83	0,40	0,23	0,17	0,14	1,50
3	1962/63	0,24	0,34	1,32	1,23	1,93	1,46	0,98	0,37	0,26	0,14	0,18	0,19	0,72
4	1963/64	0,22	0,48	1,04	2,63	4,17	3,66	1,10	1,22	0,63	0,30	0,26	0,26	1,33
5	1964/65	0,15	0,35	1,27	1,22	2,57	1,88	0,87	0,54	1,76	1,03	0,71	0,48	1,07
6	1965/66	0,53	1,14	3,89	3,73	4,57	1,38	1,09	1,01	1,41	0,56	0,31	0,29	1,66
7	1966/67	0,47	0,70	2,88	4,44	1,96	1,84	0,91	0,56	0,89	0,63	0,50	0,36	1,35
8	1967/68	0,31	0,93	1,65	2,49	2,57	1,90	1,00	0,77	0,54	0,27	0,21	0,29	1,08
9	1968/69	0,16	0,30	0,58	0,78	0,87	1,13	0,93	0,81	0,57	0,32	0,28	0,24	0,58
10	1969/70	0,36	1,08	3,47	2,48	3,37	1,53	1,27	1,07	0,64	0,43	0,34	0,33	1,36
11	1970/71	0,37	0,66	1,95	2,31	2,79	1,40	1,03	0,87	0,66	0,49	0,63	0,54	1,14
12	1971/72	0,47	1,07	1,42	3,25	2,42	1,45	1,07	0,67	0,73	0,45	0,34	0,29	1,14
13	1972/73	0,38	0,82	2,57	2,09	3,17	1,86	1,51	1,31	0,67	0,23	0,36	0,38	1,28
14	1973/74	0,34	1,20	1,38	1,96	1,30	1,15	0,96	0,96	0,61	0,56	0,39	0,46	0,94
15	1974/75	0,09	0,53	2,50	1,26	1,67	1,44	0,82	0,53	0,38	0,25	0,39	0,26	0,84
16	1975/76	0,38	1,30	2,42	2,36	1,69	1,18	0,88	0,80	0,46	0,29	0,24	0,28	1,02
17	1976/77	0,17	0,31	2,07	0,89	1,26	1,14	1,38	0,64	0,48	0,36	0,32	0,27	0,78
18	1977/78	0,20	1,28	1,84	3,66	2,24	1,47	1,14	0,76	0,59	0,32	0,25	0,18	1,16
19	1978/79	0,16	0,46	0,96	4,87	1,56	2,04	1,72	1,45	0,63	0,37	0,29	0,23	1,23
20	1979/80	0,25	0,49	0,48	1,05	2,73	2,39	1,31	1,25	1,07	0,45	0,39	0,32	1,02
21	1980/81	0,57	2,71	3,46	3,12	2,33	1,01	0,68	0,47	0,38	0,88	0,47	0,34	1,37
22	1981/82	0,43	3,58	2,45	2,82	1,70	1,02	0,60	0,43	0,32	0,30	0,30	0,34	1,19
23	1982/83	0,34	0,98	2,22	3,56	1,84	2,13	1,75	1,04	0,51	0,31	0,25	0,23	1,26
24	1983/84	0,27	0,46	1,38	1,97	1,41	1,18	0,83	0,45	0,27	0,23	0,20	0,19	0,73
25	1984/85	0,19	1,79	1,75	3,89	1,59	1,30	1,57	1,56	0,53	0,51	0,37	0,32	1,28
26	1985/86	0,31	0,96	1,18	2,28	0,82	0,83	0,90	0,75	0,36	0,24	0,21	0,21	0,75
27	1986/87	0,40	1,21	3,78	1,33	2,10	1,42	0,84	1,04	0,88	0,36	0,27	0,26	1,16
28	1987/88	0,22	0,40	1,06	2,22	2,59	1,33	0,85	0,53	0,26	0,21	0,20	0,19	0,84
29	1988/89	0,19	0,19	0,46	0,84	2,16	1,29	0,78	0,52	0,27	0,24	0,19	0,20	0,61
30	1989/90	0,24	0,25	0,82	1,09	2,48	1,42	0,60	0,35	0,73	0,31	0,23	0,25	0,73
31	1990/91	0,57	0,72	1,30	1,23	2,06	1,91	1,03	0,62	0,30	0,22	0,19	0,20	0,86
32	1991/92	0,32	1,72	1,79	2,71	1,59	1,10	0,78	0,52	0,47	0,29	0,21	0,21	0,98
33	1992/93	0,29	3,12	5,33	2,23	1,06	1,31	1,21	0,72	0,45	0,28	0,22	0,19	1,37
34	1993/94	0,36	2,10	3,36	3,84	1,96	1,30	0,60	0,48	0,52	0,24	0,20	0,17	1,26
35	1994/95	0,29	0,45	1,84	2,85	1,38	1,25	1,45	0,76	0,78	0,26	0,21	0,20	0,98
36	1995/96	0,37	0,31	1,31	2,62	2,74	1,47	0,79	0,41	0,26	0,20	0,19	0,18	0,90
37	1996/97	0,31	0,36	0,95	0,62	0,94	0,78	0,45	0,29	0,21	0,15	0,20	0,15	0,45
38	1997/98	0,60	0,72	2,57	2,10	1,74	1,44	1,37	1,03	0,48	0,34	0,36	0,30	1,09
39	1998/99	0,33	0,40	0,43	0,56	0,63	0,66	0,49	0,38	0,25	0,30	0,33	0,24	0,42
40	1999/00	0,26	0,35	1,12	1,11	1,58	3,75	1,04	0,60	0,29	0,37	0,31	0,26	0,92
Promedio		0,31	0,93	1,90	2,34	2,06	1,59	1,06	0,75	0,56	0,36	0,30	0,27	1,03
Desv. Std.		0,13	0,79	1,07	1,17	0,85	0,71	0,36	0,31	0,31	0,18	0,12	0,09	0,26
Coef. Var.		0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

- Relación precipitación-escorrentía

Los antecedentes de la cuenca en estudio son los que se indican en el Cuadro Nº4.1-5.

CUADRO Nº4.1-5
ANTECEDENTES CUENCAS BASE Y OBJETIVO

Estación Base	Área Aportante A_{BASE} [km^2]	Precipitación P_{BASE} [mm/año]	Cuenca Objetivo	Área Aportante A_n [km^2]	Precipitación P_n [mm/año]
Estación Fluviométrica DGA "Mulchén en Mulchén"	434	2.210	Sector Bocatoma Canal Rarinco Quilque - Diuto 3	43,5	1.200

Se utiliza la Fórmula de Grunsky para relación Precipitación-Escorrentía, mostrada en la Ecuación NºA.1-7 del Anexo A, donde se obtiene:

$E_{S\ base}$ = 1.585 [mm]
$E_{S\ cuenca}$ = 576 [mm]

De la relación entre escorrentía y caudal definida en la Ecuación NºA.1-8 del Anexo A, se obtiene el caudal medio, así:

$Q_{medio\ base}$ = 21,81 [m^3/s]
$Q_{medio\ cuenca}$ = 5 [m^3/s]

El Factor de distribución medio anual se obtiene utilizando la Ecuación NºA.1-9 del Anexo A, obteniéndose los valores indicados en el Cuadro Nº4.1-6.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.1-6
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO ANUAL Y CAUDALES MEDIOS ANUALES RESULTANTES

AÑO	F.D.M.A.	Qmedio anual [m^3/s]
1960/61	1,02	5,08
1961/62	1,45	7,24
1962/63	0,69	3,47
1963/64	1,29	6,44
1964/65	1,03	5,17
1965/66	1,60	8,01
1966/67	1,30	6,50
1967/68	1,04	5,21
1968/69	0,56	2,81
1969/70	1,32	6,59
1970/71	1,10	5,52
1971/72	1,10	5,49
1972/73	1,24	6,18
1973/74	0,91	4,55
1974/75	0,82	4,08
1975/76	0,99	4,93
1976/77	0,75	3,75
1977/78	1,12	5,61
1978/79	1,19	5,93
1979/80	0,98	4,91
1980/81	1,32	6,61
1981/82	1,15	5,75
1982/83	1,22	6,10
1983/84	0,71	3,55
1984/85	1,24	6,18
1985/86	0,73	3,64
1986/87	1,12	5,59
1987/88	0,81	4,05
1988/89	0,59	2,95
1989/90	0,71	3,53
1990/91	0,83	4,16
1991/92	0,94	4,72
1992/93	1,32	6,61
1993/94	1,22	6,09
1994/95	0,94	4,72
1995/96	0,87	4,37
1996/97	0,44	2,18
1997/98	1,05	5,25
1998/99	0,40	2,01
1999/00	0,89	4,45

En el Cuadro Nº4-1-7 siguiente se presentan los factores de distribución medio mensual obtenidos al aplicar la Ecuación NºA.1-10 del Anexo A.

CUADRO Nº4.1-7
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO MENSUAL

Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
0,30	0,90	1,84	2,26	1,99	1,53	1,02	0,73	0,54	0,34	0,29	0,26

En el Cuadro Nº4.1-8 se muestran los caudales medios mensuales obtenidos.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.1-8
CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m^3/s]

Año	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
1960/61	1,54	4,56	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,71	2,74	1,75	1,45	1,31	3,50
1961/62	2,20	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,91	2,50	2,07	1,87	3,96
1962/63	1,05	3,12	5,00	5,00	5,00	5,00	3,55	2,53	1,88	1,20	0,99	0,90	2,93
1963/64	1,95	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,70	3,48	2,22	1,84	1,66	3,82
1964/65	1,57	4,64	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,77	2,79	1,78	1,48	1,33	3,53
1965/66	2,43	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,33	2,76	2,29	2,07	4,07
1966/67	1,97	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,75	3,51	2,24	1,86	1,68	3,83
1967/68	1,58	4,68	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,80	2,82	1,80	1,49	1,34	3,54
1968/69	0,85	2,52	5,00	5,00	5,00	4,30	2,87	2,05	1,52	0,97	0,80	0,72	2,63
1969/70	2,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,81	3,56	2,27	1,89	1,70	3,85
1970/71	1,67	4,95	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,03	2,98	1,90	1,58	1,42	3,63
1971/72	1,66	4,92	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	2,96	1,89	1,57	1,42	3,62
1972/73	1,87	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,51	3,34	2,13	1,77	1,59	3,77
1973/74	1,38	4,08	5,00	5,00	5,00	5,00	4,65	3,32	2,46	1,57	1,30	1,17	3,33
1974/75	1,24	3,66	5,00	5,00	5,00	5,00	4,17	2,98	2,20	1,41	1,17	1,05	3,16
1975/76	1,50	4,43	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,60	2,67	1,70	1,41	1,27	3,47
1976/77	1,14	3,36	5,00	5,00	5,00	5,00	3,83	2,74	2,02	1,29	1,07	0,97	3,04
1977/78	1,70	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,09	3,03	1,93	1,61	1,45	3,65
1978/79	1,80	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,33	3,20	2,05	1,70	1,53	3,72
1979/80	1,49	4,40	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,58	2,65	1,69	1,41	1,27	3,46
1980/81	2,01	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,83	3,57	2,28	1,89	1,71	3,86
1981/82	1,75	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,20	3,11	1,99	1,65	1,48	3,68
1982/83	1,85	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,45	3,30	2,11	1,75	1,57	3,75
1983/84	1,08	3,19	5,00	5,00	5,00	5,00	3,63	2,59	1,92	1,23	1,02	0,92	2,96
1984/85	1,88	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,51	3,34	2,13	1,77	1,59	3,77
1985/86	1,11	3,27	5,00	5,00	5,00	5,00	3,73	2,66	1,97	1,26	1,04	0,94	3,00
1986/87	1,70	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,08	3,02	1,93	1,60	1,44	3,65
1987/88	1,23	3,64	5,00	5,00	5,00	5,00	4,14	2,96	2,19	1,40	1,16	1,05	3,15
1988/89	0,89	2,65	5,00	5,00	5,00	4,52	3,01	2,15	1,59	1,02	0,84	0,76	2,70
1989/90	1,07	3,17	5,00	5,00	5,00	5,00	3,61	2,58	1,91	1,22	1,01	0,91	2,96
1990/91	1,26	3,74	5,00	5,00	5,00	5,00	4,26	3,04	2,25	1,44	1,19	1,07	3,19
1991/92	1,43	4,23	5,00	5,00	5,00	5,00	4,82	3,44	2,55	1,63	1,35	1,22	3,39
1992/93	2,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,82	3,57	2,28	1,89	1,71	3,86
1993/94	1,85	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,44	3,29	2,10	1,74	1,57	3,75
1994/95	1,43	4,24	5,00	5,00	5,00	5,00	4,83	3,45	2,55	1,63	1,35	1,22	3,39
1995/96	1,33	3,92	5,00	5,00	5,00	5,00	4,47	3,19	2,36	1,51	1,25	1,13	3,26
1996/97	0,66	1,95	4,00	4,92	4,33	3,34	2,23	1,59	1,18	0,75	0,62	0,56	2,18
1997/98	1,59	4,71	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,83	2,84	1,81	1,50	1,35	3,55
1998/99	0,61	1,80	3,69	4,54	4,00	3,08	2,05	1,47	1,08	0,69	0,58	0,52	2,01
1999/00	1,35	3,99	5,00	5,00	5,00	5,00	4,55	3,25	2,40	1,53	1,27	1,15	3,29
PROM	1,52	4,22	4,94	4,99	4,96	4,88	4,49	3,62	2,70	1,72	1,43	1,29	3,40

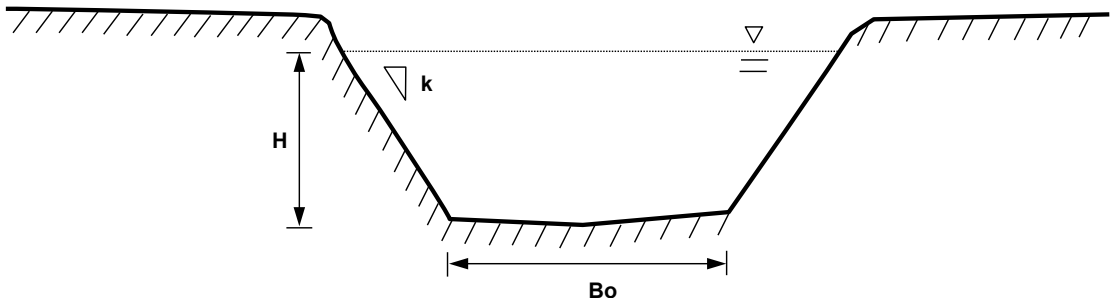
4.2- Cálculos Hidráulicos

4.2.1.- Cálculo de capacidad del canal

Para este caso, se calcula la capacidad del canal con los parámetros obtenidos de la topografía realizada en el tramo en estudio. Corresponde a un flujo uniforme, por lo que se utilizó la Fórmula de Manning para calcular el escurrimiento.

La sección típica del tramo del canal se muestra en el Cuadro Nº4.2.1-1

CUADRO Nº4.2.1-1
SECCIÓN TÍPICA DEL CANAL



La topografía realizada entrega los antecedentes mostrados en el siguiente Cuadro Nº4.2.1-2

CUADRO Nº4.2.1-2
ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS CANAL RARINCO QUILQUE
DESCARGA A ESTERO DIUTO Nº3 - KM 1,5 A KM 1,85

Kilometraje		**Cota Fondo**		**Cota Borde**		**Pendiente media** i	**Ancho basal medio** Bo (m)	**Talud medio** k	**Altura borde** (m)
Inicio (m)	Término (m)	Inicio (m)	Término (m)	Inicio (m)	Término (m)				
1.500	1.850	165,01	164,83	166,57	166,36	0,0005	3,39	0,92	1,54

El Cuadro Nº4.2.1-3 muestra los antecedentes utilizados en el cálculo del escurrimiento tanto normal como crítico.

CUADRO Nº4.2.1-3
ANTECEDENTES PARA EL CÁLCULO DEL ESCURRIMIENTO

Revancha (m)	**Ancho Basal del Canal** Bo (m)	**Taludes** (H/V)	**Rugosidad** n			**Pendiente** i		
			n media en tramo	1,2 n	1/1,2 n	i media en tramo	1,2 i	1/1,2 i
0,3	3,39	0,920	0,03	0,036	0,012	0,0005	0,0006	0,0004

Notas: **1.-** Se considera sensibilización de +20% y -20% de los valores medios. **2.-** n = 0,03 corresponde a rugosidad media.

En el Cuadro Nº4.2.1-4 se presentan los cálculos realizados para escurrimiento normal y para escurrimiento crítico para el caso con pendiente y rugosidad media.

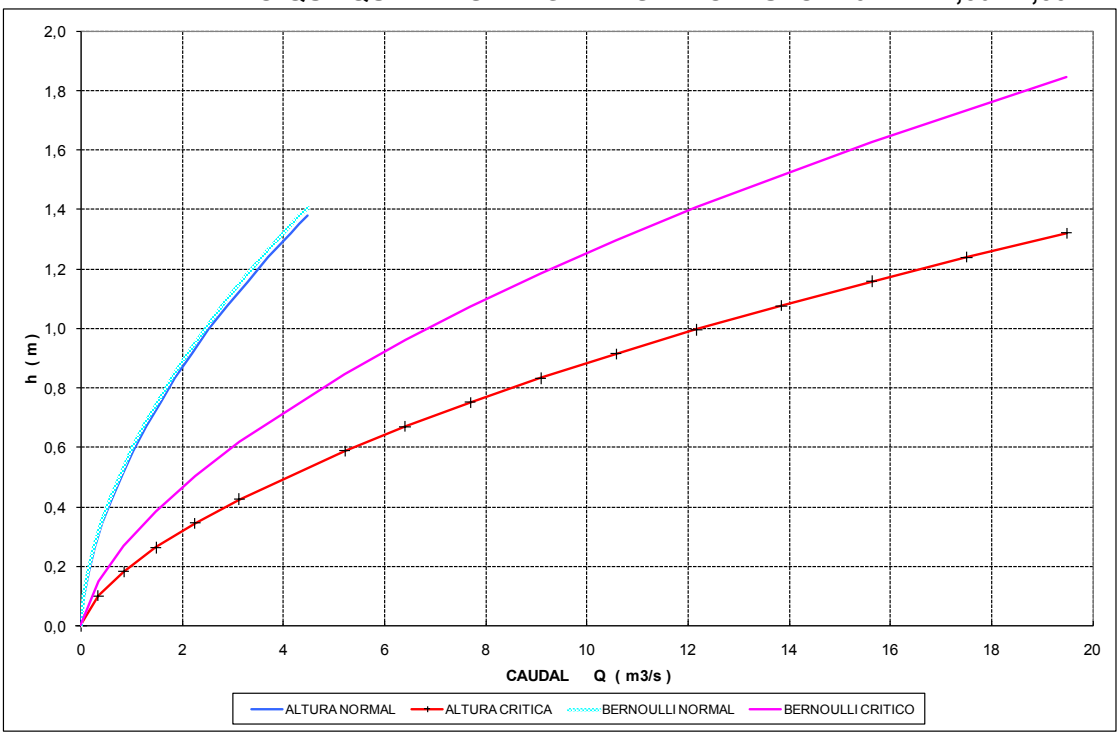
PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.2.1-4
RESUMEN CÁLCULO ESCURRIMIENTO NORMAL Y CRÍTICO
CASO CON PENDIENTE MEDIA Y RUGOSIDAD MEDIA

ALTURA AGUA H (m)	RUGOSIDAD n	PENDIENTE i	ANCHO BASAL Bo (m)	TALUD (H/V)	ESCURRIMIENTO NORMAL			ESCURRIMIENTO CRITICO		
					CAUDAL Q (m^3/s)	VEL. v (m/s)	BERNOULLI Bn (m)	CAUDAL Q (m^3/s)	VEL. v (m/s)	BERNOULLI Bc (m)
0,10	0,03	0,00050	3,39	0,92	0,054	0,16	0,10	0,340	0,98	0,15
0,18	0,03	0,00050	3,39	0,92	0,145	0,23	0,18	0,841	1,30	0,27
0,26	0,03	0,00050	3,39	0,92	0,269	0,28	0,27	1,484	1,55	0,39
0,34	0,03	0,00050	3,39	0,92	0,422	0,33	0,35	2,250	1,76	0,50
0,43	0,03	0,00050	3,39	0,92	0,601	0,37	0,43	3,130	1,94	0,62
0,51	0,03	0,00050	3,39	0,92	0,805	0,41	0,52	4,118	2,11	0,73
0,59	0,03	0,00050	3,39	0,92	1,033	0,45	0,60	5,210	2,25	0,85
0,67	0,03	0,00050	3,39	0,92	1,286	0,48	0,68	6,403	2,39	0,96
0,75	0,03	0,00050	3,39	0,92	1,561	0,51	0,76	7,696	2,51	1,07
0,83	0,03	0,00050	3,39	0,92	1,860	0,54	0,85	9,087	2,63	1,18
0,91	0,03	0,00050	3,39	0,92	2,182	0,56	0,93	10,576	2,73	1,30
1,00	0,03	0,00050	3,39	0,92	2,528	0,59	1,01	12,162	2,84	1,41
1,08	0,03	0,00050	3,39	0,92	2,896	0,61	1,10	13,846	2,93	1,52
1,16	0,03	0,00050	3,39	0,92	3,287	0,64	1,18	15,626	3,03	1,63
1,24	0,03	0,00050	3,39	0,92	3,702	0,66	1,26	17,505	3,12	1,74

El cálculo da como resultado un caudal Qo = 3,7 m^3/s de capacidad del canal hasta el km 14,4. En el siguiente Cuadro Nº4.2.1-5 se presenta la curva de d escarga para escurrimiento normal y escurrimiento crítico.

CUADRO Nº4.2.1-5
CURVA DE DESCARGA ESCURRIMIENTO NORMAL y CRITICO
CASO PENDIENTE y RUGOSIDAD MEDIAS
CANAL RARINCO QUILQUE - DESCARGA A ESTERO DIUTO Nº3 - KM 1,50 - 1,85



4.2.2.- Pérdidas por infiltración

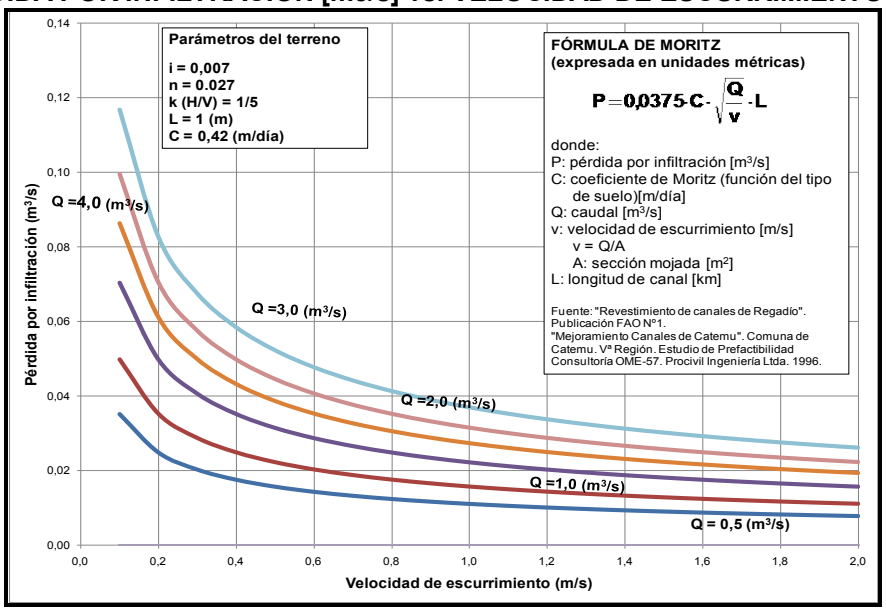
Las pérdidas de caudal por infiltración, en la conducción de un canal excavado en suelo natural, presenta la siguiente caracterización.

i).- A mayor perímetro mojado en la sección transversal del canal, mayor será la infiltración.
ii).- A menor velocidad media de escurrimiento, mayor será la infiltración.
iii).- A mayor caudal de porteo, mayor caudal de infiltración en valor absoluto y menor porcentaje de infiltración respecto al caudal captado en bocatoma.
iv).- A menor caudal de porteo, menor infiltración en valor absoluto, pero mayor porcentaje de infiltración respecto al caudal captado en bocatoma.
v).- La velocidad media de escurrimiento en un tramo de canal determinado, aumenta si se incrementa el caudal que portea.

El análisis de la pérdida por infiltración, requiere conocer previamente su comportamiento frente a las variaciones de los parámetros principales del escurrimiento. Uno de ellos es la velocidad media del agua, la cual altera el régimen de infiltración, según lo indicado en (ii). Para representar gráficamente el problema, se presenta la figura del Cuadro Nº4.2.2-1, que contiene una familia de curvas que representan diferentes caudales, relacionando la pérdida por infiltración en función de la velocidad de escurrimiento. Con este objeto se grafican estas relaciones empleando la expresión de Moritz, para un caso concreto de un canal con determinada pendiente, rugosidad, talud y longitud unitaria de 1 km. La relación entre los términos de Moritz de explican por sí mismos, según lo expresado en los puntos anteriores (i) a (v).

En el siguiente Cuadro Nº4.2.2-1 se entrega la variación de la pérdida por infiltración en m^3/s, respecto a la velocidad media del escurrimiento, para una familia de curvas de caudales de porteo, en un rango amplio de captación.

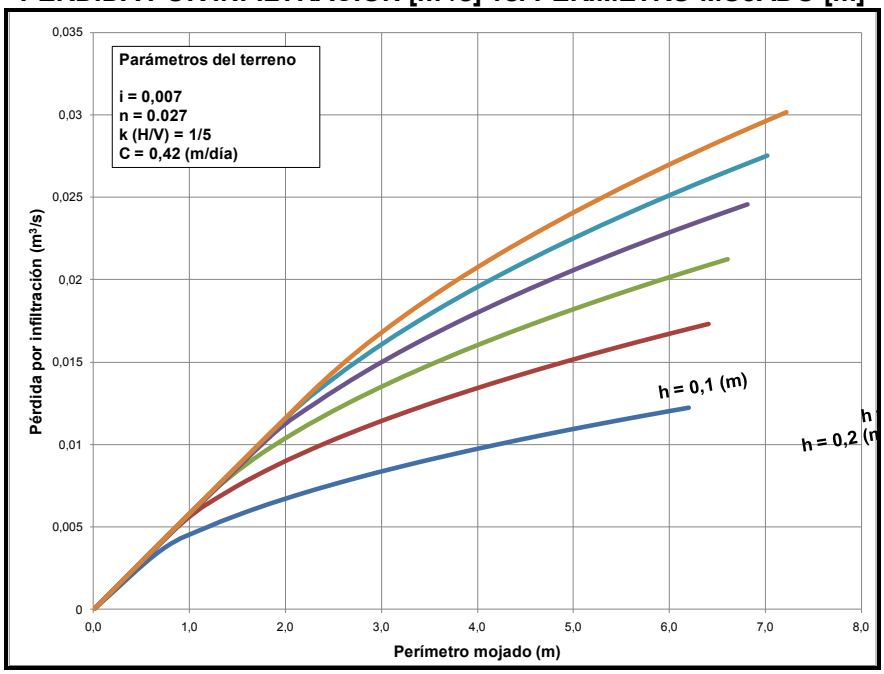
CUADRO Nº4.2.2-1
PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN [m3/s] vs. VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTO [m/s]



Se observa que el caudal de infiltración aumenta al disminuir la velocidad de escurrimiento, para un mismo caudal de porteo.

La pérdida por infiltración depende del perímetro mojado en la sección transversal del canal. La tendencia de esta relación entre el caudal de porteo y las pérdidas para distintos perímetros mojados tiene la forma que se presenta en el siguiente gráfico del Cuadro Nº4.2.2-2.

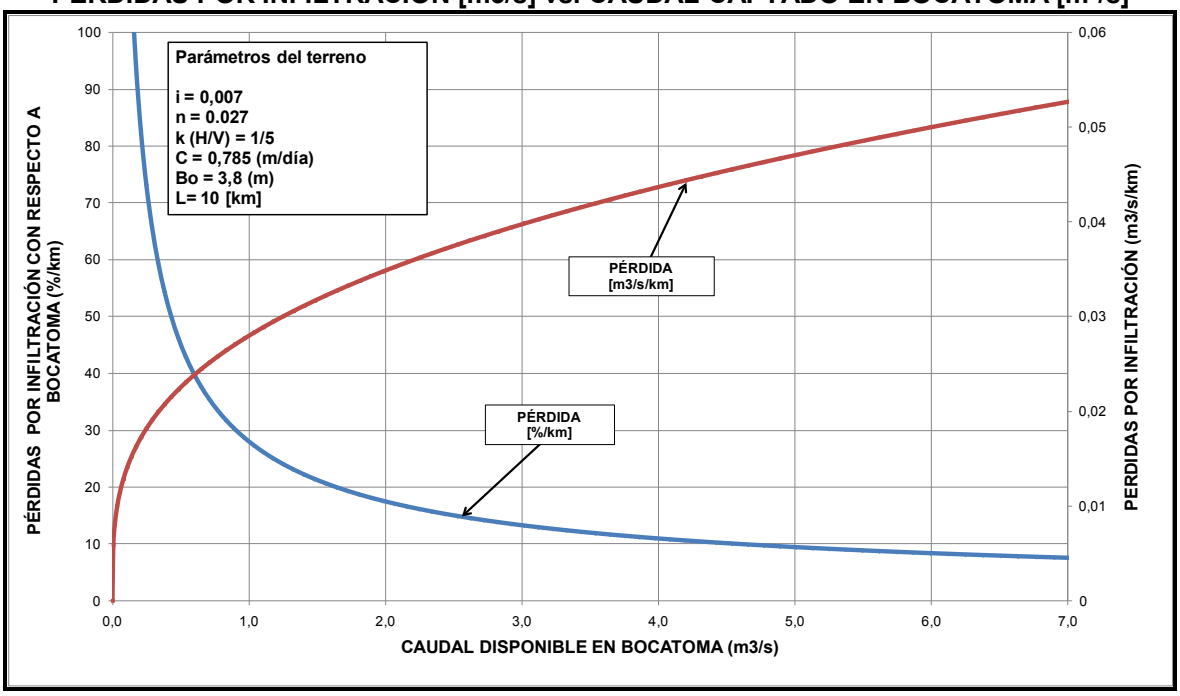
CUADRO Nº4.2.2-2
PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN [m^3/s] vs. PERÍMETRO MOJADO [m]



En el gráfico anterior se observa que en un canal sin revestir, la pérdida aumenta en función del perímetro mojado de la sección transversal del canal.

En el siguiente gráfico del Cuadro Nº4.2.2-3, se representa la variación de la infiltración en un tramo específico de canal sin revestir. La primera curva presenta en caudal perdido en unidades de valor absoluto ó m^3/s; y la segunda muestra la infiltración en términos de porcentaje (%) perdido respecto al caudal de porteo inicial. Como se observa, mientras el caudal perdido aumenta en valor absoluto con el monto del caudal de porteo, disminuye su pérdida porcentual. Es decir en años secos con poco caudal de porteo, la pérdida porcentual aumenta respecto a lo que ocurre en un año de hidrología normal. Este hecho orienta los diseños más adecuados para recuperar el agua de infiltración y para obtener los mejores parámetros económicos de evaluación de soluciones.

CUADRO Nº4.2.2-3
PERDIDAS POR INFILTRACIÓN [m3/s] vs. CAUDAL CAPTADO EN BOCATOMA [m^3/s]



Moritz.

Para el cálculo de las pérdidas por infiltración, uno de los métodos utilizados es mediante la Fórmula de Moritz, que se indica en la Ecuación Nº4.2-1 siguiente.

ECUACIÓN Nº4.2-1
FÓRMULA DE MORITZ

$$S = 0{,}0375 \times C \times \sqrt{\frac{Q}{v}} \times L$$

Donde:
P: pérdida por infiltración [m^3/s]
C: coeficiente de Moritz (función del tipo de suelo) [m/día]
Q: caudal [m^3/s]
v: velocidad de escurrimiento [m/s]
v = Q/A
A: sección mojada [m^2]
L: longitud de canal [km]

Para un canal de sección trapezoidal, como el mostrado en el Cuadro Nº4.2.2-4, se tienen los siguientes parámetros:

ECUACIÓN Nº4.2-2
PERÍMETRO MOJADO

$$P = Bo + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + k^2}$$

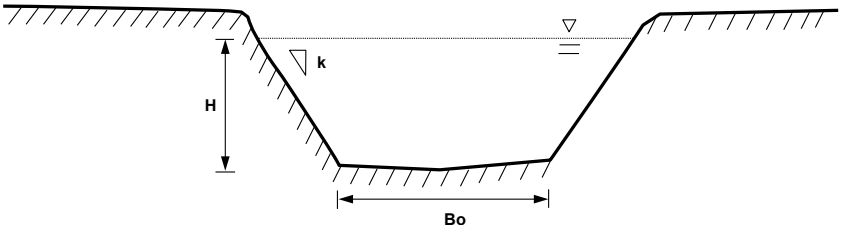
donde P se mide en (m).

ECUACIÓN Nº4.2-3
SECCIÓN MOJADA

$$A = (Bo + 2 \cdot k \cdot h) \cdot h$$

donde A se mide en (m^2)

CUADRO Nº4.2.2-4
CANAL DE SECCIÓN TRAPEZOIDAL



Moritz caracteriza el tipo de terreno a través de un coeficiente C. En el siguiente Cuadro Nº4.2.2-5 se presentan los valores de C según las caracterizaciones del tipo de suelo.

CUADRO Nº4.2.2-5
VALORES DE C PARA LA FÓRMULA DE MORITZ

Tipo se suelo	C
Grava cementada y tosca con arena	0,34
Suelo arcilloso	0,41
Légamo arenoso	0,66
Ceniza volcánica	0,68
Ceniza volcánica con arena	0,98
Arena y ceniza volcánica o arcilla	1,20
Suelo arenoso con roca	1,68
Suelo arenoso y de grava	2,20

Fuente: U.S. Bureau of Reclamation Service

Las pérdidas por infiltración dependen del tipo de suelo, pero también de la calidad de agua que transporta el canal.

Un agua con mayor sedimento, permite que en el suelo se forme una capa que actúa como impermeabilizante natural, disminuyendo las pérdidas por infiltración que serían mayores si se considerará solo el tipo de suelo original. En el caso de un canal que conduce agua más limpia no se considera el efecto producido por los sedimentos.

En relación a lo anterior, y para determinar el coeficiente C de Moritz, se utiliza un criterio de aproximar o ponderar los diferentes coeficientes mostrados en el Cuadro Nº4.2.2-5 con el fin de estimar el valor que más se acerque a lo existente.

El coeficiente de Moritz estimado para este caso se presenta en el Cuadro Nº4.2.2-6

CUADRO Nº4.2.2-6
ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE C DE MORITZ PARA LOS CASOS SELECCIONADOS

TIPO SUELO SIMILAR O EQUIVALENTE	COEFICIENTE C DE MORITZ
Arcilloso y légamo arenoso	0,54

Los antecedentes de terreno para la estimación de las pérdidas por infiltración se presentan en el Cuadro Nº4.2.2-7 siguiente.

CUADRO Nº4.2.2-7
ANTECEDENTES TRAMO CANAL

Kilometraje		Long. del Tramo L (m)	Cota Fondo		Desnivel Bruto Δh (m)	Pend. Media i	Caudal Inicio Qo (m^3/s)	Talud medio k	Coef. De Rugos. Manning η	Ancho Basal Medio Bo (m)
Inicio (m)	Térm (m)		Inicio (m)	Térm (m)						
0	1.850	1.850	166,80	164,83	1,97	0,0011	3,70	0,80	0,030	3,9

Los parámetros para el escurrimiento, calculados con los antecedentes presentados en el cuadro anterior, se presentan en el Cuadro Nº4.2.2-8.

CUADRO Nº4.2.2-8
ESCURRIMIENTO

Altura Normal Hn (m)	Altura Crítica Hc (m)	Secc. Mojada A (m2)	Vel. Media v (m/s)	Per. Mojado P (m)
0,9	0,5	4,4	0,9	5,1

Las pérdidas por infiltración se calcularon con el método de Moritz y los resultados se muestran en el Cuadros Nº4.2.2-9.

CUADRO Nº4.2.2-9
PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN
MÉTODO DE MORITZ

Coef. de Moritz C	Pérdida Media Estimada (m^3/s)	Pérdida Porcentual por tramo %
0,54	0,08	2,11

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.3.- Caudales de generación o turbinables.

Los caudales de generación se obtienen una vez que se satisface la demanda de riego de los cultivos, que es el uso principal que tiene el canal. El cálculo se presenta en el Anexo A.

En el Cuadro Nº4.3-1 se presentan los caudales de generación para la central.

CUADRO Nº4.3-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE GENERACIÓN O TURBINABLES

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES TURBINABLES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1970-1971	1,67	4,95	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	2,28
2	1971-1972	1,66	4,92	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	2,27
3	1972-1973	1,87	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	2,31
4	1973-1974	1,38	4,08	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	2,17
5	1974-1975	1,24	3,66	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	2,12
6	1975-1976	1,50	4,43	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	2,21
7	1976-1977	1,14	3,36	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	2,08
8	1977-1978	1,70	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	2,29
9	1978-1979	1,80	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	2,30
10	1979-1980	1,49	4,40	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	2,21
11	1980-1981	2,01	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	2,32
12	1981-1982	1,75	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	2,29
13	1982-1983	1,85	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	2,30
14	1983-1984	1,08	3,19	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	2,06
15	1984-1985	1,88	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	2,31
16	1985-1986	1,11	3,27	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	2,07
17	1986-1987	1,70	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	2,28
18	1987-1988	1,23	3,64	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	2,12
19	1988-1989	0,89	2,65	5,00	5,00	5,00	4,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	1,95
20	1989-1990	1,07	3,17	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	2,06
21	1990-1991	1,26	3,74	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	2,13
22	1991-1992	1,43	4,23	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	2,19
23	1992-1993	2,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	2,32
24	1993-1994	1,85	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	2,30
25	1994-1995	1,43	4,24	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	2,19
26	1995-1996	1,33	3,92	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	2,15
27	1996-1997	0,66	1,95	4,00	4,92	4,33	3,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	1,62
28	1997-1998	1,59	4,71	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	2,25
29	1998-1999	0,61	1,80	3,69	4,54	4,00	3,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	1,50
30	1999-2000	1,35	3,99	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	2,16
Promedio		1,52	4,22	4,94	4,99	4,96	4,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	2,18

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5. Topografía

5.1.- Generalidades y contenidos

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5.1. Generalidades

5.1.- Generalidades y contenidos.

Para disponer de los antecedentes necesarios para elaborar un prediseño conceptual de obras de generación, además de incrementar la precisión de planos y mapas existentes que contienen en forma aproximada los desniveles geométricos disponibles para generación, se realizó en terreno los respectivos levantamientos topográficos.

Los levantamientos ejecutados se materializaron mediante los siguientes instrumentos o equipos: GPS Geodésico para traslado de cota absoluta; Estación Total para tomar los perfiles de las obras; nivel topográfico automático para traslado interno de cotas; medidas a huincha; equipo de ge oreferenciación GPS Garmin para coordenadas. Simultáneamente se empleó la herramienta Google Earth Plus para chequeo, orientación e identificación de trazados generales.

Luego de realizar el recorrido de terreno y de plantear las nuevas obras, se tomaron perfiles longitudinales y transversales del canal, previamente estacado y balizado, en todo el sector de interés para el prediseño de la central, en que se introducirán modificaciones a las obras existentes y por tanto son materia de inversión.

Se incluyeron cotas por el río en la bocatoma que requiere mejoramientos. En el sector de la central, se tomaron perfiles del terreno siguiendo el trazado del tubo presurizado, desde la cámara de carga hacia la casa de máquinas, además del desagüe o devolución de las aguas al cauce receptor.

Se presentan los levantamientos en los planos con los diseños conceptuales en AUTOCAD, con vistas en planta, perfiles transversales y perfiles longitudinales. Las cotas son homologadas a IGM, pero con traslado mediante GPS geodésico desde la referencia altimétrica conocida, hacia el sector del proyecto. Se realizó un estacado en los tramos de interés para el prediseño y que fueron nivelados.

La topografía se indica en las láminas 11-1 y 11-2 del Álbum de planos.

6.- Prediseño de Obras

6.1.- Obras civiles
6.2.- Obras electromecánicas
6.3.- Obras de transmisión
6.4.- Listado Planos de prediseño conceptual y topografía
6.5.- Cubicaciones y presupuesto

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.1.-Obras civiles.

Las obras civiles propias para generación en una minicentral incluyen: cámara de carga, rejas, vertedero para rechazo de carga, desarenador y/o decantador, tuberías forzada y para purga, casa de máquina con el equipamiento hidro electro generador y puente grúa, obra de descarga de la turbina, obras de devolución de derechos al río y/o canal.

6.1.1.- Desarenadores, vertederos de carga y rejas

6.1.1.1.- Metodología de cálculo del desarenador

Para una altura de escurrimiento se determina el tiempo de s edimentación de u na partícula:

ECUACIÓN Nº6.1.1-1
TIEMPO DE SEDIMENTACIÓN

$$t = \frac{H}{w}$$

Donde:
H: altura de escurrimiento
w: velocidad de sedimentación

Conocida la velocidad de escurrimiento en el desarenador, se puede determinar el largo L del mismo, considerando el tiempo de sedimentación antes calculado.

ECUACIÓN Nº6.1.1-2
LONGITUD DEL DESARENADOR

$$L = t \cdot v = t \cdot \frac{Q}{A}$$

Donde:
t: tiempo de sedimentación
v: velocidad de escurrimiento
A: área de escurrimiento

Se debe considerar una velocidad entre 0,2 - 0,4m/s de modo de asegurar un flujo laminar que permita la sedimentación de los sólidos presentes en el agua.

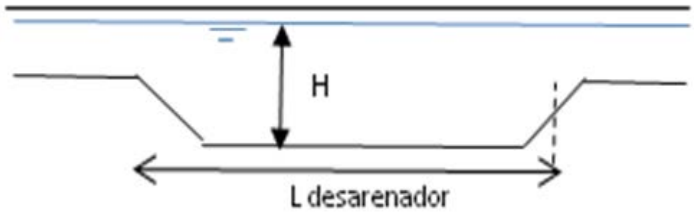
La sección del desarenador corresponde a una sección rectangular, en la que se incluye una cubeta para la decantación de las arenas. El área de esta sección es

ECUACIÓN Nº6.1.1-3
SECCIÓN DEL DESARENADOR

$$A = H \cdot b$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.1.1-1
DESARENADOR



Para este caso se tienen los siguientes antecedentes presentados en el Cuadro Nº6.1.1-2.

CUADRO Nº6.1.1-2
ANTECEDENTES

Q (m^3/s)	H (m)
3,7	1,24

Para la unidad de desarenación, se determina el ancho del desarenador y la profundidad donde decantarán las arenas, de modo de poder reducir la velocidad para la decantación

CUADRO Nº6.1.1-3
DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR

Q (m3/s)	h arena (m)	Ancho b (m)	Sección (m^2)	Velocidad (m/s)
3,7	3,5	4	19,0	0,20

Con la altura total del desarenador, correspondiente a la suma de la altura de escurrimiento en el canal y la profundidad para las arenas, se puede calcular el tiempo de decantación de las partículas.

CUADRO Nº6.1.1-4
CÁLCULO TIEMPO DE DECANTACIÓN DE LAS PARTÍCULAS

W (cm/s)	Htotal (m)	t dec (s)
2,5	4,74	190

Una vez calculado el tiempo de decantación, se obtiene el largo del desarenador, L, que corresponde al largo mínimo para que la totalidad de partículas con una velocidad de decantación w ≥ 2,5cm/s lleguen al fondo del desarenador. En la siguiente tabla se entrega un r esumen de las dimensiones del desarenador; altura total (altura de escurrimiento), ancho y largo.

CUADRO Nº6.1.1-5
RESUMEN DE LAS DIMENSIONES DEL DESARENADOR

Q (m3/s)	ancho b (m)	H total (m)	L (m)
3,7	4	4,74	37,0

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

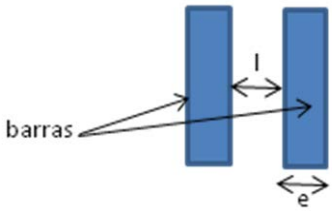
6.1.1.2.-Metodología de cálculo de la reja

Las rejas serán diseñadas con los siguientes parámetros:

Espesor de barras, e (mm)= 6 (pletinas de acero)

Luz de paso entre barras, l (mm) = 30

CUADRO Nº6.1.1-6
REJA



Con el objeto de atenuar las pérdidas de carga en la central, se considerarán bajas velocidades en la entrada a la reja del orden de 0,5m/s.

Conocida la altura de escurrimiento y la velocidad se puede determinar el caudal que pasa entre barras, q, del siguiente modo:

ECUACIÓN Nº6.1.1-4
CAUDAL ENTRE BARRAS

$$q = v \cdot h \cdot l$$

El número de espacios entre rejas necesarios para permitir el paso del caudal total, n, se calcula como:

ECUACIÓN Nº6.1.1-5
ESPACIOS ENTRE REJAS

$$n = \frac{Q}{q}$$

Entonces, el largo total de la reja, L, será:

ECUACIÓN Nº6.1.1-6
LONGITUD TOTAL REJA

$$L = n \cdot l + (n+1) \cdot e$$

Considerando que se necesita una barra más que el número de espacios de la reja.

En el Cuadro Nº6.1.1-7 se presenta un resumen con el dimensionamiento de la reja.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº62.1.1-7
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO REJA

Q (m3/s)	Altura	Sección (m^2)	q	n	L reja (m)
3,7	1,24	0,04	0,019	199	7,2

6.1.1.3.- Metodología de cálculo del vertedero

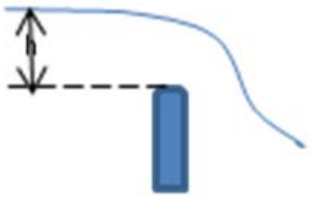
Para determinar la longitud del vertedero, se utilizará la fórmula de vertedero longitudinal.

ECUACIÓN Nº6.1.1-7
FORMULA VERTEDERO LONGITUDINAL

$$Q = m \cdot L \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

Donde m = 0,40

CUADRO Nº6.1.1-8
VERTEDERO



De este modo se calculará la longitud del vertedero, considerando una altura que permita el adecuado vertimiento de las aguas en el caso de que la central rechace todo el caudal, y dejando una revancha entre la cota máxima sobre el vertedero y la cota del muro.

Los vertederos fueron diseñados como vertederos de carga frontal, calculados para la condición más desfavorable, que corresponde al rechazo de la carga por parte de la central, cuando el flujo en la cámara de carga se detiene y todo el flujo debe verter hacia la purga.

En el Cuadro Nº6.1.1-9 se presenta un resumen del dimensionamiento del vertedero de carga.

CUADRO Nº6.1.1-9
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO VERTEDERO DE CARGA

Q (m3/s)	H (m)	L (m)
3,7	0,4	8,3

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.1.2.- Cámara de carga

La cámara de carga remata el acueducto de aducción, y sirve de transición entre éste y las tuberías forzadas en presión. Está cámara consiste básicamente en un estanque que, en su sección de unión con las citadas tuberías, posee la profundidad necesaria para evitar que puedan formarse vórtices a través de los cuales entre aire hacia el interior de las tuberías, lo cual debe evitarse, ya que introduce una irregularidad en la rotación de la turbina. La cámara de carga incluye normalmente un sistema de compuertas de servicio y de emergencias que permiten cerrar el paso del agua. Estas compuertas se colocan en la entrada de la tubería forzada para poder realizar una inspección o trabajo de ésta.

La cámara de carga se prediseña de hormigón armado. Esta obra permite imponer una cota piezométrica muy estable frente a oscilaciones del caudal, como resultado de maniobras en la central.

La evacuación de las aguas que fluyen por la aducción cuando por alguna razón se detienen las unidades generadoras, es a través del vertedero ubicado próximo a l a cámara de carga para evacuar el caudal de exceso.

Se consultan en general cámaras de c arga ubicadas en el canal de riego, o inmediatamente al costado de éste. En este caso la cámara puede ser a la vez desarenador.

Para efecto del prediseño se consultan velocidades relativamente bajas en esta obra cercana a 1 m/s, para estabilizar al máximo el flujo, antes de entrar a la tubería forzada. Se aplican además consideraciones y recomendaciones típicas de sumergencia mínima.

Para el dimensionamiento de las cámaras de carga, se considerará el ancho igual al de la reja. La altura mínima de agua en su interior debe ser tal que evite la entrada de aire a las tuberías forzadas debido a la sumergencia. Esta altura se calcula con la siguiente fórmula:

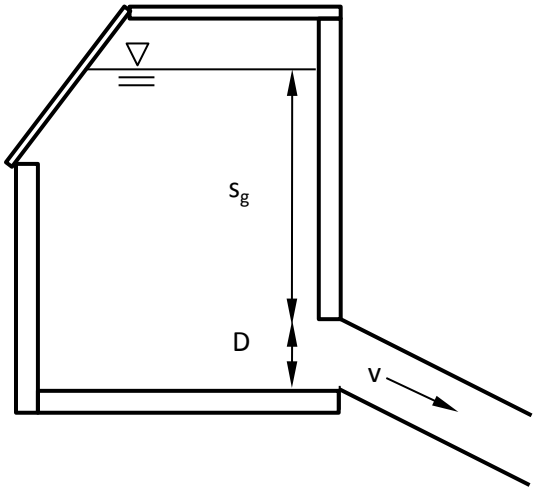
ECUACIÓN Nº6.1.2-1
FÓRMULA DE GORDON

$$s_g = 0{,}554 \cdot v \cdot \sqrt{D}$$

Donde:
Sg: sumergencia (m)
v: velocidad de escurrimiento en la tubería forzada (m)
D: diámetro de la tubería (m)

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº 6.1.2-1
CÁMARA DE CARGA



Entonces, la altura mínima del agua al interior de la cámara de carga deberá ser:

$$h_{min} = s_g + D$$

CUADRO Nº6.1.2-2
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO CÁMARA DE CARGA

Q (m^3/s)	D (mm)	Dint (mm)	V (m/s)	Sg (m)	Altura agua min (m)
3,7	1600	1522	2,0	1,4	3,0

6.1.3.- Machones de anclaje

6.1.3.1.- Dimensionamiento de Machones de Anclaje

En el cálculo de los machones de anclaje, debe tenerse en cuenta que el machón debe ser emplazado en:

Cambios de dirección:
- Machón en puntos altos.
- Machón en puntos bajos.
- Machón en curvas horizontales.

Puntos de origen de extracciones:
- Cambios de sección.
- Puntos de apoyo.

Los machones se dimensionan de tal manera que las diferencias de presión no equilibradas sean equilibradas con el peso propio del machón, el roce de éste contra el terreno y el empuje pasivo del suelo en la cara de contacto del machón.

En todos los tipos de machones se analizará el caso cuando el suelo en contacto con la

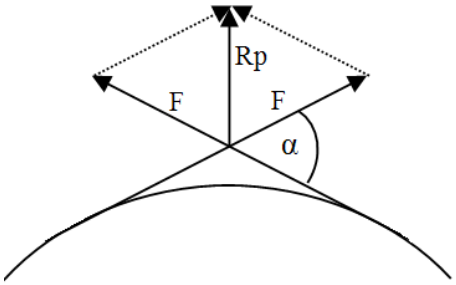
cara inferior del machón está resistiendo las fuerzas producidas por el peso del machón, el agua contenida en el tubo, el suelo sobre el machón y el peso de la tubería inserta en el machón, según corresponda.

Se considerará un factor de seguridad (FS), que será la razón entre las fuerzas resistentes y las solicitantes.

Además, para efectos de dimensionar el machón y de simplificar el cálculo se considerará uno de forma cúbica (de arista “a") y que en su interior corre una tubería la cual debe descontar su volumen y peso.

Cálculo de los distintos tipos de machones.

Machones para cambio de dirección (vertical u horizontal).



$$F_p = P \cdot A_{tub}$$

Donde:

F_P = fuerza debido a la presión.
P = presión en el punto.
A_{tub} = sección tubería

Además se debe incluir la componente de la velocidad, la cual genera una fuerza centrípeta:

$$F_v = A_{tub} \cdot \frac{2 \cdot v^2}{2 \cdot g} \cdot \gamma_{agua}$$

$$\gamma_{agua} = 1 \frac{ton}{m^3}$$

$$F_v = A_{tub} \cdot \frac{v^2}{g}$$

Donde:
v = es la velocidad del flujo.
g = la aceleración de gravedad.

Entonces la fuerza debido al flujo será:

$$F_{flujo} = F_p + F_v$$

$$F_{flujo} = p \cdot A_{tub} + A_{tub} \cdot \frac{v^2}{g}$$

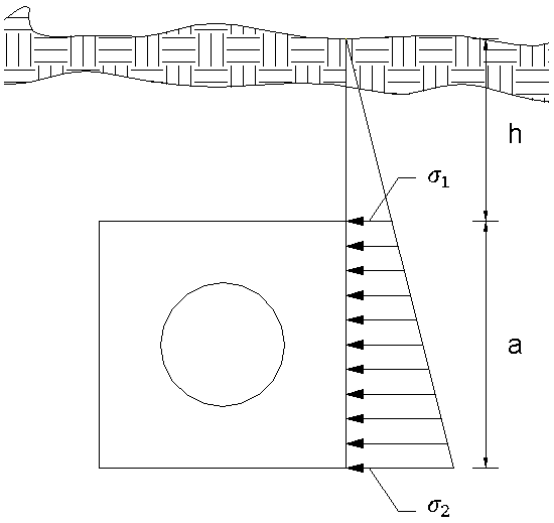
$$F_{flujo} = A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g} \right)$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Para el caso de la figura anterior tenemos:

$$F_{flujo\,total} = R_p = 2 \cdot F_{flujo} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 2 \cdot A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Otro caso de análisis es cuando tenemos el suelo en contacto con la cara lateral del machón y éste está resistiendo la fuerza generada por el flujo, en éste caso tenemos:



$$\sigma_1 = k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot h$$
$$\sigma_2 = k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (h + a)$$

Entonces el empuje pasivo generado por el suelo es:

$$E = \left[\frac{(\sigma_1 + \sigma_2) \cdot a}{2}\right] \cdot a$$
$$E = \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2}{2}$$

Machón en puntos altos.

La fuerza debido al flujo es resistida por el peso propio del machón en un eje y en el otro por la fuerza de roce que genera el machón más la otra componente de la fuerza del flujo. En este caso no se considera el empuje del suelo generado en la cara lateral del machón.

Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{x1} \leq \frac{F_{flujo} \cdot \cos(\alpha) + F_{roce}}{F_{flujo}}$$

$$\Rightarrow \quad FS_{x1} \leq \frac{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \cos(\alpha) + \left((a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon}\right) \cdot tg\left(\frac{2}{3} \cdot \emptyset\right)}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right)}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Peso\,machón}{F_{flujo} \cdot \sin(\alpha)} \quad \Rightarrow \quad FS_{y1} \leq \frac{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon}}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin(\alpha)}$$

$$FS_{y2} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\,machón + Peso\,agua + Peso\,suelo + Peso\,tubería}$$

$$\Rightarrow \; FS_{y2} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Machón en puntos bajos.

A la fuerza debido al flujo se le suma el peso propio del machón, el peso del agua contenida en la tubería, el suelo sobre el machón y el peso de la tubería inserta en el machón. En este caso el suelo es el que resiste las cargas solicitantes. La fuerza de roce no es considerada en este caso.

Es decir:

$$FS = \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{x1} \leq \frac{F_{flujo} \cdot \cos(\alpha) + E_{suelo}}{F_{flujo}}$$

$$\Rightarrow \; FS_{x1} \leq \frac{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \cos(\alpha) + k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right)}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{F_{flujo} \cdot \sin(\alpha) + Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin(\alpha) + (a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Machón en curvas horizontales.

La fuerza debido al flujo es resistida por el suelo en contacto con la cara lateral del machón.

Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

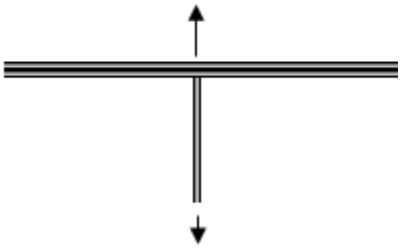
$$FS_{x1} \leq \frac{E_{suelo}}{F_{flujo\ total}} \quad \Rightarrow \quad FS_{x1} \leq \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{2 \cdot A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow \; FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_{suelo}} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Puntos de origen de extracciones.

La fuerza que desequilibra en este caso corresponde a la presión en el punto de extracción por el área de la tubería que extrae la cual es resistida por el suelo en contacto con la cara lateral del machón.



Tubería de extracción

Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

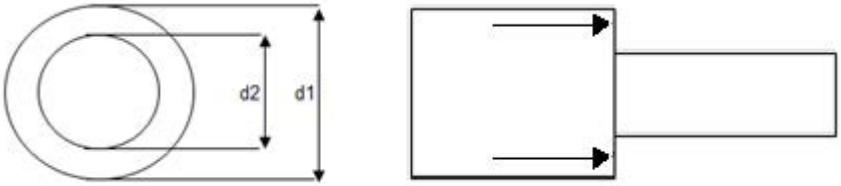
$$FS_{x1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{F} \Rightarrow FS_{x1} \leq \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{p \cdot A_{tub_extracción}}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Cambios de sección.

La fuerza que desequilibra en este caso corresponde a la presión en la diferencias de aéreas de las tuberías la cual es resistida por el suelo en contacto con la cara lateral del machón.



Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{x1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{F} \Rightarrow FS_{x1} \leq \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{p \cdot (A_{tub_1} - A_{tub_2})}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Puntos de apoyo.

La capacidad del suelo debe ser mayor que las fuerzas que solicitan. Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería + Empuje\ \Delta presión}$$

$$\Rightarrow \quad FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_{lineal_{tub}} \cdot a + A_{tub} \cdot \Delta p \cdot \sin(\alpha)}$$

Donde Δp corresponde al diferencial de presiones hidrostáticas entre puntos de apoyo

6.1.3.2.- Consideraciones de diseño

Se determinaron para cada central analizada los tipos de machones con los que cuenta, distinguiendo entre machones de apoyo, machón de punto alto, machón de punto bajo y machón en curva horizontal.

Se consideró un tamaño mínimo para cada machón de arista “a” como el diámetro de la tubería más 20cm, de modo que centrada la tubería en el machón, sobresalgan 10cm.

Para efectos de cálculo, se despreció el valor del peso de la tubería en el interior del machón.

Se utilizaron los siguientes valores como constantes, tanto del suelo como de las características de los materiales utilizados para la confección de los machones:

CUADRO Nº6.1.3-1
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y CONSTRUCTIVOS DE MACHONES DE ANCLAJE

kp suelo	1,8
γ suelo (ton/s)	2,2
Ø (º)	30
γ hgon (ton/s)	2,5
g (m/s2)	9,81
σ adm (kg/cm2)	3
golpe ariete (% est)	50

En los Cuadros Nº6.1.3-2 y 6.1.3-3 siguientes se presentan los antecedentes de l as tuberías forzada y de purga, respectivamente.

CUADRO Nº6.1.3-2
CAUDAL, CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS FORZADAS
Y VELOCIDADES DE ESCURRIMIENTO

Q(m3/s)	Tuberías Forzadas				
	Cantidad tuberías	D(mm)	D int(mm)	A(m2)	v(m/s)
3,7	1	1600	1522	1,82	2,03

CUADRO Nº6.1.3-3
CAUDAL, CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS DE PURGA
Y VELOCIDADES DE ESCURRIMIENTO

Q(m3/s)	Tuberías de Purga			
	D(mm)	D int(mm)	A(m2)	v(m/s)
3,7	1200	1141	1,02	3,62

En los Cuadros Nº6.1.3-4 a 6.1.3-11 se presentan los resultados del dimensionamiento de los machones

CUADRO Nº6.1.3-4
DIMENSIONAMIENTO DE MACHONES
DE APOYO DE TUBERÍAS FORZADAS

Arista machón (m)	Ángulo (º)	Peso suelo sobre machón (ton)	Empuje (ton)	Fuerzas solicitantes (ton)	Carga admisible (ton)	Fuerzas resistentes (ton)	FS
1,8	3,8	0	0,21	9,88	97,2	97,20	9,8

CUADRO Nº6.1.3-5
DIMENSIONAMIENTO DE MACHONES
DE APOYO DE TUBERÍAS DE PURGA

Arista machón (m)	Ángulo (º)	Peso suelo sobre machón (ton)	Empuje (ton)	Fuerzas solicitantes (ton)	Carga admisible (ton)	Fuerzas resistentes (ton)	FS
1,4	3,8	0	0,12	4,83	58,8	58,80	12,2

6.1.3.3.- Memoria de cálculo cubicación de machones de anclaje

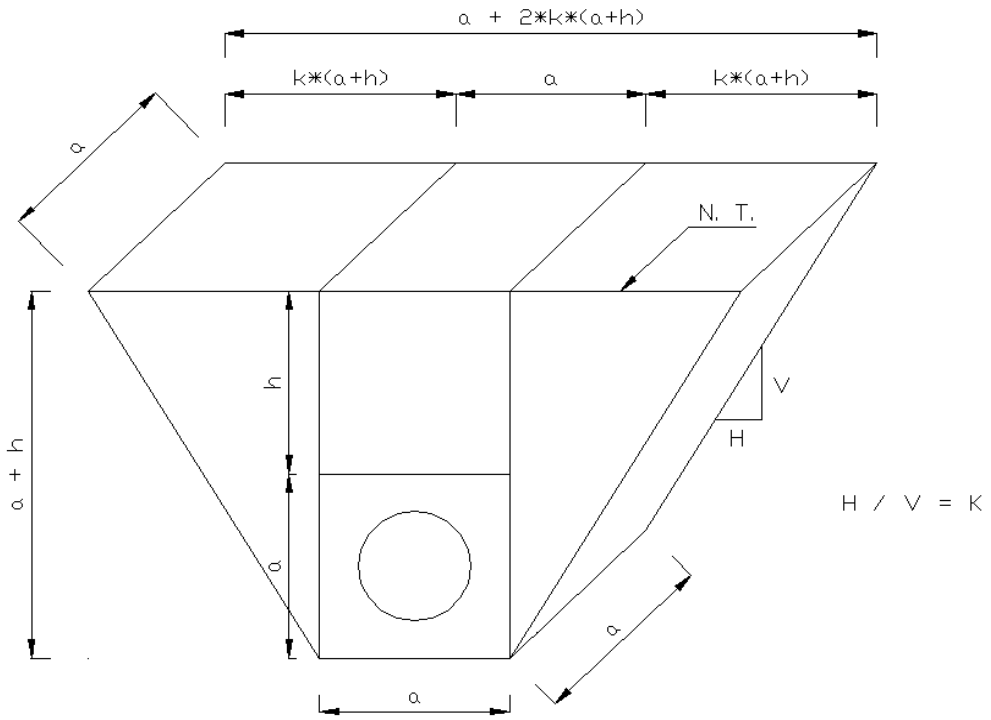
Los ítems a considerar en la cubicación de un machón de anclaje deben ser:

- Excavación.
- Hormigón Armado H-25.
- Moldaje.
- Relleno Común (compactación simple).

Al igual que la memoria de cálculo de los machones de anclaje, esta memoria se basara en machón cúbico de arista “a”.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.1.3-6
MACHON DE ARISTA "a"



Donde:
a = arista del machón.
h = altura desde el nivel de terreno al machón.
K = relación H / V.

- Excavación

El volumen a escavar es el área frontal de la figura por la profundidad, es decir:

$$Volumen_{excavación} = \left(a + a + 2 * k * (a + h)\right) \cdot \frac{(a + h)}{2} \cdot a$$

$$Volumen_{excavación} = \left(a + k * (a + h)\right) * (a + h) \cdot a$$

- Hormigón Armado H-25.

El volumen de hormigón es el volumen del cubo menos el volumen de la tubería en su interior, es decir:

$$Volumen_{hormigón} = a^3 - a \cdot A_{tub}$$

- Moldaje

La cantidad de moldaje corresponde al área de 4 caras del machón, es decir:

$$Área_{moldaje} = a^2 \cdot 4$$

- Relleno Común (compactación simple).

El volumen de relleno corresponde a la resta entre el volumen excavado y el volumen del machón, es decir:

$$Volumen_{relleno} = Volumen_{excavación} - Volumen_{machón}$$
$$Volumen_{relleno} = \left(a + k * (a + h)\right) * (a + h) \cdot a - a^3$$

6.1.4.- Determinación de diámetros de tubería. Pérdidas de carga friccionales y singulares. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga.

Para el cálculo de los diámetros de las tuberías se utiliza dos criterios según su función.

El primer criterio para determinación del diámetro en la tubería forzada, consiste en limitar la velocidad de escurrimiento al rango comprendido entre 2 y 2,5 m/s, de manera de tener las menores pérdidas de carga posible, tanto friccionales, como singulares.

El segundo criterio es para la determinación de la tubería de purga y/o descarga, en que se limita la velocidad a alrededor de 5 m/s, que es el máximo permitido en este tipo de material. Además, en el caso de la tubería de purga no es aplicable el criterio de minimizar las pérdidas de carga.

Según Hazen Williams, las pérdidas de de carga friccionales en una tubería están dadas por la Ecuación Nº6.1.4-1

ECUACIÓN Nº6.1.4-1
ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS

$$J = 10{,}655 \frac{Q^{1{,}852}}{C^{1{,}852} \cdot D^{4{,}869}}$$

Donde:
J: perdidas de carga friccionales (m/m)
Q: caudal porteado por la tubería (m^3/s)
C: coeficiente de Hazen Williams característico del material de la tubería
D: diámetro interior (m)

El diámetro queda determinado por la Ecuación Nº6.1.4-2

ECUACIÓN Nº6.1.4-2
DIÁMETRO DE LA TUBERÍA

$$D = \left(10{,}655 \frac{L \cdot Q^{1{,}852}}{(Dh - 10) \cdot C^{1{,}852}} \right)^{1/4{,}869}$$

En el Cuadro Nº6.1.4-1 se presentan los coeficientes de Hazen Williams más comunes para distintos materiales.

CUADRO Nº6.1.4-1
COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES

Material	C		Material	C	
Asbesto cemento	140		Hierro galvanizado	120	
Latón	130	140	Vidrio	140	
Ladrillo de saneamiento	100		Plomo	130	140
Hierro fundido, nuevo	130		Plástico (PE, PVC)	140	150
Hierro fundido, 10 años de edad	107	113	Tubería lisa nueva	140	
Hierro fundido, 20 años de edad	89	100	Acero nuevo	140	150
Hierro fundido, 30 años de edad	75	90	Acero	130	
Hierro fundido, 40 años de edad	64	83	Acero rolado	110	
Concreto	120	140	Lata	130	
Cobre	130	140	Madera	120	
Hierro dúctil	120		Hormigón	120	140

Tubería Forzada

En el Cuadro Nº6.1.4-2 se presentan los antecedentes de topografía de la caída para generación

CUADRO Nº6.1.4-2
ANTECEDENTES TOPOGRAFÍA CAÍDA

Kilometraje		Longitud Total	Cota		Dh Total	Qo
Inicio	Término		Inicio	Término		
(Km)	(Km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m^3/s)
0,00	0,06	57,00	166,40	160,80	5,60	3,70

El resumen de los cálculos se muestran en el Cuadro Nº6.1.4-3

CUADRO Nº6.1.4-3
RESUMEN DE CÁLCULOS TUBERÍA FORZADA

Caudal	Coef. rugosidad de Hazen-Williams	Diámetro interior	Longitud tubería	Velocidad	Pérdida friccional unitaria	Pérdida friccional total	Pérdida singular	Pérdidas totales
Q (m^3/s)	C	Di (m)	L (m)	v (m/s)	J (m/m)	JL (m)	3*v^2/2g (m)	(m)
3,70	150	1,53	57	2,0	0,00139	0,079	0,61	0,69

Diámetro Nominal (exterior) **1.400** **mm**
Diámetro interior **1.332** **mm**
espesor = 34 mm

2,7	0,00278	0,158	1,08	1,24

TUBERÍA HDPE PECC 100 PN4

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.2.- Obras electromecánicas

Las obras electromecánicas se ubican en la casa de máquina, y corresponden a los equipos propios de generación entre las más importantes se consideran la turbina y el generador.

En este caso se consulta una turbina Francis de origen chino, con una potencia nominal de 0,2 Mw en relación a los parámetros de altura de caída y caudal indicados. Asociada a esta turbina, se considera un generador tipo sincrónico. Además se incluyen sistemas de regulación, tableros de control y protección del generador.

En cuanto a equipos mecánicos, se utilizan válvulas tipo mariposa con actuador hidráulico entre la tubería forzada y la turbina.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.3.- Obras de transmisión

En los subcapítulos siguientes se utilizan las abreviaturas que a continuación se señalan.

CDEC: Centro de Despacho Económico de Carga.
SIC: Sistema Interconectado Central.
SSTx: Sistema de Subtransmisión Eléctrica
SDx: Sistema de Distribución Eléctrica
MT: Media Tensión.
BT: Baja Tensión.
LMT: Línea de Media Tensión
LAT: Línea de Alta Tensión
CNR: Comisión Nacional de Riego.
S/E: Subestación.
13,2 KV, 13,8 KV, 15 KV, 23 KV, 66 KV: Niveles de tensión expresados en Kilo Volts.
CGED: Compañía General de Electricidad Distribución.
CGET: Compañía General de Electricidad Transmisión.
SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
COOPELAN: Cooperativa Rural Eléctrica Los Ángeles.
SAESA: Sociedad Austral de Electricidad S.A.
FRONTEL: Empresa Eléctrica de la Frontera
EMETAL: EMELECTRIC Talca

Las obras de transmisión que incluyen: subestación elevadora de tensión (transformador de poder tipo elevador, interruptores, transformadores de potencial y de corriente, medidor de energía, protección multifuncional, sala de control, líneas de media tensión (LMT) de interconexión (incluye postes y estructuras), paño de interconexión (reconectador, equipo de medida, transformador de servicios auxiliares (SS/AA))

6.3.1.- Conexión a la Red.

6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica

Uno de los aspectos de r elevancia en la evaluación de un pr oyecto de generación eléctrica lo constituye el análisis de los potenciales puntos de conexión al sistema eléctrico existente, para ser utilizados como medio de evacuación de la energía eléctrica generada, de manera de asegurar este aspecto específico sobre la viabilidad y desarrollo del proyecto.

En efecto, existe la normativa que permite el libre acceso de los actores que deseen ingresar al mercado eléctrico chileno, a los sistemas eléctricos. Estos sistemas eléctricos son los denominados: Sistemas de Distribución, Sistemas de Subtransmisión y la Transmisión Troncal.

Para este fin se realizó un levantamiento específico de información en terreno destinado a detectar la factibilidad de inyectar la energía generada al sistema eléctrico y sobre las posibles limitaciones físicas.

Para este efecto se ingresaron las solicitudes de conexión en la respectiva empresa eléctrica, que se acompañan en el punto 6.3.1.3.

En los subcapítulos siguientes se indican referencialmente las características generales de los equipos primarios involucrados y de las líneas que se prediseñarán para la

inyección de energía, esquematizando el proceso desde el punto de la generación en la central hidroeléctrica, hasta el punto de conexión elegido.

6.3.1.2.- Ubicación y caracterización de líneas más cercanas

El proyecto está ubicado en el sector fundo Santa Isabel en la comuna de Los Ángeles, siendo el punto que presenta la mayor factibilidad de conexión eléctrica perteneciente a la empresa de distribución CGED, cuya LMT es trifásica. El número de placa que identifica a potencial punto de conexión es el Nº556095. En las figuras siguientes se presenta el croquis general identificando los puntos de interés y trazado de LMT de interconexión de central generadora al SD.

CUADRO Nº 6.3.1-1
PLANTA DE UBICACIÓN

CUADRO Nº6.3.1-2
PUNTO DE CONEXIÓN

- Subestación Elevadora.

De acuerdo a la potencia de la central el transformador de poder a utilizar es de 1 MVA de potencia del tipo elevador, 6,3/15 kV conexión ΔYn1. A continuación se presentan los equipos primarios que componen la S/E elevadora.

- Transformador de poder de 1 MVA, 6,3/15 kV, Conexión ΔYn1
- Interruptor trifásico lado MT
- Desconectadores tripolares lado MT/BT
- Transformador de potencial trifásico barra MT
- Transformador de corriente trifásico
- Transformador de SS/AA de 30 kVA
- Desconectadores fusibles transformador de SS/AA
- Postes de concreto, aisladores y estructuras
- Equipos de medida y protecciones eléctricas
- Sala de control y comando
- Pararrayos
- Barra MT
- Barra BT

- Línea de interconexión.

Interconecta desde la barra de MT de central a punto potencial de conexión identificado con el número de placa Nº556095. Sera trifásica del tipo aérea en conductor de aluminio de 33 mm^2 con una extensión aproximada de 0,3 km. La aislación y estructuras irán montadas en postes de hormigón de 11,5m. El trazado se proyecta por predio particular. De acuerdo a los antecedentes recopilados en la visita a terreno no se observa restricción técnica para realizar la interconexión de la central al SD.

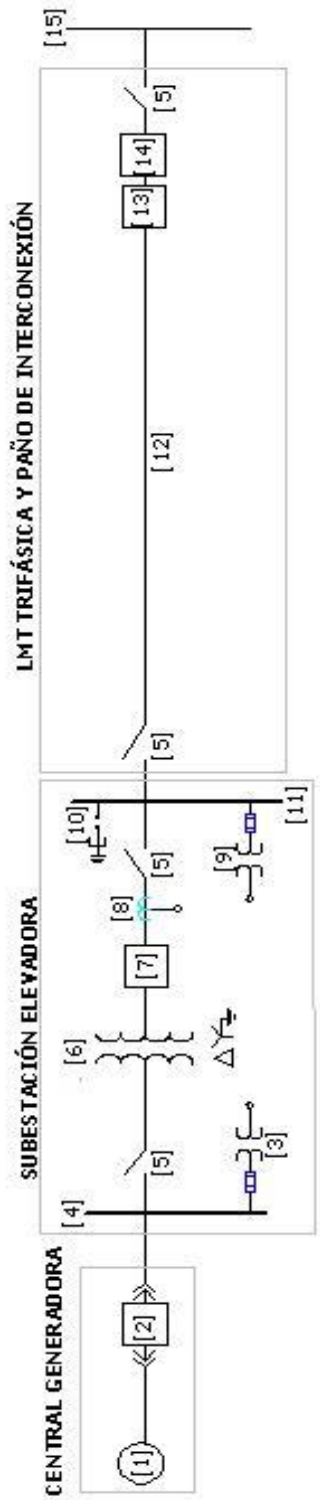
- Paño de interconexión al Sistema Eléctrico.

Corresponden a l os equipos que interconectaran la LMT particular al SD y está compuesto por los siguientes equipos primarios:

1.- Reconectador con caja de control y protecciones
2.- Equipo compacto de medida y medidor de energía
3.- Desconectadores fusibles
4.- Transformador de servicios auxiliares
5.- Desconectadores cuchillas.
6.- Postes de concreto de 11,5 metros, aisladores y estructuras

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.3.1-3
ESQUEMA GENERAL S/E ELEVADORA, LMT DE INTERCONEXIÓN Y PAÑO DE CONEXIÓN AL SD



[1] Generador Eléctrico
[2] Interruptor trifásico generador con sincronizador
[3] Transformador de servicios auxiliares
[4] Barra de Baja Tensión
[5] Desconectadores trifásicos tipo cuchillos
[6] Transformador de poder trifásico 1MVA 6,3/15 kV tipo elevador
[7] Interruptor trifásico Media Tensión
[8] Transformador de corriente trifásico
[9] Transformador de potencial trifásico
[10] Pararrayos
[11] Barra de Media Tensión
[12] Linea de interconexión entre central generadora y sistema de distribución
[13] Equipo compacto de medida y medidor de energía eléctrica
[14] Interruptor de acoplamiento al SD (exigencia norma técnica PMGD)
[15] Sistema de distribución

Nota: La Central Generadora ha sido dibujada solo para identificar el punto de conexión con la Subestación elevadora. El nivel de tensión del lado secundario del transformador de poder y LMT serán confirmados una vez recepcionada la información de las empresas eléctricas, mismo caso para la definición de las capacidades de los demás equipos (amperes)

6.3.1.3.- Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño

INGESAGRO
INGENIEROS LTDA.

Los Ángeles, 13 de agosto 2010.

Señor
Carlos Alejandro Farfal Aros
Jefe Zonal Temuco de Área Estudios y Proyectos
Región Araucanía, Chile

REF.: Solicitud de Información para conexión de PMGD, CANAL LAJA SUR, CANAL RARINCO QUILQUE – DIUTO 3 a SD.

De nuestra consideración:

Informamos a usted, como empresa Sociedad **Ingesagro Ingenieros Ltda.**, la intención de interconectar a vuestras redes de distribución (SD) el proyecto de generación calificado como Medio de Generación No Convencional (MGNC), el cual contempla una unidad de generación de 0,7 MW.

De acuerdo a la potencia instalada y al medio de evacuación de la energía generada (Línea de Media Tensión) la central proyectada califica como Pequeño Medio de Generación Distribuido (PMGD), calificación que se describe en el DS 244 el cual tiene relación con los MGNC.

Dado lo anterior y dando cumplimiento a lo estipulado en el DS 244 y en "Norma técnica de conexión y operación de PMGD en instalaciones de Media Tensión" es que adjuntamos a usted Solicitud de Información según Formulario Nº 1, en donde solicitamos el envío de la información detallada, la cual será utilizada para realizar los estudios respectivos que permitirán la futura conexión y operación de la central

Se despide atentamente de usted.

Sara Fuentes Morales
Ingesagro Ingenieros Ltda.
energía@ingesagro.cl
www.ingesagro.cl .
Casilla 707 Los Ángeles
7-9580327

CGE DISTRIBUCION
SECRETARIA GERENCIA
TEMUCO

13 AGO. 2010

CC: Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC)

Ingeniería y Gestión en Energías, energia@ingesagro.cl Casilla 707 Los Ángeles, www.ingesagro.cl .

FORMULARIO 1: SOLICITUD DE INFORMACIÓN

IDENTIFICACIÓN DEL INTERESADO

Nombre	Ingesagro Ingenieros Ltda	Teléfono	79580327
Dirección	Casilla 707 Los Ángeles	Fax	
Ciudad	Los Ángeles	mail	energia@ingesagro.cl

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto	CANAL LAJA SUR, CANAL RARINCO QUILQUE – DIUTO 3
Dirección	Sector Fundo Santa Isabel
Comuna	Los Ángeles
Ciudad	Los Ángeles

Datos de Conexión	Potencia Activa a Inyectar					0,7	MW
	Predicción de Energía Anual					3.629	MWh
Energético Primario	Eolico	☐	Biomasa	☐	Desechos	☐	
	Hidro	☑	Gas	☐	Otros	☐	
	Fotovoltaica	☐	Diesel/Fuel oil	☐			

Empresa Distribuidora o la Empresa con Instalaciones de Distribución, en su caso: **CGED**

Punto de Conexión Deseado:

Placa Poste Nº 456095

Alimentador seleccionado: Por confirmar Nivel de Tensión 15000 V

INFORMACION A SOLICITAR

- ☑ Secciones y tipos de conductor existentes en cada segmento del trazado de la red
- ☑ Demanda de diseño del alimentador en la cabecera, y la última lectura de demanda máxima anual verificada o estimada
- ☑ Capacidad de cortocircuito de la Subestación que abastece al alimentador
- ☑ Plano referenciado geograficamente del alimentador seleccionado
- ☑ Descripción de equipos de protección y maniobra ubicados en el alimentador seleccionado
- ☑ Descripción de los equipos de compensación de reactivos
- ☑ Información de proyectos futuros en el alimentador
- ☑ Descripción de otras unidades de generación operando en el alimentador
- ☑ Otra información que se considere necesaria

Especificar:

- Ubicación equipos protección y compensación de reactivos (condensadores. Reguladores de voltage etc)
- Bloques de demanda mínima, media y máxima.
- Ratificar nivel de tensión de punto de conexión.
- Incluir nombre de Alimentador

Lugar, Fecha	Firma:	Recibido:
Los Ángeles, 13 de Agosto 2010		

SECRETARIA GERENCIA TEMUCO

Los Angeles, 3 de septiembre de 2010
LA-N°576/2010

Señores
Ingesagro Ingenieros Ltda.
Casilla N° 707
Los Angeles

Ref.: Adjunto información.

En respuesta a su atenta relacionada, con completar información y solicitar factibilidad de realizar estudio para la conexión de un PMGD, en canal Laja Sur, canal Rarinco Quilque-Diuto 3 a SD, nos es grato adjuntar datos relacionados con instalaciones de CGE Distribución, resumidos en FORMULARIO 2 de la CNE el cual se adjunta en forma digital en CD.

Quedando a su disposición para cualquier consulta respecto a la información entregada, saluda atentamente a usted.

CGE DISTRIBUCIÓN S.A.

Flavio Soto Cerda
Administrador

CC. : Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC)
Gerente Zonal Temuco

RER/cartas_varias2010/PMGD-canal Laja sur, canal Rarinco Quilque-Diuto_Ingesagro.docx

CGE DISTRIBUCION S.A.
J. Manso de Velasco N° 39
Teléfono:
600 6243243
Fax: 43 - 209105
Casilla 72
Los Angeles - Chile

A continuación se presenta el prediseño y valorización de las componentes del proyecto eléctrico correspondientes a la S/E Elevadora, Línea Eléctrica de Interconexión al sistema, Paño de interconexión, ya sea en SD o SSTx y obras adicionales.

Central Canal Laja Sur, Canal Rarinco Quilque – Diuto 3 [0,2 MW]

Resumen técnico proyecto y SD

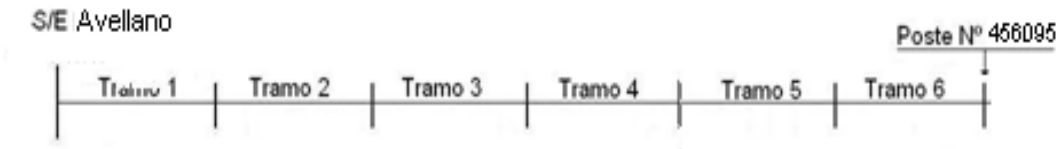
Nombre Proyecto	CH Diuto 3
Potencia a Inyectar (MW)	0,2
Energía Anual (MWh)	1036,8
Ubicación	Los Ángeles
Empresa Propietaria SD	CGED
Punto de conexión a SD	Poste Nº 456095

Información Técnica SD empresa CGED S.A.

			LMT Pto. Conexión		Cortocircuito* MVA	Demanda Min/Med/Max MVA
S/E Primaria	Alimentador	Tensión kV	1F, 2F, 3F	Conductor		
Avellano	Sor Vicenta	15	3F	Al 3x70 mm^2	25,4	2,4/3,5/5,13

*Punto de repercusión

Diagrama Unilineal SD hasta punto de conexión



Tipos de conductores por tramo

Tramo 1: 0,047 kilómetros conductor de cobre de 53 mm^2
Tramo 2: 0,254 kilómetros conductor de cobre de 26,7 mm^2
Tramo 3: 1,532 kilómetros conductor de aluminio protegido de 70 mm^2
Tramo 4: 1,306 kilómetros conductor de cobre de 26,7 mm^2
Tramo 5: 0,456 kilómetros conductor de cobre de 16 mm^2
Tramo 6: 1,632 kilómetros conductor de aluminio protegido de 70 mm^2

Equipos Primarios Conexión PMGD

Item	Descripción	Cantidad
1	**S/E Elevadora**	
1.1	Transformador de poder de 0,5 MVA 6,3/15 kV, tipo elevador conexión ΔYn1	1
1.2	Interruptor trifásico, 15 kV Inominal/capacidad de ruptura 30/12500 amperes	1
1.3	Transformador de potencial trifásico 15/0,12 kV	1
1.4	Transformador de corriente trifásico 30/5 amperes	1
1.5	Medidor de energía clase 0,2	1
1.6	Protección multifuncional	1
1.7	Sala de control y comando tipo container	1
1.8	Obras civiles	1

Equipos Primarios Conexión PMGD (cont.)

Item	Descripción	Cantidad
2	**LMT de Interconexión**	
2.1	Línea aérea trifásica en conductor de Al de 33 mm^2, incluye postes y estructuras	0,3 kms
3	**Paño de Interconexión**	
3.1	Reconectador Nova con control F6, 15 kV, Inominal/capacidad de ruptura 30/12500 ampres	1
3.2	Equipo compacto de medida TTPP 15/0.4 kV, TT/CC 30/5	1
3.3	Transformador de SS/AA reconectador 5 kVA bifásico 15/0,4 kV	1

Obras adicionales SD

Valor cortocircuito punto de repercusión (kVA)	26.300
Potencia aparente Central (kVA)	200
Factor K Factibilidad Obras adicionales	**131,5**

Dado que el factor K es menor a 20 no se requiere realizar obras adicionales de refuerzo de conductor en el SD.

Valorización Obras

(Valores referenciales) 1 USD = $ 491.78 (29.10.10)

Descripción	Unidad [M$]
S/E Elevadora	90.418
LMT interconexión	3.600
Servidumbre de paso LMT	2.880
Paño Interconexión	59.000
Gestión y permisos	5.000
Estudios Sistemicos	25.000
Imprevistos (5%)	9.295
Total	**195.193**

Total USD =	**396.911**

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.4.- Listado planos de prediseño conceptual y topografía

Lámina	Contenido
11-1	-Planta de ubicación central hidroeléctrica Diuto 3 canal Laja Sur derivado Rarinco Quilque km. 0.0-km. 1.960 - topografía -Perfil longitudinal canal derivado Rarinco Quilque km. 0.00 - km. 1.960 - Topografía
11-2	-Perfiles transversales canal derivado Rarinco Quilque km. 0.0 - km. 1.960 – Topografía
11-3	-Planta de ubicación central hidroeléctrica Diuto 3 canal Laja Sur derivado Rarinco Quilque km. 0.0-km. 1.960 -Perfil longitudinal canal derivado Rarinco Quilque km. 0.0 - km. 1960
11-4	-Perfiles transversales descarga canal derivado Rarinco Quilque a Rio Diuto km. 0.0- km. 180 -Perfil longitudinal tubería forzada y tubería de purga a Río Diuto 3 -Planta de ubicación central hidroeléctrica derivado canal Rarinco Quilque a río Diuto 3 km. 0.0 - km. 180
11-5	-Planta de ubicación bocatoma canal derivado Rarinco Quilque -Sección a-a' en río Diuto sección b-b' en canal derivado Rarinco Quilque y Río Diuto -Perfil longitudinal descarga barrera proyectada km. -7
11-6	-Planta obra de captación -Planta casa de maquina

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.5.- Cubicaciones y presupuesto

CUADRO Nº6.5-1
PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN DE PREDISEÑOS

CÁMARA DE CARGA				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
REJA	kg	1.121	2.207	2.474.003
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS Y LOSAS)	m3	15	168.777	2.460.093
EXCAVACIÓN	m3	126	2.664	335.280
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	0	5.800	0
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	35	2.320	81.107
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	118	1.081	127.736
SERVIDUMBRE	m2	0	650	0
			TOTAL ($)	**5.478.219**

TUBERÍA FORZADA				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
TUBERÍA FORZADA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1400mm, e = 34mm)	ml	53	297.126	15.747.684
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MACHONES)	m3	8	168.777	1.350.216
EXCAVACIÓN	m3	167	2.664	445.964
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	98	5.800	567.511
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	10	2.320	23.975
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	204	1.081	220.730
			TOTAL ($)	**18.356.080**

DESARENADOR				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
COMPUERTAS (COMPUERTA Y MARCO)	kg	662	2.002	1.326.194
MECANISMO COMPUERTA	gl	7	725.001	5.075.007
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS, LOSAS Y MACHONES)	m3	242	168.777	40.783.867
EXCAVACIÓN	m3	3.346	2.664	8.913.567
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	77	5.800	444.469
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	1.321	2.320	3.065.070
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	2.632	1.081	2.845.428
SERVIDUMBRE	m2	500	650	325.000
TUBERÍA PURGA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1000mm, e = 24mm)	ml	90	160.985	14.408.190
ALBAÑILERÍA DE PIEDRA	m3	916	153.186	140.252.104
			TOTAL ($)	**217.438.895**

CASA DE MÁQUINA				
ÍTEM	UNI.	CANT.	P.U.	SUB. TOTAL
			$/UNI	$
HORMIGÓN ARMADO H-25 (LOSAS, MUROS, VIGAS, PILARES , FUNDACIONES Y DESAGÜE)	m3	51	202.737	10.283.628
EXCAVACIÓN	m3	348	2.664	928.344
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	121	5.800	704.032
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3		2.320	0
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	453	1.081	489.716
SERVIDUMBRE	m2	126	650	82.069
CASA DE MÁQUINA (PERFILES DE ACERO Y AISLACIÓN)	gl	1	-	3.514.053
EQUIPO HIDROELÉCTRO GENERADOR (1 TURBINA Francis 0,2 MW - 1 GENERADOR SINCRÓNICO 0,16 Mw - SISTEMAS DE REGULACIÓN - TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCIÓN GENERADOR	gl	1	56.170.740	56.170.740
PUENTE GRÚA (INCLUYE TECLE)	gl	1	22.000.000	22.000.000
ACTUADOR HIDRÁULICO HB-HV PN 10 (INCLUYE VÁLVULA MARIPOSA, Dn = 1600 mm)	gl	1	56.492.120	56.492.120
VÁLVULA DE VENTOSA Dn 200 PN 10	gl	0	560.000	0
			TOTAL ($)	**150.664.703**

BARRERA RIO DIUTO				
ÍTEM	UNI.	CANT.	P.U.	SUB. TOTAL
			$/UNI	$
H. A. H-25 (BARRERA ARTICULADA DE CAJAS DE HORMIGÓN)	m3	843	90.063	75.946.525
ALBAÑILERÍA DE PIEDRA (LOSA BARRERA ARTICULADA DE CAJAS DE HORMIGÓN, OBRA EMPALME)	m3	434	83.975	36.458.586
			TOTAL ($)	**112.405.111**

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.5-2
RESUMEN COSTO DIRECTO CONSTRUCCIÓN CENTRAL

Nº	ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO COMP. NAC. CN Mill $	COSTO COMP. EXTR. CE Mill $	COSTO TOTAL CN+CE Mill $
1.-	**INSTALACION DE FAENAS Y OBRAS PROVISIONALES (1 año de construcción)**	**1**	**gl**	**8**		**8**
2.-	**CÁMARA DE CARGA**	**1**	**gl**	**5**	**-**	**5**
2.1.-	REJA	1.121	kg	2,5		**2,5**
2.2.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS Y LOSAS)	15	m3	2,5		**2,5**
2.3.-	EXCAVACIÓN	126	m3	0,3		**0,3**
2.4.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	35	m3	0,1		**0,1**
2.5.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	118	m3	0,1		**0,1**
3.-	**TUBERÍA FORZADA**	**1**	**gl**	**18**	**-**	**18**
3.1.-	TUBERÍA FORZADA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1400mm, e = 34mm)	53	ml	16		**16**
3.2.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MACHONES)	8	m3	1,4		**1**
3.3.-	EXCAVACIÓN	167	m3	0,4		**0,4**
3.4.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	98	m3	0,6		**0,6**
3.5.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	10	m3	0,0		**0,02**
3.6.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	204	m3	0,2		**0,22**
4.-	**DESARENADOR**	**1**	**gl**	**217**	**-**	**217**
4.1.-	COMPUERTAS (COMPUERTA Y MARCO)	662	kg	1,3		**1,3**
4.2.-	MECANISMO COMPUERTA	7	gl	5,1		**5**
4.3.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS, LOSAS Y MACHONES)	242	m3	40,8		**41**
4.4.-	EXCAVACIÓN	3.346	m3	8,9		**8,9**
4.5.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	77	m3	0,4		**0**
4.6.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	1.321	m3	3,1		**3,1**
4.7.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	2.632	m3	2,8		**2,8**
4.8.-	SERVIDUMBRE	500	m2	0		**0**
4.9.-	TUBERÍA PURGA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1000mm, e = 24mm)	90	ml	14,4		**14**
4.10.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRA	916	m3	140,3		**140,3**
5.-	**CASA DE MÁQUINA**	**1**	**gl**	**38**	**113**	**151**
5.1.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (LOSAS, MUROS, VIGAS, PILARES , FUNDACIONES Y DESAGÜE)	51	m3	10,3		**10**
5.2.-	EXCAVACIÓN	348	m3	0,9		**0,9**
5.3.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	121	m3	0,7		**1**
5.3.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)		m3			
5.4.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	453	m3	0,5		**0,5**
5.5.-	SERVIDUMBRE	126	m2	0,1		**0,1**
5.6.-	CASA DE MÁQUINA (PERFILES DE ACERO Y AISLACIÓN)	1	gl	3,5		**3,5**
5.7.-	EQUIPO HIDROELÉCTRO GENERADOR (1 TURBINA Francis 0,2 MW - 1 GENERADOR SINCRÓNICO 0,16 Mw - SISTEMAS DE REGULACIÓN - TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCIÓN GENERADOR	1	gl		56,2	**56**
5.8.-	PUENTE GRÚA (INCLUYE TECLE)	1	gl	22,0		**22**
5.9.-	ACTUADOR HIDRAULICO HB-HV PN 10 (INCLUYE VÁLVULA MARIPOSA, Dn = 1600 mm)	1	gl		56,5	**56**
5.9.-	VALVULA DE VENTOSA Dn 200 PN 10		gl			
6.-	**BARRERA RIO DIUTO**	**1**	**gl**	**112**	**-**	**112**
6.1.-	H. A. H-25 (BARRERA ARTICULADA DE CAJAS DE HORMIGÓN)	843	m3	75,9		**76**
6.2.-	ALBAÑILERÍA DE PIEDRA (LOSA BARRERA ARTICULADA DE CAJAS DE HORMIGÓN, OBRA EMPALME)	434	m3	36		**36**
7.-	**OBRAS DE TRANSMISIÓN**	**1**	**gl**	**186**	**-**	**186**
7.1.-	S/E ELEVADORA	1	gl	90,4		**90**
7.2.-	LMT INTERCONEXIÓN	1	gl	3,6		**4**
7.3.-	SERVIDUMBRE DE PASO LMT	1	gl	2,9		**3**
7.4.-	PAÑO INTERCONEXIÓN	1	gl	59,0		**59**
7.5.-	OBRAS ADICIONALES SD (REEMPLAZO CONDUCTOR)	1	gl	-		**-**
7.6.-	GESTIÓN Y PERMISOS	1	gl	5,0		**5**
7.7.-	ESTUDIOS SISTEMICOS	1	gl	25,0		**25**
8.-	**CAMINO DE ACCESO**	**1**	**gl**	**1**		**1**
9.-	**MONTAJE DEL EQUIPO HIDRO ELECTRO GENERADOR**	**1**	**gl**	**15,9**	**4,5**	**20**

NOTA: estos precios no incluyen: utilidades, gastos generales del contratista e IVA.

7.- Evaluación Económica y Financiera

7.1.- Beneficios
7.2.- Inversiones y costos
7.3.- Evaluación económica
7.4.- Análisis financiero
7.5.- Resumen de parámetros económicos

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.1.- Beneficios

Los beneficios de los proyectos de minicentral hidroeléctrica evaluados son aquellos asociados a los ingresos por venta de potencia y energía.

Los ingresos por venta de energía se calculan con la energía generada mensualmente. Esta energía se obtiene a través de los caudales medios mensuales provenientes de la hidrología y de la simulación operacional. El precio de venta de la energía corresponde al indicado en la resolución que fija precios de nudo para suministros de electricidad de fecha 29 de octubre de 2010 y publicada en el diario oficial el 12 de febrero de 2011.

Los ingresos por venta de potencia corresponden a la venta de potencia firme que es la de suficiencia, la cual se calcula con el 80% del promedio de los caudales estadísticos correspondientes a los dos años y dos meses de menor disponibilidad hídrica.

En el caso en estudio, se tienen lo siguiente:

Nodo: Charrúa
Precio Base de la energía: 40,87 $/kWh
Precio Base de la Potencia de Punta: 95,06 US$/kW/mes

La tasa de cambio utilizada en la evaluación económica corresponde al valor del dólar con fecha 29 de octubre de 2010, con un valor de 491,76 $/US$.

En el Cuadro Nº7.1-1 siguiente se presenta el resumen de los valores de venta de potencia y energía.

CUADRO Nº7.1-1
VALORIZACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA
EN 30 AÑOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Energía		Potencia	
GWh	mill. $	MW	mill. $
23	1.195	0,1	270

En Anexo B se presenta un cuadro con valores mensuales de venta de potencia y energía.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.2.- Inversiones y costos

Entre los costos asociados al proyecto de minicentral, se pueden destacar: inversión inicial, costos de mantención y operación, costos administrativos, comercialización y representación, imprevistos, seguros, depreciaciones e impuestos.

- Inversión Inicial

La inversión inicial corresponde al costo total de construcción de la minicentral. Está compuesta por el costo directo de obras, gastos de i ngeniería extranjera y nacional, gastos de inspección extranjera y nacional, imprevistos equipos extranjeros, imprevistos equipos/obras nacional, derechos de internación y gastos portuarios y fletes de equipos extranjeros, gastos generales y utilidad del contratista e IVA.

El costo directo es la valorización de todas las obras asociadas a la construcción de la central y que se indican en el Capítulo 6. Además incluye el costo por instalación de faenas, caminos de servicio y montaje del equipo hidro-electro-generador.

Los gastos de ingeniería extranjera y nacional corresponden al 1,5% y al 4% del costo directo respectivamente.

Los gastos de inspección extranjera y nacional corresponden respectivamente al 3% y al 5% del costo directo.

Los imprevistos equipos extranjeros e imprevistos equipos/obras nacional corresponden al 10% del costo directo cada uno.

Los derechos de internación corresponden al 6% del valor CIF de los equipos importados y los gastos portuarios y fletes de equipos extranjeros el 6% del valor CIF de los mismos.

Los gastos generales y utilidad del contratista nacional ascienden al 20% del costo directo.

El IVA, que corresponde a un 19%, se calcula sobre el costo neto total de obras, que es la suma de los costos indicados anteriormente.

Finalmente, el costo total de construcción es la suma total de los costos.

En el Cuadro Nº7.2.1-1 se indican los costos para esta central.

CUADRO Nº7.2.1-1
RESUMEN COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN MINICENTRAL

ÍTEM	COSTO COMP. NAC. CN Mill $	COSTO COMP. EXTR. CE Mill $	COSTO TOTAL CN+CE Mill $
COSTO DIRECTO (mil. $)	603	117	**720**
GASTOS DE ING. EXTRANJERA (1,5% Costo Directo) (mill. $)		2	**2**
GASTOS DE ING. NACIONAL (4% Costo Directo) (mill. $)	24		**24**
GASTOS DE INSPECC. EXTRANJERA (3% Costo Directo) (mill. $)		4	**4**
GASTOS DE INSPECC. NACIONAL (5% Costo Directo) (mill. $)	30		**30**
IMPREV. EQUIP. MON EXTRANJERA (10% Costo Directo) (mill. $)		12	**12**
IMPREV. EQUIP. /OBRAS NACIONAL (10% Costo Directo) (mill. $)	60		**60**
DERECHOS DE INTERNACIÓN (derecho ad valorem: 6% sobre valor CIF) (mill. $)		7	**7**
GASTOS PORT. Y FLETES (6% sobre valor CIF) (mill. $)		7	**7**
GASTOS GRAL. Y UTIL. CONTRATISTA NACIONAL (20% Costo Directo) (mill. $)	121		**121**
SUB TOTAL COSTO NETO DE OBRAS (mill. $)	**838**	**148**	**986**
IVA (19 % Subtotal Costo Neto de Obras) (mill. $)	159	28	**187**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mill. de $)			**1.173**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mill. US$)			**2,4**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN POR MW DE POTENCIA INSTALADA (mill.$/MW)			**10,6**

- Costos de mantención y operación

Los costos de mantención se calculan en función de la energía mensual generada. Estos corresponden a 1,5 US$ / MWh.

Los costos de operación consideran lo siguiente: 5 operadores, 1 administrativo y 1 jefe de central. Lo anterior se valoriza anualmente en 84.701 US$.

- Costos administrativos, comercialización y representación.

Los costos administrativos, de comercialización y representación se evalúan en conjunto, y corresponden al 5% de los ingresos totales mensuales.

- Seguros, depreciaciones e impuestos

Los seguros por los activos de la inversión se consideran anualmente, y a un valor de 8 US$ / kw / año.

Se considerará depreciación acelerada según indica la "Resolución Exenta Nº43 del 26 de diciembre del 2002", que "Fija vida útil normal a los bienes físicos del activo inmovilizado para los efectos de su depreciación". En todos los casos se considerará depreciación acelerada. Las servidumbres y las expropiaciones no se deprecian, por ser bienes raíces inmuebles.

Los impuestos corresponden al 19%, que es el IVA. Se considerará la recuperación del IVA cuando las rentas brutas sean negativas, es decir, cuando los ingresos brutos sean

menores que los costos (mantención y operación + administración, comercialización y representación + seguros + imprevistos) incluyendo la depreciación.

- Imprevistos

Los imprevistos corresponden al 5% de los costos mensuales. Los costos incluyen posibles egresos por pago de peajes eléctricos, costos de mantención y operación, costos administrativos, comercialización y representación y los seguros contratados.

7.3.- Evaluación económica

7.3.1.- Potencia optimizada

La evaluación económica de la minicentral se realiza para la potencia optimizada. Esta potencia es la que maximiza el VAN del proyecto. Con esto, se impone que la alternativa seleccionada presente los mejores parámetros posibles.

El procedimiento para la optimización de la potencia está asociado a una planilla de cálculo de flujos hidroeléctricos. Dicho procedimiento se describe a continuación:

- Con el caudal de diseño obtenido a través de la hidrología (caudales factibles de generación), se calcula el diámetro de la tubería forzada. Este diámetro determinará las pérdidas de carga en la misma, a través de la fórmula de Hazen-Williams, indicada en el Anexo C.

- Las pérdidas de carga permiten calcular el desnivel neto de generación, el que se calcula como el desnivel bruto o geométrico (obtenido de la topografía) menos las pérdidas de carga.

- El caudal de diseño y el desnivel neto permiten calcular la potencia de diseño.

- Una vez obtenida la potencia de diseño, se eligen dentro de ese rango seis potencias, las que una por una se evalúan para obtener los parámetros económicos más relevantes (Io, Io/P, VAN, TIR, Factor de Planta). Conviene aclarar que cada una de las potencias presenta un flujo distinto, donde el parámetro más relevante corresponde al equipo hidro- electro-mecánico. El costo del equipo se calcula para cada potencia evaluada, y depende del costo de la cotización y de la potencia de diseño, calculado con la siguiente relación:

$$\text{Costo equipo hidro} = \text{Costo equipo cotizado} \cdot \frac{\text{Potencia evaluada}}{\text{Potencia de diseño}}$$

- De las potencias evaluadas, se selecciona aquella que maximice el VAN, denominando a esa potencia, potencia optimizada. Con esta potencia optimizada, es posible calcular también el caudal optimizado.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el Cuadro Nº7.3.1-1 se presentan los cálculos de parámetros obtenidos paca cada una de las potencias evaluadas.

CUADRO Nº7.3.1-1
CALCULO DE PARÁMETROS ECONÓMICOS PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA
ANÁLISIS CON PRECIO ENERGÍA BASE DE NUDO= 40,87 $/kWh

POTENCIA Mw	VAN mill $	TIR %	Io mill US$/MW	FACTOR DE PLANTA CALCULADO
0,05	-1.517	-	44,4	0,6
0,10	-1.457	-	22,7	0,5
0,15	-1.393	-	15,5	0,5
0,20	-1.331	-	11,8	0,5
0,25	-1.315	-	9,6	0,4
0,30	-1.340	-	8,2	0,3

Finalmente, en el Cuadro Nº7.3.1-2 se presenta el resultado para la potencia optimizada.

CUADRO Nº7.3.1-2
PARÁMETROS DE POTENCIA ÓPTIMA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL DE 30 AÑOS X 12 MESES
VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30

POTENCIA OPTIMIZADA Mw	VAN mill $	TIR %	Io mill US$/Mw	FACTOR DE PLANTA CALCULADO	PRECIO MONÓMICO DE ENERGÍA $/kWh
0,2	-1.299	-	10,6	0,45	154,4

7.3.2.- Flujo económico anual

Se presenta la evaluación económica de la central tanto a precios de mercado como a precios sociales para la potencia optimizada calculada según el procedimiento anterior. Para los precios de mercado se considera una tasa de descuento del 10% similar a la tasa bancaria; en el caso de la evaluación a precios sociales se adopta la tasa recomendada por Mideplan de 6%.

En el Cuadro Nº7.3.1-1 se presenta el flujo anual para 30 años a precios de mercado.

CUADRO Nº7.3.1-1
RESUMEN DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL MENSUAL DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN 30 AÑOS DE ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA – PRECIOS MERCADO

REFERENCIA DE PRECIOS	Oct-10	INV. INICIAL Io (10,6 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)	1.173	AÑOS FLUJO CAJA	30
PRECIO ENERGIA (REGIONAL) $/kWh	35,48			T.I.R. % (después de impuestos)	-
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	0,22	INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)	12,0	TASA DE INTERES ANUAL (%)	10,0
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	0,13	INVERSION NETA (mill. $)	1.314	TASA IVA %	19
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	95,06	REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)	176		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	491,76	TASA IMPTOS RENTA %	17,0	IVA INVERSION (mill. $)	223
DIAS DE OPERACIÓN POR AÑO	330			AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO	0
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	2,5				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	2,5				

1	2	3	4	5	6				7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										F LUJO DE CAJA (mill. $)						
AÑO	ENERGIA	POTENCIA	EGRESOS PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGUROS ACT INV	IMPREVISTOS	DEPREC.	RENTAS BRUTAS	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVERSION INICIAL	RECUPER. IVA	INGRESO NETO	ANUAL	ACUMUL.	Saldo por depreciar	Valor Presente
0													1.314			-1.314	-1.314	1.314	-1.314
1	29	6	0	35	42	2	0	2	186	-193	0	-193	0	2	-5	-5	-1.319	1.128	-4
2	30	6	0	36	42	2	0	2	186	-192	0	-192	0	2	-4	-4	-1.323	943	-3
3	31	6	0	37	42	2	0	2	77	-82	0	-82	0	2	-3	-3	-1.326	866	-2
4	30	7	0	36	42	2	0	2	30	-36	0	-36	0	2	-4	-4	-1.329	836	-2
5	30	7	0	37	42	2	0	2	30	-36	0	-36	0	2	-3	-3	-1.333	806	-2
6	32	7	0	39	42	2	0	2	30	-33	0	-33	0	3	-1	-1	-1.333	776	0
7	31	7	0	38	42	2	0	2	26	-30	0	-30	0	3	-2	-2	-1.335	750	-1
8	34	7	0	42	42	2	0	2	26	-26	0	-26	0	3	3	3	-1.332	724	2
9	36	7	0	43	42	2	0	2	26	-25	0	-25	0	3	4	4	-1.328	698	2
10	35	8	0	43	42	2	0	2	26	-25	0	-25	0	3	4	4	-1.325	672	2
11	38	8	0	46	42	2	0	2	26	-23	0	-23	0	4	7	7	-1.318	646	3
12	38	8	0	46	42	2	0	2	26	-22	0	-22	0	4	8	8	-1.310	620	3
13	39	8	0	48	42	2	0	2	26	-21	0	-21	0	4	9	9	-1.301	594	3
14	36	8	0	45	42	2	0	2	0	2	0	2	0	4	6	6	-1.294	594	2
15	41	9	0	50	42	3	0	2	0	8	0	8	176	4	12	-164	-1.458	594	-43
16	38	9	0	47	42	2	0	2	0	5	0	5	0	4	9	9	-1.449	594	2
17	43	9	0	52	42	3	0	2	0	10	0	10	0	5	15	15	-1.435	594	3
18	41	9	0	50	42	3	0	2	0	8	0	8	0	5	13	13	-1.422	594	3
19	39	10	0	48	42	2	0	2	0	6	0	6	0	4	10	10	-1.412	594	2
20	42	10	0	52	42	3	0	2	0	9	0	9	0	5	14	14	-1.397	594	2
21	44	10	0	54	42	3	0	2	0	12	0	12	0	5	17	17	-1.380	594	3
22	47	10	0	57	42	3	0	2	0	15	0	15	0	6	20	20	-1.360	594	3
23	51	11	0	61	42	3	0	2	0	19	0	19	0	6	25	25	-1.334	594	3
24	52	11	0	62	42	3	0	2	0	20	0	20	0	6	27	27	-1.308	594	3
25	50	11	0	61	42	3	0	2	0	19	0	19	0	6	26	26	-1.282	594	3
26	51	11	0	62	42	3	0	2	0	20	0	20	0	6	26	26	-1.256	594	2
27	39	12	0	51	42	3	0	2	0	9	0	9	0	5	13	13	-1.242	594	1
28	56	12	0	68	42	3	0	2	0	25	0	25	0	7	33	33	-1.210	594	2
29	38	12	0	50	42	3	0	2	0	8	0	8	0	4	13	13	-1.197	594	1
30	56	13	0	69	42	3	0	2	0	26	0	26	0	8	34	34	-1.163	594	2
																			20

Valor residual : 10 veces el margen del año 30 (mill. $): 341
Margen del año 30 (mill. $): 34
Actualización a valor presente del valor residual (mill. $): 20

VAN: -1.299

1 AÑO DE ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS X 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = ENERGIA MENSUAL POR PRECIO BASE DE LA ENERGÍA
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = POTENCIA FIRME POR PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA
4 EGRESOS POR PEAJES ELÉCTRICOS
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente)
7 COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (5) (INGRESOS TOTALES)
8 SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw/ año
9 IMPREVISTOS = 5% * [(4)+(6)+(7)+(8)+(9)]
10 DEPRECIACIÓN = INVERSIÓN INICIAL / CANTIDAD DE AÑOS PARA DEPRECIAR LA INVERSIÓN INICIAL. SE PRORATEA EN FORMA MENSUAL.-
11 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10)
12 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
13 BENEFICIO NETO = (11) - (12)
14 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
15 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL
16 INGRESO NETO = (5) - (6) + (12) - (15)
17 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (14)
18 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
19 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (10)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE EN 1 AÑOS

Para la evaluación social, se consideraron los factores de corrección señalados por Mideplan sobre los ítems señalados en el Cuadro Nº7.3.1-2

CUADRO Nº7.3.1-2
FACTORES DE CORRECCIÓN PRECIOS SOCIALES

Calificación parámetro	Factor de ajuste precios sociales
Mano de obra calificada MO-C	0,98
Mano de obra semi calificada MO-SC	0,68
Mano de obra no calificada MO-NC	0,62
Divisa	1,01

En el Cuadro Nº7.3.1-3 se presenta el flujo anual para 30 años a precios sociales.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº7.3.1-3
RESUMEN DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL MENSUAL DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN 30 AÑOS DE ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA – PRECIOS SOCIALES

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL Io (10,5 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**1.159**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGIA (REGIONAL) $/kWh	**35,48**			**T.I.R. % (después de impuestos)**	**-**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**0,22**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	**TASA DE INTERES ANUAL (%)**	**6,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,13**	**INVERSION NETA (mill. $)**	**1.298**	**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**91,40**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**174**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**491,76**	**TASA IMPTOS RENTA %**	**17,0**	**IVA INVERSION (mill. $)**	**220**
DIAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**0**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6				7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										F LUJO DE CAJA (mill. $)						
AÑO	ENERGIA	POTENCIA	EGRESOS PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGUROS ACT INV	IMPREVISTOS	DEPREC.	RENTAS BRUTAS	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVERSION INICIAL	RECUPER. IVA	INGRESO NETO	ANUAL	ACUMUL.	Saldo por depreciar	Valor Presente
0													1.298			-1.298	-1.298	1.298	-1.298
1	29	6	0	35	42	2	0	2	182	-190	0	-190	0	2	-5	-5	-1.304	1.116	-5
2	29	6	0	36	42	2	0	2	182	-189	0	-189	0	2	-5	-5	-1.308	934	-4
3	31	6	0	37	42	2	0	2	76	-81	0	-81	0	2	-3	-3	-1.311	858	-2
4	30	6	0	36	42	2	0	2	30	-36	0	-36	0	2	-4	-4	-1.315	828	-3
5	30	7	0	36	42	2	0	2	30	-36	0	-36	0	2	-4	-4	-1.319	798	-3
6	32	7	0	38	42	2	0	2	30	-34	0	-34	0	3	-1	-1	-1.320	769	-1
7	31	7	0	37	42	2	0	2	26	-31	0	-31	0	3	-2	-2	-1.323	743	-1
8	34	7	0	41	42	2	0	2	26	-27	0	-27	0	3	2	2	-1.320	717	2
9	35	7	0	43	42	2	0	2	26	-26	0	-26	0	3	4	4	-1.317	691	2
10	35	7	0	42	42	2	0	2	26	-26	0	-26	0	3	3	3	-1.313	665	2
11	38	8	0	45	42	2	0	2	26	-23	0	-23	0	4	6	6	-1.307	639	4
12	38	8	0	46	42	2	0	2	26	-22	0	-22	0	4	7	7	-1.300	613	4
13	39	8	0	47	42	2	0	2	26	-21	0	-21	0	4	9	9	-1.291	587	4
14	36	8	0	44	42	2	0	2	0	2	0	2	0	4	6	6	-1.285	587	3
15	41	8	0	50	42	2	0	2	0	7	0	7	174	4	12	-162	-1.448	587	-71
16	38	9	0	47	42	2	0	2	0	4	0	4	0	4	8	8	-1.439	587	4
17	43	9	0	52	42	3	0	2	0	9	0	9	0	5	14	14	-1.425	587	6
18	41	9	0	50	42	2	0	2	0	8	0	8	0	5	12	12	-1.413	587	5
19	39	9	0	48	42	2	0	2	0	6	0	6	0	4	10	10	-1.403	587	4
20	42	9	0	51	42	3	0	2	0	9	0	9	0	5	14	14	-1.389	587	5
21	44	10	0	54	42	3	0	2	0	12	0	12	0	5	17	17	-1.373	587	5
22	47	10	0	56	42	3	0	2	0	14	0	14	0	6	20	20	-1.353	587	6
23	50	10	0	61	42	3	0	2	0	18	0	18	0	6	25	25	-1.328	587	7
24	51	10	0	62	42	3	0	2	0	20	0	20	0	6	26	26	-1.302	587	7
25	50	11	0	61	42	3	0	2	0	19	0	19	0	6	25	25	-1.278	587	6
26	50	11	0	61	42	3	0	2	0	19	0	19	0	6	26	26	-1.252	587	6
27	39	11	0	50	42	3	0	2	0	8	0	8	0	5	13	13	-1.239	587	3
28	55	12	0	67	42	3	0	2	0	25	0	25	0	7	32	32	-1.207	587	7
29	38	12	0	50	42	2	0	2	0	8	0	8	0	4	12	12	-1.195	587	2
30	56	12	0	68	42	3	0	2	0	26	0	26	0	7	33	33	-1.161	587	6
																			58

Valor residual : 10 veces el margén del año 30 (mill. $): 333

Margén del año 30 (mill. $): 33 **VAN: -1.233**

Actualización a valor presente del valor residual (mill. $): 58

1 AÑO DE ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS X 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = ENERGIA MENSUAL POR PRECIO BASE DE LA ENERGÍA
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = POTENCIA FIRME POR PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA
4 EGRESOS POR PEAJES ELÉCTRICOS
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente)
7 COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (5) (INGRESOS TOTALES)
8 SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw/ año
9 IMPREVISTOS = 5% * [(4)+(6)+(7)+(8)+(9)]
10 DEPRECIACIÓN = INVERSIÓN INICIAL / CANTIDAD DE AÑOS PARA DEPRECIAR LA INVERSIÓN INICIAL. SE PRORATEA EN FORMA MENSUAL.-
11 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10)
12 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
13 BENEFICIO NETO = (11) - (12)
14 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
15 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL
16 INGRESO NETO = (5) - (6) + (12) - (15)
17 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (14)
18 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
19 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (10)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE EN 1 AÑOS

7.3.3.- Sensibilizaciones

Se realizó una sensibilización de los parámetros con mayor incidencia en los resultados de la evaluación económica, los cuales son: la tasa de descuento, el precio de la energía y la inversión inicial.

La metodología para la sensibilización de parámetros consiste en ir evaluando paralelamente a la optimización de la potencia descrita en el punto 7.3.1 los diferentes indicadores económicos del proyecto.

Las sensibilizaciones realizadas son las siguientes:

- Sensibilización del VAN en función de la tasa de descuento (i):9%, 10% y 11%

CUADRO Nº7.3.3-1
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
EN FUNCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO (i)

P	Sensibilización	
	i = 9%	i = 11%
Mw	VAN mill $	VAN mill $
0,1	-1.544	-1.494
0,1	-1.473	-1.442
0,2	-1.398	-1.387
0,2	-1.326	-1.333
0,3	-1.307	-1.321
0,3	-1.332	-1.346

- Sensibilización del VAN con respecto a un incremento del precio base de la energía en 10%

CUADRO Nº7.3.3-2
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
CON RESPECTO A UN INCREMENTO DEL PRECIO BASE DE LA ENERGÍA EN 10%
Po +10% = 39,028 $/kWh

P	VAN	TIR
Mw	mill $	%
0,1	-1.506	-
0,1	-1.436	-
0,2	-1.361	-
0,2	-1.290	-
0,3	-1.270	-
0,3	-1.295	-

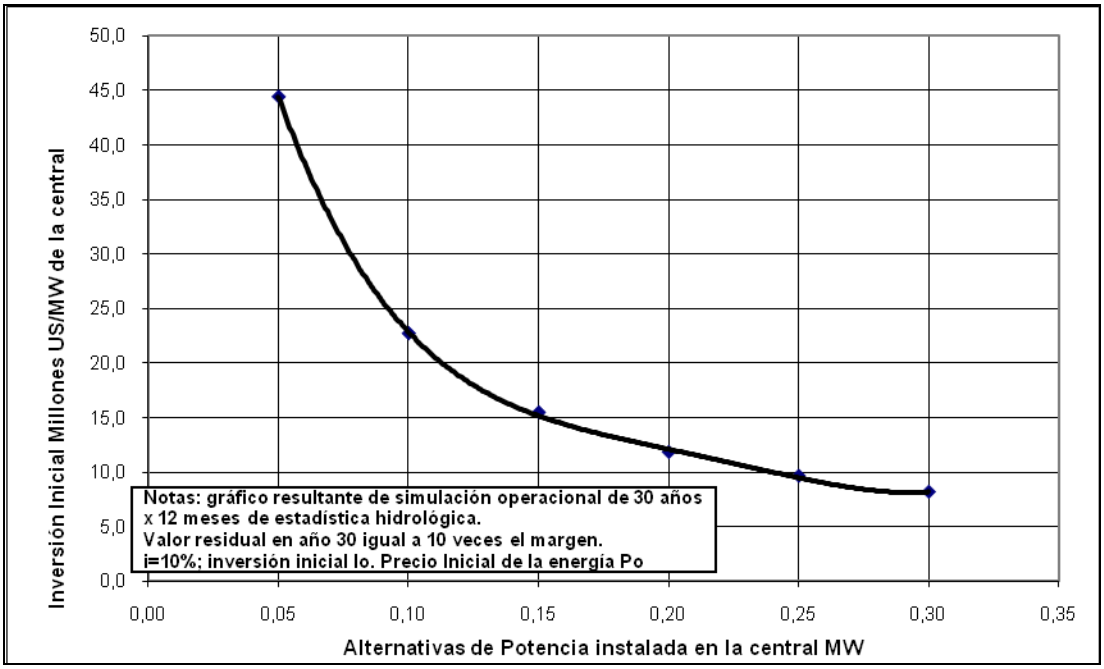
- Sensibilización del van con respecto a variación de inversión inicial Io en intervalo de 30%: -30%; +30%

CUADRO Nº7.3.3-3
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
CON RESPECTO A VARIACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL Io EN INTERVALO DE 30%

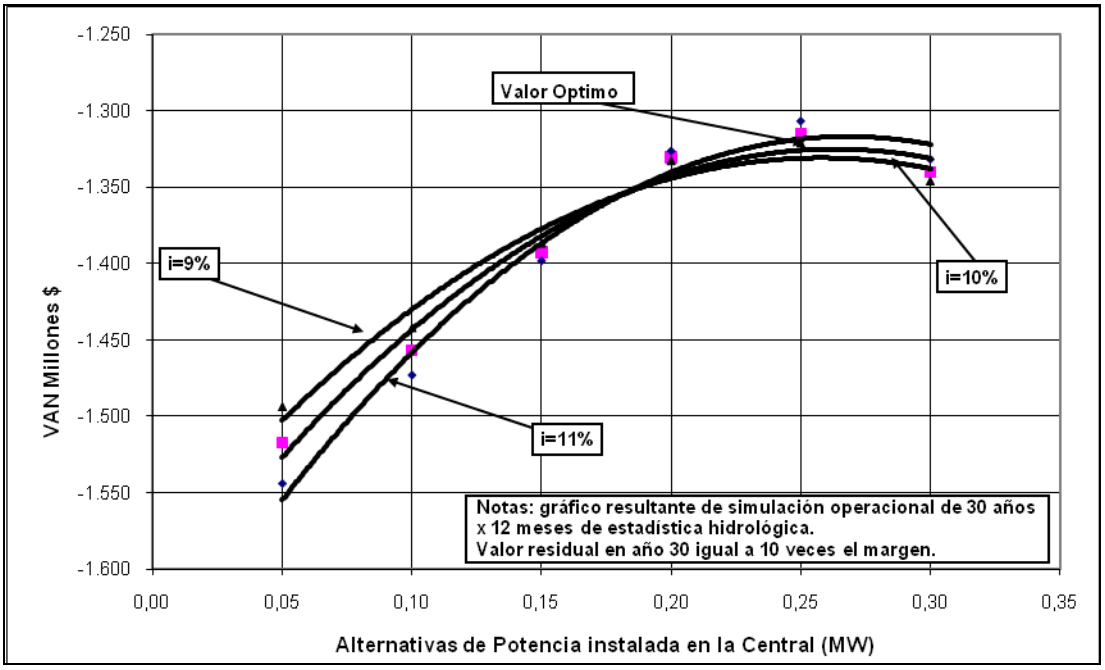
P	Sensibilización	
	Io+30%	Io-30%
(Mw)	VAN millones $	VAN millones $
0,1	-1.897	-1.137
0,1	-1.845	-1.068
0,2	-1.789	-996
0,2	-1.735	-926
0,3	-1.727	-904
0,3	-1.759	-921

Los gráficos resultantes de la sensibilización se presentan en los Cuadros Nº7.3.3-4 al Nº7.3.3-9

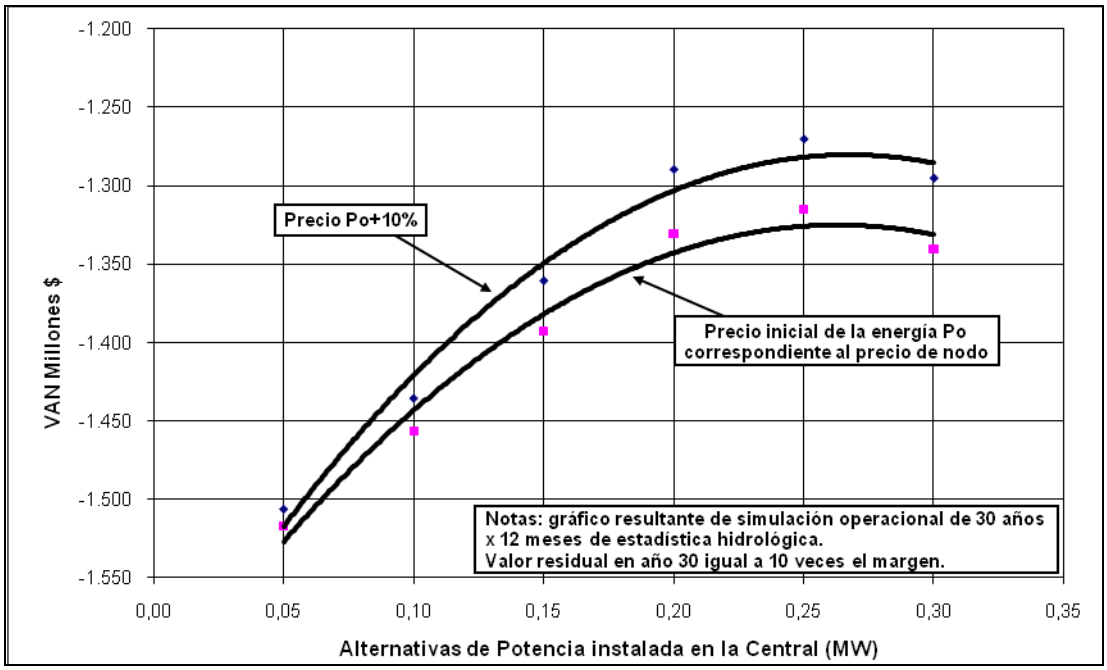
CUADRO Nº7.3.3-4
INVERSIÓN INICIAL ESTIMADA POR MW
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL



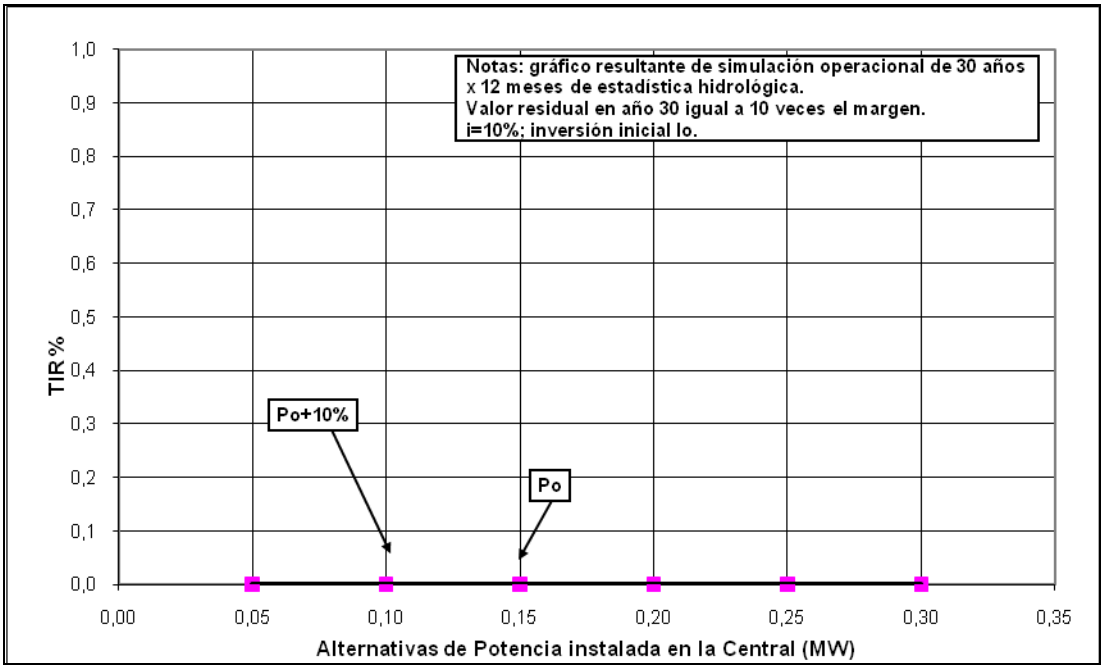
CUADRO Nº7.3.3-5
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN EN LA TASA DE DESCUENTO i



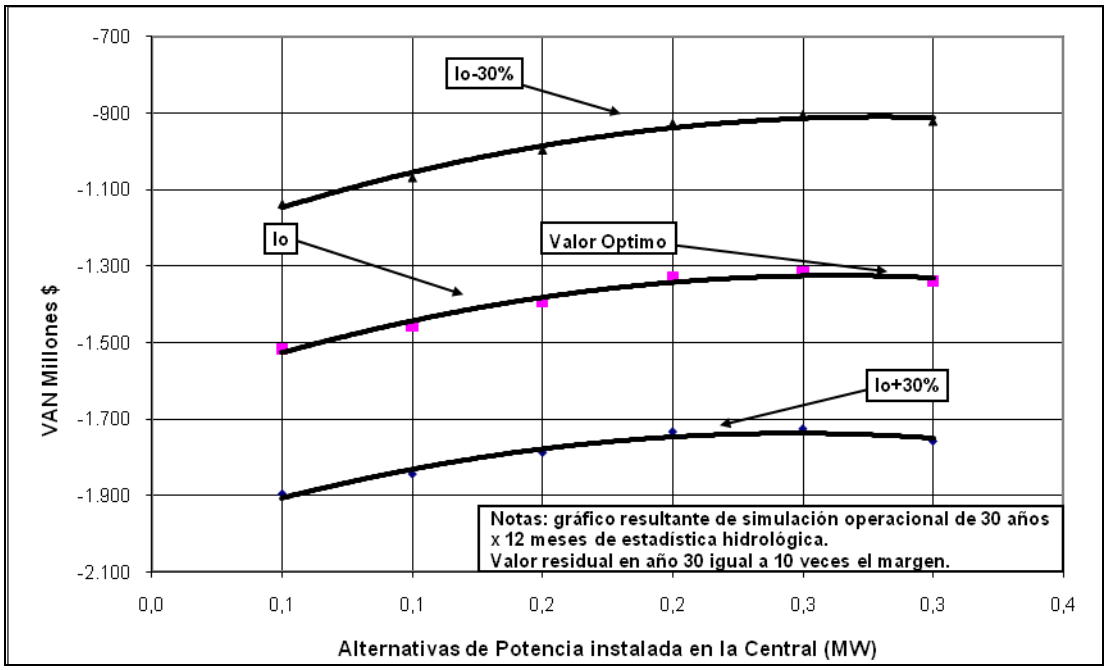
CUADRO Nº7.3.3-6
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN PARA UN INCREMENTO DEL 10% EN EL PRECIO BASE DE LA ENERGÍA



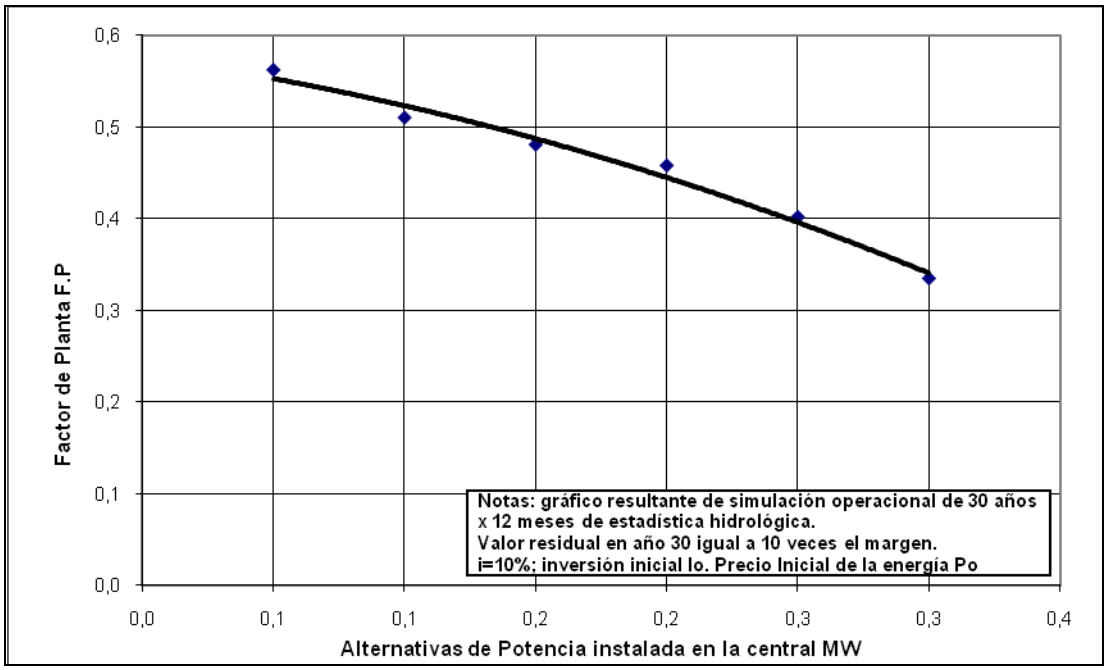
CUADRO Nº7.3.3-7
TASA INTERNA DE RETORNO TIR
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN EN EL PRECIO DE LA ENERGÍA Po



CUADRO Nº7.3.3-8
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL.
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN EN LA INVERSIÓN INICIAL Io



CUADRO Nº7.3.3-9
FACTOR DE PLANTA DETERMINADO EN PRIMERA APROXIMACIÓN.
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL



7.4.- Análisis Financiero

7.4.1.- Parámetros del análisis financiero.

Mediante un análisis financiero es posible determinar la capacidad de pago del crédito correspondiente a la inversión inicial en obras de cada central hidroeléctrica.

Los flujos anuales de costos e ingresos del análisis, permiten establecer la liquidez anual y acumulada. La capacidad de pago queda definida a partir del año en que la liquidez presenta superávit de caja, esta capacidad se representa en la columna Nº16 de las planillas de cálculo de flujos del análisis financiero, presentadas en el Anexo B y se denomina "Capacidad de Pago Acumulada".

Estos flujos anuales, se construyen mensualmente a partir del caudal medio mensual disponible para generación, los cuales se presentan en el Anexo A y cuya suma mensual permite obtener un valor anual, en el cual se considera los siguientes valores:

- Ingresos por venta de energía y potencia.
- Costos de mantención y operación.
- Costos de administración, comercialización y representación.
- Costos de seguros anuales por activos de la inversión e imprevistos.

Además considera lo siguiente:
- Impuesto a la renta, mediante el cálculo de la depreciación anual del SII.
- Ingreso por recuperación de IVA.

Dentro de los flujos se considera el **EBITDA** ("Earnings Before Interest, Taxes, Depreciations and Amortizations") que es una medida de la utilidad antes de descontar los intereses, los impuestos, las depreciaciones y las amortizaciones. Esta resulta útil como medida de los beneficios económicos generados a partir de la actividad operacional durante un determinado período, ya que no considera aspectos financieros, de impuestos y de gastos contables que no implican pagos efectivos. El EBITDA es una medida del flujo operacional de gran interés para los inversionistas.

Se asumen que el crédito se pagaría a 15 años, incluyendo 3 años de gracia, con lo cual se establecen 12 años efectivos para pago anual, entre los años 3º y 15º del flujo.

La tasa de interés (i) anual media considerada en el flujo es de 10%, incluyendo una sensibilización de 8% y 12% anual. Para el cálculo de los intereses se considera interés simple.

A continuación se explica brevemente cada columna que compone el análisis de flujos anuales, en que los conceptos económicos y financieros se explican en los puntos Nº7.1 al 7.3 y los financieros en este punto Nº7.4:

(1) Ingresos por concepto de venta de energía y potencia.
(2) Egresos por concepto de peajes eléctricos (0).
(3) Ingresos brutos = (1) - (3): ingresos por energía y potencia - egreso por peajes.
(4) Costos mantención y operación = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente).
(**5**) **Costos administración, comercialización y representación =** 5% * (**3**) (Ingresos

totales).

(6) **Seguros por activos de la inversión =** 8 US$ / kw / año.

(7) **Imprevistos =** 5% * [(**2**) + (**4**) + (**5**) + (**6**)]

(8) **EBITDA =** Ganancia antes de i ntereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones (acumulado).

(9) **Depreciación =** Se deprecia usando reglas del SII para cada tipo de obr a, en forma acelerada (egreso contable solamente).

(10) **Rentas brutas =** (**3**) - [(**4**) + (**5**) + (**6**) + (**7**) + (**9**)]

(11) **Impuestos renta =** Tasa impuestos a la renta (17%) x rentas brutas.
Si rentas brutas < 0 ==> Impuesto = 0

(**12**) **Recuperación del IVA** por concepto del balance final.

(**13**) **Ingreso neto =** (**3**) - [(**4**) + (**5**) + (**6**) + (**7**)] + (**12**) - (**11**)

(14) **Liquidez anual (financiera)=** (**13**)

(15) **Capacidad de pago anual=** (**14**)

(16) **Capacidad de pago acumulada=** balance año a año.

(17) **Saldo antes del servicio a la deuda=** (**15**) aumentado en (**25**) del año anterior.

(18) **Inversión en obras civiles (Io).**

(19) **Interés total=** Interés de (**21**)

(20) **Principal a ser amortizado=** Inversión inicial (**18**) - Amortización principal (**22**)

(21) **Deuda total=** (**19**) + (**20**)

(22) **Amortización del principal=** (**20**), después del pago de intereses. (**24**) - (**23**)

(23) **Pago de intereses del crédito =** Io x (**20**) del período e pago correspondiente

(24) **Total servicio de la deuda=** Valor cuota anual, calculado a t ravés del procedimiento explicado en el ejemplo

(25) **Saldo después del servicio a la deuda=** (**17**) - (**24**)

El procedimiento para el cálculo del servicio a la deuda consiste en determinar cuánto es la cuota anual a pagar con la inversión inicial (Io), tasa de interés (i) y el período efectivo de pago (n). Esta cuota se determina a través de la fórmula presentada en la Ecuación Nº7.4-1.

ECUACIÓN Nº7.4-1
VALOR CUOTA ANUAL

$$\text{CUOTA ANUAL} = Io \cdot \frac{i}{1-(1+i)^{-n}}$$

Caso de ejemplo de central.

Si se considera una tasa de interés (i) anual de 10%, una inversión inicial (Io) de $ 10.391 mill. y un período de pago de 15 años, con 3 años de gracia, se tiene que:

$$\text{CUOTA ANUAL} = 10.391 \cdot \frac{0.1}{1-(1+0,1)^{-12}} = \frac{1039,1}{1-0,318}\ \text{mill.\$}$$

CUOTA ANUAL = 1.525 mill. $

El crédito se empieza a pagar al término del período de gracia acordado. Para este análisis en particular se considera un período de gracia de 3 años.

La cuota anual calculada mediante la Ecuación Nº7.4-1 tiene dos componentes, la amortización del principal o capital y la amortización de intereses de la deuda.

Con los mismos antecedentes del ejemplo anterior, se calcula el capital e intereses del año cuatro, que es el de inicio efectivo de pago de la deuda.

Si se descompone la deuda del año cuatro en capital e intereses, que corresponde a la cuota 1, hay que calcular el número de cuotas faltantes, como no se han pagado cuotas, esto es:
12 - 0 = 12.

Posteriormente se calcula el saldo de capital adeudado del período anterior, es decir el año 3 donde no hay pago de deuda. Por lo tanto, se trae a valor presente la deuda completa.

Las cuotas faltantes al valor presente al final del año 3 son:

$$P3 = 1.525 \cdot \frac{((1-(1+0,1)^{-12})}{0,1} \text{mill.\$}$$

$$P3 = 1.525 \cdot 6,814 = 10.391 \text{mill.\$}$$

Se puede apreciar que las cuotas faltantes al año 3 corresponden al total del capital adeudado y corresponden a la columna (20) del flujo.

Al valor calculado anteriormente, se le calculan los intereses, lo que resulta:

$$I4 = i\% \cdot P3$$

$$I4 = 0,1 \cdot 10.391 = 1.039 \text{mill.\$}$$

Calculando ahora el abono al capital:
Abono al capital = Valor Cuota – Intereses
Abono al capital = 1.525 – 1.039 = 486 mill. $

Resumiendo:
El valor de la cuota número 1 para una serie uniforme de pagos de un crédito solicitado a una entidad financiera por $10.391 mill., a una tasa de interés del 10% y con un período de gracia de tres (3) años, corresponde a $1.525 mill. El valor anterior está compuesto por: $1.039 mill de intereses y $486 mill de abono al capital.

Es importante recordar que en el período de gracia no se paga la deuda, es decir, no se paga ni abono a capital ni intereses, por los que estos últimos se van acumulando a la tasa de interés acordada. Al término del período de gracia se empieza a pagar la deuda, incluidos los intereses acumulados en ese período. Lo anterior queda reflejado en las columnas (19), (20) y (21) de los flujos financieros.

En el Anexo B, se presentan los flujos resultantes del análisis financiero. Los flujos se calculan, como se indicó anteriormente, para la tasa de interés del 10% y con las sensibilizaciones 8% y 12%.

Además se incluye un gráfico en que figura el EBITDA acumulado del proyecto y el **FCF** ó flujo libre de caja, por central y alternativa, para cada tasa de interés. El **FCF** (“Free Cash Flow”), indica el efectivo generado en el período y se obtiene descontando del EBITDA las depreciaciones, los impuestos y la deuda financiera.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero.

Se presentan los gráficos de los cuadros de cálculo, en que se visualizan los flujos y resultados financieros, correspondientes a las alternativas de centrales con los mejores indicadores del análisis efectuado.

Uno de los indicadores corresponde al año en que el flujo después del servicio a la deuda es positivo. En el Cuadro Nº7.4.2-1 se presenta dicha información.

CUADRO Nº7.4.2-1
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO (FCF) DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
0	0	0

Nota: "0" indica que no existe flujo positivo.

El flujo acumulado después del servicio a la deuda (FCF) en el año 15, que es el último año de pago de deuda, se muestra en el Cuadro Nº7.4.2-2.

CUADRO Nº7.4.2-2
FCF ACUMULADO AL AÑO 15
(mill. $)

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
-1.879	-2.078	-2.284

El FCF acumulado en el año 30, es decir, al término del período de evaluación del proyecto se presenta en el Cuadro Nº7.4.2-3.

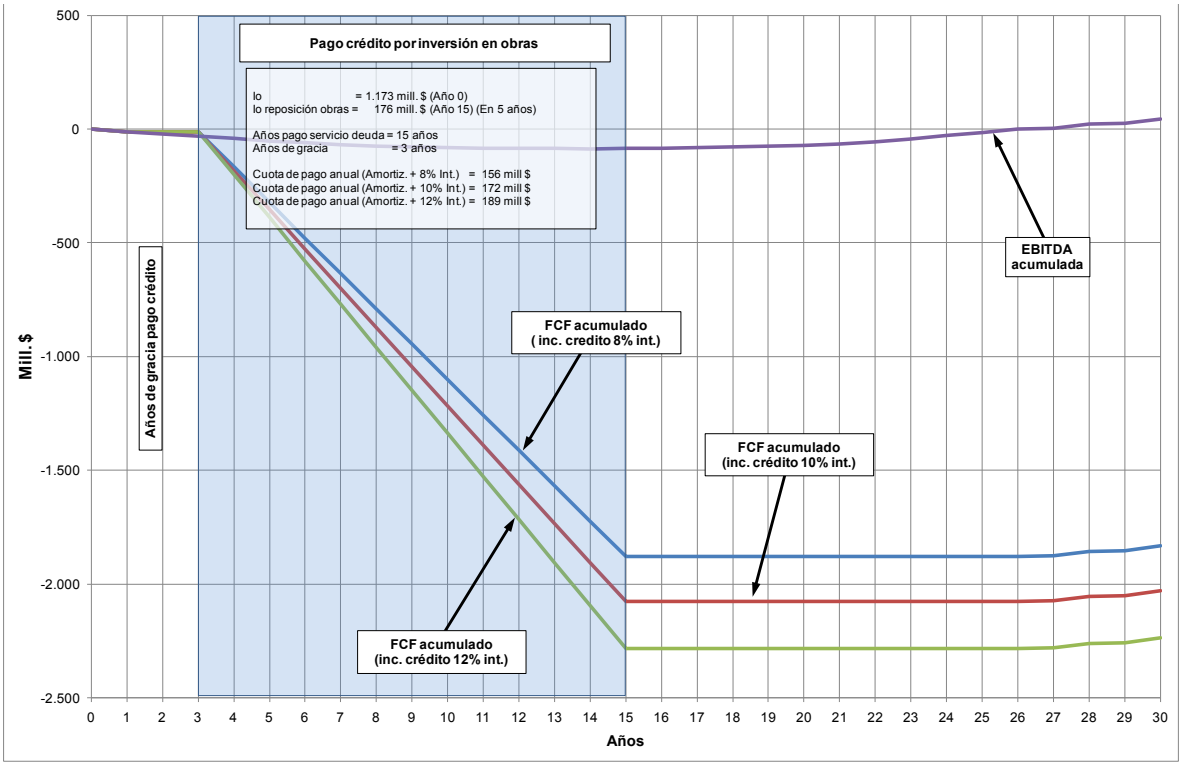
CUADRO Nº7.4.2-3
FCF ACUMULADO AL AÑO 30
(mill. $)

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
-1.831	-2.030	-2.236

En el Cuadro Nº7.4.2-4 se presenta un grafico con el resumen del análisis financiero.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº7.4.2-3
FLUJOS ANUALES



7.5.- Resumen de parámetros económicos

Los parámetros económicos resultantes de la evaluación de la central se presentan resumidos en el Cuadro Nº7.5-1 para precios de mercado y en el Cuadro Nº7.5-2 para precios sociales.

CUADRO Nº7.5-1
RESUMEN DE PARÁMETROS DE POTENCIA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL OPTIMIZADA DE 30 AÑOS x 12 MESES
(VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30 - PRECIOS MERCADO)

Desnivel Neto	Caudal Optimizado	Potencia Optimizada	Energía generada	Factor de planta calculado	Precio monómico de la energía	Potencia de suficiencia	Io	Io/P	VAN	TIR
m	m^3/s	MW	Gwh		$/kWh	Mw	mill. $	mill US$/Mw	mill $	%
5,5	5,0	0,2	23	0,45	154,4	0,13	1.173	11	-1.299	-

CUADRO Nº7.5-2
RESUMEN DE PARÁMETROS DE POTENCIA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL OPTIMIZADA DE 30 AÑOS x 12 MESES
(VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30 - PRECIOS SOCIALES)

Desnivel Neto	Caudal Optimizado	Potencia Optimizada	Energía generada	Factor de planta calculado	Precio monómico de la energía	Potencia de suficiencia	Io	Io/P	VAN	TIR
m	m^3/s	MW	Gwh		$/kWh	Mw	mill. $	mill US$/Mw	mill $	%
5,5	5,0	0,2	23	0,45	235,0	0,13	1.159	10,5	-1.233	-

8.- Conclusiones y Recomendaciones

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

8.- Conclusiones y Recomendaciones

El presente proyecto con 0,2Mw, no alcanza a reunir los parámetros de rentabilidad que aconsejan su ejecución, según los resultados del prediseño y la evaluación preliminar contenidos en el Capítulo Nº7. Los equipos de turbinas y generación en esta etapa, se han especificado con origen chino por motivos de costo y considerando la baja rentabilidad del proyecto, luego de haber analizado su rentabilidad empleando equipos europeos.

Desde el punto de vista técnico, la necesidad de construir bocatoma estable en el Estero Diuto, además de un eficiente desarenador para la elevada concentración de arena en el agua, encarecen excesivamente las obras del proyecto.

En el caso de un futuro incremento del valor de la energía, o el eventual aumento del caudal de diseño incluyendo otros canales adicionales, convendría replantear el prediseño y su evaluación, así como el aprovechamiento eléctrico junto a la central

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ANEXO A

HIDROLOGÍA Y CAUDALES DE GENERACIÓN

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos. A-2.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . . A-2.-

A.2.- Escurrimiento en canales A-7.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-7.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-8.-

A.3.- Caudales de generación A-11.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos

A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos

Una cuenca sin registros es una cuenca no controlada y por tanto la única forma de conocer sus caudales es a través de la generación de éstos mediante métodos indirectos.

Los métodos más comúnmente utilizados son:

- Métodos basados en datos fluviométricos
- Métodos basados en datos pluviométricos
- Métodos basados en datos fisiográficos
- Métodos de simulación

a.- Métodos basados en datos fluviométricos

En caso de disponer de registros fluviométricos de estaciones localizadas en cuencas vecinas al área en estudio, y que presentan características similares a su geomorfología, cobertura vegetal, clima y suelo, los caudales medios podrán ser determinados en base a la aplicación de métodos de transposición de caudales o correlación entre estaciones.

a.1.- Transposición de caudales

Este método supone que los gastos por unidad de área y precipitación entre cuencas vecinas con características similares, son aproximadamente iguales para un período de tiempo considerado.

Para el caso de transposición de caudales medios mensuales desde una estación fluviométrica hacia una bocatoma, el procedimiento es el siguiente:

i.- Se igualan rendimientos entre base y objetivo utilizando la Ecuación NºA.1-1

ECUACIÓN NºA.1-1
RENDIMIENTO ESPECÍFICO

$$R = \frac{Q}{A \cdot P}$$

ii.- De la igualdad anterior se obtiene la Ecuación NºA.1-2

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ECUACIÓN NºA.1-2
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA BASE A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = Q_{BASE_{i,j}} \cdot \left(\frac{A_n}{A_{BASE}}\right) \cdot \left(\frac{P_n}{P_{BASE}}\right)$$

iii.- La Ecuación NºA.1-2 se escribe en función de un factor de transposición FT_n definido como:

ECUACIÓN NºA.1-3
FACTOR DE TRANSPOSICIÓN

$$FT_n = ft_{An} \cdot ft_{Pn}$$

donde $ft_{An} = \frac{A_n}{A_{BASE}}$ y $ft_{Pn} = \frac{P_n}{P_{BASE}}$

Finalmente se obtiene:

ECUACIÓN NºA.1-4
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA BASE A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = Q_{BASE_{i,j}} \cdot FT_n$$

Donde:
R : Rendimiento específico [m^3/mm/km^2]
$Q_{BASE\ i,j}$: Caudal en la estación fluviométrica base, en mes "i", año "j" [m^3/s]
$Q_{n\ i,j}$: Caudal a determinar en la cabecera del cauce, en mes "i", año "j" [m^3/s]
A_{BASE} : Área aportante a estación fluviométrica base [Km^2]
A_n : Área aportante a cabecera de cauce [Km^2]
P_{BASE} : Precipitación media anual en baricentro de área aportante a la estación fluviométrica base [mm]
P_n : Precipitación media anual en baricentro de área aportante a la cabecera de cauce [mm]
ft_{An} : Factor de transposición de áreas desde estación base a cabecera de cauce
ft_{Pn} : Factor de transposición de precipitación desde estación base a cabecera de cauce
FT_n : Factor de transposición desde estación base a cabecera de cauce

Para el caso de transposición de caudales medios mensuales desde más de una estación fluviométrica hacia una bocatoma, el procedimiento consiste en sumar los aportes de todas las estaciones, es decir:

ECUACIÓN NºA.1-5
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE VARIAS ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = \sum Q_{BASEk_{i,j}} \cdot FT_n$$

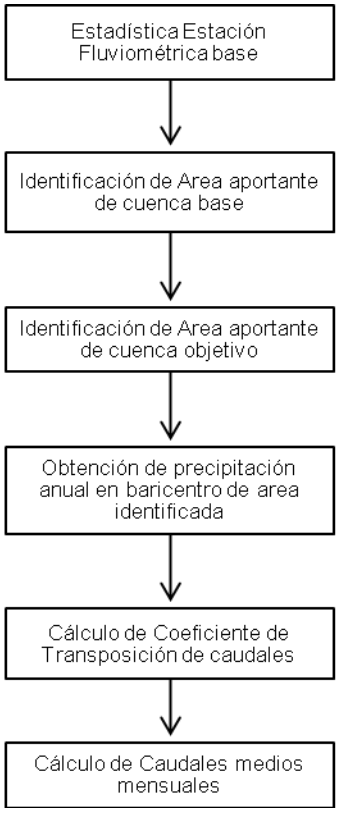
Donde:
$Q_{BASEk\ i,j}$: Caudal en la estación fluviométrica base "k", en mes "i", año "j" [m^3/s]

Para áreas aportantes con cota sobre los 2.500 m, se distinguirán entre aportes pluviales

y aportes nivales, es decir, sobre 2.500 m se consideran aportes nivales y bajo 2.500 m aportes nivales. Dado lo anterior, los aportes nivales serán considerados solo durante los meses de verano (noviembre a abril) y los aportes pluviales solo durante los meses de invierno (mayo a octubre).

La metodología utilizada se resume en el diagrama del Cuadro NºA.1.1-1

CUADRO NºA.1.1-.1
METODOLOGÍA TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES



a.2.- Correlación entre estaciones

Este método supone que los rendimientos ($\bar{Q}$/unidad de superficie) entre las cuencas a correlacionar son similares para un período de tiempo considerado. Su aplicación requiere de una estación patrón que disponga de registros fluviométricos confiables y suficientemente largos para el cumplimiento del objetivo deseado (15 ó 30 años).

El método consiste en establecer una correlación entre la estación patrón y la estación de la cuenca en estudio, a través de la realización de aforos simultáneos. Una vez establecida la correlación y comprobada su calidad, se determina la función que relaciona los valores de ambas estaciones. Los caudales medios de la estación en estudio son obtenidos a través de la función, en base a los caudales medios mensuales.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

b.- Relación precipitación-escorrentía

Esta metodología hace uso de relaciones precipitación-escorrentía ampliamente difundida en la literatura especializada. En su caso más general y para períodos de tiempo prolongados, esta relación puede escribirse como:

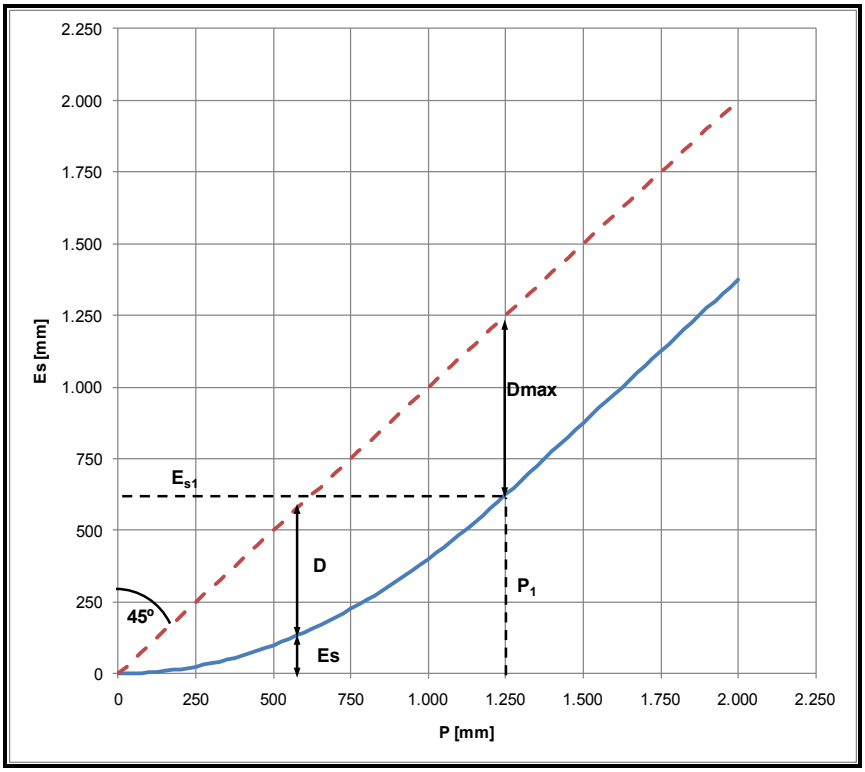
ECUACIÓN NºA.1-6
FORMA GENERAL RELACIÓN PRECIPITACIÓN ESCORRENTÍA

$$E_S = P - D$$

Donde:
Es : escorrentía [mm]
P : precipitaciones [mm]
D : déficit de escorrentía [mm]

En forma gráfica, lo anterior se puede representar como se muestra en el Cuadro NºA.1.1-2.

CUADRO NºA.1.1-2
RELACIÓN PRECIPITACIÓN - ESCORRENTÍA



Cuando se alcanza P_1, el déficit de escorrentía se hace máximo y se indica con D_{max}.

Existen diversas fórmulas empíricas para determinar la escorrentía de una cuenca, en este caso se utilizó la fórmula de Grunsky, que se muestra en la Ecuación NºA.1-7 siguiente.

ECUACIÓN NºA.1-7
FÓRMULA DE GRUNSKY

$$E_S = 0{,}4 \cdot P^2 \text{ para P} < 1{,}25 \text{ m}$$
$$E_S = P - 0{,}625 \text{ para P} \geq 1{,}25 \text{m}$$

Donde D_{max}=625 [mm]

La relación entre escorrentía y caudal queda establecida en la Ecuación NºA.1-8 siguiente:

ECUACIÓN NºA.1-8
RELACIÓN CAUDAL - ESCORRENTÍA

$$Q = \frac{E_S \cdot A}{t} \quad [m^3/s]$$

Donde: Q: caudal medio anual [m^3/s]
Es: escorrentía cuenca [m]
A: área aportante [m^2]
T: tiempo [s /año] = 86.400*365 = 31.536.000 seg.

Para realizar la distribución anual de caudales, se define el Factor de Distribución Medio Anual como se indica en la Ecuación NºA.1-9.

ECUACIÓN NºA.1-9
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO ANUAL (F.D.M.A.)

$$\text{F.D.M.A.} = \frac{\text{Promedio anual año i}}{\text{Promedio total}}$$

Para realizar la distribución mensual de caudales, se define el Factor de Distribución Medio Mensual como se indica en la Ecuación NºA.1-10.

ECUACIÓN NºA.1-10
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO MENSUAL (F.D.M.M.)

$$\text{F.D.M.M.} = \frac{\text{Promedio mensual mes i}}{\text{Promedio anual}}$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.2.- Escurrimiento en canales

Las metodologías de cálculo utilizadas para la estimación del escurrimiento son las siguientes:

- Escurrimiento con Flujo Uniforme, utilizando la conocida Fórmula de Manning
- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado.

A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme.

Este tipo de escurrimiento se caracteriza porque el canal no presenta variaciones en su trazado.

Bajo estas condiciones, la pérdida de energía es igual a la pendiente de fondo del canal y a la pendiente de la superficie del agua. Se puede suponer que las distribuciones de velocidad son iguales.

Se utiliza la Fórmula de Manning indicada en la Ecuación NºA.2-1.

ECUACIÓN NºA.2-1
FÓRMULA DE MANNING

$$Q = \frac{\sqrt{i}}{n} A \cdot R^{2/3}$$

Donde:

Q : caudal [m^3/s]
I : pendiente del canal
n : coeficiente de rugosidad de Manning
$R = \frac{A}{Pm}$: radio hidráulico [m]
A : sección mojada [m^2]
Pm : perímetro mojado [m]

Cuando el canal es regular, con una sección definida y sin obstrucciones, permite representar en forma adecuada el eje hidráulico del canal, con una adecuada estimación del coeficiente de rugosidad.

Los valores típicos para *n* se presentan en el siguiente Cuadro NºA.2.1-1.

CUADRO NºA.2.1-1
VALORES TÍPICOS PARA EL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING EN CANALES

TIPO DE CANAL	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
En tierra con bordes irregulares	0,045
Excavado en tierra	0,030
Revestido con hormigón	0,018
Revestido con albañilería de piedras.	0,025

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado.

El flujo gradualmente variado (FGV) es el flujo permanente cuya profundidad varía de manera gradual a lo largo de la longitud del canal. Lo anterior implica que el flujo es permanente, es decir, las características hidráulicas del flujo permanecen constantes en el intervalo de tiempo considerado y que las líneas de corriente son prácticamente paralelas, esto es, que la distribución hidrostática de la presión prevalece sobre la sección del canal.

El flujo gradualmente variado se puede representar por la siguiente ecuación:

ECUACIÓN NºA.2-2
REPRESENTACIÓN FLUJO GRADUALMENTE VARIADO

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{S_0 - S_f}{1 - F_r^{\,2}}$$

Donde:
S_0 : pendiente de fondo del canal
S_f : pendiente de fricción
F_r : número de Froude

En que:

ECUACIÓN NºA.2-3
PENDIENTE DE FRICCIÓN

$$S_f = \frac{Q^2 n^2}{A^2 R^{2/3}}$$

ECUACIÓN NºA.2-4
NÚMERO DE FROUDE

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

La ecuación del flujo gradualmente variado requiere condiciones de borde para su solución.

En régimen subcrítico (Río, Fr<1), las condiciones de borde están dadas aguas abajo y el escurrimiento tiende a un flujo uniforme hacia aguas arriba. En régimen supercrítico (Torrente, Fr>1), las condiciones de borde están dadas aguas arriba y el escurrimiento tiende a flujo uniforme hacia aguas abajo.

Bajo condiciones de régimen subcrítico, la velocidad de escurrimiento es menor que en régimen supercrítico.

Para el cálculo del eje hidráulico, se utiliza la metodología propuesta en el estudio “Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego Canal Almahue”, CNR, Procivil Ing. Ltda., 2010.

El eje hidráulico se calcula mediante el método escalonado adecuado para canales

prismáticos. A partir de una sección de parámetros conocidos, esto es: altura de agua y dimensiones transversales, se determina la distancia hacia aguas arriba o hacia aguas abajo, a la cual se produce una altura dada, realizando un balance energético.

Las ecuaciones generales son las siguientes ("Hidráulica", F.J. Domínguez IVª edición, pág. 680):

ECUACIÓN NºA.2-5
DISTANCIA ENTRE DOS SECCIONES

$$x = \frac{B_0 - B_1}{J_m - i}$$

ECUACIÓN NºA.2-6
BERNOULLI

$$B = h + \frac{v^2}{2g}$$

ECUACIÓN NºA.2-7
CARGA

$$J = \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}}$$

ECUACIÓN NºA.2-8
PENDIENTE DE LA ENERGÍA DE ESCURRIMIENTO

$$J_m = \frac{J_0 + J_1}{2}$$

Donde:
Los subíndices 0 y 1 indican respectivamente la sección de cálculo y la sección anterior cuyos parámetros son conocidos.

B : Bernoulli en una sección del escurrimiento (m)
Jm : pendiente de la energía del escurrimiento entre las dos secciones
i : pendiente de fondo del canal
x : distancia calculada entre dos secciones (m)
v : velocidad media en una sección (m/s)
R : radio hidráulico (m)
h : altura del pelo de agua (m)
n : coeficiente de rugosidad de Manning

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.3.- Caudales de generación

La hidrología mostrada en el Cuadro Nº4.1-8 permite obtener los caudales medios mensuales para riego de acuerdo a la demanda hídrica de la zona.

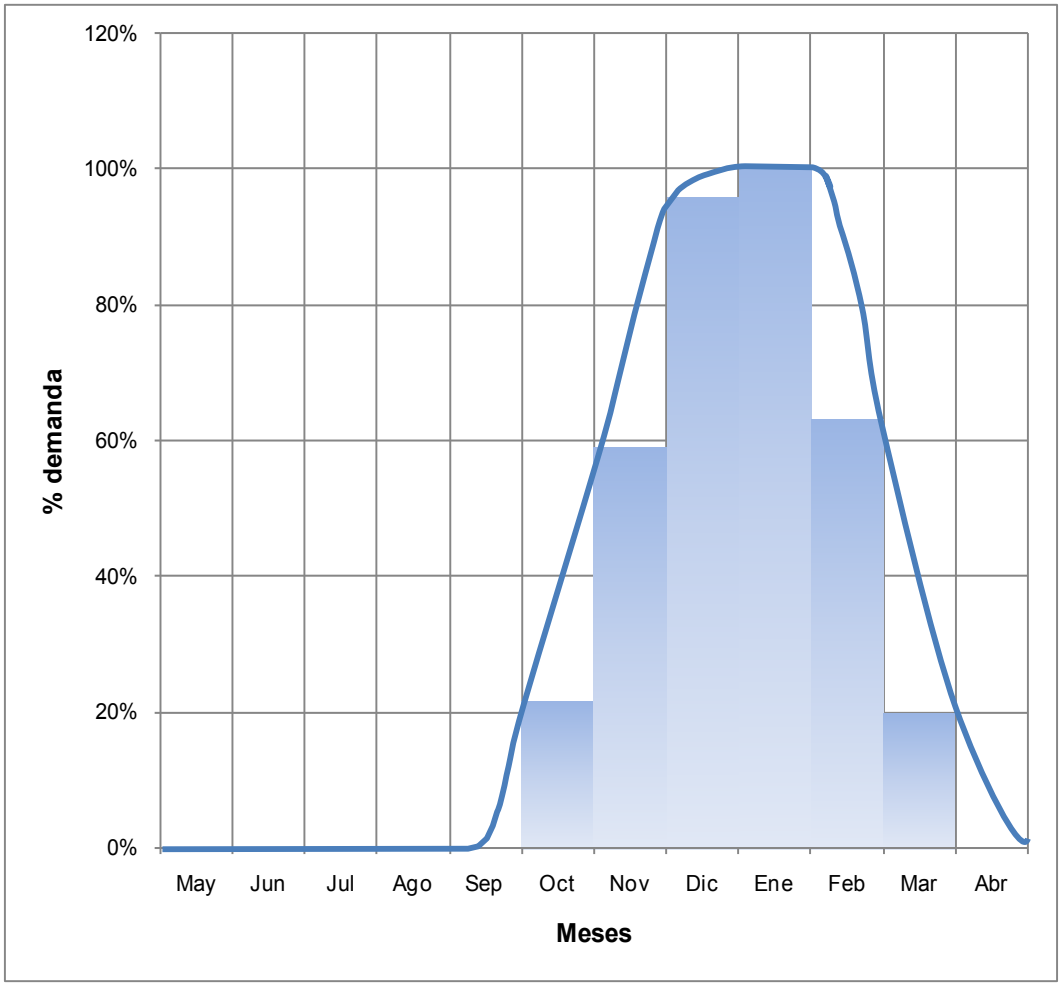
Con referencia al estudio "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile. DGA-MOP - IPLA. 1996.", se obtienen los siguientes porcentajes de caudal para riego en la zona del río Bío Bío, en su ribera derecha, donde el mes con la mayor demanda se considera con un porcentaje del 100%, lo que se muestra en el Cuadro NºA.3-1

CUADRO NºA.3-1
PORCENTAJE DE CAUDAL PARA RIEGO DEL RIO BÍO BÍO RIBERA DERECHA

Meses	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
%	0%	0%	0%	0%	0%	22%	59%	96%	100%	63%	20%	0%

En el Cuadro NºA.3-2 se grafica lo indicado en el Cuadro anterior.

CUADRO NºA.3-2
CAUDAL PARA RIEGO EN ZONA DEL RÍO BÍO BÍO RIBERA DERECHA
REGIÓN DEL BÍO BÍO



Los caudales para riego se obtienen de la multiplicación mes a mes de los porcentajes del Cuadro NºA.3-1 y se indican en el siguiente Cuadro NºA.3-3.

CUADRO NºA.3-3
CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA RIEGO CANAL RARINCO QUILQUE

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA RIEGO [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1970-1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,03	2,98	1,90	1,58	0,71	1,35
2	1971-1972	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,00	2,96	1,89	1,57	0,71	1,34
3	1972-1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,51	3,34	2,13	1,77	0,80	1,46
4	1973-1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	3,32	2,46	1,57	1,30	0,59	1,16
5	1974-1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,17	2,98	2,20	1,41	1,17	0,53	1,04
6	1975-1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	3,60	2,67	1,70	1,41	0,64	1,25
7	1976-1977	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,83	2,74	2,02	1,29	1,07	0,48	0,95
8	1977-1978	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,09	3,03	1,93	1,61	0,72	1,37
9	1978-1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,33	3,20	2,05	1,70	0,76	1,42
10	1979-1980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	3,58	2,65	1,69	1,41	0,63	1,25
11	1980-1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,83	3,57	2,28	1,89	0,85	1,54
12	1981-1982	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,20	3,11	1,99	1,65	0,74	1,39
13	1982-1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,45	3,30	2,11	1,75	0,79	1,45
14	1983-1984	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,63	2,59	1,92	1,23	1,02	0,46	0,90
15	1984-1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,51	3,34	2,13	1,77	0,80	1,46
16	1985-1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,73	2,66	1,97	1,26	1,04	0,47	0,93
17	1986-1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,08	3,02	1,93	1,60	0,72	1,36
18	1987-1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,14	2,96	2,19	1,40	1,16	0,52	1,03
19	1988-1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,01	2,15	1,59	1,02	0,84	0,38	0,75
20	1989-1990	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,61	2,58	1,91	1,22	1,01	0,46	0,90
21	1990-1991	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,26	3,04	2,25	1,44	1,19	0,54	1,06
22	1991-1992	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,82	3,44	2,55	1,63	1,35	0,61	1,20
23	1992-1993	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,82	3,57	2,28	1,89	0,85	1,53
24	1993-1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,44	3,29	2,10	1,74	0,79	1,45
25	1994-1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,83	3,45	2,55	1,63	1,35	0,61	1,20
26	1995-1996	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,47	3,19	2,36	1,51	1,25	0,56	1,11
27	1996-1997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,23	1,59	1,18	0,75	0,62	0,28	0,55
28	1997-1998	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	3,83	2,84	1,81	1,50	0,68	1,30
29	1998-1999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	1,47	1,08	0,69	0,58	0,26	0,51
30	1999-2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	3,25	2,40	1,53	1,27	0,57	1,13
Promedio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,49	3,62	2,70	1,72	1,43	0,64	1,22

Finalmente, y como indica el modelo operativo de la central, se obtienen los caudales turbinables como se indica:

Caudales turbinables = Caudales medios mensuales canal Laja Sur-canal Rarinco Quilque – Caudales medios mensuales para riego canal Rarinco Quilque

Los caudales turbinables para la Central Canal Laja Sur-canal Rarinco Quilque descarga estero Diuto Nº3 se indican en el Cuadro NºA.3-4.

CUADRO NºA.3-4
CAUDALES MEDIOS MENSUALES TURBINABLES

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES TURBINABLES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1970-1971	1,67	4,95	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	2,28
2	1971-1972	1,66	4,92	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	2,27
3	1972-1973	1,87	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	2,31
4	1973-1974	1,38	4,08	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	2,17
5	1974-1975	1,24	3,66	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	2,12
6	1975-1976	1,50	4,43	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	2,21
7	1976-1977	1,14	3,36	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	2,08
8	1977-1978	1,70	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	2,29
9	1978-1979	1,80	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	2,30
10	1979-1980	1,49	4,40	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	2,21
11	1980-1981	2,01	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	2,32
12	1981-1982	1,75	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	2,29
13	1982-1983	1,85	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	2,30
14	1983-1984	1,08	3,19	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	2,06
15	1984-1985	1,88	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	2,31
16	1985-1986	1,11	3,27	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	2,07
17	1986-1987	1,70	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	2,28
18	1987-1988	1,23	3,64	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	2,12
19	1988-1989	0,89	2,65	5,00	5,00	5,00	4,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	1,95
20	1989-1990	1,07	3,17	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	2,06
21	1990-1991	1,26	3,74	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	2,13
22	1991-1992	1,43	4,23	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	2,19
23	1992-1993	2,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	2,32
24	1993-1994	1,85	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	2,30
25	1994-1995	1,43	4,24	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	2,19
26	1995-1996	1,33	3,92	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	2,15
27	1996-1997	0,66	1,95	4,00	4,92	4,33	3,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	1,62
28	1997-1998	1,59	4,71	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	2,25
29	1998-1999	0,61	1,80	3,69	4,54	4,00	3,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	1,50
30	1999-2000	1,35	3,99	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	2,16
Promedio		1,12	1,52	4,22	4,94	4,99	4,96	4,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64

ANEXO B

EVALUACIÓN ECONÓMICA

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.1.- Energía Mensual B.3.-

Anexo B.2.- Flujo Mensual B.10.-

Anexo B.3.- Análisis Financiero B.20.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.1.- Energía Mensual

PRECIO DE LA ENERGÍA, INGRESOS NETOS POR VENTA DE ENERGÍA
CANAL LAJA SUR DERIVADO RARINCO QUILQUE – DIUTO 3, RÍO LAJA

PRECIO ENERGÍA SIN PEAJE $/kWh	**35,5**		
DESCUENTO PORCENTUAL AL PRECIO DE LA ENERGÍA POR CONCEPTO DE PEAJE	**0,00**	**%**	
PRECIO NETO DE LA ENERGÍA INCLUIDO EL PEAJE	**35,5**	**$/kWh**	
PRECIO POR NO CUMPLIMIENTO $/kWh	**0,00**		0
Días generando	**330**	**días**	
% del año generando	**90,4**	**%**	
Potencia INSTALADA Mw	**0,2**	**MW**	
Energía Total Generada	**23**	**Gwh**	

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
1		ABR	0,1		50	35,5	1,8	0,1	0,0	1,8
2		MAY	0,2		148	35,5	5,2	0,0	0,0	5,2
3		JUN	0,2		149	35,5	5,3	0,0	0,0	5,3
4		JUL	0,2		149	35,5	5,3	0,0	0,0	5,3
5		AGO	0,2		149	35,5	5,3	0,0	0,0	5,3
6	1	SEP	0,2	0,47	149	35,5	5,3	0,0	0,0	5,3
7		OCT	0,0		0	35,5	0,0	0,2	0,0	0,0
8		NOV	0,0		0	35,5	0,0	0,2	0,0	0,0
9		DIC	0,0		0	35,5	0,0	0,2	0,0	0,0
10		ENE	0,0		0	35,5	0,0	0,2	0,0	0,0
11		FEB	0,0		0	35,5	0,0	0,2	0,0	0,0
12		MAR	0,0		21	35,5	0,8	0,2	0,0	0,8
13		ABR	0,1		50	36,4	1,8	0,1	0,0	1,8
14		MAY	0,2		147	36,4	5,3	0,0	0,0	5,3
15		JUN	0,2		149	36,4	5,4	0,0	0,0	5,4
16		JUL	0,2		149	36,4	5,4	0,0	0,0	5,4
17		AGO	0,2		149	36,4	5,4	0,0	0,0	5,4
18		SEP	0,2		149	36,4	5,4	0,0	0,0	5,4
19	2	OCT	0,0	0,47	0	36,4	0,0	0,2	0,0	0,0
20		NOV	0,0		0	36,4	0,0	0,2	0,0	0,0
21		DIC	0,0		0	36,4	0,0	0,2	0,0	0,0
22		ENE	0,0		0	36,4	0,0	0,2	0,0	0,0
23		FEB	0,0		0	36,4	0,0	0,2	0,0	0,0
24		MAR	0,0		21	36,4	0,8	0,2	0,0	0,8
25		ABR	0,1		56	37,3	2,1	0,1	0,0	2,1
26		MAY	0,2		149	37,3	5,6	0,0	0,0	5,6
27		JUN	0,2		149	37,3	5,6	0,0	0,0	5,6
28		JUL	0,2		149	37,3	5,6	0,0	0,0	5,6
29		AGO	0,2		149	37,3	5,6	0,0	0,0	5,6
30		SEP	0,2		149	37,3	5,6	0,0	0,0	5,6
31	3	OCT	0,0	0,48	0	37,3	0,0	0,2	0,0	0,0
32		NOV	0,0		0	37,3	0,0	0,2	0,0	0,0
33		DIC	0,0		0	37,3	0,0	0,2	0,0	0,0
34		ENE	0,0		0	37,3	0,0	0,2	0,0	0,0
35		FEB	0,0		0	37,3	0,0	0,2	0,0	0,0
36		MAR	0,0		24	37,3	0,9	0,2	0,0	0,9
37		ABR	0,1		41	38,2	1,6	0,2	0,0	1,6
38		MAY	0,2		122	38,2	4,7	0,0	0,0	4,7
39	4	JUN	0,2	0,45	149	38,2	5,7	0,0	0,0	5,7
40		JUL	0,2		149	38,2	5,7	0,0	0,0	5,7
41		AGO	0,2		149	38,2	5,7	0,0	0,0	5,7

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
42		SEP	0,2		149	38,2	5,7	0,0	0,0	5,7
43		OCT	0,0		0	38,2	0,0	0,2	0,0	0,0
44		NOV	0,0		0	38,2	0,0	0,2	0,0	0,0
45		DIC	0,0		0	38,2	0,0	0,2	0,0	0,0
46		ENE	0,0		0	38,2	0,0	0,2	0,0	0,0
47		FEB	0,0		0	38,2	0,0	0,2	0,0	0,0
48		MAR	0,0		17	38,2	0,7	0,2	0,0	0,7
49		ABR	0,1		37	39,2	1,4	0,2	0,0	1,4
50		MAY	0,2		109	39,2	4,3	0,1	0,0	4,3
51		JUN	0,2		149	39,2	5,8	0,0	0,0	5,8
52		JUL	0,2		149	39,2	5,8	0,0	0,0	5,8
53		AGO	0,2		149	39,2	5,8	0,0	0,0	5,8
54	5	SEP	0,2	0,44	149	39,2	5,8	0,0	0,0	5,8
55		OCT	0,0		0	39,2	0,0	0,2	0,0	0,0
56		NOV	0,0		0	39,2	0,0	0,2	0,0	0,0
57		DIC	0,0		0	39,2	0,0	0,2	0,0	0,0
58		ENE	0,0		0	39,2	0,0	0,2	0,0	0,0
59		FEB	0,0		0	39,2	0,0	0,2	0,0	0,0
60		MAR	0,0		16	39,2	0,6	0,2	0,0	0,6
61		ABR	0,1		45	40,1	1,8	0,2	0,0	1,8
62		MAY	0,2		132	40,1	5,3	0,0	0,0	5,3
63		JUN	0,2		149	40,1	6,0	0,0	0,0	6,0
64		JUL	0,2		149	40,1	6,0	0,0	0,0	6,0
65		AGO	0,2		149	40,1	6,0	0,0	0,0	6,0
66		SEP	0,2		149	40,1	6,0	0,0	0,0	6,0
67	6	OCT	0,0	0,46	0	40,1	0,0	0,2	0,0	0,0
68		NOV	0,0		0	40,1	0,0	0,2	0,0	0,0
69		DIC	0,0		0	40,1	0,0	0,2	0,0	0,0
70		ENE	0,0		0	40,1	0,0	0,2	0,0	0,0
71		FEB	0,0		0	40,1	0,0	0,2	0,0	0,0
72		MAR	0,0		19	40,1	0,8	0,2	0,0	0,8
73		ABR	0,1		34	41,1	1,4	0,2	0,0	1,4
74		MAY	0,2		100	41,1	4,1	0,1	0,0	4,1
75		JUN	0,2		149	41,1	6,1	0,0	0,0	6,1
76		JUL	0,2		149	41,1	6,1	0,0	0,0	6,1
77		AGO	0,2		149	41,1	6,1	0,0	0,0	6,1
78		SEP	0,2		149	41,1	6,1	0,0	0,0	6,1
79	7	OCT	0,0	0,43	0	41,1	0,0	0,2	0,0	0,0
80		NOV	0,0		0	41,1	0,0	0,2	0,0	0,0
81		DIC	0,0		0	41,1	0,0	0,2	0,0	0,0
82		ENE	0,0		0	41,1	0,0	0,2	0,0	0,0
83		FEB	0,0		0	41,1	0,0	0,2	0,0	0,0
84		MAR	0,0		14	41,1	0,6	0,2	0,0	0,6
85		ABR	0,1		51	42,2	2,1	0,1	0,0	2,1
86		MAY	0,2		149	42,2	6,3	0,0	0,0	6,3
87		JUN	0,2		149	42,2	6,3	0,0	0,0	6,3
88		JUL	0,2		149	42,2	6,3	0,0	0,0	6,3
89		AGO	0,2		149	42,2	6,3	0,0	0,0	6,3
90		SEP	0,2		149	42,2	6,3	0,0	0,0	6,3
91	8	OCT	0,0	0,47	0	42,2	0,0	0,2	0,0	0,0
92		NOV	0,0		0	42,2	0,0	0,2	0,0	0,0
93		DIC	0,0		0	42,2	0,0	0,2	0,0	0,0
94		ENE	0,0		0	42,2	0,0	0,2	0,0	0,0
95		FEB	0,0		0	42,2	0,0	0,2	0,0	0,0
96		MAR	0,0		22	42,2	0,9	0,2	0,0	0,9
97	9	ABR	0,1	0,47	54	43,2	2,3	0,1	0,0	2,3
98		MAY	0,2		149	43,2	6,4	0,0	0,0	6,4

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada	Factor De planta	Energía	Precio neto de la energía	Venta de energía	Déficit de potencia	Gasto por compra de energía	Ingreso neto mensual por generación
			MW		MWh/mes	$/kWh	Mill $	MW	Mill $	Mill $
99		JUN	0,2		149	43,2	6,4	0,0	0,0	6,4
100		JUL	0,2		149	43,2	6,4	0,0	0,0	6,4
101		AGO	0,2		149	43,2	6,4	0,0	0,0	6,4
102		SEP	0,2		149	43,2	6,4	0,0	0,0	6,4
103		OCT	0,0		0	43,2	0,0	0,2	0,0	0,0
104		NOV	0,0		0	43,2	0,0	0,2	0,0	0,0
105		DIC	0,0		0	43,2	0,0	0,2	0,0	0,0
106		ENE	0,0		0	43,2	0,0	0,2	0,0	0,0
107		FEB	0,0		0	43,2	0,0	0,2	0,0	0,0
108		MAR	0,0		23	43,2	1,0	0,2	0,0	1,0
109		ABR	0,1		44	44,3	2,0	0,2	0,0	2,0
110		MAY	0,2		131	44,3	5,8	0,0	0,0	5,8
111		JUN	0,2		149	44,3	6,6	0,0	0,0	6,6
112		JUL	0,2		149	44,3	6,6	0,0	0,0	6,6
113		AGO	0,2		149	44,3	6,6	0,0	0,0	6,6
114		SEP	0,2		149	44,3	6,6	0,0	0,0	6,6
115	10	OCT	0,0	0,46	0	44,3	0,0	0,2	0,0	0,0
116		NOV	0,0		0	44,3	0,0	0,2	0,0	0,0
117		DIC	0,0		0	44,3	0,0	0,2	0,0	0,0
118		ENE	0,0		0	44,3	0,0	0,2	0,0	0,0
119		FEB	0,0		0	44,3	0,0	0,2	0,0	0,0
120		MAR	0,0		19	44,3	0,8	0,2	0,0	0,8
121		ABR	0,1		60	45,4	2,7	0,1	0,0	2,7
122		MAY	0,2		149	45,4	6,8	0,0	0,0	6,8
123		JUN	0,2		149	45,4	6,8	0,0	0,0	6,8
124		JUL	0,2		149	45,4	6,8	0,0	0,0	6,8
125		AGO	0,2		149	45,4	6,8	0,0	0,0	6,8
126		SEP	0,2		149	45,4	6,8	0,0	0,0	6,8
127	11	OCT	0,0	0,48	0	45,4	0,0	0,2	0,0	0,0
128		NOV	0,0		0	45,4	0,0	0,2	0,0	0,0
129		DIC	0,0		0	45,4	0,0	0,2	0,0	0,0
130		ENE	0,0		0	45,4	0,0	0,2	0,0	0,0
131		FEB	0,0		0	45,4	0,0	0,2	0,0	0,0
132		MAR	0,0		25	45,4	1,2	0,2	0,0	1,2
133		ABR	0,1		52	46,6	2,4	0,1	0,0	2,4
134		MAY	0,2		149	46,6	6,9	0,0	0,0	6,9
135		JUN	0,2		149	46,6	6,9	0,0	0,0	6,9
136		JUL	0,2		149	46,6	6,9	0,0	0,0	6,9
137		AGO	0,2		149	46,6	6,9	0,0	0,0	6,9
138		SEP	0,2		149	46,6	6,9	0,0	0,0	6,9
139	12	OCT	0,0	0,47	0	46,6	0,0	0,2	0,0	0,0
140		NOV	0,0		0	46,6	0,0	0,2	0,0	0,0
141		DIC	0,0		0	46,6	0,0	0,2	0,0	0,0
142		ENE	0,0		0	46,6	0,0	0,2	0,0	0,0
143		FEB	0,0		0	46,6	0,0	0,2	0,0	0,0
144		MAR	0,0		22	46,6	1,0	0,2	0,0	1,0
145		ABR	0,1		55	47,7	2,6	0,1	0,0	2,6
146		MAY	0,2		149	47,7	7,1	0,0	0,0	7,1
147		JUN	0,2		149	47,7	7,1	0,0	0,0	7,1
148		JUL	0,2		149	47,7	7,1	0,0	0,0	7,1
149		AGO	0,2		149	47,7	7,1	0,0	0,0	7,1
150	13	SEP	0,2	0,48	149	47,7	7,1	0,0	0,0	7,1
151		OCT	0,0		0	47,7	0,0	0,2	0,0	0,0
152		NOV	0,0		0	47,7	0,0	0,2	0,0	0,0
153		DIC	0,0		0	47,7	0,0	0,2	0,0	0,0
154		ENE	0,0		0	47,7	0,0	0,2	0,0	0,0
155		FEB	0,0		0	47,7	0,0	0,2	0,0	0,0

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada	Factor De planta	Energía	Precio neto de la energía	Venta de energía	Déficit de potencia	Gasto por compra de energía	Ingreso neto mensual por generación
			MW		MWh/mes	$/kWh	Mill $	MW	Mill $	Mill $
156		MAR	0,0		23	47,7	1,1	0,2	0,0	1,1
157		ABR	0,0		32	48,9	1,6	0,2	0,0	1,6
158		MAY	0,1		95	48,9	4,7	0,1	0,0	4,7
159		JUN	0,2		149	48,9	7,3	0,0	0,0	7,3
160		JUL	0,2		149	48,9	7,3	0,0	0,0	7,3
161		AGO	0,2		149	48,9	7,3	0,0	0,0	7,3
162	14	SEP	0,2	0,43	149	48,9	7,3	0,0	0,0	7,3
163		OCT	0,0		0	48,9	0,0	0,2	0,0	0,0
164		NOV	0,0		0	48,9	0,0	0,2	0,0	0,0
165		DIC	0,0		0	48,9	0,0	0,2	0,0	0,0
166		ENE	0,0		0	48,9	0,0	0,2	0,0	0,0
167		FEB	0,0		0	48,9	0,0	0,2	0,0	0,0
168		MAR	0,0		14	48,9	0,7	0,2	0,0	0,7
169		ABR	0,1		56	50,1	2,8	0,1	0,0	2,8
170		MAY	0,2		149	50,1	7,5	0,0	0,0	7,5
171		JUN	0,2		149	50,1	7,5	0,0	0,0	7,5
172		JUL	0,2		149	50,1	7,5	0,0	0,0	7,5
173		AGO	0,2		149	50,1	7,5	0,0	0,0	7,5
174	15	SEP	0,2	0,48	149	50,1	7,5	0,0	0,0	7,5
175		OCT	0,0		0	50,1	0,0	0,2	0,0	0,0
176		NOV	0,0		0	50,1	0,0	0,2	0,0	0,0
177		DIC	0,0		0	50,1	0,0	0,2	0,0	0,0
178		ENE	0,0		0	50,1	0,0	0,2	0,0	0,0
179		FEB	0,0		0	50,1	0,0	0,2	0,0	0,0
180		MAR	0,0		24	50,1	1,2	0,2	0,0	1,2
181		ABR	0,1		33	51,4	1,7	0,2	0,0	1,7
182		MAY	0,1		98	51,4	5,0	0,1	0,0	5,0
183		JUN	0,2		149	51,4	7,7	0,0	0,0	7,7
184		JUL	0,2		149	51,4	7,7	0,0	0,0	7,7
185		AGO	0,2		149	51,4	7,7	0,0	0,0	7,7
186		SEP	0,2		149	51,4	7,7	0,0	0,0	7,7
187	16	OCT	0,0	0,43	0	51,4	0,0	0,2	0,0	0,0
188		NOV	0,0		0	51,4	0,0	0,2	0,0	0,0
189		DIC	0,0		0	51,4	0,0	0,2	0,0	0,0
190		ENE	0,0		0	51,4	0,0	0,2	0,0	0,0
191		FEB	0,0		0	51,4	0,0	0,2	0,0	0,0
192		MAR	0,0		14	51,4	0,7	0,2	0,0	0,7
193		ABR	0,1		51	52,7	2,7	0,1	0,0	2,7
194		MAY	0,2		149	52,7	7,9	0,0	0,0	7,9
195		JUN	0,2		149	52,7	7,9	0,0	0,0	7,9
196		JUL	0,2		149	52,7	7,9	0,0	0,0	7,9
197		AGO	0,2		149	52,7	7,9	0,0	0,0	7,9
198		SEP	0,2		149	52,7	7,9	0,0	0,0	7,9
199	17	OCT	0,0	0,47	0	52,7	0,0	0,2	0,0	0,0
200		NOV	0,0		0	52,7	0,0	0,2	0,0	0,0
201		DIC	0,0		0	52,7	0,0	0,2	0,0	0,0
202		ENE	0,0		0	52,7	0,0	0,2	0,0	0,0
203		FEB	0,0		0	52,7	0,0	0,2	0,0	0,0
204		MAR	0,0		22	52,7	1,1	0,2	0,0	1,1
205		ABR	0,1		37	54,0	2,0	0,2	0,0	2,0
206		MAY	0,2		109	54,0	5,9	0,1	0,0	5,9
207		JUN	0,2		149	54,0	8,1	0,0	0,0	8,1
208		JUL	0,2		149	54,0	8,1	0,0	0,0	8,1
209	18	AGO	0,2	0,44	149	54,0	8,1	0,0	0,0	8,1
210		SEP	0,2		149	54,0	8,1	0,0	0,0	8,1
211		OCT	0,0		0	54,0	0,0	0,2	0,0	0,0
212		NOV	0,0		0	54,0	0,0	0,2	0,0	0,0

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada	Factor De planta	Energía	Precio neto de la energía	Venta de energía	Déficit de potencia	Gasto por compra de energía	Ingreso neto mensual por generación
			MW		MWh/mes	$/kWh	Mill $	MW	Mill $	Mill $
213		DIC	0,0		0	54,0	0,0	0,2	0,0	0,0
214		ENE	0,0		0	54,0	0,0	0,2	0,0	0,0
215		FEB	0,0		0	54,0	0,0	0,2	0,0	0,0
216		MAR	0,0		16	54,0	0,8	0,2	0,0	0,8
217		ABR	0,0		27	55,3	1,5	0,2	0,0	1,5
218		MAY	0,1		79	55,3	4,4	0,1	0,0	4,4
219		JUN	0,2		149	55,3	8,3	0,0	0,0	8,3
220		JUL	0,2		149	55,3	8,3	0,0	0,0	8,3
221		AGO	0,2		149	55,3	8,3	0,0	0,0	8,3
222		SEP	0,2		135	55,3	7,5	0,0	0,0	7,5
223	19	OCT	0,0	0,40	0	55,3	0,0	0,2	0,0	0,0
224		NOV	0,0		0	55,3	0,0	0,2	0,0	0,0
225		DIC	0,0		0	55,3	0,0	0,2	0,0	0,0
226		ENE	0,0		0	55,3	0,0	0,2	0,0	0,0
227		FEB	0,0		0	55,3	0,0	0,2	0,0	0,0
228		MAR	0,0		11	55,3	0,6	0,2	0,0	0,6
229		ABR	0,0		32	56,7	1,8	0,2	0,0	1,8
230		MAY	0,1		95	56,7	5,4	0,1	0,0	5,4
231		JUN	0,2		149	56,7	8,5	0,0	0,0	8,5
232		JUL	0,2		149	56,7	8,5	0,0	0,0	8,5
233		AGO	0,2		149	56,7	8,5	0,0	0,0	8,5
234		SEP	0,2		149	56,7	8,5	0,0	0,0	8,5
235	20	OCT	0,0	0,43	0	56,7	0,0	0,2	0,0	0,0
236		NOV	0,0		0	56,7	0,0	0,2	0,0	0,0
237		DIC	0,0		0	56,7	0,0	0,2	0,0	0,0
238		ENE	0,0		0	56,7	0,0	0,2	0,0	0,0
239		FEB	0,0		0	56,7	0,0	0,2	0,0	0,0
240		MAR	0,0		14	56,7	0,8	0,2	0,0	0,8
241		ABR	0,1		38	58,1	2,2	0,2	0,0	2,2
242		MAY	0,2		112	58,1	6,5	0,1	0,0	6,5
243		JUN	0,2		149	58,1	8,7	0,0	0,0	8,7
244		JUL	0,2		149	58,1	8,7	0,0	0,0	8,7
245		AGO	0,2		149	58,1	8,7	0,0	0,0	8,7
246		SEP	0,2		149	58,1	8,7	0,0	0,0	8,7
247	21	OCT	0,0	0,44	0	58,1	0,0	0,2	0,0	0,0
248		NOV	0,0		0	58,1	0,0	0,2	0,0	0,0
249		DIC	0,0		0	58,1	0,0	0,2	0,0	0,0
250		ENE	0,0		0	58,1	0,0	0,2	0,0	0,0
251		FEB	0,0		0	58,1	0,0	0,2	0,0	0,0
252		MAR	0,0		16	58,1	0,9	0,2	0,0	0,9
253		ABR	0,1		43	59,6	2,5	0,2	0,0	2,5
254		MAY	0,2		126	59,6	7,5	0,0	0,0	7,5
255		JUN	0,2		149	59,6	8,9	0,0	0,0	8,9
256		JUL	0,2		149	59,6	8,9	0,0	0,0	8,9
257		AGO	0,2		149	59,6	8,9	0,0	0,0	8,9
258		SEP	0,2		149	59,6	8,9	0,0	0,0	8,9
259	22	OCT	0,0	0,45	0	59,6	0,0	0,2	0,0	0,0
260		NOV	0,0		0	59,6	0,0	0,2	0,0	0,0
261		DIC	0,0		0	59,6	0,0	0,2	0,0	0,0
262		ENE	0,0		0	59,6	0,0	0,2	0,0	0,0
263		FEB	0,0		0	59,6	0,0	0,2	0,0	0,0
264		MAR	0,0		18	59,6	1,1	0,2	0,0	1,1
265		ABR	0,1		60	61,1	3,6	0,1	0,0	3,6
266		MAY	0,2		149	61,1	9,1	0,0	0,0	9,1
267	23	JUN	0,2	0,48	149	61,1	9,1	0,0	0,0	9,1
268		JUL	0,2		149	61,1	9,1	0,0	0,0	9,1
269		AGO	0,2		149	61,1	9,1	0,0	0,0	9,1

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada	Factor De planta	Energía	Precio neto de la energía	Venta de energía	Déficit de potencia	Gasto por compra de energía	Ingreso neto mensual por generación
			MW		MWh/mes	$/kWh	Mill $	MW	Mill $	Mill $
270		SEP	0,2		149	61,1	9,1	0,0	0,0	9,1
271		OCT	0,0		0	61,1	0,0	0,2	0,0	0,0
272		NOV	0,0		0	61,1	0,0	0,2	0,0	0,0
273		DIC	0,0		0	61,1	0,0	0,2	0,0	0,0
274		ENE	0,0		0	61,1	0,0	0,2	0,0	0,0
275		FEB	0,0		0	61,1	0,0	0,2	0,0	0,0
276		MAR	0,0		25	61,1	1,6	0,2	0,0	1,6
277		ABR	0,1		55	62,6	3,4	0,1	0,0	3,4
278		MAY	0,2		149	62,6	9,3	0,0	0,0	9,3
279		JUN	0,2		149	62,6	9,3	0,0	0,0	9,3
280		JUL	0,2		149	62,6	9,3	0,0	0,0	9,3
281		AGO	0,2		149	62,6	9,3	0,0	0,0	9,3
282		SEP	0,2		149	62,6	9,3	0,0	0,0	9,3
283	24	OCT	0,0	0,48	0	62,6	0,0	0,2	0,0	0,0
284		NOV	0,0		0	62,6	0,0	0,2	0,0	0,0
285		DIC	0,0		0	62,6	0,0	0,2	0,0	0,0
286		ENE	0,0		0	62,6	0,0	0,2	0,0	0,0
287		FEB	0,0		0	62,6	0,0	0,2	0,0	0,0
288		MAR	0,0		23	62,6	1,5	0,2	0,0	1,5
289		ABR	0,1		43	64,2	2,7	0,2	0,0	2,7
290		MAY	0,2		126	64,2	8,1	0,0	0,0	8,1
291		JUN	0,2		149	64,2	9,6	0,0	0,0	9,6
292		JUL	0,2		149	64,2	9,6	0,0	0,0	9,6
293		AGO	0,2		149	64,2	9,6	0,0	0,0	9,6
294		SEP	0,2		149	64,2	9,6	0,0	0,0	9,6
295	25	OCT	0,0	0,45	0	64,2	0,0	0,2	0,0	0,0
296		NOV	0,0		0	64,2	0,0	0,2	0,0	0,0
297		DIC	0,0		0	64,2	0,0	0,2	0,0	0,0
298		ENE	0,0		0	64,2	0,0	0,2	0,0	0,0
299		FEB	0,0		0	64,2	0,0	0,2	0,0	0,0
300		MAR	0,0		18	64,2	1,2	0,2	0,0	1,2
301		ABR	0,1		40	65,8	2,6	0,2	0,0	2,6
302		MAY	0,2		117	65,8	7,7	0,0	0,0	7,7
303		JUN	0,2		149	65,8	9,8	0,0	0,0	9,8
304		JUL	0,2		149	65,8	9,8	0,0	0,0	9,8
305		AGO	0,2		149	65,8	9,8	0,0	0,0	9,8
306		SEP	0,2		149	65,8	9,8	0,0	0,0	9,8
307	26	OCT	0,0	0,44	0	65,8	0,0	0,2	0,0	0,0
308		NOV	0,0		0	65,8	0,0	0,2	0,0	0,0
309		DIC	0,0		0	65,8	0,0	0,2	0,0	0,0
310		ENE	0,0		0	65,8	0,0	0,2	0,0	0,0
311		FEB	0,0		0	65,8	0,0	0,2	0,0	0,0
312		MAR	0,0		17	65,8	1,1	0,2	0,0	1,1
313		ABR	0,0		20	67,4	1,3	0,2	0,0	1,3
314		MAY	0,1		58	67,4	3,9	0,1	0,0	3,9
315		JUN	0,2		120	67,4	8,1	0,0	0,0	8,1
316		JUL	0,2		147	67,4	9,9	0,0	0,0	9,9
317		AGO	0,2		129	67,4	8,7	0,0	0,0	8,7
318		SEP	0,2		100	67,4	6,7	0,1	0,0	6,7
319	27	OCT	0,0	0,34	0	67,4	0,0	0,2	0,0	0,0
320		NOV	0,0		0	67,4	0,0	0,2	0,0	0,0
321		DIC	0,0		0	67,4	0,0	0,2	0,0	0,0
322		ENE	0,0		0	67,4	0,0	0,2	0,0	0,0
323		FEB	0,0		0	67,4	0,0	0,2	0,0	0,0
324		MAR	0,0		8	67,4	0,6	0,2	0,0	0,6
325	28	ABR	0,1	0,46	47	69,1	3,3	0,2	0,0	3,3
326		MAY	0,2		140	69,1	9,7	0,0	0,0	9,7

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
327		JUN	0,2		149	69,1	10,3	0,0	0,0	10,3
328		JUL	0,2		149	69,1	10,3	0,0	0,0	10,3
329		AGO	0,2		149	69,1	10,3	0,0	0,0	10,3
330		SEP	0,2		149	69,1	10,3	0,0	0,0	10,3
331		OCT	0,0		0	69,1	0,0	0,2	0,0	0,0
332		NOV	0,0		0	69,1	0,0	0,2	0,0	0,0
333		DIC	0,0		0	69,1	0,0	0,2	0,0	0,0
334		ENE	0,0		0	69,1	0,0	0,2	0,0	0,0
335		FEB	0,0		0	69,1	0,0	0,2	0,0	0,0
336		MAR	0,0		20	69,1	1,4	0,2	0,0	1,4
337		ABR	0,0		18	70,8	1,3	0,2	0,0	1,3
338		MAY	0,1		54	70,8	3,8	0,1	0,0	3,8
339		JUN	0,2		110	70,8	7,8	0,1	0,0	7,8
340		JUL	0,2		136	70,8	9,6	0,0	0,0	9,6
341		AGO	0,2		119	70,8	8,5	0,0	0,0	8,5
342	29	SEP	0,1	0,31	92	70,8	6,5	0,1	0,0	6,5
343		OCT	0,0		0	70,8	0,0	0,2	0,0	0,0
344		NOV	0,0		0	70,8	0,0	0,2	0,0	0,0
345		DIC	0,0		0	70,8	0,0	0,2	0,0	0,0
346		ENE	0,0		0	70,8	0,0	0,2	0,0	0,0
347		FEB	0,0		0	70,8	0,0	0,2	0,0	0,0
348		MAR	0,0		8	70,8	0,5	0,2	0,0	0,5
349		ABR	0,1		40	72,6	2,9	0,2	0,0	2,9
350		MAY	0,2		119	72,6	8,6	0,0	0,0	8,6
351		JUN	0,2		149	72,6	10,8	0,0	0,0	10,8
352		JUL	0,2		149	72,6	10,8	0,0	0,0	10,8
353		AGO	0,2		149	72,6	10,8	0,0	0,0	10,8
354		SEP	0,2		149	72,6	10,8	0,0	0,0	10,8
355	30	OCT	0,0	0,45	0	72,6	0,0	0,2	0,0	0,0
356		NOV	0,0		0	72,6	0,0	0,2	0,0	0,0
357		DIC	0,0		0	72,6	0,0	0,2	0,0	0,0
358		ENE	0,0		0	72,6	0,0	0,2	0,0	0,0
359		FEB	0,0		0	72,6	0,0	0,2	0,0	0,0
360		MAR	0,0		17	72,6	1,2	0,2	0,0	1,2
				0,45						

NOTAS.-

1 Nº: valor correlativo, se desarrolla el análisis para 360 meses= 12meses x 30 años.-
2 AÑO: correlativo de los años de análisis.-
3 MES: el año se comienza a contabilizar en el mes de ABRIL.-
4 POTENCIA: valor real generable producto de la hidrología mensual.-
5 ENERGÍA: valor de energía generada en el mes.-
6 VENTA DE ENERGÍA: ingreso por la venta de la energía generada: (5) x PRECIO de venta kWh.-
7 DÉFICIT DE POTENCIA: potencia contratada - (4); es la potencia que no se suple con la hidrología mensual.-
8 GASTO POR COMPRA DE ENERGÍA: (6) x Precio por no cumplimiento de la potencia contratada.-
(se supone que el valor por no cumplimiento es el doble del valor de la energía)
9 INGRESO NETO POR GENERACIÓN: (5) - (7); venta de energía - gasto por no cumplimiento.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.2.- Flujo Mensual

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FLUJO MENSUAL PARA 30 AÑOS DE OPERACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL Io (4,8 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**1.173**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGÍA (REGIONAL) $/kWh	**35,5**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	T.I.R. % (después de impuestos)	**-**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**0,2**	**INVERSIÓN NETA (mill. $)**	**1.314**	**TASA DE DESCUENTO ANUAL (%)**	**10,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,1**			**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,1**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**176**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**491,8**	**TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA %**	**17,0**	**IVA INVERSIÓN**	**223**
DÍAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**0**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
0													1.314			-1.314	-1.314	1.314
1	2	1	0	2	4	0	0,03	0,18	15	-17	0	-17		0	-1	-1	-1.315	1.298
2	5	1	0	6	4	0	0,07	0,20	15	-13	0	-13		0	3	3	-1.312	1.283
3	5	1	0	6	4	0	0,08	0,20	15	-13	0	-13		0	3	3	-1.310	1.267
4	5	1	0	6	4	0	0,08	0,20	15	-13	0	-13		0	3	3	-1.307	1.252
5	5	1	0	6	4	0	0,08	0,20	15	-13	0	-13		0	3	3	-1.305	1.237
6	5	1	0	6	4	0	0,08	0,20	15	-13	0	-13		0	3	3	-1.302	1.221
7	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	15	-18	0	-18		0	-3	-3	-1.305	1.206
8	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	15	-18	0	-18		0	-3	-3	-1.308	1.190
9	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	15	-18	0	-18		0	-3	-3	-1.311	1.175
10	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	15	-18	0	-18		0	-3	-3	-1.314	1.159
11	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	15	-18	0	-18		0	-3	-3	-1.317	1.144
12	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	15	-18	0	-18		0	-2	-2	-1.319	1.128
13	2	1	0	2	4	0	0,02	0,18	15	-17	0	-17		0	-1	-1	-1.320	1.113
14	5	1	0	6	4	0	0,07	0,20	15	-13	0	-13		0	3	3	-1.317	1.097
15	5	1	0	6	4	0	0,08	0,20	15	-13	0	-13		0	3	3	-1.315	1.082
16	5	1	0	6	4	0	0,08	0,20	15	-13	0	-13		0	3	3	-1.312	1.066
17	5	1	0	6	4	0	0,08	0,20	15	-13	0	-13		0	3	3	-1.309	1.051
18	5	1	0	6	4	0	0,08	0,20	15	-13	0	-13		0	3	3	-1.306	1.035
19	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	15	-18	0	-18		0	-3	-3	-1.309	1.020
20	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	15	-18	0	-18		0	-3	-3	-1.312	1.004
21	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	15	-18	0	-18		0	-3	-3	-1.315	989
22	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	15	-18	0	-18		0	-3	-3	-1.318	974
23	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	15	-18	0	-18		0	-3	-3	-1.321	958
24	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	15	-18	0	-18		0	-2	-2	-1.323	943
25	2	1	0	3	4	0	0,03	0,18	6	-7	0	-7		0	-1	-1	-1.324	936
26	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	6	-4	0	-4		0	3	3	-1.321	930
27	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	6	-4	0	-4		0	3	3	-1.318	923

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
28	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	6	-4	0	-4		0	3	3	-1.315	917
29	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	6	-4	0	-4		0	3	3	-1.312	911
30	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	6	-4	0	-4		0	3	3	-1.309	904
31	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	6	-9	0	-9		0	-3	-3	-1.312	898
32	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	6	-9	0	-9		0	-3	-3	-1.315	891
33	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	6	-9	0	-9		0	-3	-3	-1.318	885
34	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	6	-9	0	-9		0	-3	-3	-1.321	879
35	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	6	-9	0	-9		0	-3	-3	-1.324	872
36	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	6	-8	0	-8		0	-2	-2	-1.326	866
37	2	1	0	2	4	0	0,02	0,18	2	-4	0	-4		0	-1	-1	-1.327	863
38	5	1	0	5	4	0	0,06	0,19	2	-1	0	-1		0	2	2	-1.325	861
39	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	2	0	0	0		1	3	3	-1.322	858
40	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	2	0	0	0		1	3	3	-1.319	856
41	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	2	0	0	0		1	3	3	-1.316	853
42	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	2	0	0	0		1	3	3	-1.312	851
43	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.315	848
44	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.318	846
45	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.321	843
46	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.324	841
47	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.327	838
48	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	2	-5	0	-5		0	-2	-2	-1.329	836
49	1	1	0	2	3	0	0,02	0,18	2	-4	0	-4		0	-1	-1	-1.331	833
50	4	1	0	5	4	0	0,06	0,19	2	-1	0	-1		0	2	2	-1.329	831
51	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	2	0	0	0		1	3	3	-1.326	828
52	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	2	0	0	0		1	3	3	-1.323	826
53	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	2	0	0	0		1	3	3	-1.319	823
54	6	1	0	6	4	0	0,08	0,20	2	0	0	0		1	3	3	-1.316	821
55	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.319	818
56	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.322	816
57	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.325	813
58	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.327	811
59	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.330	808
60	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	2	-5	0	-5		0	-2	-2	-1.333	806
61	2	1	0	2	4	0	0,02	0,18	2	-4	0	-4		0	-1	-1	-1.334	803
62	5	1	0	6	4	0	0,07	0,20	2	0	0	0		0	3	3	-1.331	801
63	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	0	0	0		1	4	4	-1.327	798
64	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	0	0	0		1	4	4	-1.324	796
65	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	0	0	0		1	4	4	-1.320	793
66	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	0	0	0		1	4	4	-1.317	791
67	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.320	788
68	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.323	786
69	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.325	783
70	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.328	781
71	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.331	778
72	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	2	-5	0	-5		0	-2	-2	-1.333	776
73	1	1	0	2	3	0	0,02	0,18	2	-4	0	-4		0	-2	-2	-1.335	774

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
74	4	1	0	5	4	0	0,05	0,19	2	-1	0	-1		0	1	1	-1.333	772
75	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.330	769
76	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.326	767
77	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.322	765
78	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.318	763
79	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.321	761
80	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.324	759
81	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.327	756
82	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.330	754
83	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.333	752
84	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	2	-4	0	-4		0	-2	-2	-1.335	750
85	2	1	0	3	4	0	0,03	0,18	2	-3	0	-3		0	-1	-1	-1.336	748
86	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.332	746
87	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.328	744
88	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.324	741
89	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.320	739
90	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.316	737
91	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.319	735
92	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.322	733
93	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.325	731
94	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.328	728
95	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.331	726
96	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	2	-4	0	-4		0	-2	-2	-1.332	724
97	2	1	0	3	4	0	0,03	0,18	2	-3	0	-3		0	-1	-1	-1.333	722
98	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.329	720
99	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.325	718
100	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.321	715
101	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.316	713
102	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-1.312	711
103	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.315	709
104	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.318	707
105	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.321	705
106	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.324	702
107	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.327	700
108	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	2	-4	0	-4		0	-2	-2	-1.328	698
109	2	1	0	3	4	0	0,02	0,18	2	-3	0	-3		0	-1	-1	-1.329	696
110	6	1	0	6	4	0	0,07	0,20	2	1	0	1		1	3	3	-1.326	694
111	7	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	4	4	-1.322	692
112	7	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	4	4	-1.317	689
113	7	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	4	4	-1.313	687
114	7	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	4	4	-1.308	685
115	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.311	683
116	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.314	681
117	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.317	679
118	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.320	676
119	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.323	674

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
120	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	2	-4	0	-4		0	-2	-2	-1.325	672
121	3	1	0	3	4	0	0,03	0,19	2	-2	0	-2		0	0	0	-1.325	670
122	7	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.320	668
123	7	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.316	666
124	7	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.311	664
125	7	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.306	661
126	7	1	0	7	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.302	659
127	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.305	657
128	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.308	655
129	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.310	653
130	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.313	651
131	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.316	648
132	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	2	-4	0	-4		0	-2	-2	-1.318	646
133	2	1	0	3	4	0	0,03	0,18	2	-3	0	-3		0	0	0	-1.318	644
134	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.313	642
135	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.308	640
136	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.304	638
137	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.299	635
138	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.294	633
139	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.297	631
140	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.300	629
141	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.303	627
142	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.305	625
143	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.308	622
144	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	2	-4	0	-4		0	-2	-2	-1.310	620
145	3	1	0	3	4	0	0,03	0,19	2	-2	0	-2		0	0	0	-1.310	618
146	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.305	616
147	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.300	614
148	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.295	612
149	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.290	609
150	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-1.285	607
151	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.288	605
152	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.291	603
153	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.293	601
154	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.296	599
155	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-1.299	596
156	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	2	-4	0	-4		0	-2	-2	-1.301	594
157	2	1	0	2	3	0	0,02	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.302	594
158	5	1	0	5	4	0	0,05	0,19	0	2	0	2		0	2	2	-1.300	594
159	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	4	0	4		1	5	5	-1.294	594
160	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	4	0	4		1	5	5	-1.289	594
161	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	4	0	4		1	5	5	-1.284	594
162	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	4	0	4		1	5	5	-1.279	594
163	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.281	594
164	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.284	594
165	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.287	594

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
166	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.290	594
167	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.292	594
168	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.294	594
169	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	0	0	0	0	176	0	0	-176	-1.470	594
170	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	5	5	-1.465	594
171	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	5	5	-1.459	594
172	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	5	5	-1.454	594
173	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	5	5	-1.448	594
174	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	5	5	-1.443	594
175	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.446	594
176	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.448	594
177	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.451	594
178	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.454	594
179	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.457	594
180	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.458	594
181	2	1	0	2	3	0	0,02	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.459	594
182	5	1	0	6	4	0	0,05	0,19	0	2	0	2		0	3	3	-1.457	594
183	8	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.451	594
184	8	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.445	594
185	8	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.439	594
186	8	1	0	8	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.434	594
187	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.436	594
188	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.439	594
189	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.442	594
190	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.445	594
191	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.447	594
192	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.449	594
193	3	1	0	3	4	0	0,03	0,19	0	0	0	0		0	0	0	-1.449	594
194	8	1	0	9	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.444	594
195	8	1	0	9	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.438	594
196	8	1	0	9	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.432	594
197	8	1	0	9	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.426	594
198	8	1	0	9	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.420	594
199	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.422	594
200	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.425	594
201	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.428	594
202	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.430	594
203	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.433	594
204	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.435	594
205	2	1	0	3	3	0	0,02	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.435	594
206	6	1	0	7	4	0	0,05	0,20	0	3	0	3		1	4	4	-1.432	594
207	8	1	0	9	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.426	594
208	8	1	0	9	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.419	594
209	8	1	0	9	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.413	594
210	8	1	0	9	4	0	0,08	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.407	594
211	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.409	594

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
212	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.412	594
213	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.415	594
214	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.418	594
215	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.420	594
216	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.422	594
217	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.423	594
218	4	1	0	5	4	0	0,04	0,19	0	2	0	2		0	2	2	-1.421	594
219	8	1	0	9	4	0	0,08	0,21	0	5	0	5		1	7	7	-1.415	594
220	8	1	0	9	4	0	0,08	0,21	0	5	0	5		1	7	7	-1.408	594
221	8	1	0	9	4	0	0,08	0,21	0	5	0	5		1	7	7	-1.402	594
222	7	1	0	8	4	0	0,07	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.396	594
223	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.399	594
224	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.402	594
225	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.404	594
226	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.407	594
227	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.410	594
228	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.412	594
229	2	1	0	3	3	0	0,02	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.412	594
230	5	1	0	6	4	0	0,05	0,19	0	3	0	3		1	3	3	-1.409	594
231	8	1	0	9	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.403	594
232	8	1	0	9	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.396	594
233	8	1	0	9	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.389	594
234	8	1	0	9	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.382	594
235	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.385	594
236	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.387	594
237	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.390	594
238	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.393	594
239	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.395	594
240	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.397	594
241	2	1	0	3	3	0	0,02	0,18	0	0	0	0		0	0	0	-1.398	594
242	6	1	0	7	4	0	0,06	0,20	0	4	0	4		1	4	4	-1.393	594
243	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.386	594
244	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.379	594
245	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.372	594
246	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.365	594
247	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.368	594
248	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.370	594
249	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.373	594
250	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.376	594
251	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.378	594
252	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.380	594
253	3	1	0	3	4	0	0,02	0,18	0	0	0	0		0	0	0	-1.380	594
254	8	1	0	8	4	0	0,06	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.374	594
255	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.367	594
256	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.360	594
257	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.352	594

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
258	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.345	594
259	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.348	594
260	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.350	594
261	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.353	594
262	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.355	594
263	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.358	594
264	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.360	594
265	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	-1.358	594
266	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	8	8	-1.351	594
267	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	8	8	-1.343	594
268	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	8	8	-1.335	594
269	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	8	8	-1.328	594
270	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		1	8	8	-1.320	594
271	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.323	594
272	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.325	594
273	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.328	594
274	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.331	594
275	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.333	594
276	2	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.334	594
277	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	-1.333	594
278	9	1	0	10	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	8	8	-1.325	594
279	9	1	0	10	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	8	8	-1.317	594
280	9	1	0	10	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	8	8	-1.310	594
281	9	1	0	10	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	8	8	-1.302	594
282	9	1	0	10	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	8	8	-1.294	594
283	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.296	594
284	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.299	594
285	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.301	594
286	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.304	594
287	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.307	594
288	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.308	594
289	3	1	0	4	4	0	0,02	0,19	0	0	0	0		0	0	0	-1.307	594
290	8	1	0	9	4	0	0,06	0,20	0	5	0	5		1	7	7	-1.301	594
291	10	1	0	10	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	8	8	-1.293	594
292	10	1	0	10	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	8	8	-1.284	594
293	10	1	0	10	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	8	8	-1.276	594
294	10	1	0	10	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	8	8	-1.268	594
295	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.271	594
296	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.273	594
297	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.276	594
298	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.278	594
299	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.281	594
300	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.282	594
301	3	1	0	4	4	0	0,02	0,18	0	0	0	0		0	0	0	-1.282	594
302	8	1	0	9	4	0	0,06	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.276	594
303	10	1	0	11	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	9	9	-1.267	594

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
304	10	1	0	11	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	9	9	-1.259	594
305	10	1	0	11	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	9	9	-1.250	594
306	10	1	0	11	4	1	0,08	0,21	0	7	0	7		1	9	9	-1.242	594
307	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.244	594
308	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.247	594
309	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.249	594
310	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.252	594
311	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	-1.254	594
312	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.256	594
313	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.257	594
314	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	2	2	-1.255	594
315	8	1	0	9	4	0	0,06	0,20	0	5	0	5		1	7	7	-1.249	594
316	10	1	0	11	4	1	0,07	0,21	0	7	0	7		1	9	9	-1.240	594
317	9	1	0	10	4	0	0,07	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.233	594
318	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		1	5	5	-1.228	594
319	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.230	594
320	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.233	594
321	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.235	594
322	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.238	594
323	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.240	594
324	1	1	0	2	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.242	594
325	3	1	0	4	4	0	0,02	0,19	0	1	0	1		0	1	1	-1.241	594
326	10	1	0	11	4	1	0,07	0,21	0	7	0	7		1	8	8	-1.233	594
327	10	1	0	11	4	1	0,08	0,21	0	8	0	8		1	9	9	-1.224	594
328	10	1	0	11	4	1	0,08	0,21	0	8	0	8		1	9	9	-1.215	594
329	10	1	0	11	4	1	0,08	0,21	0	8	0	8		1	9	9	-1.205	594
330	10	1	0	11	4	1	0,08	0,21	0	8	0	8		1	9	9	-1.196	594
331	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.199	594
332	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.201	594
333	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.204	594
334	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.206	594
335	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.209	594
336	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.210	594
337	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.211	594
338	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	2	2	-1.209	594
339	8	1	0	9	4	0	0,06	0,20	0	5	0	5		1	6	6	-1.203	594
340	10	1	0	11	4	1	0,07	0,21	0	7	0	7		1	8	8	-1.195	594
341	8	1	0	9	4	0	0,06	0,20	0	6	0	6		1	7	7	-1.188	594
342	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		1	5	5	-1.183	594
343	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.185	594
344	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.188	594
345	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.190	594
346	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.193	594
347	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.195	594
348	1	1	0	2	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.197	594
349	3	1	0	4	4	0	0,02	0,19	0	0	0	0		0	1	1	-1.196	594

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
350	9	1	0	10	4	0	0,06	0,21	0	6	0	6		1	7	7	-1.189	594
351	11	1	0	12	4	1	0,08	0,21	0	8	0	8		2	10	10	-1.179	594
352	11	1	0	12	4	1	0,08	0,21	0	8	0	8		2	10	10	-1.169	594
353	11	1	0	12	4	1	0,08	0,21	0	8	0	8		2	10	10	-1.159	594
354	11	1	0	12	4	1	0,08	0,21	0	8	0	8		2	10	10	-1.150	594
355	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.152	594
356	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.154	594
357	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.157	594
358	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.159	594
359	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	-1.162	594
360	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	-1.163	594

Márgen del año 30: **34** millones
Valor residual : 10 veces el margén del año 30: **341** millones
actualización a valor presente del valor residual: **20**

NOTAS:

1 MES DE ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS X 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = ENERGIA MENSUAL POR PRECIO BASE DE LA ENERGÍA
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = POTENCIA FIRME POR PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA
4 EGRESOS POR PEAJES ELÉCTRICOS
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente)
7 COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (5) (INGRESOS TOTALES)
8 SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw/ año
9 IMPREVISTOS = 5% * [(4)+(6)+(7)+(8)+(9)]
10 DEPRECIACIÓN = INVERSIÓN INICIAL / CANTIDAD DE AÑOS PARA DEPRECIAR LA INVERSIÓN INICIAL. SE PRORATEA EN FORMA MENSUAL.-
11 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10)
12 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
13 BENEFICIO NETO = (11) - (12)
14 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
15 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL (SE RECUPERA IVA CUANDO EXISTEN UTILIDADES NEGATIVAS)
16 INGRESO NETO = (5) - (6) + (12) - (15)
17 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (14)
18 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
19 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (10)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)
INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE POR LO MENOS EN 3 AÑOS
SE DEBE AGREGAR UN VALOR RESIDUAL HASTA LOS 40 AÑOS DE VIDA UTIL (INFORME DE LAS NACIONES UNIDAS PAG 160)

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.3.- Análisis Financiero

A continuación se presentan las planillas de cálculo del análisis financiero para la tasa de interés de 10% y la sensibilización con tasas 8% y 12%.

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 8,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL LAJA SUR DERIVADO RARINCO QUILQUE - DIUTO 3 - RÍO LAJA

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	8,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	1.119
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	1.173	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	156
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	176	PERÍODO EFECTIVO PAGO DEUDA (n)	(Años) =	12			
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	223			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0								0						0	0	0	0	1.173	0	1.173	1.173	0	0	0	0
1	35	0	35	42	2	0	2	-12	186	-197	0	0	-12	-12	-12	-12	-12	0	94	1.173	1.267	0	0	0	-12
2	36	0	36	42	2	0	2	-22	186	-196	0	0	-11	-11	-11	-22	-12	0	101	1.173	1.274	0	0	0	-12
3	37	0	37	42	2	0	2	-32	77	-86	0	0	-10	-10	-10	-32	-12	0	102	1.173	1.275	0	0	0	-12
4	36	0	36	42	2	0	2	-42	30	-40	0	0	-10	-10	-10	-42	-12	0	102	1.173	1.275	62	94	156	-167
5	37	0	37	42	2	0	2	-52	30	-40	0	0	-10	-10	-10	-52	-167	0	8	1.111	1.119	67	89	156	-323
6	39	0	39	42	2	0	2	-60	30	-38	0	0	-8	-8	-8	-60	-323	0	1	1.044	1.045	72	84	156	-479
7	38	0	38	42	2	0	2	-69	26	-35	0	0	-9	-9	-9	-69	-479	0	0	972	972	78	78	156	-634
8	42	0	42	42	2	0	2	-75	26	-31	0	0	-5	-5	-5	-75	-634	0	0	895	895	84	72	156	-790
9	43	0	43	42	2	0	2	-79	26	-30	0	0	-4	-4	-4	-79	-790	0	0	810	810	91	65	156	-946
10	43	0	43	42	2	0	2	-83	26	-30	0	0	-4	-4	-4	-83	-946	0	0	720	720	98	58	156	-1.101
11	46	0	46	42	2	0	2	-85	26	-28	0	0	-2	-2	-2	-85	-1.101	0	0	622	622	106	50	156	-1.257
12	46	0	46	42	2	0	2	-86	26	-27	0	0	-1	-1	-1	-86	-1.257	0	0	516	516	114	41	156	-1.413
13	48	0	48	42	2	0	2	-85	26	-26	0	0	0	0	0	-85	-1.413	0	0	401	401	124	32	156	-1.568
14	45	0	45	42	2	0	2	-88	0	-3	0	0	-2	-2	-2	-88	-1.568	0	0	278	278	133	22	156	-1.724
15	50	0	50	42	3	0	2	-85	0	3	0	0	3	3	3	-85	-1.724	35	0	144	144	144	12	156	-1.879
16	47	0	47	42	2	0	2	-85	0	0	0	0	0	0	0	-85	-1.879	35	0	0	0	0	0	0	-1.879
17	52	0	52	42	3	0	2	-81	0	5	1	1	5	5	5	-81	-1.879	35	0	0	0	0	0	0	-1.879
18	50	0	50	42	3	0	2	-78	0	3	0	1	3	3	3	-78	-1.879	35	0	0	0	0	0	0	-1.879
19	48	0	48	42	2	0	2	-77	0	1	0	0	1	1	1	-76	-1.879	35	0	0	0	0	0	0	-1.879
20	52	0	52	42	3	0	2	-72	0	4	1	1	4	4	4	-72	-1.879	0	0	0	0	0	0	0	-1.879
21	54	0	54	42	3	0	2	-66	0	7	1	1	7	7	7	-65	-1.879	0	0	0	0	0	0	0	-1.879
22	57	0	57	42	3	0	2	-56	0	9	2	2	9	9	9	-56	-1.879	0	0	0	0	0	0	0	-1.879
23	61	0	61	42	3	0	2	-43	0	13	2	3	13	13	13	-42	-1.879	0	0	0	0	0	0	0	-1.879
24	62	0	62	42	3	0	2	-29	0	14	2	3	15	15	15	-28	-1.879	0	0	0	0	0	0	0	-1.879
25	61	0	61	42	3	0	2	-15	0	13	2	3	14	14	14	-14	-1.879	0	0	0	0	0	0	0	-1.879
26	62	0	62	42	3	0	2	-1	0	14	2	3	14	14	14	0	-1.879	0	0	0	0	0	0	0	-1.879
27	51	0	51	42	3	0	2	2	0	4	1	1	4	4	4	4	-1.875	0	0	0	0	0	0	0	-1.875
28	68	0	68	42	3	0	2	22	0	19	3	4	20	20	20	24	-1.856	0	0	0	0	0	0	0	-1.856
29	50	0	50	42	3	0	2	25	0	3	1	1	3	3	3	27	-1.852	0	0	0	0	0	0	0	-1.852
30	69	0	69	42	3	0	2	45	0	20	3	4	21	21	21	48	-1.831	0	0	0	0	0	0	0	-1.831

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA

(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)

(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)

(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año

(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]

(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)

(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]

(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL

(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)

(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)

(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)

(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO

(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR

(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES

(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL

(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)

(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)

(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.

(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE

(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL

(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 10,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL LAJA SUR DERIVADO RARINCO QUILQUE - DIUTO 3 - RÍO LAJA

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	10,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	1.131
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	1.173	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	172
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	176						
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	223			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0														0	0	0	0	1.173	0	1.173	1.173	0	0	0	0
1	35	0	35	42	2	0	2	-12	186	-197	0	0	-12	-12	-12	-12	-12	0	117	1.173	1.290	0	0	0	-12
2	36	0	36	42	2	0	2	-22	186	-196	0	0	-11	-11	-11	-22	-12	0	129	1.173	1.302	0	0	0	-12
3	37	0	37	42	2	0	2	-32	77	-86	0	0	-10	-10	-10	-32	-12	0	130	1.173	1.303	0	0	0	-12
4	36	0	36	42	2	0	2	-42	30	-40	0	0	-10	-10	-10	-42	-12	0	130	1.173	1.303	55	117	172	-184
5	37	0	37	42	2	0	2	-52	30	-40	0	0	-10	-10	-10	-52	-184	0	13	1.118	1.131	60	112	172	-356
6	39	0	39	42	2	0	2	-60	30	-38	0	0	-8	-8	-8	-60	-356	0	1	1.058	1.059	66	106	172	-528
7	38	0	38	42	2	0	2	-69	26	-35	0	0	-9	-9	-9	-69	-528	0	0	991	992	73	99	172	-700
8	42	0	42	42	2	0	2	-75	26	-31	0	0	-5	-5	-5	-75	-700	0	0	918	918	80	92	172	-872
9	43	0	43	42	2	0	2	-79	26	-30	0	0	-4	-4	-4	-79	-872	0	0	838	838	88	84	172	-1.045
10	43	0	43	42	2	0	2	-83	26	-30	0	0	-4	-4	-4	-83	-1.045	0	0	750	750	97	75	172	-1.217
11	46	0	46	42	2	0	2	-85	26	-28	0	0	-2	-2	-2	-85	-1.217	0	0	653	653	107	65	172	-1.389
12	46	0	46	42	2	0	2	-86	26	-27	0	0	-1	-1	-1	-86	-1.389	0	0	546	546	118	55	172	-1.561
13	48	0	48	42	2	0	2	-85	26	-26	0	0	0	0	0	-85	-1.561	0	0	428	428	129	43	172	-1.733
14	45	0	45	42	2	0	2	-88	0	-3	0	0	-2	-2	-2	-88	-1.733	0	0	299	299	142	30	172	-1.905
15	50	0	50	42	3	0	2	-85	0	3	0	0	3	3	3	-85	-1.905	35	0	157	157	157	16	172	-2.078
16	47	0	47	42	2	0	2	-85	0	0	0	0	0	0	0	-85	-2.078	35	0	0	0	0	0	0	-2.078
17	52	0	52	42	3	0	2	-81	0	5	1	1	5	5	5	-81	-2.078	35	0	0	0	0	0	0	-2.078
18	50	0	50	42	3	0	2	-78	0	3	0	1	3	3	3	-78	-2.078	35	0	0	0	0	0	0	-2.078
19	48	0	48	42	2	0	2	-77	0	1	0	0	1	1	1	-76	-2.078	35	0	0	0	0	0	0	-2.078
20	52	0	52	42	3	0	2	-72	0	4	1	1	4	4	4	-72	-2.078	0	0	0	0	0	0	0	-2.078
21	54	0	54	42	3	0	2	-66	0	7	1	1	7	7	7	-65	-2.078	0	0	0	0	0	0	0	-2.078
22	57	0	57	42	3	0	2	-56	0	9	2	2	9	9	9	-56	-2.078	0	0	0	0	0	0	0	-2.078
23	61	0	61	42	3	0	2	-43	0	13	2	3	13	13	13	-42	-2.078	0	0	0	0	0	0	0	-2.078
24	62	0	62	42	3	0	2	-29	0	14	2	3	15	15	15	-28	-2.078	0	0	0	0	0	0	0	-2.078
25	61	0	61	42	3	0	2	-15	0	13	2	3	14	14	14	-14	-2.078	0	0	0	0	0	0	0	-2.078
26	62	0	62	42	3	0	2	-1	0	14	2	3	14	14	14	0	-2.077	0	0	0	0	0	0	0	-2.077
27	51	0	51	42	3	0	2	2	0	4	1	1	4	4	4	4	-2.073	0	0	0	0	0	0	0	-2.073
28	68	0	68	42	3	0	2	22	0	19	3	4	20	20	20	24	-2.054	0	0	0	0	0	0	0	-2.054
29	50	0	50	42	3	0	2	25	0	3	1	1	3	3	3	27	-2.050	0	0	0	0	0	0	0	-2.050
30	69	0	69	42	3	0	2	45	0	20	3	4	21	21	21	48	-2.030	0	0	0	0	0	0	0	-2.030

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA
(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.
(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)
(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)
(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año
(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]
(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)
(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.
(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]
(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL
(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)
(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)
(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)
(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO
(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR
(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES
(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL
(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)
(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)
(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.
(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE
(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL
(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 12,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL LAJA SUR DERIVADO RARINCO QUILQUE - DIUTO 3 - RÍO LAJA

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	12,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	1.144
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	1.173	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	189
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	176	PERÍODO EFECTIVO PAGO DEUDA (n)	(Años) =	12			
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	223			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0														0	0	0	0	1.173	0	1.173	1.173	0	0	0	0
1	35	0	35	42	2	0	2	-12	186	-197	0	0	-12	-12	-12	-12	-12	0	141	1.173	1.314	0	0	0	-12
2	36	0	36	42	2	0	2	-22	186	-196	0	0	-11	-11	-11	-22	-12	0	158	1.173	1.331	0	0	0	-12
3	37	0	37	42	2	0	2	-32	77	-86	0	0	-10	-10	-10	-32	-12	0	160	1.173	1.333	0	0	0	-12
4	36	0	36	42	2	0	2	-42	30	-40	0	0	-10	-10	-10	-42	-12	0	160	1.173	1.333	49	141	189	-201
5	37	0	37	42	2	0	2	-52	30	-40	0	0	-10	-10	-10	-52	-201	0	19	1.124	1.144	54	135	189	-390
6	39	0	39	42	2	0	2	-60	30	-38	0	0	-8	-8	-8	-60	-390	0	2	1.070	1.072	61	128	189	-580
7	38	0	38	42	2	0	2	-69	26	-35	0	0	-9	-9	-9	-69	-580	0	0	1.009	1.009	68	121	189	-769
8	42	0	42	42	2	0	2	-75	26	-31	0	0	-5	-5	-5	-75	-769	0	0	941	941	76	113	189	-958
9	43	0	43	42	2	0	2	-79	26	-30	0	0	-4	-4	-4	-79	-958	0	0	864	864	86	104	189	-1.148
10	43	0	43	42	2	0	2	-83	26	-30	0	0	-4	-4	-4	-83	-1.148	0	0	779	779	96	93	189	-1.337
11	46	0	46	42	2	0	2	-85	26	-28	0	0	-2	-2	-2	-85	-1.337	0	0	683	683	107	82	189	-1.527
12	46	0	46	42	2	0	2	-86	26	-27	0	0	-1	-1	-1	-86	-1.527	0	0	575	575	120	69	189	-1.716
13	48	0	48	42	2	0	2	-85	26	-26	0	0	0	0	0	-85	-1.716	0	0	455	455	135	55	189	-1.905
14	45	0	45	42	2	0	2	-88	0	-3	0	0	-2	-2	-2	-88	-1.905	0	0	320	320	151	38	189	-2.095
15	50	0	50	42	3	0	2	-85	0	3	0	0	3	3	3	-85	-2.095	35	0	169	169	169	20	189	-2.284
16	47	0	47	42	2	0	2	-85	0	0	0	0	0	0	0	-85	-2.284	35	0	0	0	0	0	0	-2.284
17	52	0	52	42	3	0	2	-81	0	5	1	1	5	5	5	-81	-2.284	35	0	0	0	0	0	0	-2.284
18	50	0	50	42	3	0	2	-78	0	3	0	1	3	3	3	-78	-2.284	35	0	0	0	0	0	0	-2.284
19	48	0	48	42	2	0	2	-77	0	1	0	0	1	1	1	-76	-2.284	35	0	0	0	0	0	0	-2.284
20	52	0	52	42	3	0	2	-72	0	4	1	1	4	4	4	-72	-2.284	0	0	0	0	0	0	0	-2.284
21	54	0	54	42	3	0	2	-66	0	7	1	1	7	7	7	-65	-2.284	0	0	0	0	0	0	0	-2.284
22	57	0	57	42	3	0	2	-56	0	9	2	2	9	9	9	-56	-2.284	0	0	0	0	0	0	0	-2.284
23	61	0	61	42	3	0	2	-43	0	13	2	3	13	13	13	-42	-2.284	0	0	0	0	0	0	0	-2.284
24	62	0	62	42	3	0	2	-29	0	14	2	3	15	15	15	-28	-2.284	0	0	0	0	0	0	0	-2.284
25	61	0	61	42	3	0	2	-15	0	13	2	3	14	14	14	-14	-2.284	0	0	0	0	0	0	0	-2.284
26	62	0	62	42	3	0	2	-1	0	14	2	3	14	14	14	0	-2.284	0	0	0	0	0	0	0	-2.284
27	51	0	51	42	3	0	2	2	0	4	1	1	4	4	4	4	-2.280	0	0	0	0	0	0	0	-2.280
28	68	0	68	42	3	0	2	22	0	19	3	4	20	20	20	24	-2.260	0	0	0	0	0	0	0	-2.260
29	50	0	50	42	3	0	2	25	0	3	1	1	3	3	3	27	-2.257	0	0	0	0	0	0	0	-2.257
30	69	0	69	42	3	0	2	45	0	20	3	4	21	21	21	48	-2.236	0	0	0	0	0	0	0	-2.236

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA
(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.
(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)
(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)
(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año
(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]
(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)
(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.
(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]
(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL
(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)
(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)
(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)
(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO
(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR
(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES
(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL
(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)
(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)
(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.
(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE
(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL
(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANEXO C

HIDROLOGÍA Y CAUDALES DE GENERACIÓN

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo C: Planos

Lámina	Contenido
11-1	-Planta de ubicación central hidroeléctrica Diuto 3 canal Laja Sur derivado Rarinco Quilque km. 0.0-km. 1.960 - topografía -Perfil longitudinal canal derivado Rarinco Quilque km. 0.00 - km. 1.960 – Topografía
11-2	-Perfiles transversales canal derivado Rarinco Quilque km. 0.0 - km. 1.960 - Topografía
11-3	-Planta de ubicación central hidroeléctrica Diuto 3 canal Laja Sur derivado Rarinco Quilque km. 0.0-km. 1.960 -Perfil longitudinal canal derivado Rarinco Quilque km. 0.0 - km. 1960
11-4	-Perfiles transversales descarga canal derivado Rarinco Quilque a Rio Diuto km. 0.0- km. 180 -Perfil longitudinal tubería forzada y tubería de purga a Río Diuto 3 -Planta de ubicación central hidroeléctrica derivado canal Rarinco Quilque a río Diuto 3 km. 0.0 - km. 180
11-5	-Planta de ubicación bocatoma canal derivado Rarinco Quilque - Sección a-a' en río Diuto - Sección b-b' en canal derivado Rarinco Quilque y Río Diuto -Perfil longitudinal descarga barrera proyectada km. -7
11-6	-Planta obra de captación -Planta casa de maquina

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

PROYECTO Nº 12
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
CANAL BÍO-BÍO NEGRETE – DERIVADO RIHUE
DESCARGA A RÍO BUREO
RÍO BÍO-BÍO – REGIÓN DEL BÍO-BÍO

INDICE

1.-	Antecedentes Generales.	1.1.-
1.1.	Nombre del proyecto.	1.2.-
1.2.-	Región y comuna.	1.2.-
1.3.	Fuente hídrica.	1.2.-
1.4.-	Organización y regantes.	1.2.-
1.5.-	Informantes.	1.2.-
2.-	Carta de interés	2.1.-
2.1.-	Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).	2.2.-
2.2.-	Respuesta de la organización.	2.4.-
3.-	Antecedentes del proyecto.	3.1.-.
3.1.-	Descripción.	3.2.-.
3.2.-	Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno. . . .	3.3.-.
3.2.1.-	Planta topográfica general.	3.3.-
3.2.2.-	Foto satelital.	3.4.-
3.2.3.-	Fotografías de terreno	3.5.-
3.3.-	Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia. .	3.11.-
3.4.-	Modelo operacional y de negocios..	3.11.-
4.-	Hidrología y cálculos hidráulicos.	4.1.-.
4.1-	Hidrología.	4.2.-
4.2-	Cálculos hidráulicos.	4.5.-.
4.2.1.-	Cálculo de capacidad del canal	4.5.-.
4.2.2.-	Pérdidas por infiltración	4.7.-
4.3.-	Caudales de generación o turbinables.	4.12.-
5.-	Topografía	5.1.-
5.1.-	Generalidades y contenidos	5.2.-
6.-	Prediseño de obras	6.1.-
6.1.-	Obras civiles.	6.2.-
6.1.1.-	Desarenadores, vertederos de carga y rejas.	6.2.-
6.1.1.1.-	Metodología de cálculo del desarenador	6.2.-
6.1.1.2.-	Metodología de cálculo de la reja	6.4.-
6.1.1.3.-	Metodología de cálculo del vertedero	6.5.-
6.1.2.-	Cámara de carga	6.6.-
6.1.3.-	Machones de anclaje	6.7.-
6.1.3.1.-	Dimensionamiento de machones de anclaje.	6.7.-
6.1.3.2.-	Consideraciones de diseño	6.12.-
6.1.3.3.-	Cálculo cubicación de machones de anclaje.	6.14.-
6.1.4.-	Determinación de diámetros de tubería y pérdidas de carga friccionales y singulares según Hazen Williams. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga.	6.15.-

INDICE

6.2.- Obras electromecánicas. 6.17.-
6.3.- Obras de transmisión 6.18.-
6.3.1.- Conexión a la red. 6.18.-
6.3.1.1.- Restricciones físicas y de interconexión eléctrica 6.18.-
6.3.1.2.- Ubicación y caracterización de líneas más cercanas. . . . 6.19.-
6.3.1.3.- Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño . . 6.22.-
6.4.- Listado planos de prediseño conceptual y topografía . . . 6.27.-
6.5.- Cubicaciones y presupuesto 6.28.-

7.- Evaluación económica y financiera. 7.1.-
7.1.- Beneficios. 7.2.-
7.2.- Inversiones y costos. 7.3.-
7.3.- Evaluación económica. 7.5.-
7.3.1.- Potencia optimizada. 7.5.-
7.3.2.- Flujo económico anual. 7.6.-
7.3.3.- Sensibilizaciones. 7.10.-
7.4.- Análisis financiero. 7.15.-
7.4.1.- Parámetros del análisis financiero. 7.15.-
7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero. 7.18.-
7.5.- Resumen de parámetros económicos. 7.20.-

8.- Conclusiones y recomendaciones.

Anexos

Anexo A: Hidrología y caudales de generación

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A-8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

A.3.- Caudales de generación A-11.-

Anexo B: Evaluación económica y financiera

Anexo B.1.- Energía Mensual B-3.-

Anexo B.2.- Flujo Mensual B-10.-

Anexo B.3.- Análisis Financiero B-19.-

INDICE

Anexo C: Planos en álbum.

12-1 -Planta central hidroeléctrica canal derivado Rihue km. 0.0-km. 280 - topografía
-Perfil longitudinal canal derivado Rihue km. 10.160 a km. 11.720 - topografía
-Perfiles transversales canal derivado Rihue km. 1.200-km. 11.700 - topografía
12-2 -Perfil longitudinal tranque perfil n°1 km. 0.0 - km. 230 - topografía
-Perfil longitudinal tranque perfil n°2 km. 0.0-km. 280 - topografía
-Perfil longitudinal tranque perfil n°3 km. 0.0-km. 370 - topografía
-Perfil longitudinal n°4 tranque km. 0.0-km 430 - topografía
-Perfil longitudinal n°5 tranque km. 0.0-km 490 - topografía
12-3 -Planta de disposición general de obras de central hidroeléctrica derivado Rihue
-Perfil longitudinal descarga km. 0.0-km 70
Perfiles transversales
12-4 -Perfiles transversales sector vertedero para rechazo de carga km.11.570 – km.11.640
-Perfiles transversales sector captación de agua km.11.630-km.11.640
12-5 -Planta captación de agua
-Planta de turbina
-Planta desarenador y vertedero km.11.562 - km.11.622
12-6 -Planta de ubicación tranque de compensación capacidad 57.000 m3
-Perfil longitudinal tranque proyectado
-Perfiles transversales tranque de compensación proyectado

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1.-Antecedentes Generales

1.1. Nombre del proyecto
1.2.- Región y comuna
1.3. Fuente hídrica
1.4.- Organización y regantes
1.5.- Informantes

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1.1.- Nombre del proyecto

Canal Bío-Bío Negrete – Derivado Rihue descarga a Río Bureo – Río Bío-Bío

1.2.- Región y Comuna.

Comuna Mulchén, Región del Bío-Bío

1.3.- Fuente hídrica.

Río Bío-Bío

1.4.- Organización y regantes.

Asociación Canal Bío-Bío Negrete

1.5.- Informantes.

Gerente - Administrador : Juan Vallejos
Dirección : Emilio Serrano 398 – Negrete
Teléfono : 43-551432 43-551553
Celular : 9-3464137 (del Administrador)
Correo Electrónico : jvallejoscarle@gmail.com

2.- Carta de interés

2.1.- Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR)
2.2.- Respuesta de la organización

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

2.1.-Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ORD. : Nº 650 .-

ANT. : "PROGRAMA DE FOMENTO DE MINICENTRALES HIDROELECTRICAS ASOCIADAS A OBRAS DE RIEGO COMPRENDIDAS ENTRE 2 Y 20 MW DE POTENCIA, ENTRE LAS REGIONES VII Y VIII".

MAT. : PETICIÓN CARTA DE COMPROMISO.

INCL. : LO INDICADO.

SANTIAGO, - 9 FEB 2010

DE : SECRETARIO EJECUTIVO (S) – COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO.

A : SR. GASTÓN MEYNET S. – PRESIDENTE, ASOCIACIÓN CANALISTAS CANAL BÍO BÍO NEGRETE, LOS ÁNGELES, REGIÓN DEL BÍO BÍO.

Como es de su conocimiento, la Comisión Nacional de Riego en convenio con la Comisión Nacional de Energía están desarrollando desde el año 2006 un Programa de Fomento de Minicentrales Hidroeléctricas Asociadas a Obras de Riego comprendidas entre 2 y 20 MW de potencia. Dicho Programa se inició con el Estudio denominado "Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto", CNE – CNR, Octubre 2007, en que se ha detectado en principio un aprovechamiento hidroeléctrico utilizando las aguas e infraestructura de riego pertenecientes a su organización.

Como consecuencia del interés demostrado por muchas de las organizaciones de regantes de seguir avanzando en el estudio específico de sus eventuales aprovechamientos hidroeléctricos, pero ante la carencia de recursos económicos y conocimiento técnico manifestada, este Programa de Fomento de Minicentrales Hidroeléctricas ha decidido profundizar el Estudio de Octubre-2007 antes mencionado a través de un Estudio de Prefactibilidad que analizará quince (15) casos de aprovechamientos hidroeléctricos asociados a obras de riego entre las Regiones VII y VIII con una duración total de seis (6) meses.

Para estos efectos, se llamó a una Licitación Pública presentándose 9 (nueve) firmas consultoras. Después de un proceso de estudio y calificación de las propuestas presentadas, la firma Consultora Procivil Ingeniería Ltda., de vasta experiencia en proyectos de riego, se adjudicó la Licitación. Cabe señalar que como Jefe de Proyecto estará el Ingeniero Civil Sr. Juan. Carlos Croxatto O. y como contraparte técnica profesionales de ambas Comisiones. Es preciso destacar que se contará además con la asesoría de la Oficina de la Unión Europea en Chile, quienes nos aportarán expertos en Centrales Hidráulicas Pequeñas y participarán en la organización de una gira técnica, orientada a las organizaciones de regantes interesadas en aprovechamientos hidroeléctricos asociados a obras de riego, a países europeos con gran experiencia en este tipo de generación eléctrica.

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449 - 4º Piso
Teléfono: 425 79 00 - Fax: 425 79 01 - 425 79 02 - 425 79 03 - 425 79 05 - Casilla 424 - V. Correo 21 , Santiago - Chile
www.chileriego.cl

88354

2.2.-

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Entre los casos que están pre-seleccionados para incluir en este Estudio de Prefactibilidad está considerado su Canal. La selección definitiva de los quince casos, se hará en conjunto con Procivil Ingeniería Ltda. En la fase inicial del Estudio, se exigirá como condición previa una Carta Compromiso de su Organización, la cual manifieste su real interés y más amplio compromiso de cooperación y participación en este Estudio. Al respecto, se adjunta un modelo de dicha "Carta Compromiso" la que rogamos hacer llegar firmada a la mayor brevedad.

Saluda atentamente a Ud.,

REPUBLICA DE CHILE
SECRETARIA EJECUTIVA
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PEDRO LEÓN UGALDE ENRÍQUEZ
SECRETARIO EJECUTIVO (S)

RBA/VAR/MGS/spl
ORD035Pet.CartaCompromiso_P.Fom.Minicentrales.GMeynet (mgs)
Archivo DED

Av. Libertador Bernardo O´Higgins 1449 - 4º Piso
Teléfono: 425 79 00 - Fax: 425 79 01 - 425 79 02 - 425 79 03 - 425 79 05 - Casilla 424 - V. Correo 21 , Santiago - Chile
www.chileriego.cl

2.2.- Respuesta de la organización.

Los Ángeles, 15 de Febrero, 2010

Señor
Nelson Pereira Muñoz
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Riego
SANTIAGO

Muy Señor Nuestro:

La organización que represento ha tomado conocimiento de los objetivos del Estudio **"Evaluación técnica preliminar de proyectos de centrales hidroeléctricas de menos de 20 MW de potencia asociadas a obras de riego"**, que será ejecutado por la empresa PROCIVIL para la CNR y CNE y:

- Manifiesta su interés en apoyar la ejecución de este estudio; cooperando activamente poniendo a disposición de la firma consultora los antecedentes disponibles ya sean topográficos (planos, fotos, etc.), hidrológicos (caudales máximos, mínimos, medios, calidad físico químico, etc.), obras de arte (planos de bocatomas, sifones, canoas, marcos partidores, entregas, etc.) y cualquier otro anteproyecto hidroeléctrico realizado anteriormente.

- Manifiesta su interés en conocer los resultados del estudio, para las oportunidades que estén bajo la jurisdicción de esta organización, que entendemos será un apoyo para las conversaciones que decidamos emprender con posterioridad con diferentes inversionistas o empresas hidroeléctricas.

Agradeciendo la oportunidad, saluda atentamente a Ud.

ASOC. CANALISTAS DEL CANAL BIO-BIO
PRESIDENTE
NEGRETE

Gastón Meynet Stagno
Presidente
Asociación de Canalistas – Canal Bío Bío – Negrete
Los Ángeles – Región del Bío Bío

2.4.-

3.- Antecedentes del proyecto

3.1.- Descripción
3.2.- Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno
3.3.- Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia
3.4.- Modelo operacional y de negocios

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.1.- Descripción

El objetivo de este proyecto es profundizar el diagnóstico de la central hidroeléctricas asociada al canal Bío-Bío Negrete, derivado Rihue, el que fue catastrado en el estudio "Estimación del potencial hidroeléctrico asociado a obras de riego existentes o en proyecto, CNR-CNE, 2007", mediante una mejor evaluación de su potencial y caracterización de pr oyectos seleccionados, con la finalidad de v incularlos con instrumentos de fomento existentes.

El presidente de la organización es el Sr. Gastón Maynet. El Gerente es el Sr. Juan Vallejos, quien guió las visitas a terreno.

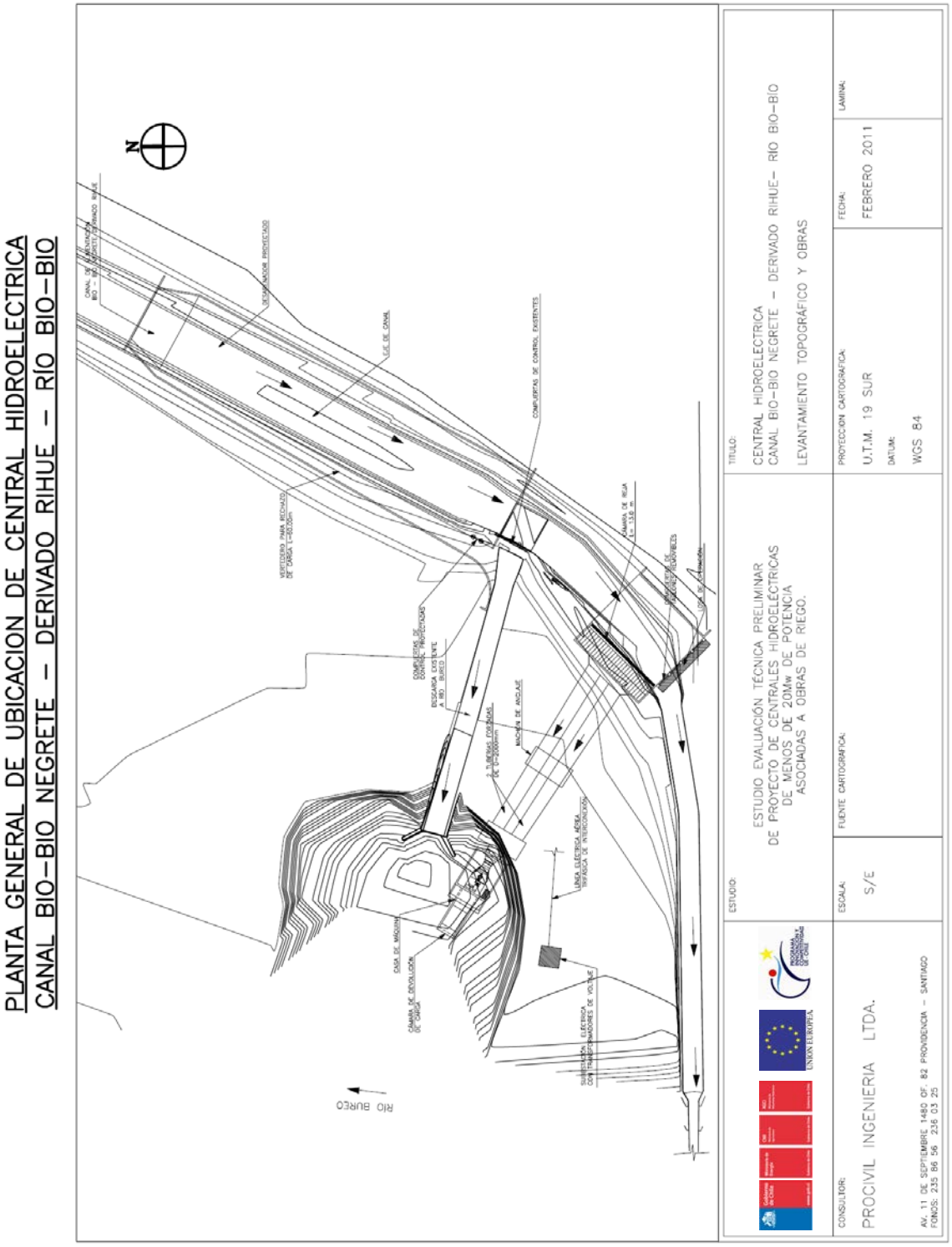
El Canal Bío-Bío Negrete tiene su bocatoma en la ribera sur del río Bío-Bío, en el sector Negrete. Esta organización está gestionando la generación en sus canales actualmente, sin embargo tienen varias otras alternativas de generación.

El canal derivado Rihue atraviesa el río Bureo en canoa. Antes de este atravieso, existe una descarga al río en su Km 11,6.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

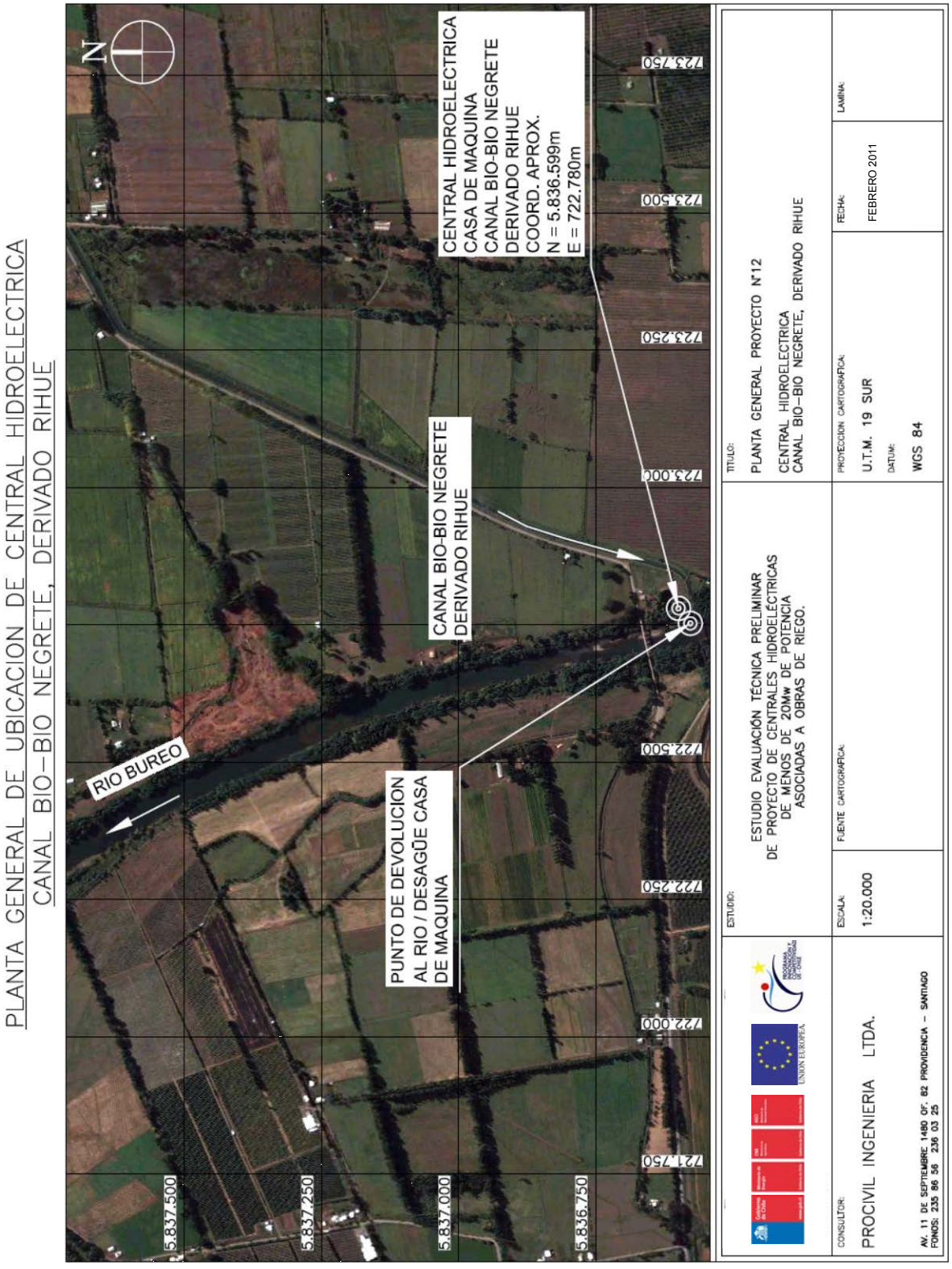
3.2.- Antecedentes Gráficos de ubicación y fotos de terreno

3.2.1.- Planta Topográfica general



3.3.-

3.2.2.- Foto Satelital



3.4.-

3.2.3.- Fotografías de terreno

A continuación se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno y una pequeña reseña del contenido de las mismas.

Foto Nº 1: Canal derivado Rihue en su aproximación a la canoa de atravieso del Rio Bureo, junto al desagüe existente al río. Bordes bajos y canal de muy baja pendiente. Caudal de unos 13 m^3/s.

Foto Nº 2: Canoa sobre río Bureo, desbordante.

Foto Nº 3: Desagüe al Río Bureo funcionando, por problemas de limitación de capacidad de la canoa sobre el R. Bureo.

Foto Nº 4: Desagüe en seco al Río, en el socavón.

Foto Nº 5: Vista hacia aguas abajo del desagüe existente al socavón.

Foto Nº 6: Salto en desagüe al Bureo. Punto de localización de la eventual central de pasada.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 1

FOTO Nº 2

FOTO Nº 3

FOTO Nº 4

FOTO Nº 5

FOTO Nº 6

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Foto Nº 7: Canoa sobre el R Bureo, desbordante.

Foto Nº 8: Desagüe existente que puede emplearse para desaguar el rechazo de carga de la futura central.

Foto Nº 9: Vista de la posición adecuada para el vertedero lateral del canal, que recogerá el rechazo de carga. Esa obra proyectada podría empalmarse con la canoa existente que desagua al Rio Bureo, que presenta un gran desnivel de 4m respecto al eje hidráulico del canal.

Foto Nº 10 y Foto Nº 11: Rápido de descarga en vista hacia aguas arriba, hacia las compuertas de desagüe existentes.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 7

FOTO Nº 8

FOTO Nº 9

FOTO Nº 10

FOTO Nº 11

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Foto Nº 12: Entrada a Canoa sobre rio Bureo.

Foto Nº 13: Entrada a obra de desagüé al socavón del rio Bureo.

Foto Nº 14: Vista hacia aguas abajo de la canoa sobre rio Bureo, en su estructura de pilares y vigas.

Foto Nº 15: Sitio para ubicar el desarenador de la central proyectada, antes del socavón del rio Bureo.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 12

FOTO Nº 13

FOTO Nº 14

FOTO Nº 15

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.- Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia

Los caudales turbinables de la Central varían según la hidrología del río Bío-Bío. El caudal máximo a turbinar corresponde a 14 m^3/s correspondiente a la capacidad del canal hasta el sector de la caída.

La caída estimada de acuerdo a topografía es de 13m, medida en la caída que se produce en la descarga del canal al río Bureo.

Con la altura de caída bruta y el caudal máximo, permitiría generar con una potencia de hasta 1,5 Mw como máximo.

3.4.- Modelo operacional y de negocios

En los meses de invierno, abril a septiembre, la central opera con todo el caudal disponible en el sector, de hasta 14 m^3/s.

En los meses de verano, el canal aguas abajo de la descarga opera con la capacidad de la canoa que cruza al río Bureo, la que tiene una capacidad actual de 6 m^3/s y que se proyecta a ampliar a 8,7 m^3/s. En relación a lo indicado anteriormente, se podría generar con hasta 8 m^3/s en verano.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.- Hidrología y cálculos hidráulicos

4.1- Hidrología
4.2- Cálculos hidráulicos
4.3.- Caudales de generación o turbinables

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.1- Hidrología

Se presenta la estadística de la estación fluviométrica "Río Bío Bío en C oihue", que muestra la Hidrología del río en el sector de la bocatoma del canal Bío Bío Negrete.

CUADRO Nº4.1-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m³/s]
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RIO BÍO BÍO EN COIHUE
ESTADÍSTICA RELLENADA Y CORREGIDA - REGIÓN DEL BÍO BÍO

CUENCA	RIO BÍO BÍO	**SUB-CUENCA**	RIO BÍO BÍO	**FUENTE HÍDRICA**	RIO BÍO BÍO

NOMBRE ESTACIÓN	RIO BÍO BÍO EN COIHUE	**CÓDIGO BNA**	08317001-0	**COORDENADAS UTM** [m] (Huso 18, Datum PSAD 56)	5.826.911 N	236.848 E
ALTITUD [msnm]	310					

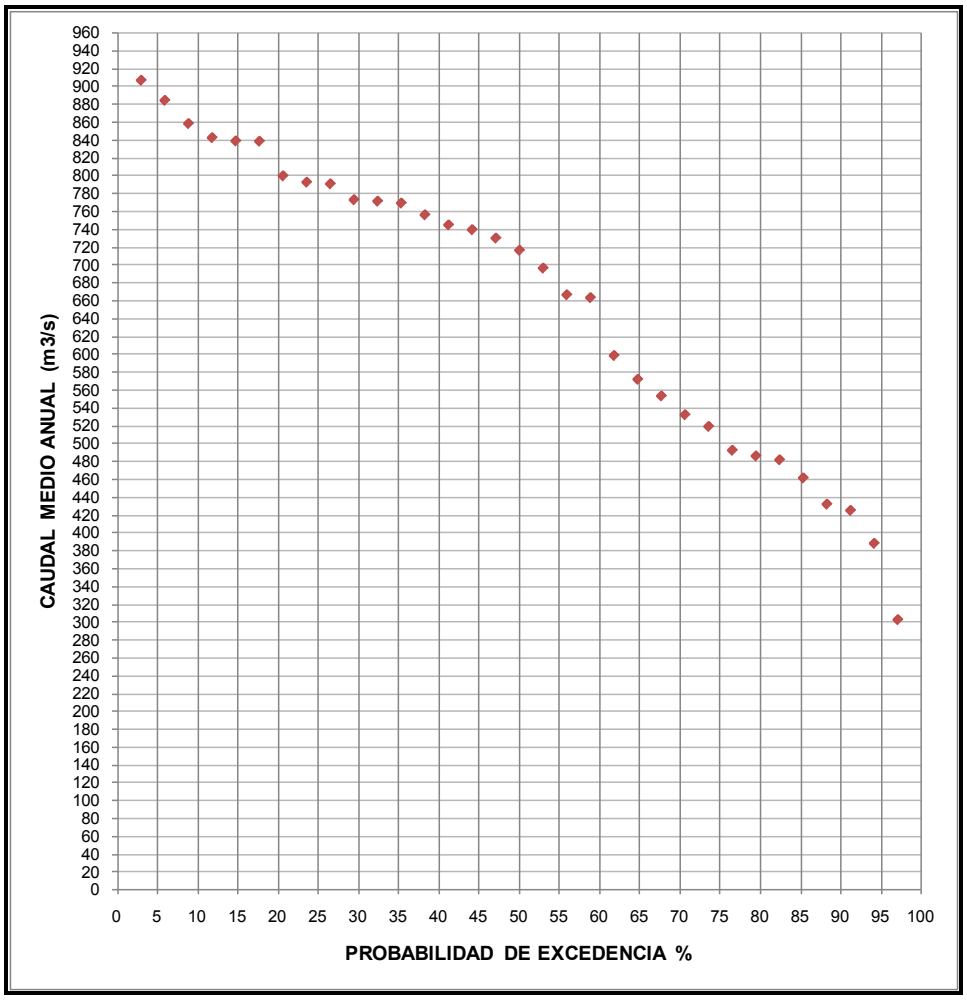
ÁREA APORTANTE [Km^2]	7.044
PRECIPITACIÓN ANUAL [mm] (en baricentro de áreas)	2.502

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1965/66	527,00	713,00	1.578,00	1.296,00	1.371,00	801,00	948,00	1.401,00	440,00	495,00	296,00	247,00	842,75
2	1966/67	453,00	703,00	1.138,00	1.177,00	988,00	892,00	869,00	1.019,00	788,00	650,00	356,00	225,00	771,50
3	1967/68	191,00	443,00	496,00	618,00	832,00	818,00	984,00	818,00	521,00	207,00	165,00	135,00	519,00
4	1968/69	409,00	140,00	213,00	378,00	369,00	715,00	1.039,00	630,00	324,00	215,00	123,00	100,00	387,92
5	1969/70	204,00	705,00	1.892,00	850,00	1.244,00	882,00	851,00	1.003,00	683,00	310,00	176,00	139,00	744,92
6	1970/71	214,00	295,00	970,00	735,00	930,00	709,00	805,00	849,00	747,00	446,00	309,00	173,00	598,50
7	1971/72	229,00	972,00	761,00	1.260,00	1.301,00	876,00	885,00	820,00	832,00	425,00	235,00	166,00	730,17
8	1972/73	192,00	1.341,00	2.370,00	1.052,00	1.060,00	1.209,00	1.036,00	1.221,00	682,00	360,00	205,00	157,00	907,08
9	1973/74	146,00	539,00	896,00	845,00	796,00	643,00	942,00	764,00	356,00	414,00	170,00	127,00	553,17
10	1974/75	113,00	276,00	830,00	655,00	857,00	667,00	826,00	679,00	385,00	222,00	260,00	137,00	492,25
11	1975/76	343,00	834,00	919,00	813,00	828,00	734,00	813,00	1.134,00	795,00	387,00	209,00	152,00	663,42
12	1976/77	135,00	165,00	1.274,00	660,00	605,00	681,00	1.030,00	754,00	464,00	295,00	185,00	137,00	532,08
13	1977/78	214,00	1.054,00	1.131,00	1.140,00	1.114,00	1.124,00	1.264,00	1.402,00	884,00	355,00	219,00	164,00	838,75
14	1978/79	136,00	469,00	813,00	1.947,00	1.106,00	1.217,00	1.270,00	1.209,00	539,00	257,00	187,00	128,00	773,17
15	1979/80	144,00	480,00	433,00	917,00	1.443,00	1.531,00	847,00	1.059,00	995,00	352,00	385,00	289,00	739,58
16	1980/81	691,00	2.189,00	1.959,00	1.088,00	1.251,00	752,00	692,00	487,00	321,00	276,00	211,00	152,00	839,08
17	1981/82	244,00	2.261,00	1.220,00	1.003,00	1.073,00	756,00	698,00	431,00	208,00	163,00	162,00	139,00	696,50
18	1982/83	151,00	477,00	1.360,00	1.650,00	1.252,00	1.503,00	1.257,00	1.096,00	924,00	528,00	257,00	160,00	884,58
19	1983/84	202,00	301,00	833,00	662,00	659,00	610,00	998,00	600,00	300,00	153,00	113,00	104,00	461,25
20	1984/85	107,00	837,00	813,00	1.568,00	742,00	964,00	1.333,00	1.494,00	915,00	407,00	189,00	145,00	792,83
21	1985/86	287,00	983,00	890,00	779,00	387,00	535,00	626,00	690,00	223,00	132,00	123,00	124,00	481,58
22	1986/87	227,00	1.371,00	2.115,00	882,00	1.155,00	656,00	817,00	839,00	650,00	210,00	162,00	149,00	769,42
23	1987/88	165,00	269,00	768,00	1.290,00	1.285,00	827,00	984,00	610,00	253,00	165,00	117,00	129,00	571,83
24	1988/89	151,00	210,00	518,00	642,00	1.023,00	639,00	643,00	634,00	346,00	165,00	113,00	98,00	431,83
25	1989/90	92,00	96,00	546,00	667,00	918,00	788,00	688,00	375,00	514,00	168,00	123,00	123,00	424,83
26	1990/91	276,00	568,00	765,00	518,00	1.062,00	1.245,00	620,00	333,00	167,00	111,00	82,00	84,00	485,92
27	1991/92	240,00	1.072,00	1.079,00	1.279,00	709,00	837,00	740,00	555,00	664,00	465,00	155,00	204,00	666,58
28	1992/93	309,00	1.836,00	2.026,00	927,00	572,00	804,00	839,00	888,00	613,00	346,00	204,00	128,00	791,00
29	1993/94	413,00	1.295,00	1.873,00	1.738,00	1.178,00	851,00	857,00	794,00	800,00	231,00	145,00	128,00	858,58
30	1994/95	273,00	578,00	1.057,00	1.470,00	707,00	974,00	968,00	718,00	948,00	332,00	576,00	474,00	756,25
31	1995/96	199,00	242,00	1.097,00	1.301,00	998,00	1.051,00	1.729,00	558,00	288,00	562,00	278,00	295,00	716,50
32	1996/97	154,00	190,00	754,00	513,00	468,00	467,00	432,00	213,00	135,00	118,00	88,00	96,00	302,33
33	1997/98	471,00	851,00	1.645,00	983,00	1.366,00	1.217,00	904,00	877,00	740,00	261,00	144,00	140,00	799,92
Promedio		251,58	750,15	1.122,18	1.009,18	959,06	878,03	916,18	816,79	558,91	308,58	203,70	162,06	661,37
Desv. Std.		136,22	564,39	537,15	382,88	292,88	258,39	249,01	315,22	257,88	138,92	99,36	74,78	164,93
Coef. Var.		0,54	0,75	0,48	0,38	0,31	0,29	0,27	0,39	0,46	0,45	0,49	0,46	0,25

Fuente: DGA.

En el Cuadro Nº4.1-2 se presenta la curva de duración anual de la estación fluviométrica Río Bío Bío en Coihue.

CUADRO Nº4.1-2
CURVA DE DURACIÓN ANUAL
ESTACIÓN BÍO BÍO EN COIHUE - RÍO BÍO BÍO

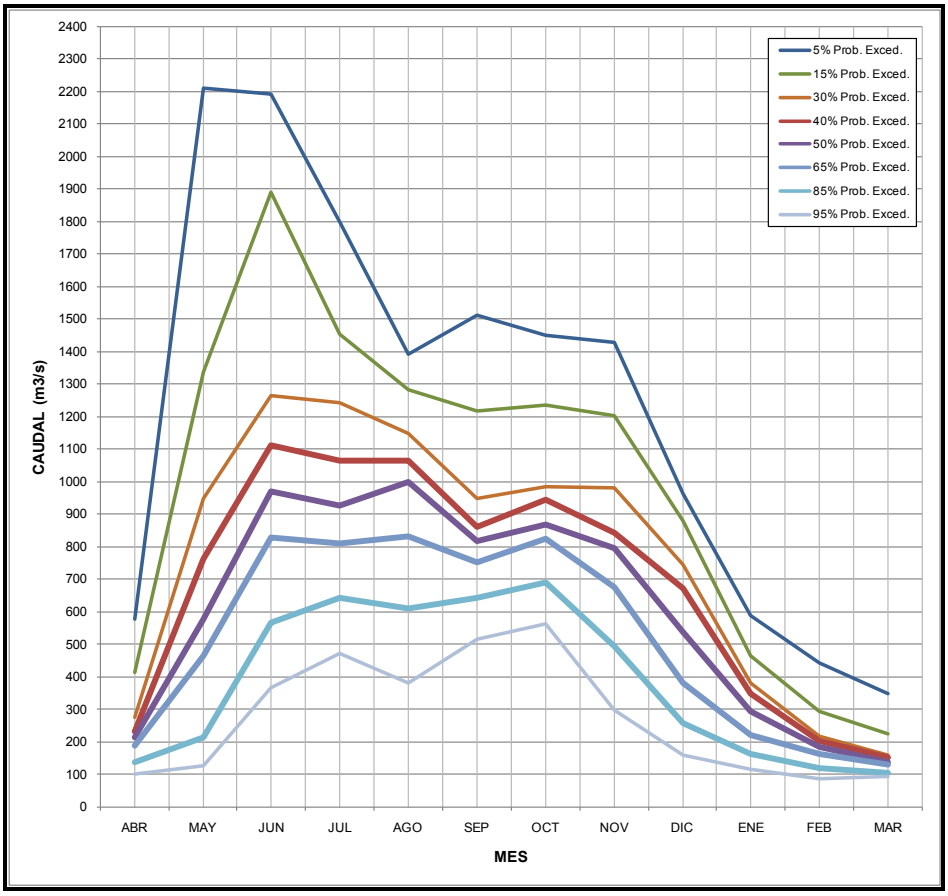


En el Cuadro Nº 4.1-3 se presenta la estadística de caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia de la estación fluviométrica de la DGA Río Bío Bío en Coihue y en el Cuadro Nº4.1-4 la curva de variación estacional.

CUADRO Nº4.1-3
ESTADÍSTICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m^3/s)
PARA DISTINTAS PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RÍO BÍO BÍO EN COIHUE

Prob %	Caudal(m^3/s)											
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	576,20	2.210,60	2.191,50	1.800,70	1.392,60	1.511,40	1.451,80	1.429,60	962,10	588,40	442,30	348,70
10	463,80	1.650,00	1.999,20	1.617,20	1.340,00	1.233,80	1.267,60	1.329,00	920,40	514,80	337,20	272,20
15	412,60	1.336,40	1.890,10	1.453,10	1.281,70	1.216,20	1.235,20	1.201,50	878,80	463,10	294,20	222,90
20	356,20	1.116,60	1.690,60	1.297,00	1.251,20	1.141,00	1.036,60	1.103,60	806,40	429,20	263,60	179,20
25	298,00	1.018,50	1.469,00	1.284,50	1.211,00	1.012,50	1.014,00	1.039,00	791,50	410,50	246,00	165,00
30	275,40	947,80	1.263,20	1.243,40	1.146,80	949,60	984,00	980,00	745,60	381,60	217,40	159,40
35	246,90	838,40	1.146,20	1.143,70	1.106,80	883,00	969,60	878,10	688,70	355,50	209,20	152,50
40	233,40	761,40	1.110,60	1.066,40	1.066,40	861,00	944,40	843,00	671,20	348,40	204,40	150,20
45	223,10	704,40	1.072,40	997,00	1.048,90	834,00	898,30	819,40	638,90	325,40	188,40	143,50
50	214,00	578,00	970,00	927,00	998,00	818,00	869,00	794,00	539,00	295,00	185,00	139,00
55	202,60	547,70	902,90	892,50	947,40	801,90	852,80	757,00	516,10	265,50	171,80	137,60
60	196,20	478,80	867,20	848,00	893,60	775,20	843,80	706,80	454,40	246,60	163,80	136,20
65	188,40	466,40	828,30	809,60	831,60	750,20	825,10	674,50	382,10	221,30	161,30	128,90
70	156,20	329,40	813,00	743,80	802,40	718,80	813,80	630,80	348,00	211,00	147,00	128,00
75	151,00	285,50	766,50	664,50	725,50	695,00	772,50	605,00	322,50	187,50	133,50	127,50
80	145,60	263,60	759,60	659,00	697,40	664,80	696,80	557,40	297,60	165,00	123,00	123,80
85	136,80	213,20	566,80	643,30	610,40	644,30	688,40	493,80	256,50	163,20	117,60	105,90
90	121,80	175,00	504,80	558,00	509,60	621,60	632,80	397,40	214,00	140,40	113,00	98,80
95	102,50	126,80	367,00	472,50	381,60	514,60	563,60	297,00	157,40	115,90	86,20	92,40

CUADRO Nº4.1-4
CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL
RÍO BÍO BÍO EN COIHUE - REGIÓN DEL BÍO BÍO



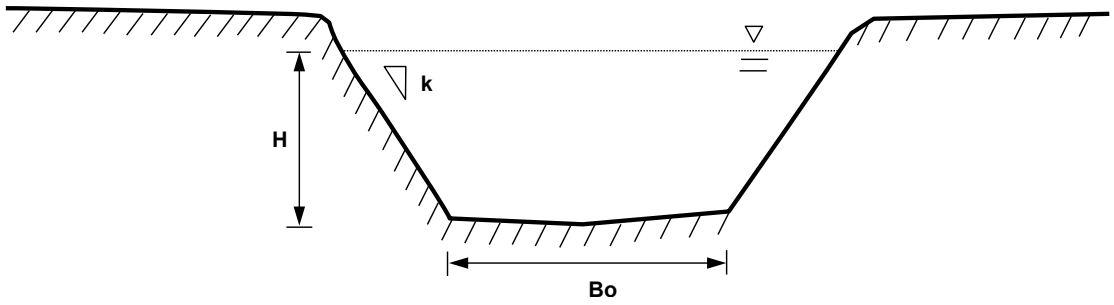
4.2- Cálculos Hidráulicos

4.2.1.- Cálculo de capacidad del canal

Para este caso, se calcula la capacidad del canal con los parámetros obtenidos de la topografía realizada en el tramo en estudio. Corresponde a un flujo uniforme, por lo que se utilizó la Fórmula de Manning para calcular el escurrimiento.

La sección típica del tramo del canal se muestra en el Cuadro Nº4.2.1-1

CUADRO Nº4.2.1-1
SECCIÓN TÍPICA DEL CANAL



La topografía realizada entrega los antecedentes mostrados en el siguiente Cuadro Nº4.2.1-2

CUADRO Nº4.2.1-2
ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS CANAL BIO BIO NEGRETE DERIVADO RIHUE
KM 11,5 A KM 11,6

Kilometraje		Cota Fondo		Cota Borde		Pendiente media	Ancho basal medio	Talud medio	Altura borde
Inicio (m)	Término (m)	Inicio (m)	Término (m)	Inicio (m)	Término (m)	i	Bo (m)	k	(m)
11.500	11.600	82,77	82,93	85,65	85,69	0.0004	6,73	0,57	2,76

El Cuadro Nº4.2.1-3 muestra los antecedentes utilizados en el cálculo del escurrimiento tanto normal como crítico.

CUADRO Nº4.2.1-3
ANTECEDENTES PARA EL CÁLCULO DEL ESCURRIMIENTO

Revancha (m)	Ancho Basal del Canal Bo (m)	Talud (H/V)	Rugosidad n			Pendiente i		
			n media en tramo	1,2 n	1/1,2 n	i media en tramo	1,2 i	1/1,2 i
0,2	6,73	0,57	0,03	0,036	0,025	0.0004	0.00048	0.00033

Notas: **1.-** Se considera sensibilización de +20% y -20% de los valores medios. **2.-** n = 0,03 corresponde a rugosidad media.

En el Cuadro Nº4.2.1-4 se presentan los cálculos realizados para escurrimiento normal y para escurrimiento crítico para el caso con pendiente y rugosidad media.

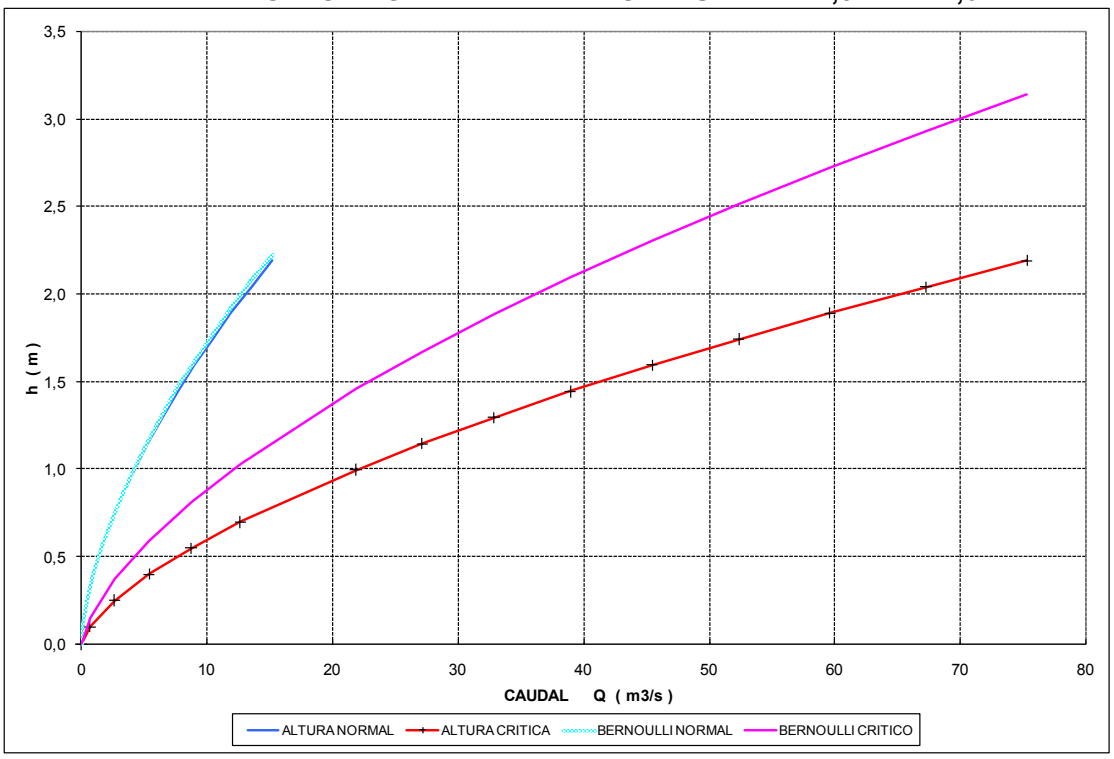
PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.2.1-4
RESUMEN CÁLCULO ESCURRIMIENTO NORMAL Y CRÍTICO
CASO CON PENDIENTE MEDIA Y RUGOSIDAD MEDIA

ALTURA AGUA H (m)	RUGOSIDAD n	PENDIENTE i	ANCHO BASAL Bo (m)	TALUD (H/V)	ESCURRIMIENTO NORMAL			ESCURRIMIENTO CRITICO		
					CAUDAL Q (m^3/s)	VEL. v (m/s)	BERNOULLI Bn (m)	CAUDAL Q (m^3/s)	VEL. v (m/s)	BERNOULLI Bc (m)
0,10	0,03	0,00040	6,73	0,57	0,096	0,14	0,10	0,669	0,99	0,15
0,25	0,03	0,00040	6,73	0,57	0,434	0,25	0,25	2,650	1,55	0,37
0,40	0,03	0,00040	6,73	0,57	0,940	0,34	0,40	5,393	1,94	0,59
0,55	0,03	0,00040	6,73	0,57	1,583	0,41	0,56	8,748	2,27	0,81
0,70	0,03	0,00040	6,73	0,57	2,346	0,47	0,71	12,640	2,54	1,03
0,85	0,03	0,00040	6,73	0,57	3,219	0,53	0,86	17,022	2,79	1,24
1,00	0,03	0,00040	6,73	0,57	4,193	0,58	1,01	21,864	3,01	1,46
1,15	0,03	0,00040	6,73	0,57	5,263	0,62	1,16	27,142	3,21	1,67
1,29	0,03	0,00040	6,73	0,57	6,424	0,66	1,32	32,839	3,40	1,88
1,44	0,03	0,00040	6,73	0,57	7,673	0,70	1,47	38,943	3,57	2,09
1,59	0,03	0,00040	6,73	0,57	9,007	0,74	1,62	45,443	3,74	2,30
1,74	0,03	0,00040	6,73	0,57	10,423	0,77	1,77	52,331	3,89	2,51
1,89	0,03	0,00040	6,73	0,57	11,922	0,81	1,92	59,602	4,04	2,72
2,04	0,03	0,00040	6,73	0,57	13,500	0,84	2,08	67,249	4,17	2,93
2,19	0,03	0,00040	6,73	0,57	15,157	0,87	2,23	75,270	4,31	3,14

El cálculo da como resultado un caudal Qo = 15,2m^3/s de capacidad del canal hasta el km 11,6. En el siguiente Cuadro Nº4.2.1-5 se presenta la curva de d escarga para escurrimiento normal y escurrimiento crítico.

CUADRO Nº4.2.1-5
CURVA DE DESCARGA ESCURRIMIENTO NORMAL y CRITICO
CASO PENDIENTE y RUGOSIDAD MEDIAS
CANAL BÍO BÍO NEGRETE - DERIVADO RIHUE - KM 11,5 - KM 11,6



4.2.2.- Pérdidas por infiltración

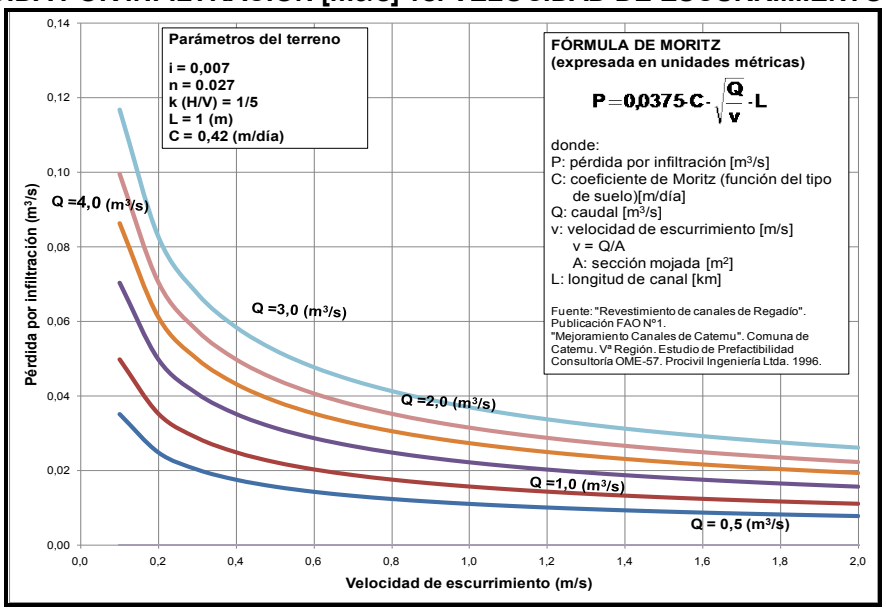
Las pérdidas de caudal por infiltración, en la conducción de un canal excavado en suelo natural, presenta la siguiente caracterización.

i).- A mayor perímetro mojado en la sección transversal del canal, mayor será la infiltración.
ii).- A menor velocidad media de escurrimiento, mayor será la infiltración.
iii).- A mayor caudal de porteo, mayor caudal de infiltración en valor absoluto y menor porcentaje de infiltración respecto al caudal captado en bocatoma.
iv).- A menor caudal de porteo, menor infiltración en valor absoluto, pero mayor porcentaje de infiltración respecto al caudal captado en bocatoma.
v).- La velocidad media de escurrimiento en un tramo de canal determinado, aumenta si se incrementa el caudal que portea.

El análisis de la pérdida por infiltración, requiere conocer previamente su comportamiento frente a las variaciones de los parámetros principales del escurrimiento. Uno de ellos es la velocidad media del agua, la cual altera el régimen de infiltración, según lo indicado en (ii). Para representar gráficamente el problema, se presenta la figura del Cuadro Nº4.2.2-1, que contiene una familia de curvas que representan diferentes caudales, relacionando la pérdida por infiltración en función de la velocidad de escurrimiento. Con este objeto se grafican estas relaciones empleando la expresión de Moritz, para un caso concreto de un canal con determinada pendiente, rugosidad, talud y longitud unitaria de 1 km. La relación entre los términos de Moritz de explican por sí mismos, según lo expresado en los puntos anteriores (i) a (v).

En el siguiente Cuadro Nº4.2.2-1 se entrega la variación de la pérdida por infiltración en m^3/s, respecto a la velocidad media del escurrimiento, para una familia de curvas de caudales de porteo, en un rango amplio de captación.

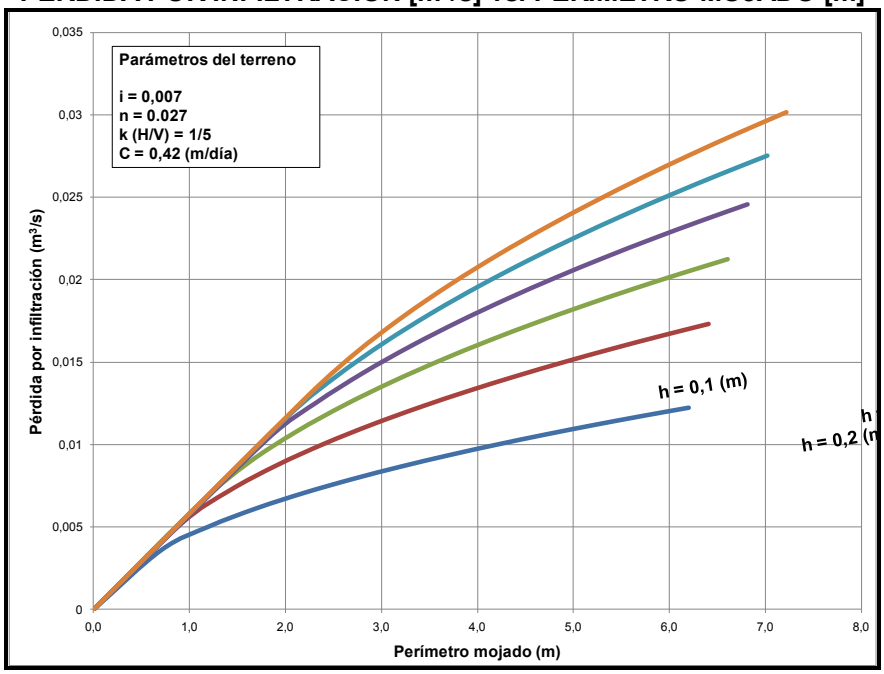
CUADRO Nº4.2.2-1
PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN [m3/s] vs. VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTO [m/s]



Se observa que el caudal de infiltración aumenta al disminuir la velocidad de escurrimiento, para un mismo caudal de porteo.

La pérdida por infiltración depende del perímetro mojado en la sección transversal del canal. La tendencia de esta relación entre el caudal de porteo y las pérdidas para distintos perímetros mojados tiene la forma que se presenta en el siguiente gráfico del Cuadro Nº4.2.2-2.

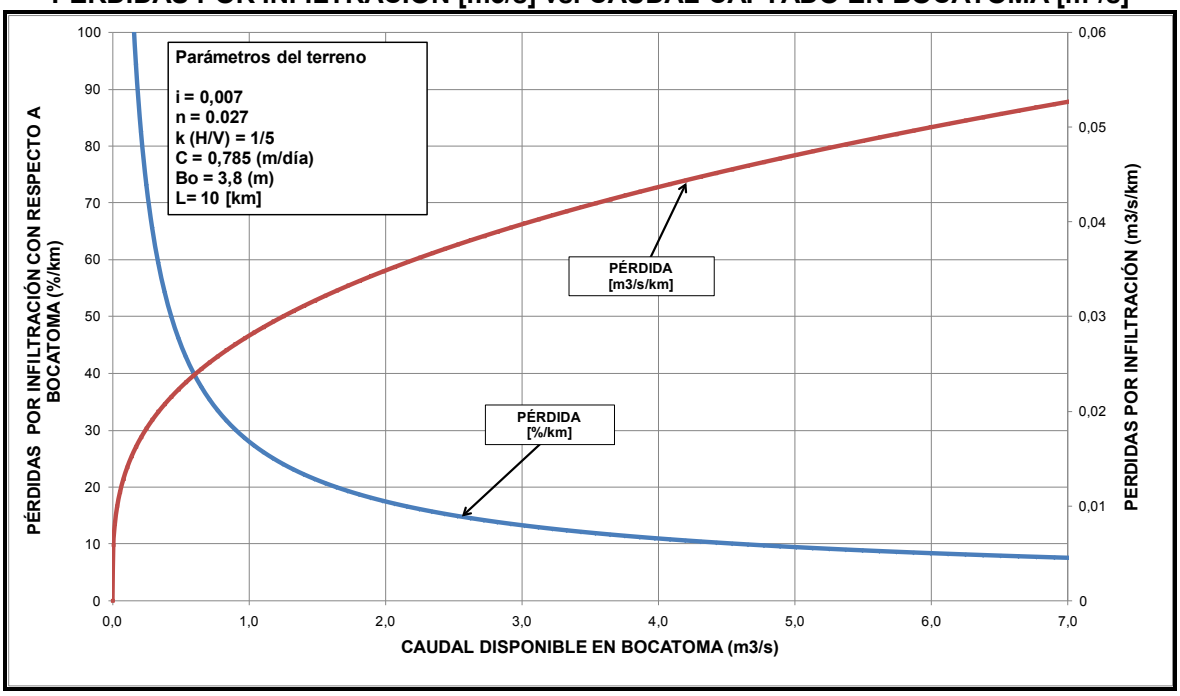
CUADRO Nº4.2.2-2
PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN [m^3/s] vs. PERÍMETRO MOJADO [m]



En el gráfico anterior se observa que en un canal sin revestir, la pérdida aumenta en función del perímetro mojado de la sección transversal del canal.

En el siguiente gráfico del Cuadro Nº4.2.2-3, se representa la variación de la infiltración en un tramo específico de canal sin revestir. La primera curva presenta en caudal perdido en unidades de valor absoluto ó m^3/s; y la segunda muestra la infiltración en términos de porcentaje (%) perdido respecto al caudal de porteo inicial. Como se observa, mientras el caudal perdido aumenta en valor absoluto con el monto del caudal de porteo, disminuye su pérdida porcentual. Es decir en años secos con poco caudal de porteo, la pérdida porcentual aumenta respecto a lo que ocurre en un año de hidrología normal. Este hecho orienta los diseños más adecuados para recuperar el agua de infiltración y para obtener los mejores parámetros económicos de evaluación de soluciones.

CUADRO Nº4.2.2-3
PERDIDAS POR INFILTRACIÓN [m3/s] vs. CAUDAL CAPTADO EN BOCATOMA [m^3/s]



Moritz.

Para el cálculo de las pérdidas por infiltración, uno de los métodos utilizados es mediante la Fórmula de Moritz, que se indica en la Ecuación Nº4.2-1 siguiente.

ECUACIÓN Nº4.2-1
FÓRMULA DE MORITZ

$$S = 0{,}0375 \times C \times \sqrt{\frac{Q}{v}} \times L$$

Donde:
P: pérdida por infiltración [m^3/s]
C: coeficiente de Moritz (función del tipo de suelo) [m/día]
Q: caudal [m^3/s]
v: velocidad de escurrimiento [m/s]
v = Q/A
A: sección mojada [m^2]
L: longitud de canal [km]

Para un canal de sección trapezoidal, como el mostrado en el Cuadro Nº4.2.2-4, se tienen los siguientes parámetros:

ECUACIÓN Nº4.2-2
PERÍMETRO MOJADO

$$P = Bo + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + k^2}$$

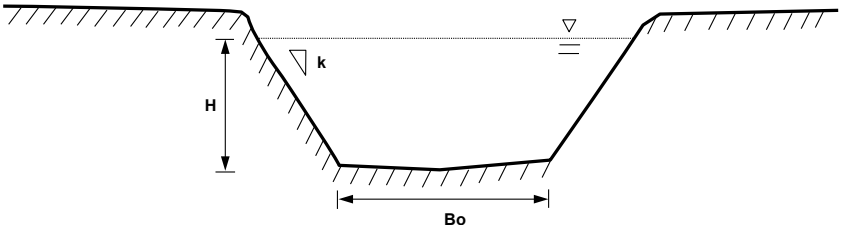
donde P se mide en (m).

ECUACIÓN Nº4.2-3
SECCIÓN MOJADA

$$A = (Bo + 2 \cdot k \cdot h) \cdot h$$

donde A se mide en (m^2)

CUADRO Nº4.2.2-4
CANAL DE SECCIÓN TRAPEZOIDAL



Moritz caracteriza el tipo de terreno a través de un coeficiente C. En el siguiente Cuadro Nº4.2.2-5 se presentan los valores de C según las caracterizaciones del tipo de suelo.

CUADRO Nº4.2.2-5
VALORES DE C PARA LA FÓRMULA DE MORITZ

Tipo se suelo	C
Grava cementada y tosca con arena	0,34
Suelo arcilloso	0,41
Légamo arenoso	0,66
Ceniza volcánica	0,68
Ceniza volcánica con arena	0,98
Arena y ceniza volcánica o arcilla	1,20
Suelo arenoso con roca	1,68
Suelo arenoso y de grava	2,20

Fuente: U.S. Bureau of Reclamation Service

Las pérdidas por infiltración dependen del tipo de suelo, pero también de la calidad de agua que transporta el canal.

Un agua con mayor sedimento, permite que en el suelo se forme una capa que actúa como impermeabilizante natural, disminuyendo las pérdidas por infiltración que serían mayores si se considerará solo el tipo de suelo original. En el caso de un canal que conduce agua más limpia no se considera el efecto producido por los sedimentos.

En relación a lo anterior, y para determinar el coeficiente C de Moritz, se utiliza un criterio de aproximar o ponderar los diferentes coeficientes mostrados en el Cuadro Nº4.2.2-5 con el fin de estimar el valor que más se acerque a lo existente.

El coeficiente de Moritz estimado para este caso se presenta en el Cuadro Nº4.2.2-6

CUADRO Nº4.2.2-6
ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE C DE MORITZ PARA LOS CASOS SELECCIONADOS

TIPO SUELO SIMILAR O EQUIVALENTE	COEFICIENTE C DE MORITZ
Arcilloso	0,41

Los antecedentes de terreno para la estimación de las pérdidas por infiltración se presentan en el Cuadro Nº4.2.2-7 siguiente.

CUADRO Nº4.2.2-7
ANTECEDENTES TRAMO CANAL

Kilometraje		Long. del Tramo L (m)	Cota Fondo		Desnivel Bruto Δh (m)	Pend. Media i	Caudal Inicio Qo (m^3/s)	Talud medio k	Coef. De Rugos. Manning η	Ancho Basal Medio Bo (m)
Inicio (m)	Térm (m)		Inicio (m)	Térm (m)						
0	11.600	11.600	87,19	82,93	4,26	0,0004	8,70	0,70	0,030	7,64

Los parámetros para el escurrimiento, calculados con los antecedentes presentados en el cuadro anterior, se presentan en el Cuadro Nº4.2.2-8.

CUADRO Nº4.2.2-8
ESCURRIMIENTO

Altura Normal Hn (m)	Altura Crítica Hc (m)	Secc. Mojada A (m2)	Vel. Media v (m/s)	Per. Mojado P (m)
1,45	0,63	12,6	0,69	9,42

Las pérdidas por infiltración se calcularon con el método de Moritz y los resultados se muestran en el Cuadros Nº4.2.2-9.

CUADRO Nº4.2.2-9
PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN
MÉTODO DE MORITZ

Coef. de Moritz C	Pérdida Media Estimada (m^3/s)	Pérdida Porcentual por tramo %
0,41	0,633	7,27

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.3.- Caudales de generación o turbinables.

Los caudales de generación se obtienen una vez que se satisface la demanda de riego de los cultivos, que es el uso principal que tiene el canal. El cálculo se presenta en el Anexo A.

En el Cuadro Nº4.3-1 se presentan los caudales de generación para la central.

CUADRO Nº4.3-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE GENERACIÓN O TURBINABLES

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES TURBINABLES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1968-1969	4,56	1,56	2,37	4,21	4,11	7,96	10,90	5,87	2,64	1,72	1,13	1,06	4,01
2	1969-1970	2,27	7,85	14,00	9,47	13,86	9,82	8,92	9,34	5,57	2,48	1,61	1,47	7,22
3	1970-1971	2,38	3,29	10,80	8,19	10,36	7,90	8,44	7,91	6,09	3,57	2,83	1,83	6,13
4	1971-1972	2,55	10,83	8,48	14,00	14,00	9,76	9,28	7,64	6,79	3,40	2,15	1,75	7,55
5	1972-1973	2,14	14,00	14,00	11,72	11,81	13,47	10,86	11,37	5,56	2,88	1,88	1,66	8,45
6	1973-1974	1,63	6,00	9,98	9,41	8,87	7,16	9,88	7,12	2,90	3,32	1,56	1,34	5,76
7	1974-1975	1,26	3,07	9,24	7,30	9,55	7,43	8,66	6,33	3,14	1,78	2,38	1,45	5,13
8	1975-1976	3,82	9,29	10,24	9,06	9,22	8,18	8,53	10,56	6,48	3,10	1,92	1,60	6,83
9	1976-1977	1,50	1,84	14,00	7,35	6,74	7,58	10,80	7,02	3,78	2,36	1,70	1,45	5,51
10	1977-1978	2,38	11,74	12,60	12,70	12,41	12,52	13,26	12,55	7,21	2,84	2,01	1,73	8,66
11	1978-1979	1,51	5,22	9,06	14,00	12,32	13,55	13,32	11,26	4,40	2,06	1,71	1,35	7,48
12	1979-1980	1,60	5,35	4,82	10,21	14,00	14,00	8,88	9,87	8,12	2,82	3,53	3,05	7,19
13	1980-1981	7,70	14,00	14,00	12,12	13,93	8,38	7,26	4,54	2,62	2,21	1,93	1,60	7,52
14	1981-1982	2,72	14,00	13,59	11,17	11,95	8,42	7,32	4,02	1,70	1,31	1,49	1,47	6,59
15	1982-1983	1,68	5,31	14,00	14,00	13,94	14,00	13,18	10,21	7,54	4,23	2,36	1,69	8,51
16	1983-1984	2,25	3,35	9,28	7,37	7,34	6,79	10,47	5,59	2,45	1,23	1,04	1,10	4,85
17	1984-1985	1,19	9,32	9,06	14,00	8,26	10,74	13,98	12,55	7,46	3,26	1,73	1,53	7,76
18	1985-1986	3,20	10,95	9,91	8,68	4,31	5,96	6,56	6,43	1,82	1,06	1,13	1,31	5,11
19	1986-1987	2,53	14,00	14,00	9,82	12,86	7,31	8,57	7,82	5,30	1,68	1,49	1,57	7,25
20	1987-1988	1,84	3,00	8,55	14,00	14,00	9,21	10,32	5,68	2,06	1,32	1,07	1,36	6,03
21	1988-1989	1,68	2,34	5,77	7,15	11,39	7,12	6,74	5,91	2,82	1,32	1,04	1,03	4,53
22	1989-1990	1,02	1,07	6,08	7,43	10,22	8,78	7,21	3,49	4,19	1,35	1,13	1,30	4,44
23	1990-1991	3,07	6,33	8,52	5,77	11,83	13,87	6,50	3,10	1,36	0,89	0,75	0,89	5,24
24	1991-1992	2,67	11,94	12,02	14,00	7,90	9,32	7,76	5,17	5,42	3,73	1,42	2,15	6,96
25	1992-1993	3,44	14,00	14,00	10,32	6,37	8,95	8,80	8,27	5,00	2,77	1,87	1,35	7,10
26	1993-1994	4,60	14,00	14,00	14,00	13,12	9,48	8,99	7,40	6,53	1,85	1,33	1,35	8,05
27	1994-1995	3,04	6,44	11,77	14,00	7,87	10,85	10,15	6,69	7,73	2,66	5,28	5,00	7,62
28	1995-1996	2,22	2,70	12,22	14,00	11,12	11,71	14,00	5,20	2,35	4,50	2,55	3,11	7,14
29	1996-1997	1,72	2,12	8,40	5,71	5,21	5,20	4,53	1,98	1,10	0,95	0,81	1,01	3,23
30	1997-1998	5,25	9,48	14,00	10,95	14,00	13,55	9,48	8,17	6,04	2,09	1,32	1,48	7,98
Promedio		2,80	7,43	10,63	10,49	10,52	9,60	9,48	7,54	4,56	2,47	1,87	1,71	6,59

5. Topografía

5.1.- Generalidades y contenidos

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5.1.- Generalidades y contenidos.

Para disponer de los antecedentes necesarios para elaborar un prediseño conceptual de obras de generación, además de incrementar la precisión de planos y mapas existentes que contienen en forma aproximada los desniveles geométricos disponibles para generación, se realizó en terreno los respectivos levantamientos topográficos.

Los levantamientos ejecutados se materializaron mediante los siguientes instrumentos o equipos: GPS Geodésico para traslado de cota absoluta; Estación Total para tomar los perfiles de las obras; nivel topográfico automático para traslado interno de cotas; medidas a huincha; equipo de ge oreferenciación GPS Garmin para coordenadas. Simultáneamente se empleó la herramienta Google Earth Plus para chequeo, orientación e identificación de trazados generales.

Luego de realizar el recorrido de terreno y de plantear las nuevas obras, se tomaron perfiles longitudinales y transversales del canal, previamente estacado y balizado, en todo el sector de interés para el prediseño de la central, en que se introducirán modificaciones a las obras existentes y por tanto son materia de inversión.

En el sector de la central, se tomaron perfiles del terreno siguiendo el trazado del tubo presurizado, desde la cámara de carga hacia la casa de máquinas, además del desagüe o devolución de las aguas al cauce receptor.

Se presentan los levantamientos en los planos con los diseños conceptuales en AUTOCAD, con vistas en planta, perfiles transversales y perfiles longitudinales. Las cotas son homologadas a IGM, pero con traslado mediante GPS geodésico desde la referencia altimétrica conocida, hacia el sector del proyecto. Se realizó un estacado en los tramos de interés para el prediseño y que fueron nivelados.

La topografía se indica en las láminas 12-1 y 12-2 del Anexo C planos.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.- Prediseño de Obras

6.1.- Obras civiles
6.2.- Obras electromecánicas
6.3.- Obras de transmisión
6.4.- Listado Planos de prediseño conceptual y topografía
6.5.- Cubicaciones y presupuesto

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.1.- Obras civiles.

Las obras civiles propias para generación en una minicentral incluyen: cámara de carga, rejas, vertedero para rechazo de carga, desarenador y/o decantador, tuberías forzada y para purga, casa de máquina con el equipamiento hidro electro generador y puente grúa, obra de descarga de la turbina, obras de devolución de derechos al río y/o canal.

6.1.1.- Desarenadores, vertederos de carga y rejas

6.1.1.1.- Metodología de Cálculo del Desarenador

Para una altura de escurrimiento se determina el tiempo de s edimentación de u na partícula:

ECUACIÓN Nº6.1.1-1
TIEMPO DE SEDIMENTACIÓN

$$t = \frac{H}{w}$$

Donde:
H: altura de escurrimiento
w: velocidad de sedimentación

Conocida la velocidad de escurrimiento en el desarenador, se puede determinar el largo L del mismo, considerando el tiempo de sedimentación antes calculado.

ECUACIÓN Nº6.1.1-2
LONGITUD DEL DESARENADOR

$$L = t \cdot v = t \cdot \frac{Q}{A}$$

Donde:
t: tiempo de sedimentación
v: velocidad de escurrimiento
A: área de escurrimiento

Se debe considerar una velocidad entre 0,2 - 0,4m/s de modo de asegurar un flujo laminar que permita la sedimentación de los sólidos presentes en el agua.

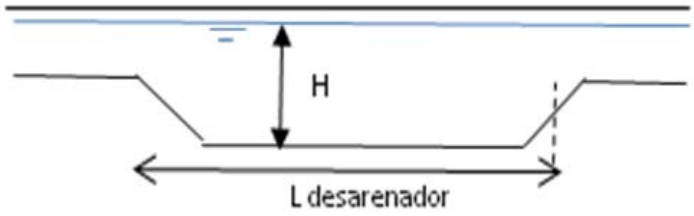
La sección del desarenador corresponde a una sección rectangular, en la que se incluye una cubeta para la decantación de las arenas. El área de esta sección es

ECUACIÓN Nº6.1.1-3
SECCIÓN DEL DESARENADOR

$$A = H \cdot b$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.1.1-1
DESARENADOR



Para este caso se tienen los siguientes antecedentes presentados en el Cuadro Nº6.1.1-2.

CUADRO Nº6.1.1-2
ANTECEDENTES

Q (m^3/s)	H (m)
15	3,2

Para la unidad de desarenación, se determina el ancho del desarenador y la profundidad donde decantarán las arenas, de modo de poder reducir la velocidad para la decantación

CUADRO Nº6.1.1-3
DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR

Q (m3/s)	h arena (m)	Ancho b (m)	Sección (m^2)	Velocidad (m/s)
15	1,8	12	60,0	0,25

Con la altura total del desarenador, correspondiente a la suma de la altura de escurrimiento en el canal y la profundidad para las arenas, se puede calcular el tiempo de decantación de las partículas.

CUADRO Nº6.1.1-4
CÁLCULO TIEMPO DE DECANTACIÓN DE LAS PARTÍCULAS

W (cm/s)	Htotal (m)	t dec (s)
2,5	5	200

Una vez calculado el tiempo de decantación, se obtiene el largo del desarenador, L, que corresponde al largo mínimo para que la totalidad de partículas con una velocidad de decantación w ≥ 2,5cm/s lleguen al fondo del desarenador. En la siguiente tabla se entrega un r esumen de las dimensiones del desarenador; altura total (altura de escurrimiento), ancho y largo.

CUADRO Nº6.1.1-5
RESUMEN DE LAS DIMENSIONES DEL DESARENADOR

Q (m3/s)	ancho b (m)	H total (m)	L (m)
15	12	5	50,0

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

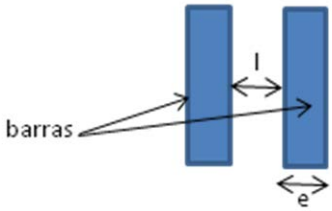
6.1.1.2.- Metodología de Cálculo de la reja

Las rejas serán diseñadas con los siguientes parámetros:

Espesor de barras, e (mm)= 6 (pletinas de acero)

Luz de paso entre barras, l (mm) = 30

CUADRO Nº6.1.1-6
REJA



Con el objeto de atenuar las pérdidas de carga en la central, se considerarán bajas velocidades en la entrada a la reja del orden de 0,5m/s.

Conocida la altura de escurrimiento y la velocidad se puede determinar el caudal que pasa entre barras, q, del siguiente modo:

ECUACIÓN Nº6.1.1-4
CAUDAL ENTRE BARRAS

$$q = v \cdot h \cdot l$$

El número de espacios entre rejas necesarios para permitir el paso del caudal total, n, se calcula como:

ECUACIÓN Nº6.1.1-5
ESPACIOS ENTRE REJAS

$$n = \frac{Q}{q}$$

Entonces, el largo total de la reja, L, será:

ECUACIÓN Nº6.1.1-6
LONGITUD TOTAL REJA

$$L = n \cdot l + (n+1) \cdot e$$

Considerando que se necesita una barra más que el número de espacios de la reja.

En el Cuadro Nº6.1.1-7 se presenta un resumen con el dimensionamiento de la reja.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº2.1.1-7
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO REJA

Q (m3/s)	Altura	Sección (m^2)	q	n	L reja (m)
15	3,2	0,096	0,048	313	11,3

6.1.1.3.- Metodología de cálculo del vertedero

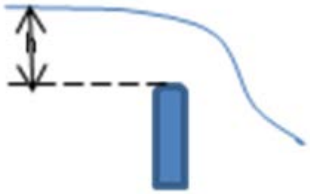
Para determinar la longitud del vertedero, se utilizará la fórmula de vertedero longitudinal.

ECUACIÓN Nº6.1.1-7
FORMULA VERTEDERO LONGITUDINAL

$$Q = m \cdot L \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

Donde m = 0,40

CUADRO Nº6.1.1-7
VERTEDERO



De este modo se calculará la longitud del vertedero, considerando una altura que permita el adecuado vertimiento de las aguas en el caso de que la central rechace todo el caudal, y dejando una revancha entre la cota máxima sobre el vertedero y la cota del muro.

Los vertederos fueron diseñados como vertederos de carga frontal, calculados para la condición más desfavorable, que corresponde al rechazo de la carga por parte de la central, cuando el flujo en la cámara de carga se detiene y todo el flujo debe verter hacia la purga.

En el Cuadro Nº6.1.1-8 se presenta un resumen del dimensionamiento del vertedero de carga.

CUADRO Nº6.1.1-8
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO VERTEDERO DE CARGA

Q (m3/s)	H (m)	L (m)
15	0,27	60,4

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.1.2.- Cámara de carga

La cámara de carga remata el acueducto de aducción, y sirve de transición entre éste y las tuberías forzadas en presión. Está cámara consiste básicamente en un estanque que, en su sección de unión con las citadas tuberías, posee la profundidad necesaria para evitar que puedan formarse vórtices a través de los cuales entre aire hacia el interior de las tuberías, lo cual debe evitarse, ya que introduce una irregularidad en la rotación de la turbina. La cámara de carga incluye normalmente un sistema de compuertas de servicio y de emergencias que permiten cerrar el paso del agua. Estas compuertas se colocan en la entrada de la tubería forzada para poder realizar una inspección o trabajo de ésta.

La cámara de carga se prediseña de hormigón armado. Esta obra permite imponer una cota piezométrica muy estable frente a oscilaciones del caudal, como resultado de maniobras en la central.

La evacuación de las aguas que fluyen por la aducción cuando por alguna razón se detienen las unidades generadoras, es a través del vertedero ubicado próximo a la cámara de carga para evacuar el caudal de exceso.

Se consultan en general cámaras de carga ubicadas en el canal de riego, o inmediatamente al costado de éste. En este caso la cámara puede ser a la vez desarenador.

Para efecto del prediseño se consultan velocidades relativamente bajas en esta obra cercana a 1 m/s, para estabilizar al máximo el flujo, antes de entrar a la tubería forzada. Se aplican además consideraciones y recomendaciones típicas de sumergencia mínima.

Para el dimensionamiento de las cámaras de carga, se considerará el ancho igual al de la reja. La altura mínima de agua en su interior debe ser tal que evite la entrada de aire a las tuberías forzadas debido a la sumergencia. Esta altura se calcula con la siguiente fórmula:

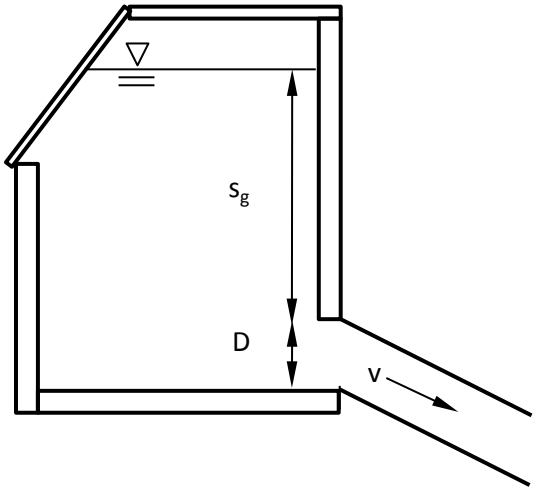
ECUACIÓN Nº6.1.2-1
FÓRMULA DE GORDON

$$s_g = 0{,}554 \cdot v \cdot \sqrt{D}$$

Donde:

Sg: sumergencia (m)
v: velocidad de escurrimiento en la tubería forzada (m)
D: diámetro de la tubería (m)

CUADRO Nº 6.1.2-1
CÁMARA DE CARGA



Entonces, la altura mínima del agua al interior de la cámara de carga deberá ser:

$$h_{min} = s_g + D$$

CUADRO Nº6.1.2-2
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO CÁMARA DE CARGA

Q (m^3/s)	D (mm)	Dint (mm)	V (m/s)	Sg (m)	Altura agua min (m)
15	2000	1902	2,6	2,0	4,0

6.1.3.- Machones de anclaje

6.1.3.1.- Dimensionamiento de Machones de Anclaje

En el cálculo de los machones de anclaje, debe tenerse en cuenta que el machón debe ser emplazado en:

Cambios de dirección:
- Machón en puntos altos.
- Machón en puntos bajos.
- Machón en curvas horizontales.

Puntos de origen de extracciones:
- Cambios de sección.
- Puntos de apoyo.

Los machones se dimensionan de tal manera que las diferencias de presión no equilibradas sean equilibradas con el peso propio del machón, el roce de éste contra el terreno y el empuje pasivo del suelo en la cara de contacto del machón.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

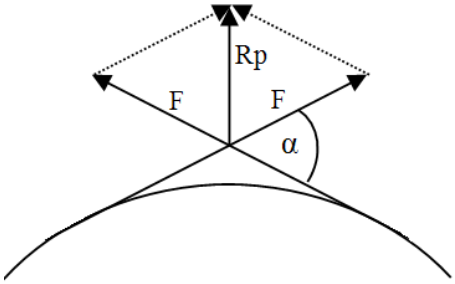
En todos los tipos de machones se analizará el caso cuando el suelo en contacto con la cara inferior del machón está resistiendo las fuerzas producidas por el peso del machón, el agua contenida en el tubo, el suelo sobre el machón y el peso de la tubería inserta en el machón, según corresponda.

Se considerará un factor de seguridad (FS), que será la razón entre las fuerzas resistentes y las solicitantes.

Además, para efectos de dimensionar el machón y de simplificar el cálculo se considerará uno de forma cúbica (de arista “a") y que en su interior corre una tubería la cual debe descontar su volumen y peso.

Cálculo de los distintos tipos de machones.

Machones para cambio de dirección (vertical u horizontal).



$$F_p = P \cdot A_{tub}$$

Donde:

F_P = fuerza debido a la presión.
P = presión en el punto.
A_{tub} = sección tubería

Además se debe incluir la componente de la velocidad, la cual genera una fuerza centrípeta:

$$F_v = A_{tub} \cdot \frac{2 \cdot v^2}{2 \cdot g} \cdot \gamma_{agua}$$

$$\gamma_{agua} = 1 \frac{ton}{m^3}$$

$$F_v = A_{tub} \cdot \frac{v^2}{g}$$

Donde:
v = es la velocidad del flujo.
g = la aceleración de gravedad.

Entonces la fuerza debido al flujo será:

$$F_{flujo} = F_p + F_v$$

$$F_{flujo} = p \cdot A_{tub} + A_{tub} \cdot \frac{v^2}{g}$$

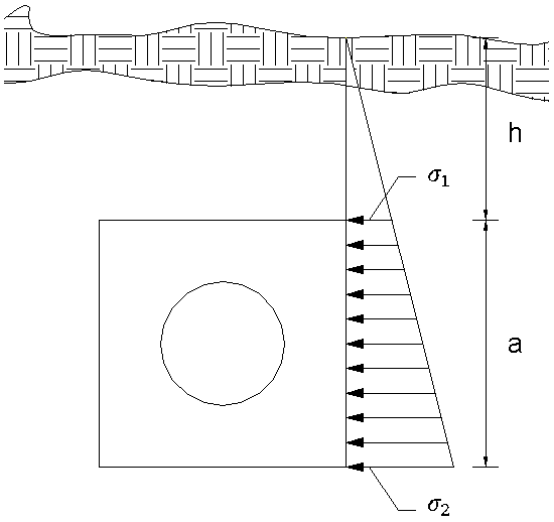
$$F_{flujo} = A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g} \right)$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Para el caso de la figura anterior tenemos:

$$F_{flujo\,total} = R_p = 2 \cdot F_{flujo} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 2 \cdot A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Otro caso de análisis es cuando tenemos el suelo en contacto con la cara lateral del machón y éste está resistiendo la fuerza generada por el flujo, en éste caso tenemos:



$$\sigma_1 = k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot h$$
$$\sigma_2 = k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (h + a)$$

Entonces el empuje pasivo generado por el suelo es:

$$E = \left[\frac{(\sigma_1 + \sigma_2) \cdot a}{2}\right] \cdot a$$
$$E = \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2}{2}$$

Machón en puntos altos.

La fuerza debido al flujo es resistida por el peso propio del machón en un eje y en el otro por la fuerza de roce que genera el machón más la otra componente de la fuerza del flujo. En este caso no se considera el empuje del suelo generado en la cara lateral del machón.

Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{x1} \leq \frac{F_{flujo} \cdot \cos(\alpha) + F_{roce}}{F_{flujo}}$$

$$\Rightarrow \quad FS_{x1} \leq \frac{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \cos(\alpha) + \left((a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon}\right) \cdot tg\left(\frac{2}{3} \cdot \emptyset\right)}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right)}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Peso\ machón}{F_{flujo} \cdot \sin(\alpha)} \quad \Rightarrow \quad FS_{y1} \leq \frac{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon}}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin(\alpha)}$$

$$FS_{y2} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow \quad FS_{y2} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Machón en puntos bajos.

A la fuerza debido al flujo se le suma el peso propio del machón, el peso del agua contenida en la tubería, el suelo sobre el machón y el peso de la tubería inserta en el machón. En este caso el suelo es el que resiste las cargas solicitantes. La fuerza de roce no es considerada en este caso.

Es decir:

$$FS = \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{x1} \leq \frac{F_{flujo} \cdot \cos(\alpha) + E_{suelo}}{F_{flujo}}$$

$$\Rightarrow \quad FS_{x1} \leq \frac{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \cos(\alpha) + k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right)}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{F_{flujo} \cdot \sin(\alpha) + Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin(\alpha) + (a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Machón en curvas horizontales.

La fuerza debido al flujo es resistida por el suelo en contacto con la cara lateral del machón.

Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

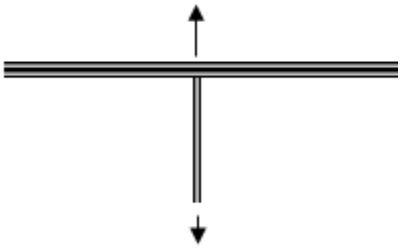
$$FS_{x1} \leq \frac{E_{suelo}}{F_{flujo\ total}} \quad \Rightarrow \quad FS_{x1} \leq \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{2 \cdot A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow \quad FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_{suelo}} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Puntos de origen de extracciones.

La fuerza que desequilibra en este caso corresponde a la presión en el punto de extracción por el área de la tubería que extrae la cual es resistida por el suelo en contacto con la cara lateral del machón.



Tubería de extracción

Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

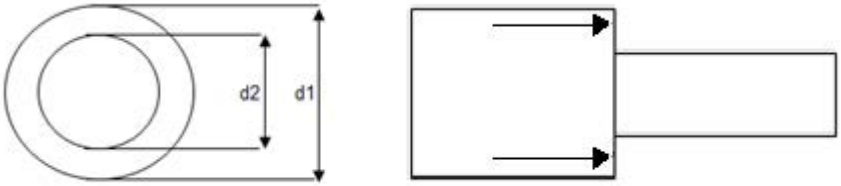
$$FS_{x1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{F} \Rightarrow FS_{x1} \leq \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{p \cdot A_{tub_extracción}}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Cambios de sección.

La fuerza que desequilibra en este caso corresponde a la presión en la diferencias de aéreas de las tuberías la cual es resistida por el suelo en contacto con la cara lateral del machón.



Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{x1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{F} \Rightarrow FS_{x1} \leq \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{p \cdot (A_{tub_1} - A_{tub_2})}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Puntos de apoyo.

La capacidad del suelo debe ser mayor que las fuerzas que solicitan. Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería + Empuje\ \Delta presión}$$

$$\Rightarrow \quad FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_{lineal_{tub}} \cdot a + A_{tub} \cdot \Delta p \cdot \sin(\alpha)}$$

Donde Δp corresponde al diferencial de presiones hidrostáticas entre puntos de apoyo

6.1.3.2.- Consideraciones de diseño

Se determinan los tipos de machones con los que cuenta, distinguiendo entre machones de apoyo, machón de punto alto, machón de punto bajo y machón en curva horizontal.

Se consideró un tamaño mínimo para cada machón de arista “a” como el diámetro de la tubería más 20cm, de modo que centrada la tubería en el machón, sobresalgan 10cm.

Para efectos de cálculo, se despreció el valor del peso de la tubería en el interior del machón.

Se utilizaron los siguientes valores como constantes, tanto del suelo como de las características de los materiales utilizados para la confección de los machones:

CUADRO Nº6.1.3-1
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y CONSTRUCTIVOS DE MACHONES DE ANCLAJE

kp suelo	1,8
γ suelo (ton/s)	2,2
Ø (º)	30
γ hgon (ton/s)	2,5
g (m/s2)	9,81
σ adm (kg/cm2)	3
golpe ariete (% est)	50

En los Cuadros Nº6.1.3-2 y 6.1.3-3 siguientes se presentan los antecedentes de las tuberías forzada y de purga, respectivamente.

CUADRO Nº6.1.3-2
CAUDAL, CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS FORZADAS
Y VELOCIDADES DE ESCURRIMIENTO

Q(m3/s)	Tuberías Forzadas				
	Cantidad tuberías	D(mm)	D int(mm)	A(m2)	v(m/s)
15	2	2000	1902	2,84	2,64

CUADRO Nº6.1.3-3
CAUDAL, CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS DE PURGA
Y VELOCIDADES DE ESCURRIMIENTO

Q(m3/s)	Tuberías de Purga			
	D(mm)	D int(mm)	A(m2)	v(m/s)
15				

En los Cuadros Nº6.1.3-4 a 6.1.3-6 se presentan los resultados del dimensionamiento de los machones

CUADRO Nº6.1.3-4
DIMENSIONAMIENTO DE MACHONES
DE APOYO DE TUBERÍAS FORZADAS

Arista machón (m)	Ángulo (º)	Peso suelo sobre machón (ton)	Empuje (ton)	Fuerzas solicitantes (ton)	Carga admisible (ton)	Fuerzas resistentes (ton)	FS
2,2	43,1	0	7,96	25,20	145,2	145,20	5,8

CUADRO Nº6.1.3-5
DIMENSIONAMIENTO DE MACHONES
EN PUNTOS ALTOS DE TUBERÍAS FORZADAS

Arista machón (m)	Ángulo (º)	Cota máx cámara de carga (m)	Cota machón (m)	Presión (m)	Fuerzas solicitantes (ton)	Empuje (ton)	Roce (ton)	Fuerzas resistentes (ton)	FS
2,2	43,1	85,88	83,23	3,98	8,00	5,84	6,05	11,89	1,5

CUADRO Nº6.1.3-6
DIMENSIONAMIENTO DE MACHONES
EN PUNTOS BAJOS DE TUBERÍAS FORZADAS

Arista machón (m)	Ángulo (º)	Cota máx cámara de carga (m)	Cota machón (m)	Presión (m)	Peso machón (ton)	Peso agua (ton)	Fuerzas solicitantes (ton)	Fuerzas resistentes (ton)	FS
2,2	43,1	85,88	70,44	23,16	10,99	6,25	63,58	145,2	2,3

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

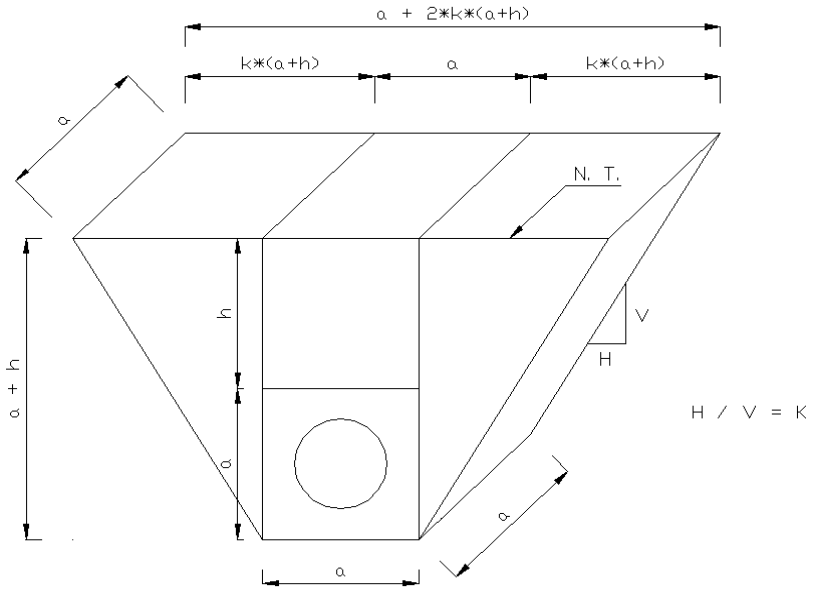
6.1.3.3.- Memoria de cálculo cubicación de machones de anclaje

Los ítems a considerar en la cubicación de un machón de anclaje deben ser:

- Excavación.
- Hormigón Armado H-25.
- Moldaje.
- Relleno Común (compactación simple).

Al igual que la memoria de cálculo de los machones de anclaje, esta memoria se basará en machón cúbico de arista “a”.

CUADRO Nº6.1.3-12
MACHON DE ARISTA “a”



Donde:
a = arista del machón.
h = altura desde el nivel de terreno al machón.
K = relación H / V.

- Excavación.

El volumen a escavar es el área frontal de la figura por la profundidad, es decir:

$$Volumen_{excavación} = \left(a + a + 2 * k * (a + h)\right) \cdot \frac{(a+h)}{2} \cdot a$$

$$Volumen_{excavación} = \left(a + k * (a + h)\right) * (a + h) \cdot a$$

- Hormigón Armado H-25.

El volumen de hormigón es el volumen del cubo menos el volumen de la tubería en su interior, es decir:

$$Volumen_{hormigón} = a^3 - a \cdot A_{tub}$$

- Moldaje

La cantidad de moldaje corresponde al área de 4 caras del machón, es decir:

$$Área_{moldaje} = a^2 \cdot 4$$

- Relleno Común (compactación simple).

El volumen de relleno corresponde a la resta entre el volumen excavado y el volumen del machón, es decir:

$$Volumen_{relleno} = Volumen_{excavación} - Volumen_{machón}$$
$$Volumen_{relleno} = \big(a + k * (a + h)\big) * (a + h) \cdot a - a^3$$

Para el cálculo de los diámetros de las tuberías se utiliza dos criterios según su función.

El primer criterio para determinación del diámetro en la tubería forzada, consiste en limitar la velocidad de escurrimiento al rango comprendido entre 2 y 2,5 m/s, de manera de tener las menores pérdidas de carga posible, tanto friccionales, como singulares.

El segundo criterio es para la determinación de la tubería de purga y/o descarga, en que se limita la velocidad a alrededor de 5 m/s, que es el máximo permitido en este tipo de material. Además, en el caso de la tubería de purga no es aplicable el criterio de minimizar las pérdidas de carga.

Según Hazen Williams, las pérdidas de de carga friccionales en una tubería están dadas por la Ecuación Nº6.1.4-1

ECUACIÓN Nº6.1.4-1
ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS

$$J = 10{,}655 \frac{Q^{1{,}852}}{C^{1{,}852} \cdot D^{4{,}869}}$$

Donde:
J: perdidas de carga friccionales (m/m)
Q: caudal porteado por la tubería (m^3/s)
C: coeficiente de Hazen Williams característico del material de la tubería
D: diámetro interior (m)

El diámetro queda determinado por la Ecuación Nº6.1.4-2

ECUACIÓN Nº6.1.4-2
DIÁMETRO DE LA TUBERÍA

$$D = \left(10{,}655 \frac{L \cdot Q^{1{,}852}}{(Dh - 10) \cdot C^{1{,}852}} \right)^{1/4{,}869}$$

En el Cuadro Nº6.1.4-1 se presentan los coeficientes de Hazen Williams más comunes para distintos materiales.

CUADRO Nº6.1.4 -1
COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES

Material	C		Material	C	
Asbesto cemento	140		Hierro galvanizado	120	
Latón	130	140	Vidrio	140	
Ladrillo de saneamiento	100		Plomo	130	140
Hierro fundido, nuevo	130		Plástico (PE, PVC)	140	150
Hierro fundido, 10 años de edad	107	113	Tubería lisa nueva	140	
Hierro fundido, 20 años de edad	89	100	Acero nuevo	140	150
Hierro fundido, 30 años de edad	75	90	Acero	130	
Hierro fundido, 40 años de edad	64	83	Acero rolado	110	
Concreto	120	140	Lata	130	
Cobre	130	140	Madera	120	
Hierro dúctil	120		Hormigón	120	140

Tubería Forzada

En el Cuadro Nº6.1.4-2 se presentan los antecedentes de topografía de la caída para generación

CUADRO Nº6.1.4-2
ANTECEDENTES TOPOGRAFÍA CAÍDA

Kilometraje		Longitud Total	Cota		Dh Total	Qo
Inicio	Término		Inicio	Término		
(Km)	(Km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m^3/s)
0,00	0,02	21,00	87,79	74,79	13,00	15,00

El resumen de los cálculos se muestran en el Cuadro Nº6.1.4-3.

CUADRO Nº6.1.4-3
RESUMEN DE CÁLCULOS TUBERÍA FORZADA

Caudal	Coef. rugosidad de Hazen-Williams	Diámetro interior	Longitud tubería	Velocidad	Pérdida friccional unitaria	Pérdida friccional total	Pérdida singular	Pérdidas totales
Q (m^3/s)	C	Di (m)	L (m)	v (m/s)	J (m/m)	JL (m)	3*v^2/2g (m)	(m)
7,50	150	2,19	21	2,0	0,00092	0,019	0,61	0,63

Diámetro Nominal (exterior) **2.000** **mm**
Diámetro interior **1.902** **mm**
espesor = 49 mm

2,6	0,00181	0,038	1,06	1,10

TUBERÍA HDPE PECC 100 PN4

2 TUBERÍAS HDPE PECC 100 PN4 DE 2 m DE DIÁMETRO EXTERIOR

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.2.- Obras electromecánicas

Las obras electromecánicas se ubican en la casa de máquina, y corresponden a los equipos propios de generación entre las más importantes se consideran la turbina y el generador.

En este caso se consulta una turbina Kaplan S de origen europeo, con una potencia nominal de 1,3 Mw en relación a los parámetros de altura de caída y caudal indicados. Asociada a esta turbina, se considera un generador tipo sincrónico. Además se incluyen sistemas de regulación, tableros de control y protección del generador.

En cuanto a equipos mecánicos, se utilizan válvulas tipo mariposa con actuador hidráulico entre la tubería forzada y la turbina.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.3.- Obras de transmisión

En los subcapítulos siguientes se utilizan las abreviaturas que a continuación se señalan.

CDEC: Centro de Despacho Económico de Carga.
SIC: Sistema Interconectado Central.
SSTx: Sistema de Subtransmisión Eléctrica
SDx: Sistema de Distribución Eléctrica
MT: Media Tensión.
BT: Baja Tensión.
LMT: Línea de Media Tensión
LAT: Línea de Alta Tensión
CNR: Comisión Nacional de Riego.
S/E: Subestación.
13,2 KV, 13,8 KV, 15 KV, 23 KV, 66 KV: Niveles de tensión expresados en Kilo Volts.
CGED: Compañía General de Electricidad Distribución.
CGET: Compañía General de Electricidad Transmisión.
SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
COOPELAN: Cooperativa Rural Eléctrica Los Ángeles.
SAESA: Sociedad Austral de Electricidad S.A.
FRONTEL: Empresa Eléctrica de la Frontera
EMETAL: EMELECTRIC Talca

Las obras de transmisión que incluyen: subestación elevadora de tensión (transformador de poder tipo elevador, interruptores, transformadores de potencial y de corriente, medidor de energía, protección multifuncional, sala de control, líneas de media tensión (LMT) de interconexión (incluye postes y estructuras), paño de interconexión (reconectador, equipo de medida, transformador de servicios auxiliares (SS/AA))

6.3.1.- Conexión a la Red.

6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica

Uno de los aspectos de r elevancia en la evaluación de un pr oyecto de generación eléctrica lo constituye el análisis de los potenciales puntos de conexión al sistema eléctrico existente, para ser utilizados como medio de evacuación de la energía eléctrica generada, de manera de asegurar este aspecto específico sobre la viabilidad y desarrollo del proyecto.

En efecto, existe la normativa que permite el libre acceso de los actores que deseen ingresar al mercado eléctrico chileno, a los sistemas eléctricos. Estos sistemas eléctricos son los denominados: Sistemas de Distribución, Sistemas de Subtransmisión y la Transmisión Troncal.

Para este fin se realizó un levantamiento específico de información en terreno destinado a detectar la factibilidad de inyectar la energía generada al sistema eléctrico y sobre las posibles limitaciones físicas.

Para este efecto se ingresaron las solicitudes de conexión en la respectiva empresa eléctrica, que se acompañan en el punto 6.3.1.3.

En los subcapítulos siguientes se indican referencialmente las características generales de los equipos primarios involucrados y de las líneas que se prediseñarán para la

inyección de energía, esquematizando el proceso desde el punto de la generación en la central hidroeléctrica, hasta el punto de conexión elegido.

6.3.1.2.- Ubicación y caracterización de líneas más cercanas

El proyecto está ubicado en la comuna de Negrete, siendo el punto que presenta la mayor factibilidad de conexión eléctrica perteneciente a la empresa de distribución FRONTEL, cuya LMT es trifásica. El poste más cercano al potencial punto de conexión al SD está identificado con número de placa Nº653213. En las figuras siguientes se presenta el croquis general identificando los puntos de interés y trazado de LMT de interconexión de central generadora al SD.

CUADRO Nº 6.3.1-1
PLANTA DE UBICACIÓN

CUADRO Nº6.3.1-2
PUNTO DE CONEXIÓN

- Subestación Elevadora.

De acuerdo a la potencia de la central, el transformador de poder a utilizar es de 2 MVA de potencia del tipo elevador, 6,3/13,2 kV conexión ΔYn1. A continuación se presentan los equipos primarios que componen la S/E elevadora.

- Transformador de poder de 2 MVA, 6,3/13,2 kV, Conexión ΔYn1
- Interruptor trifásico lado MT
- Desconectadores tripolares lado MT/BT
- Transformador de potencial trifásico barra MT
- Transformador de corriente trifásico
- Transformador de SS/AA de 30 kVA
- Desconectadores fusibles transformador de SS/AA
- Postes de concreto, aisladores y estructuras
- Equipos de medida y protecciones eléctricas
- Sala de control y comando
- Pararrayos
- Barra MT
- Barra BT

- Línea de interconexión.

Interconecta desde la barra de MT de central a estructura ubicada en borde poniente de canal de riego de red MT de FRONTEL. Sera trifásica del tipo aérea en conductor de aluminio de 33 mm^2 con una extensión aproximada de 0,6 km. La aislación y estructuras irán montadas en sus respectivas estructuras en postes de hormigón de 11,5 metros. La línea de MT es proyectada por borde oriente de canal de riego. De acuerdo a los antecedentes recopilados en la visita a terreno no se observa restricción técnica para realizar la interconexión de la central al SD.

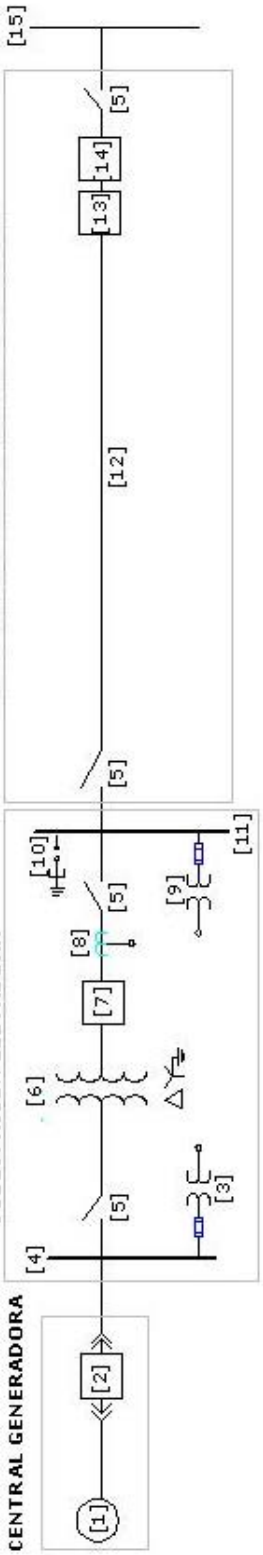
- Paño de interconexión al Sistema Eléctrico

Corresponden a los equipos que interconectaran la LMT particular al SD y está compuesto por los siguientes equipos primarios:

1.- Reconectador con caja de control y protecciones
2.- Equipo compacto de medida y medidor de energía
3.- Desconectadores fusibles
5.- Transformador de servicios auxiliares
5.- Desconectadores cuchillas.
6.- Postes de concreto de 11,5 metros, aisladores y estructuras

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.3.1-3
ESQUEMA GENERAL S/E ELEVADORA, LMT DE INTERCONEXIÓN Y PAÑO DE CONEXIÓN AL SD



[1] Generador Eléctrico
[2] Interruptor trifásico generador con sincronizador
[3] Transformador de servicios auxiliares
[4] Barra de Baja Tensión
[5] Desconectadores trifásicos tipo cuchillos
[6] Transformador de poder trifásico 2 MVA 6,3/13,2 kV tipo elevador
[7] Interruptor trifásico Media Tensión
[8] Transformador de corriente trifásico
[9] Transformador de potencial trifásico
[10] Pararayos
[11] Barra de Media Tensión
[12] Linea de interconexión entre central generadora y sistema de distribución
[13] Equipo compacto de medida y medidor de energía eléctrica
[14] Interruptor de acoplamiento al SD (exigencia norma técnica PMGD)
[15] Sistema de distribución

Nota: La Central Generadora ha sido dibujada solo para identificar el punto de conexión con la Subestación elevadora. El nivel de tensión del lado secundario del transformador de poder y LMT serán confirmados una vez recepcionada la información de las empresas eléctricas, mismo caso para la definición de las capacidades de los demás equipos (amperes)

6.3.1.3.- Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño

467808

INGESAGRO 13 AGO. 2010
INGENIEROS LTDA.

Los Ángeles, 13 de agosto 2010.

Señor
Alier Manríquez González
Jefe Comercial Zonal Temuco
Grupo Empresas Saesa
Región Araucanía, Chile

At. Señor
Iván Reyes Trujillo
Gerente Desarrollo Negocios
Grupo Empresas Saesa

REF.: Solicitud de Información para conexión de PMGD, Central Canal Bio Bio Negrete Derivado Rihue a SD.

De nuestra consideración:
Informamos a usted, como empresa Sociedad **Ingesagro Ingenieros Ltda.**, la intención de interconectar a vuestras redes de distribución (SD) el proyecto de generación calificado como Medio de Generación No Convencional (MGNC), el cual contempla una unidad de generación de 1,2 MW.
De acuerdo a la potencia instalada y al medio de evacuación de la energía generada (Línea de Media Tensión) la central proyectada califica como Pequeño Medio de Generación Distribuido (PMGD), calificación que se describe en el DS 244 el cual tiene relación con los MGNC.

Dado lo anterior y dando cumplimiento a lo estipulado en el DS 244 y en "Norma técnica de conexión y operación de PMGD en instalaciones de Media Tensión" es que adjuntamos a usted Solicitud de Información según Formulario Nº 1, en donde solicitamos el envío de la información detallada, la cual será utilizada para realizar los estudios respectivos que permitirán la futura conexión y operación de la central.

Se despide atentamente de usted.

Sara Fuentes Morales
Ingesagro Ingenieros Ltda.
energía@ingesagro.cl
www.ingesagro.cl •
Casilla 707 Los Ángeles
7-9580327
CC: Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC)

Ingeniería y Gestión en Energías, energia@ingesagro.cl Casilla 707 Los Ángeles, www.ingesagro.cl •

FORMULARIO 1: SOLICITUD DE INFORMACIÓN

IDENTIFICACIÓN DEL INTERESADO

Nombre	Ingesagro Ingenieros Ltda	Teléfono	79580327
Dirección	Casilla 707 Los Ángeles	Fax	
Ciudad	Los Ángeles	mail	energia@ingesagro.cl

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto	Central Canal BioBio Negrete Derivado Rihue
Dirección	Munilque - Negrete
Comuna	Negrete
Ciudad	Negrete

Datos de Conexión	Potencia Activa a Inyectar			1,2 **MW**	
	Predicción de Energía Anual			6.221 **MWh**	
Energético Primario	Eolico	☐	Biomasa	☐	Desechos ☐
	Hidro	☑	Gas	☐	Otros ☐
	Fotovoltaica	☐	Diesel/Fuel oil	☐	

Empresa Distribuidora o la Empresa con Instalaciones de Distribución, en su caso: **FRONTEL**

Punto de Conexión Deseado:

A 200 metros de poste identificado con Placa Nº 653613 (Poste de conexión esta ubicado en la ribera nor oriente de canal de riego, al interior de la servidumbre del canal)

Alimentador seleccionado: Por confirmar Nivel de Tensión 13200 V

INFORMACION A SOLICITAR

- ☑ Secciones y tipos de conductor existentes en cada segmento del trazado de la red
- ☑ Demanda de diseño del alimentador en la cabecera, y la última lectura de demanda máxima anual verificada o estimada
- ☑ Capacidad de cortocircuito de la Subestación que abastece al alimentador
- ☑ Plano referenciado geograficamente del alimentador seleccionado
- ☑ Descripción de equipos de protección y maniobra ubicados en el alimentador seleccionado
- ☑ Descripción de los equipos de compensación de reactivos
- ☑ Información de proyectos futuros en el alimentador
- ☑ Descripción de otras unidades de generación operando en el alimentador
- ☑ Otra información que se considere necesaria

Especificar:

- Ubicación equipos protección y compensación de reactivos (condensadores. Reguladores de voltage etc)
- Bloques de demanda mínima, media y máxima.
- Ratificar nivel de tensión de punto de conexión.
- Incluir nombre de Alimentador

Lugar, Fecha	Firma:	Recibido:
Los Ángeles, 13 de agosto de 2010		

OSORNO, 5 octubre 2010.

Señora
Sara Fuentes Morales
Ingesagro Ingenieros Ltda.
Casilla 707, Los Ángeles

REF.: ENVÍO FORMULARIO Nº2 PMGD CENTRAL DE PASADA

De nuestra consideración

En relación a la solicitud de información para el desarrollo de los proyectos Rihue, Puertas Blancas y Quitralmán, realizada el 13 de agosto de 2010, de acuerdo al artículo 15 del Decreto Supremo 244/2005, "Reglamento para Medios de Generación no Convencionales y Pequeños Medios de Generación", informamos que dicha solicitud fue respondida el día 3 de septiembre de 2010 a través del Formulario Nº2, mediante correo electrónico dirigido a Sara Fuentes al mail energia@ingesagro.cl con todos los antecedentes requeridos para cada proyecto en los plazos correspondientes según lo estipulado en el artículo 17 Decreto antes señalado.

Saludan atentamente a Ud.,

EMPRESA ELECTRICA DE LA FORNTERA S.A.

Héctor Avilés Cornejo
Jefe Área Estudios Comerciales

Adj.: Formulario Nº2 PMGD Rihue
Formulario Nº2 PMGD Puertas Blancas
Formulario Nº2 PMGD Quitralman

A continuación se presenta el prediseño y valorización de las componentes del proyecto eléctrico correspondientes a la S/E Elevadora, Línea Eléctrica de Interconexión al sistema, Paño de interconexión, ya sea en SD o SSTx y obras adicionales.

Resumen técnico proyecto y SD

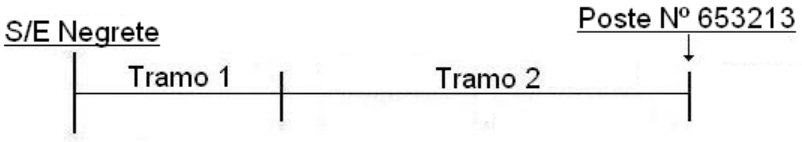
Nombre Proyecto	CH Canal Bio Bio Negrete
Potencia a Inyectar (MW)	0,9
Energía Anual (MWh)	4.730,3
Ubicación	Negrete
Empresa Propietaria SD	FRONTEL
Punto de conexión a SD	Poste Nº 653213 (Poste mas cercano)

Información Técnica SD empresa FRONTEL

			LMT Pto. Conexión		Cortocircuito* MVA	Demanda Min/Med/Max MVA
S/E Primaria	Alimentador	Tensión kV	1F, 2F, 3F	Conductor		
Negrete	Renaico	13,2	3F	Cu 3x13,3 mm^2	18,4	1,1/1,6/2,2

*Punto de repercusión

Diagrama Unilineal SD hasta punto de conexión



Tipos de conductores por tramo

Tramo 1: 0,2 kilómetros conductor de cobre de 21,2 mm^2
Tramo 2: 5,5 kilómetros conductor de cobre de 13,3 mm^2

Equipos Primarios Conexión PMGD

Item	Descripción	Cantidad
1	**S/E Elevadora**	
1.1	Transformador de poder de 1,5 MVA 6,3/13,2 kV, tipo elevador conexión ΔYn1	1
1.2	Interruptor trifásico, 13,2 kV Inominal/capacidad de ruptura 100/12500 amperes	1
1.3	Transformador de potencial trifásico 13,2/0,12 kV	1
1.4	Transformador de corriente trifásico 100/5 amperes	1
1.5	Transformador de servicio auxiliares 13,2/0,4 kV con desconectadores fusibles, 30 kVA	1
1.6	Medidor de energía clase 0,2	1
1.7	Protección multifuncional	1
1.8	Sala de control y comando tipo container	1
1.9	Obras civiles	1
2	**LMT de Interconexión**	
2.1	Línea aérea trifásica en conductor de Al de 33 mm^2, incluye postes y estructuras	0,6 kms

Equipos Primarios Conexión PMGD (cont.)

Item	Descripción	Cantidad
3	**Paño de Interconexión**	
3.1	Reconectador Nova con control F6, 13,2 kV, Inominal/capacidad de ruptura 100/12500 ampres	1
3.2	Equipo compacto de medida TTPP 13,2/0.4 kV, TT/CC 100/5	1
3.3	Transformador de SS/AA reconectador 5 kVA bifásico 13,2/0,4 kV	1

Obras adicionales SD

Valor cortocircuito punto de repercusión (kVA)	22.790
Potencia aparente CH Canal Bio Bio Negrete (kVA)	900
Factor K Factibilidad Obras adicionales	**25,3**

Dado que el factor K es mayor a 20 no se requiere realizar obras adicionales de refuerzo de conductor en el SD.

Valorización Obras

(Valores referenciales) 1 USD = $ 491.78 (29.10.10)

Descripción	Unidad [M$]
S/E Elevadora	105.368
LMT interconexión	7.200
Servidumbre de paso LMT	5.760
Paño Interconexión	59.000
Gestión y permisos	5.000
Estudios Sistémicos	25.000
Imprevistos (5%)	10.366
Total	**217.695**

Total USD =	**442.667**

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.4.- Planos de prediseño conceptual y topografía

Lámina	Contenido
12-1	-Planta central hidroeléctrica canal derivado Rihue km. 0.0-km. 280 - topografía -Perfil longitudinal canal derivado Rihue km. 10.160 a km. 11.720 - topografía -Perfiles transversales canal derivado Rihue km. 1.200-km. 11.700 - topografía
12-2	-Perfil longitudinal tranque perfil n°1 km. 0.0 - km. 230 - topografía -Perfil longitudinal tranque perfil n°2 km. 0.0-km. 280 - topografía -Perfil longitudinal tranque perfil n°3 km. 0.0-km. 370 - topografía -Perfil longitudinal n°4 tranque km. 0.0-km 430 - topografía -Perfil longitudinal n°5 tranque km. 0.0-km 490 - topografía
12-3	-Planta de disposición general de obras de central hidroeléctrica derivado Rihue -Perfil longitudinal descarga km. 0.0-km 70 Perfiles transversales
12-4	-Perfiles transversales sector vertedero para rechazo de carga km.11.570 – km.11.640 -Perfiles transversales sector captación de agua km.11.630-km.11.640
12-5	-Planta captación de agua -Planta de turbina -Planta desarenador y vertedero km.11.562 - km.11.622
12-6	-Planta de ubicación tranque de compensación capacidad 57.000 m^3 -Perfil longitudinal tranque proyectado -Perfiles transversales tranque de compensación proyectado

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.5.- Cubicaciones y presupuesto

CUADRO Nº6.5-1
PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN DE PREDISEÑOS

CÁMARA DE CARGA				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
REJA	kg	5263	2.207	11.616.171
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS Y LOSAS)	m3	96	168.777	16.119.548
EXCAVACIÓN	m3	1032	2.664	2.747.969
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3		5.800	0
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	233	2.320	541.302
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	1038	1.081	1.121.710
SERVIDUMBRE	m2	336	650	218.400
			TOTAL ($)	**32.365.101**

TUBERÍA FORZADA				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
TUBERÍA FORZADA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 2000mm, e = 48mm)	ml	40	573.708	22.948.315
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MACHONES)	m3	27	168.777	4.556.977
EXCAVACIÓN	m3	1.482	2.664	3.947.817
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	378	5.800	2.191.335
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	904	2.320	2.098.065
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	751	1.081	811.666
			TOTAL ($)	**36.554.176**

DESARENADOR				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
REJA	kg		2.207	0
COMPUERTAS (COMPUERTA Y MARCO)	kg	306	2.002	613.669
MECANISMO COMPUERTA	gl	3	725.001	2.175.003
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS Y LOSAS)	m3	352	168.777	59.337.853
EXCAVACIÓN	m3	7622	2.664	20.304.602
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	326	5.800	1.888.624
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	2716	2.320	6.300.321
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	6378	1.081	6.894.672
SERVIDUMBRE	m2	1163	650	755.820
TUBERÍA DE DESCARGA TRANQUE HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1800mm, e = 43mm)	ml	315	474.388	149.432.291
COMPUERTA EMERGENCIA (MADERA)	m3	1	153.186	185.009
			TOTAL ($)	**247.887.863**

CASA DE MÁQUINA				
ÍTEM	UNI.	CANT.	P.U.	SUB. TOTAL
			$/UNI	$
HORMIGÓN ARMADO H-25 (LOSAS, MUROS, VIGAS, PILARES , FUNDACIONES Y DESAGÜE)	m3	56	202.737	11.303.225
EXCAVACIÓN	m3	226	2.664	602.453
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	83	5.800	483.546
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3		2.320	0
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	294	1.081	317.803
SERVIDUMBRE	m2	189	650	122.850
CASA DE MÁQUINA (PERFILES DE ACERO Y AISLACIÓN)	gl	1	-	3.163.779
EQUIPO HIDROELÉCTRO GENERADOR (1 TURBINA KAPLAN-S 1,2 MW - 1 GENERADOR SINCRÓNICO 1,5 MVA - SISTEMAS DE REGULACIÓN - TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCIÓN GENERADOR)	gl	1	551.680.034	551.680.034
PUENTE GRÚA (INCLUYE TECLE)	gl	1	22.000.000	22.000.000
ACTUADOR HIDRÁULICO HB-HV PN 10 (INCLUYE VÁLVULA MARIPOSA, Dn = 1600 mm)	gl	1	56.492.120	56.492.120
VÁLVULA DE VENTOSA Dn 200 PN 10	gl	1	560.000	560.000
			TOTAL ($)	**646.725.809**

TRANQUE (ALTERNATIVO, NO SE CONSIDERA EN PRESUPUESTO)				
ÍTEM	UNI.	CANT.	P.U.	SUB. TOTAL
			$/UNI	$
EXCAVACIÓN	m3	27.748	1.311	36.377.277
ESCARPE PARA FUNDAR TERRAPLÉN	m3	7.700	735	5.662.568
TERRAPLÉN COMPACTADO	m3	20.048	5.800	116.277.934
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	36.072	1.081	38.993.888
DESTRONQUE	gl	1	20.000.000	20.000.000
OBRA CIVIL (DESCARGA, COMPUERTA, REBALSE, TRASLADO)	gl	1	21.000.000	21.000.000
TUBERÍA DE DESCARGA TRANQUE HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1800mm, e = 43mm)	ml	315	474.388	149.432.291
			TOTAL ($)	**387.743.958**

CUADRO Nº6.5-2
RESUMEN COSTO DIRECTO CONSTRUCCIÓN CENTRAL

Nº	ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO COMP. NAC. CN Mill $	COSTO COMP. EXTR. CE Mill $	COSTO TOTAL CN+CE Mill $
1.-	**INSTALACION DE FAENAS Y OBRAS PROVISIONALES (1 año de construcción)**	**1**	**gl**	**24**		**24**
2.-	**CÁMARA DE CARGA**	**1**	**gl**	**32**	**-**	**32**
2.1.-	REJA	5.263	kg	11,6		**11,6**
2.2.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS Y LOSAS)	96	m3	16,1		**16,1**
2.3.-	EXCAVACIÓN	1.032	m3	2,7		**2,7**
2.4.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	233	m3	0,5		**0,5**
2.5.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	1.038	m3	1,1		**1,1**
2.6.-	SERVIDUMBRE	336	m2	0,2		**0,2**
3.-	**TUBERÍA FORZADA**	**1**	**gl**	**37**	**-**	**37**
3.1.-	TUBERÍA FORZADA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 2000mm, e = 48mm)	40	ml	23		**23**
3.2.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MACHONES)	27	m3	4,6		**5**
3.3.-	EXCAVACIÓN	1.482	m3	3,9		**3,9**
3.4.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	378	m3	2,2		**2,2**
3.5.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	904	m3	2,1		**2,10**
3.6.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	751	m3	0,8		**0,81**
4.-	**DESARENADOR**	**1**	**gl**	**248**	**-**	**248**
4.1.-	REJA		kg			
4.2.-	COMPUERTAS (COMPUERTA Y MARCO)	306	kg	0,6		**1**
4.3.-	MECANISMO COMPUERTA	3	gl	2,2		**2**
4.4.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS Y LOSAS)	352	m3	59,3		**59,3**
4.5.-	EXCAVACIÓN	7.622	m3	20,3		**20**
4.6.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	326	m3	1,9		**1,9**
4.7.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	2.716	m3	6,3		**6,3**
4.8.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	6.378	m3	7		**7**
4.9.-	SERVIDUMBRE	1.163	m2	0,8		**1**
4.10.-	TUBERÍA DE DESCARGA TRANQUE HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1800mm, e = 43mm)	315	ml	149,4		**149,4**
4.11.-	COMPUERTA EMERGENCIA (MADERA)	1	m3	0,2		**0**
5.-	**CASA DE MÁQUINA**	**1**	**gl**	**38**	**609**	**647**
5.1.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (LOSAS, MUROS, VIGAS, PILARES , FUNDACIONES Y DESAGÜE)	56	m3	11,3		**11**
5.2.-	EXCAVACIÓN	226	m3	0,6		**0,6**
5.3.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	83	m3	0,5		**0**
5.4.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	294	m3	0,3		**0,3**
5.5.-	SERVIDUMBRE	189	m2	0,1		**0,1**
5.6.-	CASA DE MÁQUINA (PERFILES DE ACERO Y AISLACIÓN)	1	gl	3,2		**3,2**
5.7.-	EQUIPO HIDROELÉCTRO GENERADOR (1 TURBINA KAPLAN-S 1,2 MW - 1 GENERADOR SINCRÓNICO 1,5 MVA - SISTEMAS DE REGULACIÓN - TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCIÓN GENERADOR)	1	gl		551,7	**552**
5.8.-	PUENTE GRÚA (INCLUYE TECLE)	1	gl	22,0		**22**
5.9.-	ACTUADOR HIDRAULICO HB-HV PN 10 (INCLUYE VALVULA MARIPOSA, Dn = 1600 mm)	1	gl		56,5	**56**
5.10.-	VÁLVULA DE VENTOSA Dn 200 PN 10	1	gl		0,6	**1**
6.-	**OBRAS DE TRANSMISIÓN**	**1**	**gl**	**207**	**-**	**207**
6.1.-	S/E ELEVADORA	1	gl	105,4		**105**
6.2.-	LMT INTERCONEXIÓN	1	gl	7,2		**7**
6.3.-	SERVIDUMBRE DE PASO LMT	1	gl	5,8		**6**
6.4.-	PAÑO INTERCONEXIÓN	1	gl	59,0		**59**
6.5.-	OBRAS ADICIONALES SD (REEMPLAZO CONDUCTOR)	1	gl	-		**-**
6.6.-	GESTIÓN Y PERMISOS	1	gl	5,0		**5**
6.7.-	ESTUDIOS SISTEMICOS	1	gl	25,0		**25**
7.-	**CAMINO DE ACCESO**	**1**	**gl**	**1**		**1**
8.-	**MONTAJE DEL EQUIPO HIDRO ELECTRO GENERADOR**	**1**	**gl**	**34,8**	**9,4**	**44**

NOTA: estos precios no incluyen: utilidades, gastos generales del contratista e IVA.

7.- Evaluación Económica y Financiera

7.1.- Beneficios
7.2.- Inversiones y costos
7.3.- Evaluación económica
7.4.- Análisis financiero
7.5.- Resumen de parámetros económicos

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.1.- Beneficios

Los beneficios de los proyectos de minicentral hidroeléctrica evaluados son aquellos asociados a los ingresos por venta de potencia y energía.

Los ingresos por venta de energía se calculan con la energía generada mensualmente. Esta energía se obtiene a través de los caudales medios mensuales provenientes de la hidrología y de la simulación operacional. El precio de venta de la energía corresponde al indicado en la resolución que fija precios de nudo para suministros de electricidad de fecha 29 de octubre de 2010 y publicada en el diario oficial el 12 de febrero de 2011.

Los ingresos por venta de potencia corresponden a la venta de potencia firme que es la de suficiencia, la cual se calcula con el 80% del promedio de los caudales estadísticos correspondientes a los dos años y dos meses de menor disponibilidad hídrica.

En el caso en estudio, se tienen lo siguiente:

Nodo: Charrúa
Precio Base de la energía: 40,87 $/kWh
Precio Base de la Potencia de Punta: 95,06 US$/kW/mes

La tasa de cambio utilizada en la evaluación económica corresponde al valor del dólar con fecha 29 de octubre de 2010, con un valor de 491,76 $/US$.

En el Cuadro Nº7.1-1 siguiente se presenta el resumen de los valores de venta de potencia y energía.

CUADRO Nº7.1-1
VALORIZACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA
EN 30 AÑOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Energía		Potencia	
GWh	mill. $	MW	mill. $
163	9.734	0,3	627

En Anexo B se presenta un cuadro con valores mensuales de venta de potencia y energía.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.2.- Inversiones y costos

Entre los costos asociados al proyecto de minicentral, se pueden destacar: inversión inicial, costos de mantención y operación, costos administrativos, comercialización y representación, imprevistos, seguros, depreciaciones e impuestos.

- Inversión Inicial

La inversión inicial corresponde al costo total de construcción de la minicentral. Está compuesta por el costo directo de obras, gastos de i ngeniería extranjera y nacional, gastos de inspección extranjera y nacional, imprevistos equipos extranjeros, imprevistos equipos/obras nacional, derechos de internación y gastos portuarios y fletes de equipos extranjeros, gastos generales y utilidad del contratista e IVA.

El costo directo es la valorización de todas las obras asociadas a la construcción de la central y que se indican en el Capítulo 6. Además incluye el costo por instalación de faenas, caminos de servicio y montaje del equipo hidro-electro-generador.

Los gastos de ingeniería extranjera y nacional corresponden al 1,5% y al 4% del costo directo respectivamente.

Los gastos de inspección extranjera y nacional corresponden respectivamente al 3% y al 5% del costo directo.

Los imprevistos equipos extranjeros e imprevistos equipos/obras nacional corresponden al 10% del costo directo cada uno.

Los derechos de internación corresponden al 6% del valor CIF de los equipos importados y los gastos portuarios y fletes de equipos extranjeros el 6% del valor CIF de los mismos.

Los gastos generales y utilidad del contratista nacional ascienden al 20% del costo directo.

El IVA, que corresponde a un 19%, se calcula sobre el costo neto total de obras, que es la suma de los costos indicados anteriormente.

Finalmente, el costo total de construcción es la suma total de los costos.

En el Cuadro Nº7.2.1-1 se indican los costos para esta central.

CUADRO Nº7.2.1-1
RESUMEN COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN MINICENTRAL

ÍTEM	COSTO COMP. NAC. CN Mill $	COSTO COMP. EXTR. CE Mill $	COSTO TOTAL CN+CE Mill $
COSTO DIRECTO (mil. $)	622	618	**1.240**
GASTOS DE ING. EXTRANJERA (1,5% Costo Directo) (mill. $)		9	**9**
GASTOS DE ING. NACIONAL (4% Costo Directo) (mill. $)	25		**25**
GASTOS DE INSPECC. EXTRANJERA (3% Costo Directo) (mill. $)		19	**19**
GASTOS DE INSPECC. NACIONAL (5% Costo Directo) (mill. $)	31		**31**
IMPREV. EQUIP. MON EXTRANJERA (10% Costo Directo) (mill. $)		62	**62**
IMPREV. EQUIP. /OBRAS NACIONAL (10% Costo Directo) (mill. $)	62		**62**
DERECHOS DE INTERNACIÓN (derecho ad valorem: 6% sobre valor CIF) (mill. $)		37	**37**
GASTOS PORT. Y FLETES (6% sobre valor CIF) (mill. $)		37	**37**
GASTOS GRAL. Y UTIL. CONTRATISTA NACIONAL (20% Costo Directo) (mill. $)	124		**124**
SUB TOTAL COSTO NETO DE OBRAS (mill. $)	**864**	**782**	**1.646**
IVA (19 % Subtotal Costo Neto de Obras) (mill. $)	164	149	**313**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mill. de $)			**1.959**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mill. US$)			**4,0**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN POR MW DE POTENCIA INSTALADA (mill.$/MW)			**2,7**

- Costos de mantención y operación

Los costos de mantención se calculan en función de la energía mensual generada. Estos corresponden a 1,5 US$ / MWh.

Los costos de operación consideran lo siguiente: 5 operadores, 1 administrativo y 1 jefe de central. Lo anterior se valoriza anualmente en 84.701 US$.

- Costos administrativos, comercialización y representación.

Los costos administrativos, de comercialización y representación se evalúan en conjunto, y corresponden al 5% de los ingresos totales mensuales.

- Seguros, depreciaciones e impuestos

Los seguros por los activos de la inversión se consideran anualmente, y a un valor de 8 US$ / kw / año.

Se considerará depreciación acelerada según indica la "Resolución Exenta Nº43 del 26 de diciembre del 2002", que "Fija vida útil normal a los bienes físicos del activo inmovilizado para los efectos de su depreciación". En todos los casos se considerará depreciación acelerada. Las servidumbres y las expropiaciones no se deprecian, por ser bienes raíces inmuebles.

Los impuestos corresponden al 19%, que es el IVA. Se considerará la recuperación del IVA cuando las rentas brutas sean negativas, es decir, cuando los ingresos brutos sean

menores que los costos (mantención y operación + administración, comercialización y representación + seguros + imprevistos) incluyendo la depreciación.

- Imprevistos

Los imprevistos corresponden al 5% de los costos mensuales. Los costos incluyen posibles egresos por pago de peajes eléctricos, costos de mantención y operación, costos administrativos, comercialización y representación y los seguros contratados.

7.3.- Evaluación económica

7.3.1.- Potencia optimizada

La evaluación económica de la minicentral se realiza para la potencia optimizada. Esta potencia es la que maximiza el VAN del proyecto. Con esto, se impone que la alternativa seleccionada presente los mejores parámetros posibles.

El procedimiento para la optimización de la potencia está asociado a una planilla de cálculo de flujos hidroeléctricos. Dicho procedimiento se describe a continuación:

- Con el caudal de diseño obtenido a través de la hidrología (caudales factibles de generación), se calcula el diámetro de la tubería forzada. Este diámetro determinará las pérdidas de carga en la misma, a través de la fórmula de Hazen-Williams, indicada en el Anexo C.

- Las pérdidas de carga permiten calcular el desnivel neto de generación, el que se calcula como el desnivel bruto o geométrico (obtenido de la topografía) menos las pérdidas de carga.

- El caudal de diseño y el desnivel neto permiten calcular la potencia de diseño.

- Una vez obtenida la potencia de diseño, se eligen dentro de ese rango seis potencias, las que una por una se evalúan para obtener los parámetros económicos más relevantes (Io, Io/P, VAN, TIR, Factor de Planta). Conviene aclarar que cada una de las potencias presenta un flujo distinto, donde el parámetro más relevante corresponde al equipo hidro- electro-mecánico. El costo del equipo se calcula para cada potencia evaluada, y depende del costo de la cotización y de la potencia de diseño, calculado con la siguiente relación:

$$\text{Costo equipo hidro} = \text{Costo equipo cotizado} \cdot \frac{\text{Potencia evaluada}}{\text{Potencia de diseño}}$$

- De las potencias evaluadas, se selecciona aquella que maximice el VAN, denominando a esa potencia, potencia optimizada. Con esta potencia optimizada, es posible calcular también el caudal optimizado.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el Cuadro Nº7.3.1-1 se presentan los cálculos de parámetros obtenidos paca cada una de las potencias evaluadas.

CUADRO Nº7.3.1-1
CALCULO DE PARÁMETROS ECONÓMICOS PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA
ANÁLISIS CON PRECIO ENERGÍA BASE DE NUDO= 40,87 $/kWh

POTENCIA Mw	VAN mill $	TIR %	Io mill US$/MW	FACTOR DE PLANTA CALCULADO
0,30	-1.202	4,0	13,0	0,9
0,60	-367	8,0	6,6	0,8
0,90	253	10,5	4,4	0,7
1,20	591	11,8	3,3	0,6
1,50	746	12,3	2,7	0,5
1,80	740	12,3	2,2	0,4

Finalmente, en el Cuadro Nº7.3.1-2 se presenta el resultado para la potencia optimizada.

CUADRO Nº7.3.1-2
PARÁMETROS DE POTENCIA ÓPTIMA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL DE 30 AÑOS X 12 MESES
VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30

POTENCIA OPTIMIZADA Mw	VAN mill $	TIR %	Io mill US$/Mw	FACTOR DE PLANTA CALCULADO	PRECIO MONÓMICO DE ENERGÍA $/kWh
1,5	746	12,3	2,7	0,48	33,8

7.3.2.- Flujo económico anual

Se presenta la evaluación económica de la central tanto a precios de mercado como a precios sociales para la potencia optimizada calculada según el procedimiento anterior. Para los precios de mercado se considera una tasa de descuento del 10% similar a la tasa bancaria; en el caso de la evaluación a precios sociales se adopta la tasa recomendada por Mideplan de 6%.

En el Cuadro Nº7.3.1-1 se presenta el flujo anual para 30 años a precios de mercado.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº7.3.1-1
RESUMEN DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL MENSUAL DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN 30 AÑOS DE ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA – PRECIOS MERCADO

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL lo (2,7 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**1.959**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGIA (REGIONAL) $/kWh	**40,87**			**T.I.R. % (después de impuestos)**	**12,30**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**1,48**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	**TASA DE INTERES ANUAL (%)**	**10,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,31**	**INVERSION NETA (mill. $)**	**2.194**	**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,06**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**294**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**491,76**	**TASA IMPTOS RENTA %**	**17,0**	**IVA INVERSION (mill. $)**	**372**
DIAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**9**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6				7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										F LUJO DE CAJA (mill. $)						
AÑO	ENERGIA	POTENCIA	EGRESOS PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGUROS ACT INV	IMPREVISTOS	DEPREC.	RENTAS BRUTAS	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVERSION INICIAL	RECUPER. IVA	INGRESO NETO	ANUAL	ACUMUL.	Saldo por depreciar	Valor Presente
0													2.194			-2.194	-2.194	2.194	-2.194
1	136	14	0	151	44	8	2	3	353	-247	0	-247	0	20	127	127	-2.068	1.841	121
2	252	15	0	267	46	13	3	3	353	-132	0	-132	0	42	263	263	-1.805	1.488	229
3	219	15	0	234	46	12	3	3	229	-41	0	-41	0	36	224	224	-1.581	1.259	177
4	277	15	0	292	46	15	3	3	77	168	0	168	0	47	292	292	-1.288	1.181	210
5	317	16	0	333	46	17	3	3	77	209	0	209	0	54	341	341	-947	1.104	223
6	222	16	0	238	45	12	2	3	77	116	0	116	0	37	230	230	-718	1.027	137
7	203	17	0	219	45	11	2	3	66	108	0	108	0	33	207	207	-511	961	112
8	276	17	0	293	45	15	3	3	66	182	0	182	0	47	295	295	-216	895	145
9	228	17	0	246	46	12	3	3	66	135	0	135	0	38	238	238	23	830	106
10	368	18	0	386	47	19	3	3	66	274	0	274	0	18	357	357	380	764	145
11	326	18	0	344	46	17	3	3	66	232	0	232	0	0	298	298	678	698	110
12	321	19	0	340	47	17	4	3	66	227	0	227	0	0	293	293	971	632	98
13	344	19	0	363	46	18	3	3	66	252	0	252	0	0	317	317	1.288	567	98
14	309	20	0	329	45	16	2	3	0	284	0	284	0	0	284	284	1.572	567	79
15	409	20	0	429	47	21	4	4	0	383	0	383	294	0	383	89	1.661	567	19
16	239	21	0	260	45	13	2	3	0	215	0	215	0	0	215	215	1.876	566	49
17	392	21	0	413	47	21	3	4	0	366	0	366	0	0	366	366	2.242	566	76
18	265	22	0	286	45	14	2	3	0	241	0	241	0	0	241	241	2.484	566	46
19	385	22	0	407	46	20	3	3	0	361	0	361	0	0	361	361	2.845	566	62
20	328	23	0	351	45	18	3	3	0	306	0	306	0	0	306	306	3.151	566	48
21	252	23	0	276	44	14	2	3	0	231	0	231	0	0	231	231	3.382	566	33
22	254	24	0	278	45	14	2	3	0	233	0	233	0	0	233	233	3.615	566	30
23	307	25	0	332	45	17	2	3	0	286	0	286	0	0	286	286	3.902	566	34
24	418	25	0	443	46	22	3	4	0	397	0	397	0	0	397	397	4.298	566	43
25	437	26	0	463	46	23	3	4	0	417	0	417	0	0	417	417	4.715	566	41
26	508	26	0	534	46	27	3	4	0	488	0	488	0	0	488	488	5.203	566	43
27	493	27	0	520	46	26	3	4	0	474	0	474	0	0	474	474	5.677	566	38
28	473	28	0	501	46	25	3	4	0	455	0	455	0	0	455	455	6.132	566	33
29	219	29	0	248	44	12	2	3	0	204	0	204	0	0	204	204	6.336	566	14
30	556	29	0	585	46	29	3	4	0	539	0	539	0	0	539	539	6.875	566	33
															Valor residual : 10 veces el margen del año 30 (mill. $):	5.393			309
															Margen del año 30 (mill. $):	539		**VAN:**	**746**
															Actualización a valor presente del valor residual (mill. $):	309			

1 AÑO DE ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS X 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = ENERGIA MENSUAL POR PRECIO BASE DE LA ENERGÍA
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = POTENCIA FIRME POR PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA
4 EGRESOS POR PEAJES ELÉCTRICOS
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente)
7 COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (5) (INGRESOS TOTALES)
8 SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw/ año
9 IMPREVISTOS = 5% * [(4)+(6)+(7)+(8)+(9)]
10 DEPRECIACIÓN = INVERSIÓN INICIAL / CANTIDAD DE AÑOS PARA DEPRECIAR LA INVERSIÓN INICIAL. SE PRORATEA EN FORMA MENSUAL.-
11 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10)
12 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
13 BENEFICIO NETO = (11) - (12)
14 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
15 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL
16 INGRESO NETO = (5) - (6) + (12) - (15)
17 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (14)
18 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
19 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (10)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE EN 1 AÑOS

Para la evaluación social, se consideraron los factores de corrección señalados por Mideplan sobre los ítems señalados en el Cuadro Nº7.3.1-2

CUADRO Nº7.3.1-2
FACTORES DE CORRECCIÓN PRECIOS SOCIALES

Calificación parámetro	Factor de ajuste precios sociales
Mano de obra calificada MO-C	0,98
Mano de obra semi calificada MO-SC	0,68
Mano de obra no calificada MO-NC	0,62
Divisa	1,01

En el Cuadro Nº7.3.1-3 se presenta el flujo anual para 30 años a precios sociales.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº7.3.1-3
RESUMEN DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL MENSUAL DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN 30 AÑOS DE ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA – PRECIOS SOCIALES

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL lo (2,7 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**1.941**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGIA (REGIONAL) $/kWh	**40,87**			**T.I.R. % (después de impuestos)**	**12,40**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**1,48**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	**TASA DE INTERES ANUAL (%)**	**6,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,31**	**INVERSION NETA (mill. $)**	**2.174**	**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,06**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**291**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**491,76**	**TASA IMPTOS RENTA %**	**17,0**	**IVA INVERSION (mill. $)**	**369**
DIAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**9**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6				7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
AÑO	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										F LUJO DE CAJA (mill. $)						
	ENERGIA	POTENCIA	EGRESOS PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGUROS ACT INV	IMPREVISTOS	DEPREC.	RENTAS BRUTAS	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVERSION INICIAL	RECUPER. IVA	INGRESO NETO	ANUAL	ACUMUL.	Saldo por depreciar	Valor Presente
0													2.174			-2.174	-2.174	2.174	-2.174
1	136	14	0	151	44	8	2	3	342	-235	0	-235	0	20	127	127	-2.047	1.832	123
2	252	15	0	267	46	13	3	3	342	-121	0	-121	0	42	263	263	-1.785	1.491	241
3	219	15	0	234	46	12	3	3	223	-35	0	-35	0	36	224	224	-1.560	1.268	194
4	277	15	0	292	46	15	3	3	77	169	0	169	0	47	292	292	-1.268	1.191	239
5	317	16	0	333	46	17	3	3	77	210	0	210	0	54	341	341	-927	1.114	263
6	222	16	0	238	45	12	2	3	77	116	0	116	0	37	230	230	-697	1.037	167
7	203	17	0	219	45	11	2	3	66	108	0	108	0	33	207	207	-490	971	142
8	276	17	0	293	45	15	3	3	66	182	0	182	0	47	295	295	-195	905	191
9	228	17	0	246	46	12	3	3	66	134	0	134	0	38	238	238	43	838	145
10	368	18	0	386	47	19	3	3	66	273	0	273	0	14	354	354	397	772	204
11	326	18	0	344	46	17	3	3	66	232	0	232	0	0	298	298	695	706	162
12	321	19	0	340	47	17	4	3	66	227	0	227	0	0	293	293	988	640	150
13	344	19	0	363	46	18	3	3	66	251	0	251	0	0	317	317	1.305	574	154
14	309	20	0	329	45	16	2	3	0	284	0	284	0	0	284	284	1.589	574	130
15	409	20	0	429	47	21	4	4	0	383	0	383	291	0	383	92	1.680	574	36
16	239	21	0	260	45	13	2	3	0	215	0	215	0	0	215	215	1.895	574	87
17	392	21	0	413	47	21	3	4	0	366	0	366	0	0	366	366	2.262	574	140
18	265	22	0	286	45	14	2	3	0	241	0	241	0	0	241	241	2.503	574	88
19	385	22	0	407	46	20	3	3	0	361	0	361	0	0	361	361	2.864	574	124
20	328	23	0	351	45	18	3	3	0	306	0	306	0	0	306	306	3.170	574	98
21	252	23	0	276	44	14	2	3	0	231	0	231	0	0	231	231	3.402	574	70
22	254	24	0	278	45	14	2	3	0	233	0	233	0	0	233	233	3.635	574	67
23	307	25	0	332	45	17	2	3	0	286	0	286	0	0	286	286	3.921	574	78
24	418	25	0	443	46	22	3	4	0	397	0	397	0	0	397	397	4.318	574	101
25	437	26	0	463	46	23	3	4	0	417	0	417	0	0	417	417	4.735	574	100
26	508	26	0	534	46	27	3	4	0	488	0	488	0	0	488	488	5.223	574	111
27	493	27	0	520	46	26	3	4	0	474	0	474	0	0	474	474	5.697	574	101
28	473	28	0	501	46	25	3	4	0	455	0	455	0	0	455	455	6.152	574	92
29	219	29	0	248	44	12	2	3	0	204	0	204	0	0	204	204	6.356	574	39
30	556	29	0	585	46	29	3	4	0	539	0	539	0	0	539	539	6.895	574	97
															Valor residual : 10 veces el margen del año 30 (mill. $):	5.393			939
															Margen del año 30 (mill. $):	539		**VAN:**	**2.701**
															Actualización a valor presente del valor residual (mill. $):	939			

1 AÑO DE ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS X 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = ENERGIA MENSUAL POR PRECIO BASE DE LA ENERGÍA
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = POTENCIA FIRME POR PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA
4 EGRESOS POR PEAJES ELÉCTRICOS
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente)
7 COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (5) (INGRESOS TOTALES)
8 SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw/ año
9 IMPREVISTOS = 5% * [(4)+(6)+(7)+(8)+(9)]
10 DEPRECIACIÓN = INVERSIÓN INICIAL / CANTIDAD DE AÑOS PARA DEPRECIAR LA INVERSIÓN INICIAL. SE PRORATEA EN FORMA MENSUAL.-
11 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10)
12 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
13 BENEFICIO NETO = (11) - (12)
14 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
15 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL
16 INGRESO NETO = (5) - (6) + (12) - (15)
17 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (14)
18 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
19 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (10)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE EN 1 AÑOS

7.3.3.- Sensibilizaciones

Se realizó una sensibilización de los parámetros con mayor incidencia en los resultados de la evaluación económica, los cuales son: la tasa de descuento, el precio de la energía y la inversión inicial.

La metodología para la sensibilización de parámetros consiste en ir evaluando paralelamente a la optimización de la potencia descrita en el punto 7.3.1 los diferentes indicadores económicos del proyecto.

Las sensibilizaciones realizadas son las siguientes:

- Sensibilización del VAN en función de la tasa de descuento (i):9%, 10% y 11%

CUADRO Nº7.3.3-1
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
EN FUNCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO (i)

P	Sensibilización	
	i = 9%	i = 11%
Mw	VAN mill $	VAN mill $
0,3	-1.088	-1.298
0,6	-156	-542
0,9	536	19
1,2	917	321
1,5	1.094	456
1,8	1.088	450

- Sensibilización del VAN con respecto a un incremento del precio base de la energía en 10%

CUADRO Nº7.3.3-2
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
CON RESPECTO A UN INCREMENTO DEL PRECIO BASE DE LA ENERGÍA EN 10%
Po +10% = 44,952 $/kWh

P	VAN	TIR
Mw	mill $	%
0,3	-1.075	4,6
0,6	-161	8,9
0,9	519	11,5
1,2	891	12,9
1,5	1.061	13,4
1,8	1.055	13,4

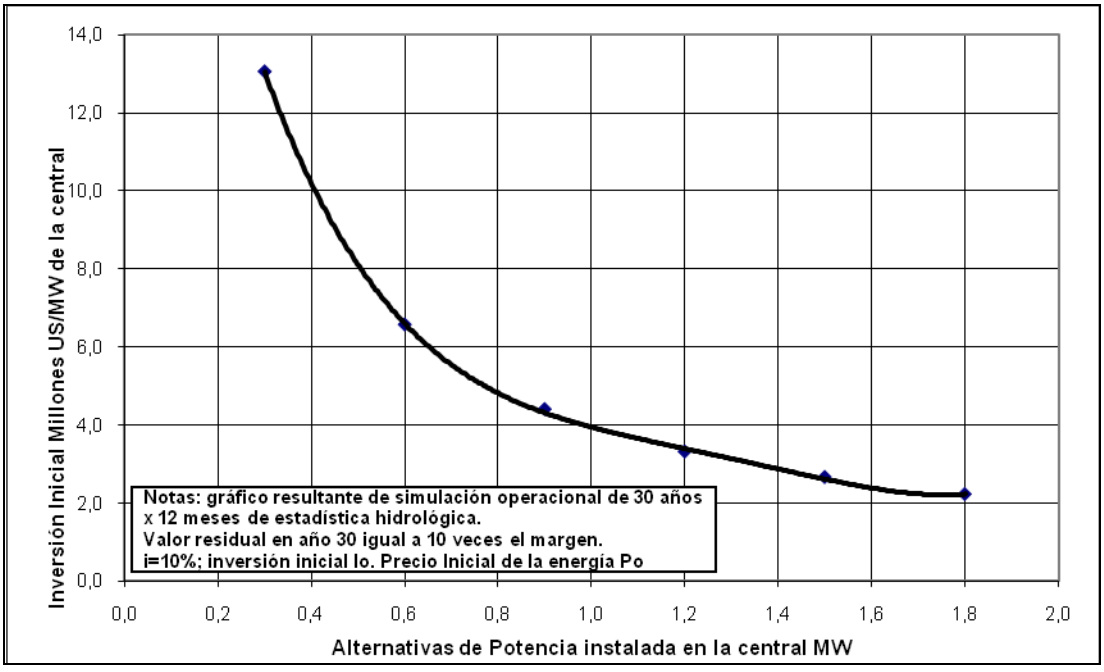
- Sensibilización del van con respecto a variación de inversión inicial Io en intervalo de 30%: -30%; +30%

CUADRO Nº7.3.3-3
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
CON RESPECTO A VARIACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL Io EN INTERVALO DE 30%

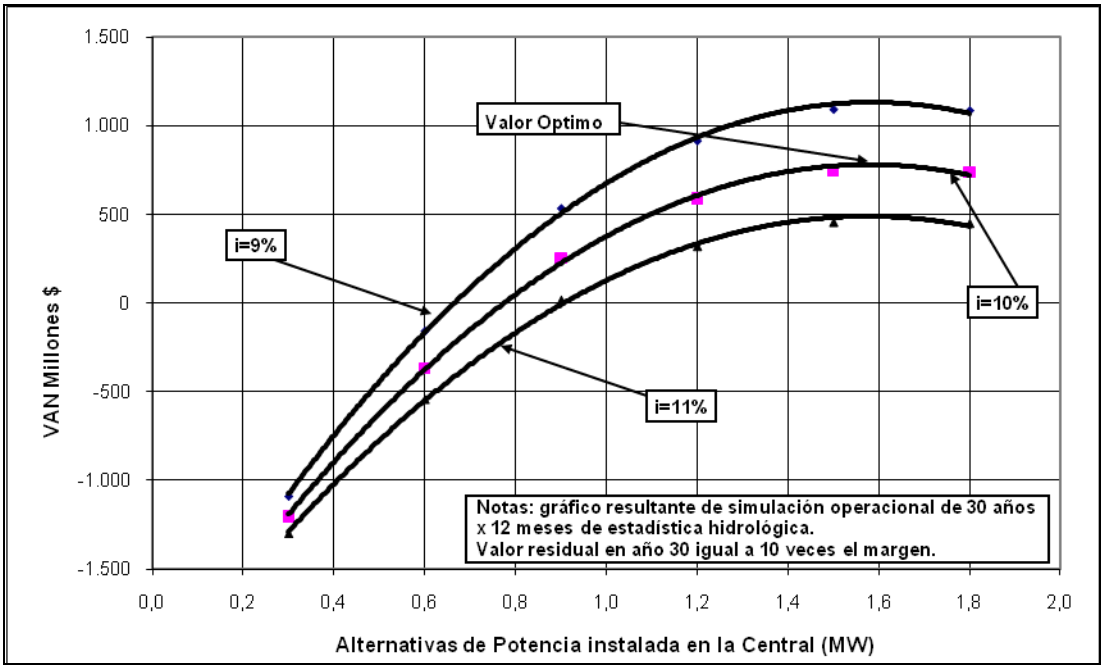
P	Sensibilización	
	Io+30%	Io-30%
(Mw)	VAN millones $	VAN millones $
0,3	-1.861	-550
0,6	-1.014	271
0,9	-387	883
1,2	-47	1.220
1,5	107	1.375
1,8	99	1.371

Los gráficos resultantes de la sensibilización se presentan en los Cuadros Nº7.3.3-4 al Nº7.3.3-9.

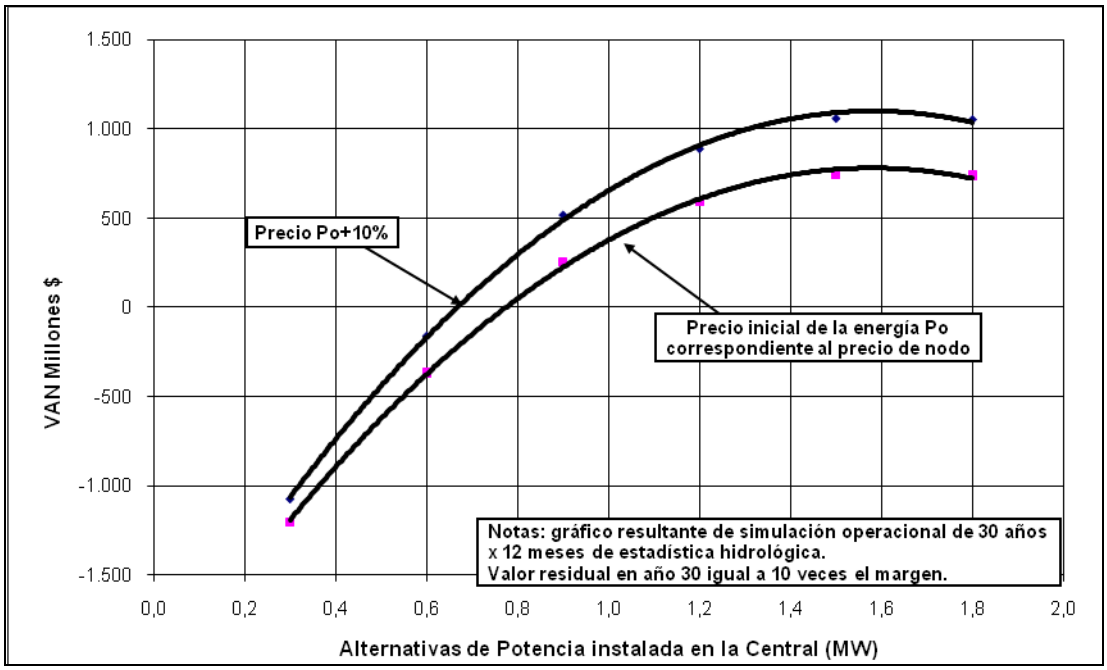
CUADRO Nº7.3.3-4
INVERSIÓN INICIAL ESTIMADA POR MW
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL



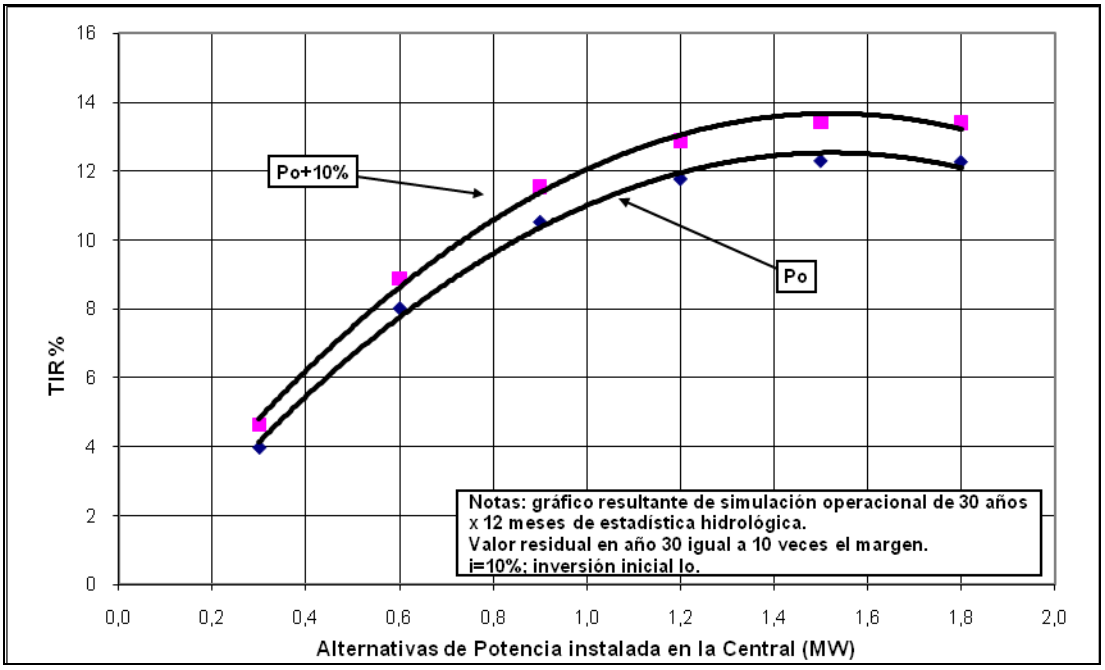
CUADRO Nº7.3.3-5
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN EN LA TASA DE DESCUENTO i



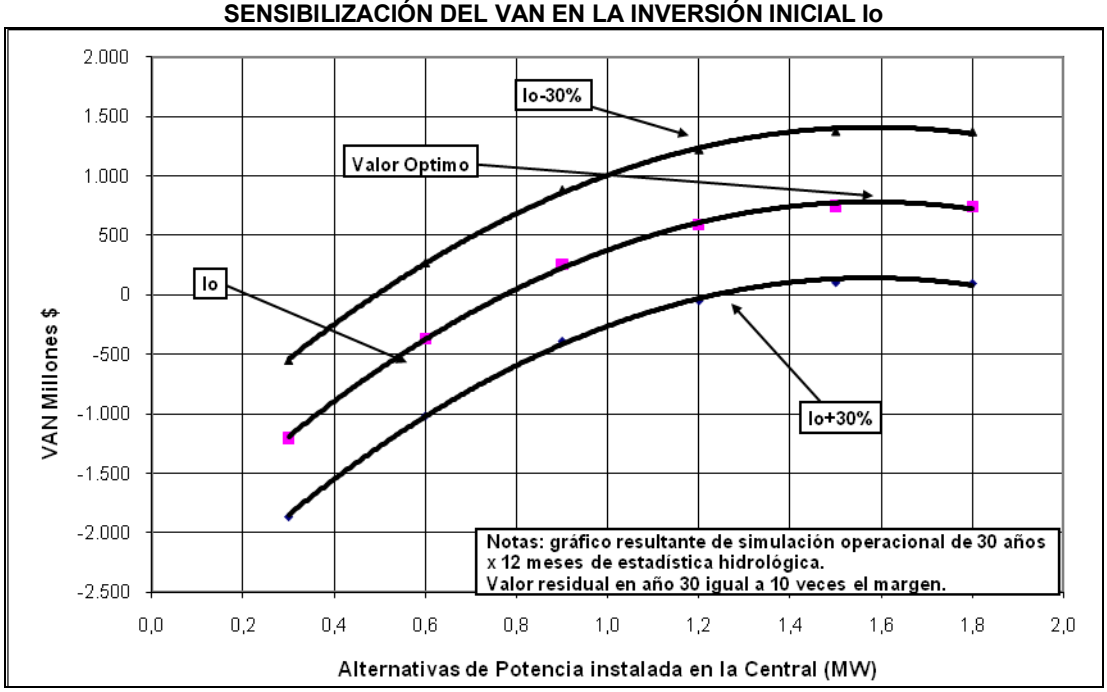
CUADRO Nº7.3.3-6
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN PARA UN INCREMENTO DEL 10% EN EL PRECIO BASE DE LA ENERGÍA



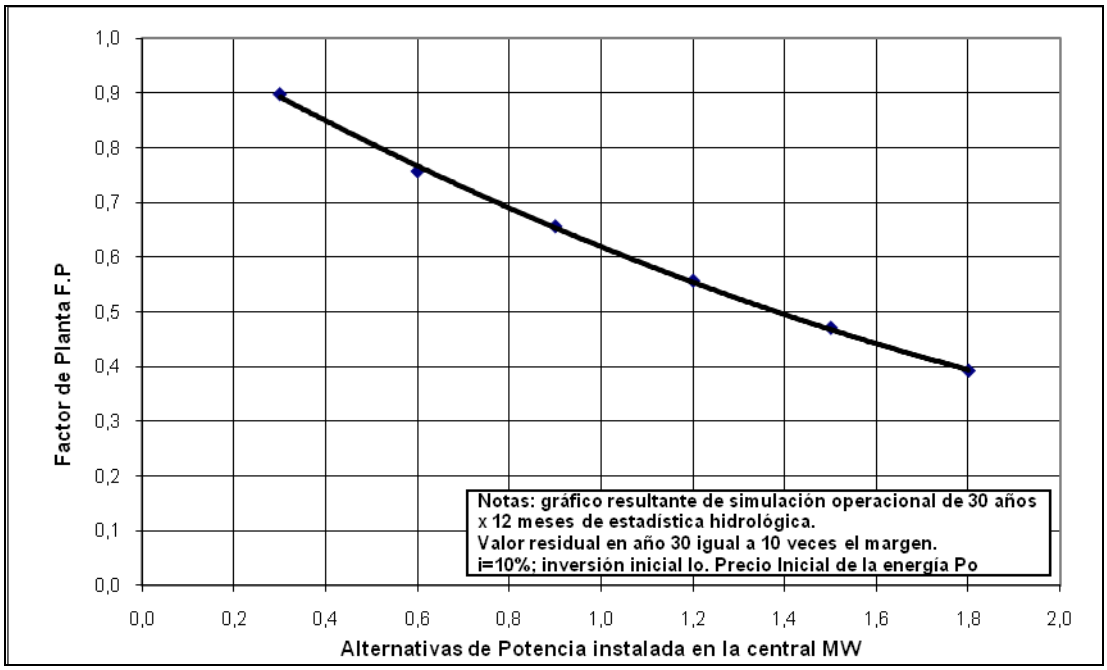
CUADRO Nº7.3.3-7
TASA INTERNA DE RETORNO TIR
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN EN EL PRECIO DE LA ENERGÍA Po



CUADRO Nº7.3.3-8
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN EN LA INVERSIÓN INICIAL Io



CUADRO Nº7.3.3-9
FACTOR DE PLANTA DETERMINADO EN PRIMERA APROXIMACIÓN.
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL.



PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.4.- Análisis Financiero

7.4.1.- Parámetros del análisis financiero.

Mediante un análisis financiero es posible determinar la capacidad de pago del crédito correspondiente a la inversión inicial en obras de cada central hidroeléctrica.

Los flujos anuales de costos e ingresos del análisis, permiten establecer la liquidez anual y acumulada. La capacidad de pago queda definida a partir del año en que la liquidez presenta superávit de caja, esta capacidad se representa en la columna Nº16 de las planillas de cálculo de flujos del análisis financiero, presentadas en el Anexo B y se denomina “Capacidad de Pago Acumulada”.

Estos flujos anuales, se construyen mensualmente a partir del caudal medio mensual disponible para generación, los cuales se presentan en el Anexo A y cuya suma mensual permite obtener un valor anual, en el cual se considera los siguientes valores:

- Ingresos por venta de energía y potencia.
- Costos de mantención y operación.
- Costos de administración, comercialización y representación.
- Costos de seguros anuales por activos de la inversión e imprevistos.

Además considera lo siguiente:
- Impuesto a la renta, mediante el cálculo de la depreciación anual del SII.
- Ingreso por recuperación de IVA.

Dentro de los flujos se considera el **EBITDA** (“Earnings Before Interest, Taxes, Depreciations and Amortizations”) que es una medida de la utilidad antes de descontar los intereses, los impuestos, las depreciaciones y las amortizaciones. Esta resulta útil como medida de los beneficios económicos generados a partir de la actividad operacional durante un determinado período, ya que no considera aspectos financieros, de impuestos y de gastos contables que no implican pagos efectivos. El EBITDA es una medida del flujo operacional de gran interés para los inversionistas.

Se asumen que el crédito se pagaría a 15 años, incluyendo 3 años de gracia, con lo cual se establecen 12 años efectivos para pago anual, entre los años 3º y 15º del flujo.

La tasa de interés (i) anual media considerada en el flujo es de 10%, incluyendo una sensibilización de 8% y 12% anual. Para el cálculo de los intereses se considera interés simple.

A continuación se explica brevemente cada columna que compone el análisis de flujos anuales, en que los conceptos económicos y financieros se explican en los puntos Nº7.1 al 7.3 y los financieros en este punto Nº7.4:

(1) Ingresos por concepto de venta de energía y potencia.
(2) Egresos por concepto de peajes eléctricos (0).
(3) Ingresos brutos = (1) - (3): ingresos por energía y potencia - egreso por peajes.
(4) Costos mantención y operación = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente).
(**5**) **Costos administración, comercialización y representación =** 5% * (**3**) (Ingresos

totales).

(6) **Seguros por activos de la inversión =** 8 US$ / kw / año.

(7) **Imprevistos =** 5% * [(**2**) + (**4**) + (**5**) + (**6**)]

(8) **EBITDA =** Ganancia antes de i ntereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones (acumulado).

(9) **Depreciación =** Se deprecia usando reglas del SII para cada tipo de obr a, en forma acelerada (egreso contable solamente).

(10) **Rentas brutas =** (**3**) - [(**4**) + (**5**) + (**6**) + (**7**) + (**9**)]

(11) **Impuestos renta =** Tasa impuestos a la renta (17%) x rentas brutas.
Si rentas brutas < 0 ==> Impuesto = 0

(**12**) **Recuperación del IVA** por concepto del balance final.

(**13**) **Ingreso neto =** (**3**) - [(**4**) + (**5**) + (**6**) + (**7**)] + (**12**) - (**11**)

(14) **Liquidez anual (financiera)=** (**13**)

(15) **Capacidad de pago anual=** (**14**)

(16) **Capacidad de pago acumulada=** balance año a año.

(17) **Saldo antes del servicio a la deuda=** (**15**) aumentado en (**25**) del año anterior.

(18) **Inversión en obras civiles (Io).**

(19) **Interés total=** Interés de (**21**)

(20) **Principal a ser amortizado=** Inversión inicial (**18**) - Amortización principal (**22**)

(21) **Deuda total=** (**19**) + (**20**)

(22) **Amortización del principal=** (**20**), después del pago de intereses. (**24**) - (**23**)

(23) **Pago de intereses del crédito =** Io x (**20**) del período e pago correspondiente

(24) **Total servicio de la deuda=** Valor cuota anual, calculado a t ravés del procedimiento explicado en el ejemplo

(25) **Saldo después del servicio a la deuda=** (**17**) - (**24**)

El procedimiento para el cálculo del servicio a la deuda consiste en determinar cuánto es la cuota anual a pagar con la inversión inicial (Io), tasa de interés (i) y el período efectivo de pago (n). Esta cuota se determina a través de la fórmula presentada en la Ecuación Nº7.4-1.

ECUACIÓN Nº7.4-1
VALOR CUOTA ANUAL

$$\text{CUOTA ANUAL} = Io \cdot \frac{i}{1-(1+i)^{-n}}$$

Caso de ejemplo de central.

Si se considera una tasa de interés (i) anual de 10%, una inversión inicial (Io) de $ 10.391 mill. y un período de pago de 15 años, con 3 años de gracia, se tiene que:

$$\text{CUOTA ANUAL} = 10.391 \cdot \frac{0.1}{1-(1+0,1)^{-12}} = \frac{1039,1}{1-0,318}\ \text{mill.\$}$$

CUOTA ANUAL = 1.525 mill. $

El crédito se empieza a pagar al término del período de gracia acordado. Para este análisis en particular se considera un período de gracia de 3 años.

La cuota anual calculada mediante la Ecuación Nº7.4-1 tiene dos componentes, la amortización del principal o capital y la amortización de intereses de la deuda.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Con los mismos antecedentes del ejemplo anterior, se calcula el capital e intereses del año cuatro, que es el de inicio efectivo de pago de la deuda.

Si se descompone la deuda del año cuatro en capital e intereses, que corresponde a la cuota 1, hay que calcular el número de cuotas faltantes, como no se han pagado cuotas, esto es:
12 - 0 = 12.

Posteriormente se calcula el saldo de capital adeudado del período anterior, es decir el año 3 donde no hay pago de deuda. Por lo tanto, se trae a valor presente la deuda completa.

Las cuotas faltantes al valor presente al final del año 3 son:

$$P3 = 1.525 \cdot \frac{((1-(1+0,1)^{-12})}{0,1} \text{mill.\$}$$

$$P3 = 1.525 \cdot 6,814 = 10.391 \text{mill.\$}$$

Se puede apreciar que las cuotas faltantes al año 3 corresponden al total del capital adeudado y corresponden a la columna (20) del flujo.

Al valor calculado anteriormente, se le calculan los intereses, lo que resulta:

$$I4 = i\% \cdot P3$$

$$I4 = 0,1 \cdot 10.391 = 1.039 \text{mill.\$}$$

Calculando ahora el abono al capital:
Abono al capital = Valor Cuota – Intereses
Abono al capital = 1.525 – 1.039 = 486 mill. $

Resumiendo:
El valor de la cuota número 1 para una serie uniforme de pagos de un crédito solicitado a una entidad financiera por $10.391 mill., a una tasa de interés del 10% y con un período de gracia de tres (3) años, corresponde a $1.525 mill. El valor anterior está compuesto por: $1.039 mill de intereses y $486 mill de abono al capital.

Es importante recordar que en el período de gracia no se paga la deuda, es decir, no se paga ni abono a capital ni intereses, por los que estos últimos se van acumulando a la tasa de interés acordada. Al término del período de gracia se empieza a pagar la deuda, incluidos los intereses acumulados en ese período. Lo anterior queda reflejado en las columnas (19), (20) y (21) de los flujos financieros.

En el Anexo B, se presentan los flujos resultantes del análisis financiero. Los flujos se calculan, como se indicó anteriormente, para la tasa de interés del 10% y con las sensibilizaciones 8% y 12%.

Además se incluye un gráfico en que figura el EBITDA acumulado del proyecto y el **FCF** ó flujo libre de caja, por central y alternativa, para cada tasa de interés. El **FCF** (“Free Cash Flow”), indica el efectivo generado en el período y se obtiene descontando del EBITDA las depreciaciones, los impuestos y la deuda financiera.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero.

Se presentan los gráficos de los cuadros de cálculo, en que se visualizan los flujos y resultados financieros, correspondientes a las alternativas de centrales con los mejores indicadores del análisis efectuado.

Uno de los indicadores corresponde al año en que el flujo después del servicio a la deuda es positivo. En el Cuadro Nº7.4.2-1 se presenta dicha información.

CUADRO Nº7.4.2-1
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO (FCF) DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
-	16	17

El flujo acumulado después del servicio a la deuda (FCF) en el año 15, que es el último año de pago de deuda, se muestra en el Cuadro Nº7.4.2-2.

CUADRO Nº7.4.2-2
FCF ACUMULADO AL AÑO 15
(mill. $)

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
274	-56	-401

El FCF acumulado en el año 30, es decir, al término del período de evaluación del proyecto se presenta en el Cuadro Nº7.4.2-3.

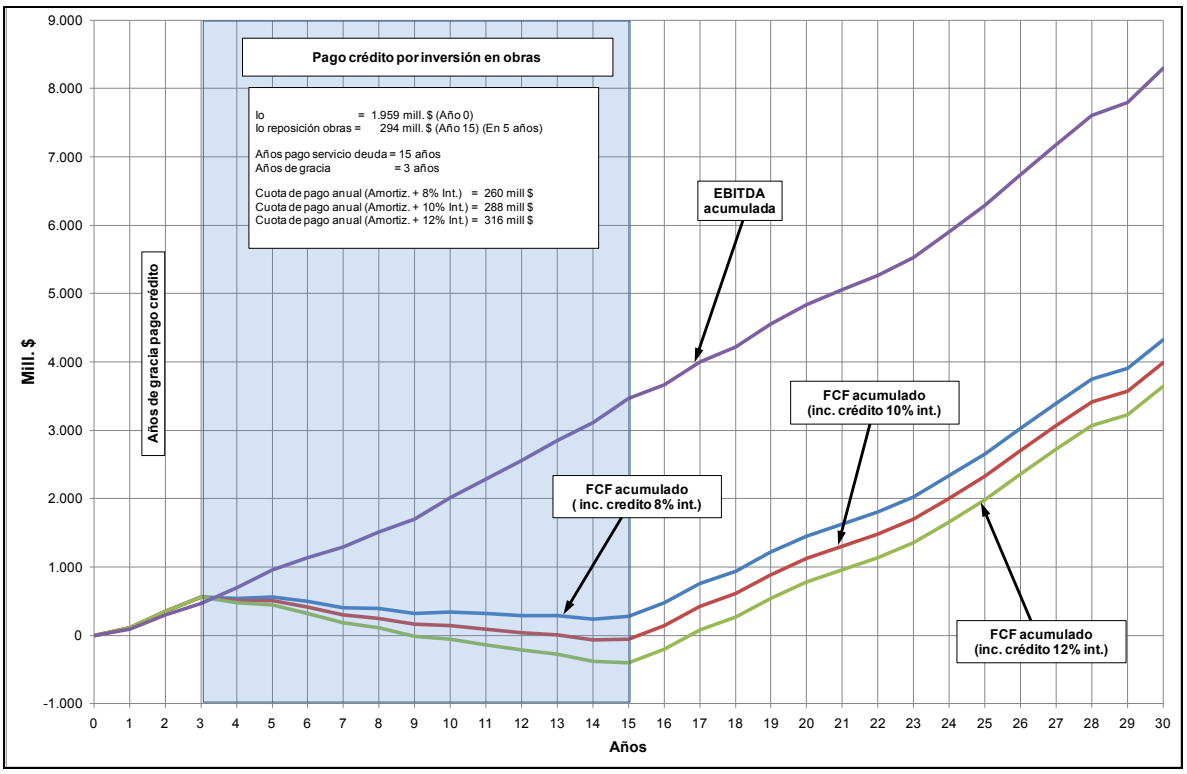
CUADRO Nº7.4.2-3
FCF ACUMULADO AL AÑO 30
(mill. $)

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
4.321	3.990	3.645

En el punto Nº7.3.1 se presentaron los parámetros de la evaluación económica del proyecto de central. En período de recuperación de la inversión resultante de esa evaluación es de 9 años

En el Cuadro Nº7.4.2-4 se presenta un gráfico con los resultados del análisis financiero.4

CUADRO Nº7.4.2-3
FLUJOS ANUALES



7.5.- Resumen de parámetros económicos

Los parámetros económicos resultantes de la evaluación de la central se presentan resumidos en el Cuadro Nº7.5-1 para precios de mercado y en el Cuadro Nº7.5-2 para precios sociales.

CUADRO Nº7.5-1
RESUMEN DE PARÁMETROS DE POTENCIA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL OPTIMIZADA DE 30 AÑOS x 12 MESES
(VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30 - PRECIOS MERCADO)

Desnivel Neto	Caudal Optimizado	Potencia Optimizada	Energía generada	Factor de planta calculado	Precio monómico de la energía	Potencia de suficiencia	Io	Io/P	VAN	TIR
m	m^3/s	MW	Gwh		$/kWh	Mw	mill. $	mill US$/Mw	mill $	%
12,9	14,0	1,5	163	0,48	33,8	0,31	1.959	3	746	12,3

CUADRO Nº7.5-2
RESUMEN DE PARÁMETROS DE POTENCIA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL OPTIMIZADA DE 30 AÑOS x 12 MESES
(VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30 - PRECIOS SOCIALES)

Desnivel Neto	Caudal Optimizado	Potencia Optimizada	Energía generada	Factor de planta calculado	Precio monómico de la energía	Potencia de suficiencia	Io	Io/P	VAN	TIR
m	m^3/s	MW	Gwh		$/kWh	Mw	mill. $	mill US$/Mw	mill $	%
12,9	14,0	1,5	163	0,48	33,8	0,31	1.941	2,7	2.701	12,4

8.- Conclusiones y Recomendaciones

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

8.- Conclusiones y Recomendaciones

El presente proyecto con 1,5 Mw de potencia, presenta buenas características para su concreción, debido a l os atractivos parámetros económicos finales obtenidos con el prediseño y evaluación preliminar contenidos en el Capítulo Nº7. Los equipos de turbinas y generación en esta etapa, se han especificado con origen europeo, según recomendaciones técnicas de los asesores participantes de la UE, considerando además la conveniente rentabilidad del proyecto.

Las futuras etapas a ni vel de pr oyecto avanzado, deberán tener presente que la Asociación está planteando una eventual ampliación del canal.

La distribuidora eléctrica Empresa Distribuidora de la Frontera S.A. (Grupo SAESA), ha manifestado su favorable acogida para este nuevo suministro energético, lo cual facilitará este aspecto importante del proyecto.

El futuro inversionista deberá aclarar con la organización del canal, los aspectos legales para negociar el multiuso de las aguas y las obras comuneras de riego en generación, que en este caso presenta una adecuada compatibilidad.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ANEXO A

HIDROLOGÍA Y CAUDALES DE GENERACIÓN

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos. A.2.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . . A.2.-

A.2.- Escurrimiento en canales A.8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A.8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A.9.-

A.3.- Caudales de generación A.11.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos

A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos

Una cuenca sin registros es una cuenca no controlada y por tanto la única forma de conocer sus caudales es a través de la generación de éstos mediante métodos indirectos.

Los métodos más comúnmente utilizados son:

- Métodos basados en datos fluviométricos
- Métodos basados en datos pluviométricos
- Métodos basados en datos fisiográficos
- Métodos de simulación

a.- Métodos basados en datos fluviométricos

En caso de disponer de registros fluviométricos de estaciones localizadas en cuencas vecinas al área en estudio, y que presentan características similares a su geomorfología, cobertura vegetal, clima y suelo, los caudales medios podrán ser determinados en base a la aplicación de métodos de transposición de caudales o correlación entre estaciones.

a.1.- Transposición de caudales

Este método supone que los gastos por unidad de área y precipitación entre cuencas vecinas con características similares, son aproximadamente iguales para un período de tiempo considerado.

Para el caso de transposición de caudales medios mensuales desde una estación fluviométrica hacia una bocatoma, el procedimiento es el siguiente:

i.- Se igualan rendimientos entre base y objetivo utilizando la Ecuación NºA.1-1

ECUACIÓN NºA.1-1
RENDIMIENTO ESPECÍFICO

$$R = \frac{Q}{A \cdot P}$$

ii.- De la igualdad anterior se obtiene la Ecuación NºA.1-2

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ECUACIÓN NºA.1-2
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA BASE A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = Q_{BASE_{i,j}} \cdot \left(\frac{A_n}{A_{BASE}}\right) \cdot \left(\frac{P_n}{P_{BASE}}\right)$$

iii.- La Ecuación NºA.1-2 se escribe en función de un factor de transposición FT_n definido como:

ECUACIÓN NºA.1-3
FACTOR DE TRANSPOSICIÓN

$$FT_n = ft_{An} \cdot ft_{Pn}$$

donde $ft_{An} = \frac{A_n}{A_{BASE}}$ y $ft_{Pn} = \frac{P_n}{P_{BASE}}$

Finalmente se obtiene:

ECUACIÓN NºA.1-4
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA BASE A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = Q_{BASE_{i,j}} \cdot FT_n$$

Donde:
R : Rendimiento específico [m^3/mm/km^2]
$Q_{BASE\ i,j}$: Caudal en la estación fluviométrica base, en mes "i", año "j" [m^3/s]
$Q_{n\ i,j}$: Caudal a determinar en la cabecera del cauce, en mes "i", año "j" [m^3/s]
A_{BASE} : Área aportante a estación fluviométrica base [Km^2]
A_n : Área aportante a cabecera de cauce [Km^2]
P_{BASE} : Precipitación media anual en baricentro de área aportante a la estación fluviométrica base [mm]
P_n : Precipitación media anual en baricentro de área aportante a la cabecera de cauce [mm]
ft_{An} : Factor de transposición de áreas desde estación base a cabecera de cauce
ft_{Pn} : Factor de transposición de precipitación desde estación base a cabecera de cauce
FT_n : Factor de transposición desde estación base a cabecera de cauce

Para el caso de transposición de caudales medios mensuales desde más de una estación fluviométrica hacia una bocatoma, el procedimiento consiste en sumar los aportes de todas las estaciones, es decir:

ECUACIÓN NºA.1-5
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE VARIAS ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = \sum Q_{BASEk_{i,j}} \cdot FT_n$$

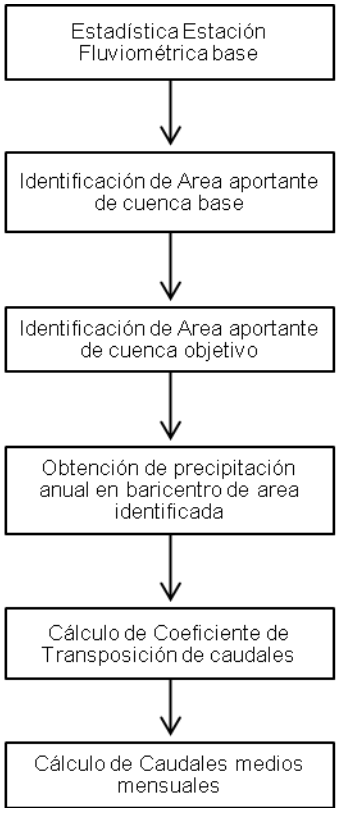
Donde:
$Q_{BASEk\ i,j}$: Caudal en la estación fluviométrica base "k", en mes "i", año "j" [m^3/s]

Para áreas aportantes con cota sobre los 2.500 m, se distinguirán entre aportes pluviales

y aportes nivales, es decir, sobre 2.500 m se consideran aportes nivales y bajo 2.500 m aportes nivales. Dado lo anterior, los aportes nivales serán considerados solo durante los meses de verano (noviembre a abril) y los aportes pluviales solo durante los meses de invierno (mayo a octubre).

La metodología utilizada se resume en el diagrama del Cuadro NºA.1.1-1

CUADRO NºA.1.1-.1
METODOLOGÍA TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES



a.2.- Correlación entre estaciones

Este método supone que los rendimientos ($\bar{Q}$/unidad de superficie) entre las cuencas a correlacionar son similares para un período de tiempo considerado. Su aplicación requiere de una estación patrón que disponga de registros fluviométricos confiables y suficientemente largos para el cumplimiento del objetivo deseado (15 ó 30 años).

El método consiste en establecer una correlación entre la estación patrón y la estación de la cuenca en estudio, a través de la realización de aforos simultáneos. Una vez establecida la correlación y comprobada su calidad, se determina la función que relaciona los valores de ambas estaciones. Los caudales medios de la estación en estudio son obtenidos a través de la función, en base a los caudales medios mensuales.

b.- Relación precipitación-escorrentía

Esta metodología hace uso de relaciones precipitación-escorrentía ampliamente difundida en la literatura especializada. En su caso más general y para períodos de tiempo prolongados, esta relación puede escribirse como:

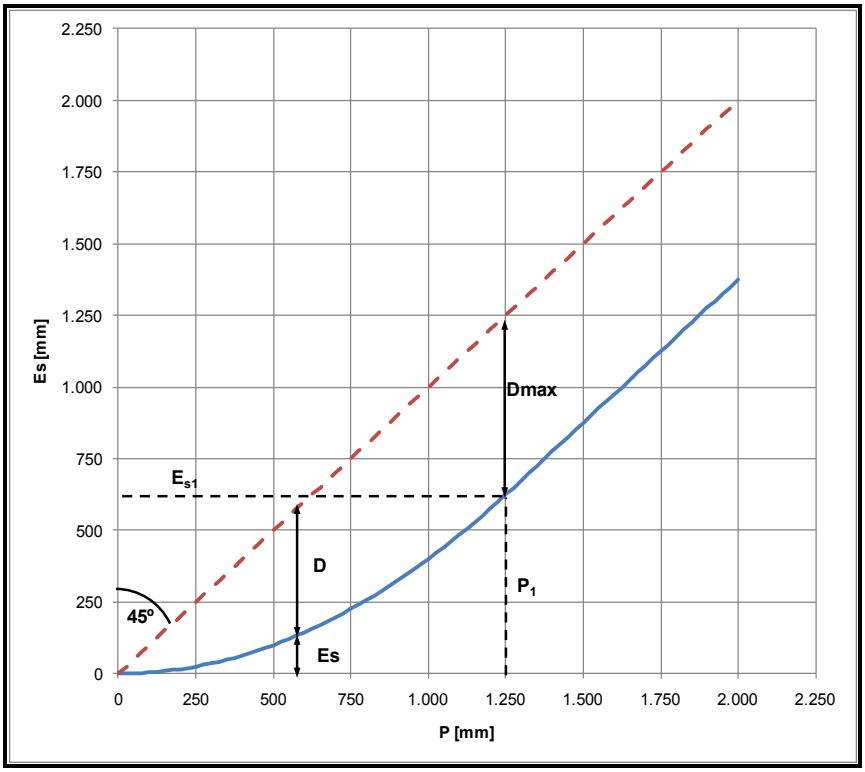
ECUACIÓN NºA.1-6
FORMA GENERAL RELACIÓN PRECIPITACIÓN ESCORRENTÍA

$$E_S = P - D$$

Donde:
Es : escorrentía [mm]
P : precipitaciones [mm]
D : déficit de escorrentía [mm]

En forma gráfica, lo anterior se puede representar como se muestra en el Cuadro NºA.1.1-2.

CUADRO NºA.1.1-2
RELACIÓN PRECIPITACIÓN - ESCORRENTÍA



Cuando se alcanza P_1, el déficit de escorrentía se hace máximo y se indica con D_{max}.

Existen diversas fórmulas empíricas para determinar la escorrentía de una cuenca, en este caso se utilizó la fórmula de Grunsky, que se muestra en la Ecuación NºA.1-7 siguiente.

ECUACIÓN NºA.1-7
FÓRMULA DE GRUNSKY

$$E_S = 0{,}4 \cdot P^2 \text{ para P} < 1{,}25 \text{ m}$$
$$E_S = P - 0{,}625 \text{ para P} \geq 1{,}25 \text{m}$$

Donde D_{max}=625 [mm]

La relación entre escorrentía y caudal queda establecida en la Ecuación NºA.1-8 siguiente:

ECUACIÓN NºA.1-8
RELACIÓN CAUDAL - ESCORRENTÍA

$$Q = \frac{E_S \cdot A}{t} \quad [m^3/s]$$

Donde: Q: caudal medio anual [m^3/s]
Es: escorrentía cuenca [m]
A: área aportante [m^2]
T: tiempo [s /año] = 86.400*365 = 31.536.000 seg.

Para realizar la distribución anual de caudales, se define el Factor de Distribución Medio Anual como se indica en la Ecuación NºA.1-9.

ECUACIÓN NºA.1-9
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO ANUAL (F.D.M.A.)

$$\text{F.D.M.A.} = \frac{\text{Promedio anual año i}}{\text{Promedio total}}$$

Para realizar la distribución mensual de caudales, se define el Factor de Distribución Medio Mensual como se indica en la Ecuación NºA.1-10.

ECUACIÓN NºA.1-10
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO MENSUAL (F.D.M.M.)

$$\text{F.D.M.M.} = \frac{\text{Promedio mensual mes i}}{\text{Promedio anual}}$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.2.- Escurrimiento en canales

Las metodologías de cálculo utilizadas para la estimación del escurrimiento son las siguientes:

- Escurrimiento con Flujo Uniforme, utilizando la conocida Fórmula de Manning
- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado.

A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme.

Este tipo de escurrimiento se caracteriza porque el canal no presenta variaciones en su trazado.

Bajo estas condiciones, la pérdida de energía es igual a la pendiente de fondo del canal y a la pendiente de la superficie del agua. Se puede suponer que las distribuciones de velocidad son iguales.

Se utiliza la Fórmula de Manning indicada en la Ecuación NºA.2-1.

ECUACIÓN NºA.2-1
FÓRMULA DE MANNING

$$Q = \frac{\sqrt{i}}{n} A \cdot R^{2/3}$$

Donde:
Q : caudal [m^3/s]
I : pendiente del canal
n : coeficiente de rugosidad de Manning
R = $\frac{A}{Pm}$: radio hidráulico [m]
A : sección mojada [m^2]
Pm : perímetro mojado [m]

Cuando el canal es regular, con una sección definida y sin obstrucciones, permite representar en forma adecuada el eje hidráulico del canal, con una adecuada estimación del coeficiente de rugosidad.

Los valores típicos para *n* se presentan en el siguiente Cuadro NºA.2.1-1.

CUADRO NºA.2.1-1
VALORES TÍPICOS PARA EL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING EN CANALES

TIPO DE CANAL	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
En tierra con bordes irregulares	0,045
Excavado en tierra	0,030
Revestido con hormigón	0,018
Revestido con albañilería de piedras.	0,025

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado.

El flujo gradualmente variado (FGV) es el flujo permanente cuya profundidad varía de manera gradual a lo largo de la longitud del canal. Lo anterior implica que el flujo es permanente, es decir, las características hidráulicas del flujo permanecen constantes en el intervalo de tiempo considerado y que las líneas de corriente son prácticamente paralelas, esto es, que la distribución hidrostática de la presión prevalece sobre la sección del canal.

El flujo gradualmente variado se puede representar por la siguiente ecuación:

ECUACIÓN NºA.2-2
REPRESENTACIÓN FLUJO GRADUALMENTE VARIADO

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{S_0 - S_f}{1 - F_r^{\,2}}$$

Donde:
S_0 : pendiente de fondo del canal
S_f : pendiente de fricción
F_r : número de Froude

En que:

ECUACIÓN NºA.2-3
PENDIENTE DE FRICCIÓN

$$S_f = \frac{Q^2 n^2}{A^2 R^{2/3}}$$

ECUACIÓN NºA.2-4
NÚMERO DE FROUDE

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

La ecuación del flujo gradualmente variado requiere condiciones de borde para su solución.

En régimen subcrítico (Río, Fr<1), las condiciones de borde están dadas aguas abajo y el escurrimiento tiende a un flujo uniforme hacia aguas arriba. En régimen supercrítico (Torrente, Fr>1), las condiciones de borde están dadas aguas arriba y el escurrimiento tiende a flujo uniforme hacia aguas abajo.

Bajo condiciones de régimen subcrítico, la velocidad de escurrimiento es menor que en régimen supercrítico.

Para el cálculo del eje hidráulico, se utiliza la metodología propuesta en el estudio “Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego Canal Almahue”, CNR, Procivil Ing. Ltda., 2010.

El eje hidráulico se calcula mediante el método escalonado adecuado para canales

prismáticos. A partir de una sección de parámetros conocidos, esto es: altura de agua y dimensiones transversales, se determina la distancia hacia aguas arriba o hacia aguas abajo, a la cual se produce una altura dada, realizando un balance energético.

Las ecuaciones generales son las siguientes ("Hidráulica", F.J. Domínguez IVª edición, pág. 680):

ECUACIÓN NºA.2-5
DISTANCIA ENTRE DOS SECCIONES

$$x = \frac{B_0 - B_1}{J_m - i}$$

ECUACIÓN NºA.2-6
BERNOULLI

$$B = h + \frac{v^2}{2g}$$

ECUACIÓN NºA.2-7
CARGA

$$J = \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}}$$

ECUACIÓN NºA.2-8
PENDIENTE DE LA ENERGÍA DE ESCURRIMIENTO

$$J_m = \frac{J_0 + J_1}{2}$$

Donde:
Los subíndices 0 y 1 indican respectivamente la sección de cálculo y la sección anterior cuyos parámetros son conocidos.

B : Bernoulli en una sección del escurrimiento (m)
Jm : pendiente de la energía del escurrimiento entre las dos secciones
i : pendiente de fondo del canal
x : distancia calculada entre dos secciones (m)
v : velocidad media en una sección (m/s)
R : radio hidráulico (m)
h : altura del pelo de agua (m)
n : coeficiente de rugosidad de Manning

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.3.- Caudales de generación

La hidrología mostrada en el Cuadro Nº4.1-1 permite obtener los caudales medios mensuales para riego de acuerdo a la demanda hídrica de la zona.

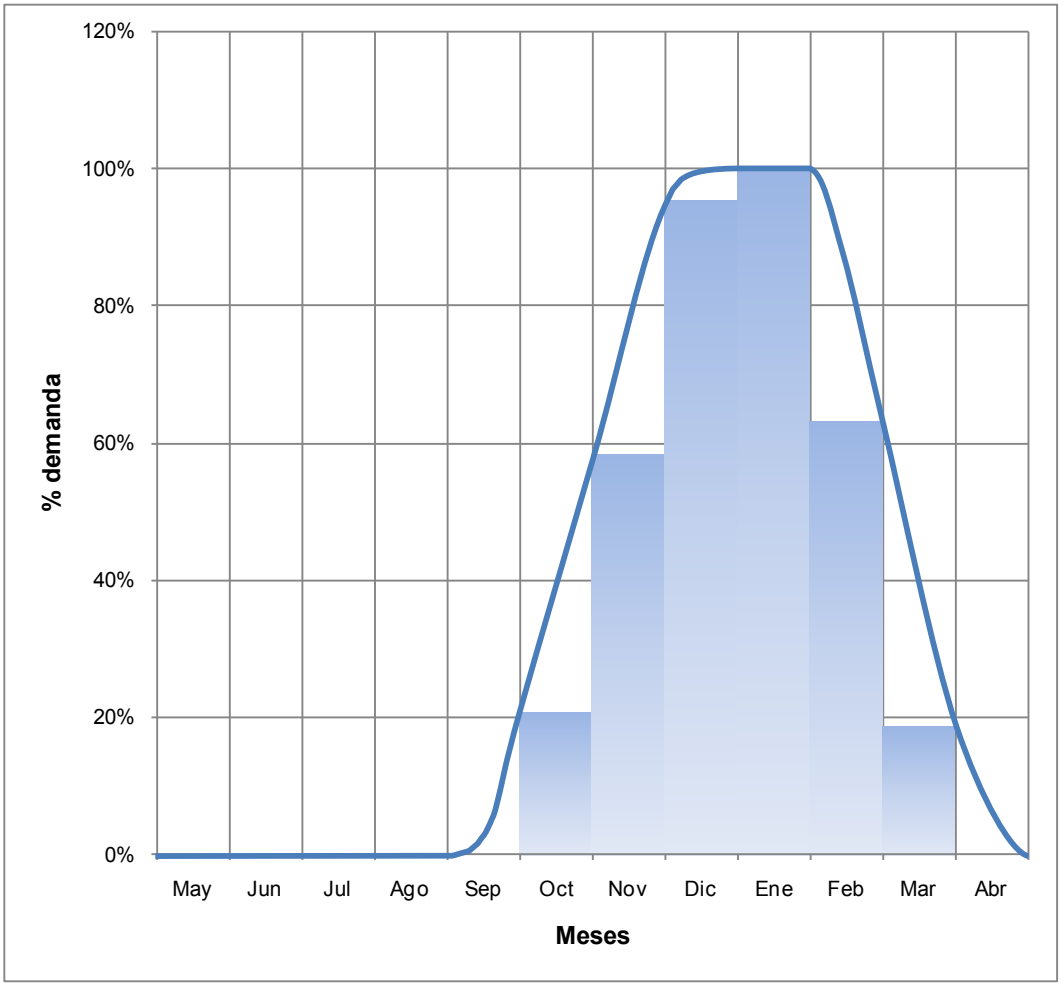
Con referencia al estudio "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile. DGA-MOP - IPLA. 1996.", se obtienen los siguientes porcentajes de caudal para riego en la zona del río Bío Bío, en su ribera derecha, donde el mes con la mayor demanda se considera con un porcentaje del 100%, lo que se muestra en el Cuadro NºA.3-1

CUADRO NºA.3-1
PORCENTAJE DE CAUDAL PARA RIEGO DEL RIO BÍO BÍO RIBERA IZQUIERDA

Meses	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
%	0%	0%	0%	0%	0%	21%	58%	95%	100%	63%	19%	0%

En el Cuadro NºA.3.-2 se grafica lo indicado en el Cuadro anterior.

CUADRO NºA.3-2
CAUDAL PARA RIEGO EN ZONA DEL RÍO BÍO BÍO RIBERA IZQUIERDA
REGIÓN DEL BÍO BÍO



Los caudales para riego se obtienen de la multiplicación mes a mes de los porcentajes del Cuadro NºA.3-1 y se indican en el siguiente Cuadro NºA.3-3.

CUADRO NºA.3-3
CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA RIEGO
CANAL BÍO BÍO NEGRETE DERIVADO RIHUE

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA RIEGO [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1970-1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87	5,51	7,93	4,97	2,17	0,36	1,90
2	1971-1972	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	5,32	8,84	4,73	1,65	0,35	1,91
3	1972-1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40	7,93	7,24	4,01	1,44	0,33	1,95
4	1973-1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,19	4,96	3,78	4,61	1,19	0,27	1,42
5	1974-1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	4,41	4,09	2,47	1,82	0,29	1,25
6	1975-1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,89	7,36	8,44	4,31	1,47	0,32	1,98
7	1976-1977	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,39	4,89	4,93	3,29	1,30	0,29	1,42
8	1977-1978	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,93	8,74	9,39	3,95	1,54	0,34	2,24
9	1978-1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,95	7,85	5,73	2,86	1,31	0,27	1,75
10	1979-1980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,97	6,87	10,57	3,92	2,70	0,60	2,22
11	1980-1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,61	3,16	3,41	3,07	1,48	0,32	1,09
12	1981-1982	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	2,80	2,21	1,82	1,14	0,29	0,82
13	1982-1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,92	7,11	9,82	5,88	1,80	0,33	2,32
14	1983-1984	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32	3,89	3,19	1,70	0,79	0,22	1,01
15	1984-1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,09	8,74	9,72	4,53	1,33	0,30	2,31
16	1985-1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	4,48	2,37	1,47	0,86	0,26	0,91
17	1986-1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	5,45	6,90	2,34	1,14	0,31	1,50
18	1987-1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,28	3,96	2,69	1,84	0,82	0,27	0,99
19	1988-1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,49	4,12	3,68	1,84	0,79	0,20	1,01
20	1989-1990	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	2,43	5,46	1,87	0,86	0,26	1,04
21	1990-1991	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44	2,16	1,77	1,24	0,58	0,18	0,61
22	1991-1992	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,72	3,60	7,05	5,18	1,09	0,43	1,59
23	1992-1993	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,95	5,76	6,51	3,85	1,43	0,27	1,65
24	1993-1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,99	5,15	8,50	2,57	1,02	0,27	1,62
25	1994-1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	4,66	10,07	3,70	4,04	0,99	2,14
26	1995-1996	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,12	3,62	3,06	6,26	1,95	0,62	1,55
27	1996-1997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,38	1,43	1,31	0,62	0,20	0,50
28	1997-1998	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	5,69	7,86	2,91	1,01	0,29	1,66
29	1970-1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87	5,51	7,93	4,97	2,17	0,36	1,90
30	1971-1972	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	5,32	8,84	4,73	1,65	0,35	1,91
Promedio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	5,25	5,94	3,44	1,43	0,34	1,54

Finalmente, y como indica el modelo operativo de la central, se obtienen los caudales turbinables como se indica:

Caudales turbinables = Caudales medios mensuales canal – Caudales medios mensuales para riego

Los caudales turbinables para la Central Canal Bío Bío Negrete derivado Rihue se indican en el Cuadro NºA.3-4

CUADRO NºA.3-4
CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE GENERACIÓN O TURBINABLES

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES TURBINABLES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1968-1969	4,56	1,56	2,37	4,21	4,11	7,96	10,90	5,87	2,64	1,72	1,13	1,06	4,01
2	1969-1970	2,27	7,85	14,00	9,47	13,86	9,82	8,92	9,34	5,57	2,48	1,61	1,47	7,22
3	1970-1971	2,38	3,29	10,80	8,19	10,36	7,90	8,44	7,91	6,09	3,57	2,83	1,83	6,13
4	1971-1972	2,55	10,83	8,48	14,00	14,00	9,76	9,28	7,64	6,79	3,40	2,15	1,75	7,55
5	1972-1973	2,14	14,00	14,00	11,72	11,81	13,47	10,86	11,37	5,56	2,88	1,88	1,66	8,45
6	1973-1974	1,63	6,00	9,98	9,41	8,87	7,16	9,88	7,12	2,90	3,32	1,56	1,34	5,76
7	1974-1975	1,26	3,07	9,24	7,30	9,55	7,43	8,66	6,33	3,14	1,78	2,38	1,45	5,13
8	1975-1976	3,82	9,29	10,24	9,06	9,22	8,18	8,53	10,56	6,48	3,10	1,92	1,60	6,83
9	1976-1977	1,50	1,84	14,00	7,35	6,74	7,58	10,80	7,02	3,78	2,36	1,70	1,45	5,51
10	1977-1978	2,38	11,74	12,60	12,70	12,41	12,52	13,26	12,55	7,21	2,84	2,01	1,73	8,66
11	1978-1979	1,51	5,22	9,06	14,00	12,32	13,55	13,32	11,26	4,40	2,06	1,71	1,35	7,48
12	1979-1980	1,60	5,35	4,82	10,21	14,00	14,00	8,88	9,87	8,12	2,82	3,53	3,05	7,19
13	1980-1981	7,70	14,00	14,00	12,12	13,93	8,38	7,26	4,54	2,62	2,21	1,93	1,60	7,52
14	1981-1982	2,72	14,00	13,59	11,17	11,95	8,42	7,32	4,02	1,70	1,31	1,49	1,47	6,59
15	1982-1983	1,68	5,31	14,00	14,00	13,94	14,00	13,18	10,21	7,54	4,23	2,36	1,69	8,51
16	1983-1984	2,25	3,35	9,28	7,37	7,34	6,79	10,47	5,59	2,45	1,23	1,04	1,10	4,85
17	1984-1985	1,19	9,32	9,06	14,00	8,26	10,74	13,98	12,55	7,46	3,26	1,73	1,53	7,76
18	1985-1986	3,20	10,95	9,91	8,68	4,31	5,96	6,56	6,43	1,82	1,06	1,13	1,31	5,11
19	1986-1987	2,53	14,00	14,00	9,82	12,86	7,31	8,57	7,82	5,30	1,68	1,49	1,57	7,25
20	1987-1988	1,84	3,00	8,55	14,00	14,00	9,21	10,32	5,68	2,06	1,32	1,07	1,36	6,03
21	1988-1989	1,68	2,34	5,77	7,15	11,39	7,12	6,74	5,91	2,82	1,32	1,04	1,03	4,53
22	1989-1990	1,02	1,07	6,08	7,43	10,22	8,78	7,21	3,49	4,19	1,35	1,13	1,30	4,44
23	1990-1991	3,07	6,33	8,52	5,77	11,83	13,87	6,50	3,10	1,36	0,89	0,75	0,89	5,24
24	1991-1992	2,67	11,94	12,02	14,00	7,90	9,32	7,76	5,17	5,42	3,73	1,42	2,15	6,96
25	1992-1993	3,44	14,00	14,00	10,32	6,37	8,95	8,80	8,27	5,00	2,77	1,87	1,35	7,10
26	1993-1994	4,60	14,00	14,00	14,00	13,12	9,48	8,99	7,40	6,53	1,85	1,33	1,35	8,05
27	1994-1995	3,04	6,44	11,77	14,00	7,87	10,85	10,15	6,69	7,73	2,66	5,28	5,00	7,62
28	1995-1996	2,22	2,70	12,22	14,00	11,12	11,71	14,00	5,20	2,35	4,50	2,55	3,11	7,14
29	1996-1997	1,72	2,12	8,40	5,71	5,21	5,20	4,53	1,98	1,10	0,95	0,81	1,01	3,23
30	1997-1998	5,25	9,48	14,00	10,95	14,00	13,55	9,48	8,17	6,04	2,09	1,32	1,48	7,98
Promedio		2,80	7,43	10,63	10,49	10,52	9,60	9,48	7,54	4,56	2,47	1,87	1,71	6,59

ANEXO B

EVALUACIÓN ECONÓMICA

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.1.- Energía Mensual B.3.-

Anexo B.2.- Flujo Mensual B.10.-

Anexo B.3.- Análisis Financiero B.20.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.1.- Energía Mensual

PRECIO DE LA ENERGÍA, INGRESOS NETOS POR VENTA DE ENERGÍA CANAL BIO-BIO NEGRETE DERIVADO RARINCO QUILQUE – DESCARGA A RÍO BUREO, RÍO BIO BIO

PRECIO ENERGÍA SIN PEAJE $/kWh	**40,9**		
DESCUENTO PORCENTUAL AL PRECIO DE LA ENERGÍA POR CONCEPTO DE PEAJE	**0,00**	**%**	
PRECIO NETO DE LA ENERGÍA INCLUIDO EL PEAJE	**40,9**	**$/kWh**	
PRECIO POR NO CUMPLIMIENTO $/kWh	**0,00**		0
Días generando	**330**	**días**	
% del año generando	**90,4**	**%**	
Potencia INSTALADA Mw	**1,5**	**MW**	
Energía Total Generada	**163**	**Gwh**	

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
1		ABR	0,5		316	40,9	12,9	1,0	0,0	45,0
2		MAY	0,2		108	40,9	4,4	1,3	0,0	46,5
3		JUN	0,3		165	40,9	6,7	1,2	0,0	45,0
4		JUL	0,4		292	40,9	11,9	1,0	0,0	46,5
5		AGO	0,4		285	40,9	11,7	1,0	0,0	46,5
6		SEP	0,8		553	40,9	22,6	0,6	0,0	45,0
7	1	OCT	1,2	0,29	756	40,9	30,9	0,3	0,0	46,5
8		NOV	0,6		407	40,9	16,6	0,9	0,0	0,0
9		DIC	0,3		183	40,9	7,5	1,2	0,0	0,0
10		ENE	0,2		120	40,9	4,9	1,3	0,0	0,0
11		FEB	0,1		78	40,9	3,2	1,4	0,0	0,0
12		MAR	0,1		73	40,9	3,0	1,4	0,0	0,0
13		ABR	0,2		158	41,9	6,6	1,2	0,0	45,0
14		MAY	0,8		545	41,9	22,8	0,6	0,0	46,5
15		JUN	1,5		971	41,9	40,7	0,0	0,0	45,0
16		JUL	1,0		657	41,9	27,5	0,5	0,0	46,5
17		AGO	1,5		961	41,9	40,3	0,0	0,0	46,5
18		SEP	1,0		682	41,9	28,6	0,4	0,0	45,0
19	2	OCT	1,0	0,53	619	41,9	25,9	0,5	0,0	46,5
20		NOV	1,0		648	41,9	27,2	0,5	0,0	0,0
21		DIC	0,6		387	41,9	16,2	0,9	0,0	0,0
22		ENE	0,3		172	41,9	7,2	1,2	0,0	0,0
23		FEB	0,2		112	41,9	4,7	1,3	0,0	0,0
24		MAR	0,2		102	41,9	4,3	1,3	0,0	0,0
25		ABR	0,3		165	42,9	7,1	1,2	0,0	45,0
26		MAY	0,4		228	42,9	9,8	1,1	0,0	46,5
27		JUN	1,2		750	42,9	32,2	0,3	0,0	45,0
28		JUL	0,9		568	42,9	24,4	0,6	0,0	46,5
29		AGO	1,1		719	42,9	30,9	0,4	0,0	46,5
30		SEP	0,8		548	42,9	23,5	0,6	0,0	45,0
31	3	OCT	0,9	0,45	586	42,9	25,1	0,6	0,0	46,5
32		NOV	0,8		549	42,9	23,6	0,6	0,0	0,0
33		DIC	0,6		423	42,9	18,2	0,8	0,0	0,0
34		ENE	0,4		248	42,9	10,6	1,1	0,0	0,0
35		FEB	0,3		197	42,9	8,4	1,2	0,0	0,0
36		MAR	0,2		127	42,9	5,4	1,3	0,0	0,0
37		ABR	0,3		177	44,0	7,8	1,2	0,0	45,0
38		MAY	1,2		751	44,0	33,1	0,3	0,0	46,5
39	4	JUN	0,9	0,55	588	44,0	25,9	0,6	0,0	45,0
40		JUL	1,5		971	44,0	42,8	0,0	0,0	46,5

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
41		AGO	1,5		971	44,0	42,8	0,0	0,0	46,5
42		SEP	1,0		677	44,0	29,8	0,4	0,0	45,0
43		OCT	1,0		644	44,0	28,3	0,5	0,0	46,5
44		NOV	0,8		530	44,0	23,3	0,7	0,0	0,0
45		DIC	0,7		471	44,0	20,7	0,8	0,0	0,0
46		ENE	0,4		236	44,0	10,4	1,1	0,0	0,0
47		FEB	0,2		149	44,0	6,6	1,2	0,0	0,0
48		MAR	0,2		122	44,0	5,3	1,3	0,0	0,0
49		ABR	0,2		148	45,1	6,7	1,2	0,0	45,0
50		MAY	1,5		971	45,1	43,8	0,0	0,0	46,5
51		JUN	1,5		971	45,1	43,8	0,0	0,0	45,0
52		JUL	1,2		813	45,1	36,7	0,2	0,0	46,5
53		AGO	1,3		819	45,1	37,0	0,2	0,0	46,5
54	5	SEP	1,4	0,62	934	45,1	42,1	0,0	0,0	45,0
55		OCT	1,2		754	45,1	34,0	0,3	0,0	46,5
56		NOV	1,2		789	45,1	35,6	0,3	0,0	0,0
57		DIC	0,6		386	45,1	17,4	0,9	0,0	0,0
58		ENE	0,3		200	45,1	9,0	1,2	0,0	0,0
59		FEB	0,2		130	45,1	5,9	1,3	0,0	0,0
60		MAR	0,2		115	45,1	5,2	1,3	0,0	0,0
61		ABR	0,2		113	46,2	5,2	1,3	0,0	45,0
62		MAY	0,6		417	46,2	19,3	0,8	0,0	46,5
63		JUN	1,1		692	46,2	32,0	0,4	0,0	45,0
64		JUL	1,0		653	46,2	30,2	0,5	0,0	46,5
65		AGO	0,9		615	46,2	28,4	0,5	0,0	46,5
66	6	SEP	0,8	0,42	497	46,2	23,0	0,7	0,0	45,0
67		OCT	1,1		685	46,2	31,7	0,4	0,0	46,5
68		NOV	0,8		494	46,2	22,8	0,7	0,0	0,0
69		DIC	0,3		201	46,2	9,3	1,2	0,0	0,0
70		ENE	0,4		230	46,2	10,6	1,1	0,0	0,0
71		FEB	0,2		108	46,2	5,0	1,3	0,0	0,0
72		MAR	0,1		93	46,2	4,3	1,3	0,0	0,0
73		ABR	0,1		87	47,4	4,1	1,3	0,0	45,0
74		MAY	0,3		213	47,4	10,1	1,1	0,0	46,5
75		JUN	1,0		641	47,4	30,4	0,5	0,0	45,0
76		JUL	0,8		506	47,4	24,0	0,7	0,0	46,5
77		AGO	1,0		662	47,4	31,4	0,5	0,0	46,5
78	7	SEP	0,8	0,38	516	47,4	24,4	0,7	0,0	45,0
79		OCT	0,9		601	47,4	28,5	0,6	0,0	46,5
80		NOV	0,7		439	47,4	20,8	0,8	0,0	0,0
81		DIC	0,3		218	47,4	10,3	1,1	0,0	0,0
82		ENE	0,2		123	47,4	5,8	1,3	0,0	0,0
83		FEB	0,3		165	47,4	7,8	1,2	0,0	0,0
84		MAR	0,2		100	47,4	4,8	1,3	0,0	0,0
85		ABR	0,4		265	48,6	12,9	1,1	0,0	45,0
86		MAY	1,0		645	48,6	31,3	0,5	0,0	46,5
87		JUN	1,1		710	48,6	34,5	0,4	0,0	45,0
88		JUL	1,0		628	48,6	30,5	0,5	0,0	46,5
89		AGO	1,0		640	48,6	31,1	0,5	0,0	46,5
90	8	SEP	0,9	0,50	567	48,6	27,6	0,6	0,0	45,0
91		OCT	0,9		592	48,6	28,7	0,6	0,0	46,5
92		NOV	1,1		733	48,6	35,6	0,4	0,0	0,0
93		DIC	0,7		450	48,6	21,9	0,8	0,0	0,0
94		ENE	0,3		215	48,6	10,5	1,1	0,0	0,0
95		FEB	0,2		133	48,6	6,5	1,3	0,0	0,0
96		MAR	0,2		111	48,6	5,4	1,3	0,0	0,0
97	9	ABR	0,2	0,40	104	49,8	5,2	1,3	0,0	45,0

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada	Factor De planta	Energía	Precio neto de la energía	Venta de energía	Déficit de potencia	Gasto por compra de energía	Ingreso neto mensual por generación
			MW		MWh/mes	$/kWh	Mill $	MW	Mill $	Mill $
98		MAY	0,2		128	49,8	6,3	1,3	0,0	46,5
99		JUN	1,5		971	49,8	48,4	0,0	0,0	45,0
100		JUL	0,8		510	49,8	25,4	0,7	0,0	46,5
101		AGO	0,7		468	49,8	23,3	0,8	0,0	46,5
102		SEP	0,8		526	49,8	26,2	0,7	0,0	45,0
103		OCT	1,2		750	49,8	37,3	0,3	0,0	46,5
104		NOV	0,7		487	49,8	24,3	0,7	0,0	0,0
105		DIC	0,4		263	49,8	13,1	1,1	0,0	0,0
106		ENE	0,3		164	49,8	8,2	1,2	0,0	0,0
107		FEB	0,2		118	49,8	5,9	1,3	0,0	0,0
108		MAR	0,2		100	49,8	5,0	1,3	0,0	0,0
109		ABR	0,3		165	51,0	8,4	1,2	0,0	45,0
110		MAY	1,3		815	51,0	41,6	0,2	0,0	46,5
111		JUN	1,3		874	51,0	44,6	0,1	0,0	45,0
112		JUL	1,4		881	51,0	45,0	0,1	0,0	46,5
113		AGO	1,3		861	51,0	43,9	0,2	0,0	46,5
114	10	SEP	1,3	0,63	869	51,0	44,3	0,1	0,0	45,0
115		OCT	1,4		920	51,0	46,9	0,1	0,0	46,5
116		NOV	1,3		871	51,0	44,4	0,1	0,0	0,0
117		DIC	0,8		500	51,0	25,5	0,7	0,0	0,0
118		ENE	0,3		197	51,0	10,1	1,2	0,0	0,0
119		FEB	0,2		139	51,0	7,1	1,3	0,0	0,0
120		MAR	0,2		120	51,0	6,1	1,3	0,0	0,0
121		ABR	0,2		105	52,3	5,5	1,3	0,0	45,0
122		MAY	0,6		362	52,3	19,0	0,9	0,0	46,5
123		JUN	1,0		628	52,3	32,9	0,5	0,0	45,0
124		JUL	1,5		971	52,3	50,8	0,0	0,0	46,5
125		AGO	1,3		855	52,3	44,7	0,2	0,0	46,5
126	11	SEP	1,4	0,55	941	52,3	49,2	0,0	0,0	45,0
127		OCT	1,4		924	52,3	48,3	0,1	0,0	46,5
128		NOV	1,2		782	52,3	40,9	0,3	0,0	0,0
129		DIC	0,5		305	52,3	16,0	1,0	0,0	0,0
130		ENE	0,2		143	52,3	7,5	1,3	0,0	0,0
131		FEB	0,2		119	52,3	6,2	1,3	0,0	0,0
132		MAR	0,1		94	52,3	4,9	1,3	0,0	0,0
133		ABR	0,2		111	53,6	6,0	1,3	0,0	45,0
134		MAY	0,6		371	53,6	19,9	0,9	0,0	46,5
135		JUN	0,5		335	53,6	17,9	1,0	0,0	45,0
136		JUL	1,1		709	53,6	38,0	0,4	0,0	46,5
137		AGO	1,5		971	53,6	52,1	0,0	0,0	46,5
138	12	SEP	1,5	0,53	971	53,6	52,1	0,0	0,0	45,0
139		OCT	0,9		616	53,6	33,0	0,5	0,0	46,5
140		NOV	1,1		685	53,6	36,7	0,4	0,0	0,0
141		DIC	0,9		563	53,6	30,2	0,6	0,0	0,0
142		ENE	0,3		196	53,6	10,5	1,2	0,0	0,0
143		FEB	0,4		245	53,6	13,1	1,1	0,0	0,0
144		MAR	0,3		212	53,6	11,3	1,2	0,0	0,0
145		ABR	0,8		534	55,0	29,3	0,7	0,0	45,0
146		MAY	1,5		971	55,0	53,4	0,0	0,0	46,5
147		JUN	1,5		971	55,0	53,4	0,0	0,0	45,0
148		JUL	1,3		841	55,0	46,2	0,2	0,0	46,5
149	13	AGO	1,5	0,55	967	55,0	53,1	0,0	0,0	46,5
150		SEP	0,9		581	55,0	31,9	0,6	0,0	45,0
151		OCT	0,8		503	55,0	27,7	0,7	0,0	46,5
152		NOV	0,5		315	55,0	17,3	1,0	0,0	0,0
153		DIC	0,3		182	55,0	10,0	1,2	0,0	0,0
154		ENE	0,2		153	55,0	8,4	1,2	0,0	0,0

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
155		FEB	0,2		134	55,0	7,4	1,3	0,0	0,0
156		MAR	0,2		111	55,0	6,1	1,3	0,0	0,0
157		ABR	0,3		189	56,3	10,6	1,2	0,0	45,0
158		MAY	1,5		971	56,3	54,7	0,0	0,0	46,5
159		JUN	1,4		943	56,3	53,1	0,0	0,0	45,0
160		JUL	1,2		775	56,3	43,7	0,3	0,0	46,5
161		AGO	1,3		829	56,3	46,7	0,2	0,0	46,5
162		SEP	0,9		584	56,3	32,9	0,6	0,0	45,0
163	14	OCT	0,8	0,48	508	56,3	28,6	0,7	0,0	46,5
164		NOV	0,4		279	56,3	15,7	1,0	0,0	0,0
165		DIC	0,2		118	56,3	6,6	1,3	0,0	0,0
166		ENE	0,1		91	56,3	5,1	1,3	0,0	0,0
167		FEB	0,2		103	56,3	5,8	1,3	0,0	0,0
168		MAR	0,2		102	56,3	5,7	1,3	0,0	0,0
169		ABR	0,2		117	57,7	6,7	1,3	0,0	45,0
170		MAY	0,6		369	57,7	21,3	0,9	0,0	46,5
171		JUN	1,5		971	57,7	56,1	0,0	0,0	45,0
172		JUL	1,5		971	57,7	56,1	0,0	0,0	46,5
173		AGO	1,5		968	57,7	55,9	0,0	0,0	46,5
174		SEP	1,5		971	57,7	56,1	0,0	0,0	45,0
175	15	OCT	1,4	0,62	915	57,7	52,8	0,1	0,0	46,5
176		NOV	1,1		709	57,7	40,9	0,4	0,0	0,0
177		DIC	0,8		523	57,7	30,2	0,7	0,0	0,0
178		ENE	0,5		294	57,7	16,9	1,0	0,0	0,0
179		FEB	0,3		163	57,7	9,4	1,2	0,0	0,0
180		MAR	0,2		117	57,7	6,8	1,3	0,0	0,0
181		ABR	0,2		156	59,2	9,2	1,2	0,0	45,0
182		MAY	0,4		233	59,2	13,8	1,1	0,0	46,5
183		JUN	1,0		644	59,2	38,1	0,5	0,0	45,0
184		JUL	0,8		512	59,2	30,3	0,7	0,0	46,5
185		AGO	0,8		509	59,2	30,1	0,7	0,0	46,5
186		SEP	0,7		471	59,2	27,9	0,8	0,0	45,0
187	16	OCT	1,1	0,36	726	59,2	43,0	0,4	0,0	46,5
188		NOV	0,6		388	59,2	23,0	0,9	0,0	0,0
189		DIC	0,3		170	59,2	10,0	1,2	0,0	0,0
190		ENE	0,1		85	59,2	5,0	1,3	0,0	0,0
191		FEB	0,1		72	59,2	4,3	1,4	0,0	0,0
192		MAR	0,1		76	59,2	4,5	1,4	0,0	0,0
193		ABR	0,1		83	60,7	5,0	1,4	0,0	45,0
194		MAY	1,0		647	60,7	39,2	0,5	0,0	46,5
195		JUN	1,0		628	60,7	38,1	0,5	0,0	45,0
196		JUL	1,5		971	60,7	58,9	0,0	0,0	46,5
197		AGO	0,9		573	60,7	34,8	0,6	0,0	46,5
198		SEP	1,1		745	60,7	45,2	0,3	0,0	45,0
199	17	OCT	1,5	0,57	970	60,7	58,8	0,0	0,0	46,5
200		NOV	1,3		871	60,7	52,8	0,1	0,0	0,0
201		DIC	0,8		518	60,7	31,4	0,7	0,0	0,0
202		ENE	0,3		226	60,7	13,7	1,1	0,0	0,0
203		FEB	0,2		120	60,7	7,3	1,3	0,0	0,0
204		MAR	0,2		106	60,7	6,4	1,3	0,0	0,0
205		ABR	0,3		222	62,2	13,8	1,1	0,0	45,0
206		MAY	1,2		760	62,2	47,2	0,3	0,0	46,5
207		JUN	1,1		688	62,2	42,8	0,4	0,0	45,0
208	18	JUL	0,9	0,37	602	62,2	37,4	0,6	0,0	46,5
209		AGO	0,5		299	62,2	18,6	1,0	0,0	46,5
210		SEP	0,6		413	62,2	25,7	0,8	0,0	45,0
211		OCT	0,7		456	62,2	28,3	0,8	0,0	46,5

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
212		NOV	0,7		446	62,2	27,7	0,8	0,0	0,0
213		DIC	0,2		126	62,2	7,8	1,3	0,0	0,0
214		ENE	0,1		73	62,2	4,6	1,4	0,0	0,0
215		FEB	0,1		78	62,2	4,9	1,4	0,0	0,0
216		MAR	0,1		91	62,2	5,6	1,3	0,0	0,0
217		ABR	0,3		175	63,7	11,2	1,2	0,0	45,0
218		MAY	1,5		971	63,7	61,9	0,0	0,0	46,5
219		JUN	1,5		971	63,7	61,9	0,0	0,0	45,0
220		JUL	1,0		682	63,7	43,4	0,4	0,0	46,5
221		AGO	1,4		893	63,7	56,9	0,1	0,0	46,5
222	19	SEP	0,8	0,53	507	63,7	32,3	0,7	0,0	45,0
223		OCT	0,9		595	63,7	37,9	0,6	0,0	46,5
224		NOV	0,8		542	63,7	34,6	0,6	0,0	0,0
225		DIC	0,6		368	63,7	23,4	0,9	0,0	0,0
226		ENE	0,2		117	63,7	7,4	1,3	0,0	0,0
227		FEB	0,2		103	63,7	6,6	1,3	0,0	0,0
228		MAR	0,2		109	63,7	7,0	1,3	0,0	0,0
229		ABR	0,2		128	65,3	8,3	1,3	0,0	45,0
230		MAY	0,3		208	65,3	13,6	1,2	0,0	46,5
231		JUN	0,9		594	65,3	38,8	0,6	0,0	45,0
232		JUL	1,5		971	65,3	63,5	0,0	0,0	46,5
233		AGO	1,5		971	65,3	63,5	0,0	0,0	46,5
234	20	SEP	1,0	0,44	639	65,3	41,8	0,5	0,0	45,0
235		OCT	1,1		716	65,3	46,8	0,4	0,0	46,5
236		NOV	0,6		394	65,3	25,8	0,9	0,0	0,0
237		DIC	0,2		143	65,3	9,4	1,3	0,0	0,0
238		ENE	0,1		92	65,3	6,0	1,3	0,0	0,0
239		FEB	0,1		74	65,3	4,9	1,4	0,0	0,0
240		MAR	0,1		94	65,3	6,2	1,3	0,0	0,0
241		ABR	0,2		117	67,0	7,8	1,3	0,0	45,0
242		MAY	0,2		162	67,0	10,9	1,2	0,0	46,5
243		JUN	0,6		400	67,0	26,8	0,9	0,0	45,0
244		JUL	0,8		496	67,0	33,2	0,7	0,0	46,5
245		AGO	1,2		791	67,0	52,9	0,3	0,0	46,5
246	21	SEP	0,8	0,33	494	67,0	33,1	0,7	0,0	45,0
247		OCT	0,7		468	67,0	31,3	0,8	0,0	46,5
248		NOV	0,6		410	67,0	27,4	0,8	0,0	0,0
249		DIC	0,3		196	67,0	13,1	1,2	0,0	0,0
250		ENE	0,1		92	67,0	6,1	1,3	0,0	0,0
251		FEB	0,1		72	67,0	4,8	1,4	0,0	0,0
252		MAR	0,1		72	67,0	4,8	1,4	0,0	0,0
253		ABR	0,1		71	68,6	4,9	1,4	0,0	45,0
254		MAY	0,1		74	68,6	5,1	1,4	0,0	46,5
255		JUN	0,6		422	68,6	29,0	0,8	0,0	45,0
256		JUL	0,8		516	68,6	35,4	0,7	0,0	46,5
257		AGO	1,1		710	68,6	48,7	0,4	0,0	46,5
258	22	SEP	0,9	0,32	609	68,6	41,8	0,5	0,0	45,0
259		OCT	0,8		501	68,6	34,4	0,7	0,0	46,5
260		NOV	0,4		242	68,6	16,6	1,1	0,0	0,0
261		DIC	0,4		291	68,6	20,0	1,0	0,0	0,0
262		ENE	0,1		93	68,6	6,4	1,3	0,0	0,0
263		FEB	0,1		78	68,6	5,4	1,4	0,0	0,0
264		MAR	0,1		90	68,6	6,2	1,3	0,0	0,0
265		ABR	0,3		213	70,4	15,0	1,1	0,0	45,0
266	23	MAY	0,7	0,38	439	70,4	30,9	0,8	0,0	46,5
267		JUN	0,9		591	70,4	41,6	0,6	0,0	45,0
268		JUL	0,6		400	70,4	28,2	0,9	0,0	46,5

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
269		AGO	1,3		821	70,4	57,7	0,2	0,0	46,5
270		SEP	1,5		962	70,4	67,7	0,0	0,0	45,0
271		OCT	0,7		451	70,4	31,7	0,8	0,0	46,5
272		NOV	0,3		215	70,4	15,1	1,1	0,0	0,0
273		DIC	0,1		95	70,4	6,6	1,3	0,0	0,0
274		ENE	0,1		62	70,4	4,3	1,4	0,0	0,0
275		FEB	0,1		52	70,4	3,7	1,4	0,0	0,0
276		MAR	0,1		61	70,4	4,3	1,4	0,0	0,0
277		ABR	0,3		185	72,1	13,4	1,2	0,0	45,0
278		MAY	1,3		828	72,1	59,7	0,2	0,0	46,5
279		JUN	1,3		834	72,1	60,1	0,2	0,0	45,0
280		JUL	1,5		971	72,1	70,1	0,0	0,0	46,5
281		AGO	0,8		548	72,1	39,5	0,6	0,0	46,5
282	24	SEP	1,0	0,51	647	72,1	46,6	0,5	0,0	45,0
283		OCT	0,8		538	72,1	38,8	0,7	0,0	46,5
284		NOV	0,6		359	72,1	25,9	0,9	0,0	0,0
285		DIC	0,6		376	72,1	27,1	0,9	0,0	0,0
286		ENE	0,4		259	72,1	18,6	1,1	0,0	0,0
287		FEB	0,2		99	72,1	7,1	1,3	0,0	0,0
288		MAR	0,2		149	72,1	10,8	1,2	0,0	0,0
289		ABR	0,4		239	73,9	17,7	1,1	0,0	45,0
290		MAY	1,5		971	73,9	71,8	0,0	0,0	46,5
291		JUN	1,5		971	73,9	71,8	0,0	0,0	45,0
292		JUL	1,1		716	73,9	53,0	0,4	0,0	46,5
293		AGO	0,7		442	73,9	32,7	0,8	0,0	46,5
294	25	SEP	1,0	0,52	621	73,9	45,9	0,5	0,0	45,0
295		OCT	0,9		610	73,9	45,1	0,5	0,0	46,5
296		NOV	0,9		574	73,9	42,4	0,6	0,0	0,0
297		DIC	0,5		347	73,9	25,6	0,9	0,0	0,0
298		ENE	0,3		192	73,9	14,2	1,2	0,0	0,0
299		FEB	0,2		130	73,9	9,6	1,3	0,0	0,0
300		MAR	0,1		94	73,9	6,9	1,3	0,0	0,0
301		ABR	0,5		319	75,8	24,2	1,0	0,0	45,0
302		MAY	1,5		971	75,8	73,6	0,0	0,0	46,5
303		JUN	1,5		971	75,8	73,6	0,0	0,0	45,0
304		JUL	1,5		971	75,8	73,6	0,0	0,0	46,5
305		AGO	1,4		910	75,8	69,0	0,1	0,0	46,5
306	26	SEP	1,0	0,59	658	75,8	49,8	0,5	0,0	45,0
307		OCT	1,0		624	75,8	47,2	0,5	0,0	46,5
308		NOV	0,8		513	75,8	38,9	0,7	0,0	0,0
309		DIC	0,7		453	75,8	34,3	0,8	0,0	0,0
310		ENE	0,2		128	75,8	9,7	1,3	0,0	0,0
311		FEB	0,1		92	75,8	7,0	1,3	0,0	0,0
312		MAR	0,1		94	75,8	7,1	1,3	0,0	0,0
313		ABR	0,3		211	77,7	16,4	1,2	0,0	45,0
314		MAY	0,7		447	77,7	34,7	0,8	0,0	46,5
315		JUN	1,3		817	77,7	63,4	0,2	0,0	45,0
316		JUL	1,5		971	77,7	75,4	0,0	0,0	46,5
317		AGO	0,8		546	77,7	42,4	0,6	0,0	46,5
318	27	SEP	1,2	0,56	753	77,7	58,5	0,3	0,0	45,0
319		OCT	1,1		704	77,7	54,7	0,4	0,0	46,5
320		NOV	0,7		464	77,7	36,0	0,8	0,0	0,0
321		DIC	0,8		537	77,7	41,7	0,7	0,0	0,0
322		ENE	0,3		185	77,7	14,3	1,2	0,0	0,0
323		FEB	0,6		366	77,7	28,5	0,9	0,0	0,0
324		MAR	0,5		347	77,7	26,9	0,9	0,0	0,0
325	28	ABR	0,2	0,52	154	79,6	12,2	1,2	0,0	45,0

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
326		MAY	0,3		187	79,6	14,9	1,2	0,0	46,5
327		JUN	1,3		848	79,6	67,5	0,2	0,0	45,0
328		JUL	1,5		971	79,6	77,3	0,0	0,0	46,5
329		AGO	1,2		771	79,6	61,4	0,3	0,0	46,5
330		SEP	1,2		812	79,6	64,7	0,2	0,0	45,0
331		OCT	1,5		971	79,6	77,3	0,0	0,0	46,5
332		NOV	0,6		361	79,6	28,7	0,9	0,0	0,0
333		DIC	0,3		163	79,6	13,0	1,2	0,0	0,0
334		ENE	0,5		312	79,6	24,9	1,0	0,0	0,0
335		FEB	0,3		177	79,6	14,1	1,2	0,0	0,0
336		MAR	0,3		216	79,6	17,2	1,1	0,0	0,0
337		ABR	0,2		119	81,6	9,7	1,3	0,0	45,0
338		MAY	0,2		147	81,6	12,0	1,3	0,0	46,5
339		JUN	0,9		583	81,6	47,5	0,6	0,0	45,0
340		JUL	0,6		396	81,6	32,3	0,9	0,0	46,5
341		AGO	0,6		362	81,6	29,5	0,9	0,0	46,5
342	29	SEP	0,6	0,24	361	81,6	29,4	0,9	0,0	45,0
343		OCT	0,5		314	81,6	25,6	1,0	0,0	46,5
344		NOV	0,2		138	81,6	11,2	1,3	0,0	0,0
345		DIC	0,1		76	81,6	6,2	1,4	0,0	0,0
346		ENE	0,1		66	81,6	5,4	1,4	0,0	0,0
347		FEB	0,1		56	81,6	4,6	1,4	0,0	0,0
348		MAR	0,1		70	81,6	5,7	1,4	0,0	0,0
349		ABR	0,6		364	83,6	30,4	0,9	0,0	45,0
350		MAY	1,0		658	83,6	55,0	0,5	0,0	46,5
351		JUN	1,5		971	83,6	81,2	0,0	0,0	45,0
352		JUL	1,2		760	83,6	63,5	0,3	0,0	46,5
353		AGO	1,5		971	83,6	81,2	0,0	0,0	46,5
354	30	SEP	1,4	0,58	940	83,6	78,6	0,0	0,0	45,0
355		OCT	1,0		658	83,6	55,0	0,5	0,0	46,5
356		NOV	0,9		567	83,6	47,4	0,6	0,0	0,0
357		DIC	0,6		419	83,6	35,0	0,8	0,0	0,0
358		ENE	0,2		145	83,6	12,1	1,3	0,0	0,0
359		FEB	0,1		92	83,6	7,7	1,3	0,0	0,0
360		MAR	0,2		102	83,6	8,6	1,3	0,0	0,0
				0,48						

NOTAS.-

1 Nº: valor correlativo, se desarrolla el análisis para 360 meses= 12meses x 30 años.-
2 AÑO: correlativo de los años de análisis.-
3 MES: el año se comienza a contabilizar en el mes de ABRIL.-
4 POTENCIA: valor real generable producto de la hidrología mensual.-
5 ENERGÍA: valor de energía generada en el mes.-
6 VENTA DE ENERGÍA: ingreso por la venta de la energía generada: (5) x PRECIO de venta kWh.-
7 DÉFICIT DE POTENCIA: potencia contratada - (4); es la potencia que no se suple con la hidrología mensual.-
8 GASTO POR COMPRA DE ENERGÍA: (6) x Precio por no cumplimiento de la potencia contratada.-
(se supone que el valor por no cumplimiento es el doble del valor de la energía)
9 INGRESO NETO POR GENERACIÓN: (5) - (7); venta de energía - gasto por no cumplimiento.-

Anexo B.2.- Flujo Mensual

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FLUJO MENSUAL PARA 30 AÑOS DE OPERACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL Io (4,8 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**1.959**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGÍA (REGIONAL) $/kWh	**40,9**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	T.I.R. % (después de impuestos)	**12,3**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**1,5**	**INVERSIÓN NETA (mill. $)**	**2.194**	**TASA DE DESCUENTO ANUAL (%)**	**10**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,3**			**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,1**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**294**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**491,8**	**TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA %**	**17,0**	**IVA INVERSIÓN**	**372**
DÍAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**9**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
0													2.194			-2.194	-2.194	2.194
1	13	1	0	14	4	1	0,08	0,22	29	-19	0	-19		2	13	13	-2.182	2.165
2	4	1	0	6	4	0	0,15	0,21	29	-28	0	-28		0	2	2	-2.179	2.135
3	7	1	0	8	4	0	0,14	0,21	29	-25	0	-25		1	5	5	-2.174	2.106
4	12	1	0	13	4	1	0,28	0,24	29	-20	0	-20		2	11	11	-2.163	2.076
5	12	1	0	13	4	1	0,38	0,25	29	-21	0	-21		2	10	10	-2.153	2.047
6	23	1	0	24	4	1	0,21	0,26	29	-9	0	-9		4	24	24	-2.129	2.018
7	31	1	0	32	4	2	0,09	0,27	29	-1	0	-1		5	34	34	-2.095	1.988
8	17	1	0	18	4	1	0,06	0,23	29	-15	0	-15		3	17	17	-2.078	1.959
9	7	1	0	9	4	0	0,04	0,20	29	-24	0	-24		1	6	6	-2.072	1.929
10	5	1	0	6	4	0	0,04	0,19	29	-27	0	-27		0	3	3	-2.069	1.900
11	3	1	0	4	4	0	0,08	0,19	29	-29	0	-29		0	1	1	-2.068	1.870
12	3	1	0	4	4	0	0,27	0,22	29	-29	0	-29		0	0	0	-2.068	1.841
13	7	1	0	8	4	0	0,49	0,25	29	-26	0	-26		1	4	4	-2.063	1.812
14	23	1	0	24	4	1	0,33	0,27	29	-9	0	-9		4	24	24	-2.039	1.782
15	41	1	0	42	4	2	0,48	0,34	29	8	0	8		7	45	45	-1.995	1.753
16	28	1	0	29	4	1	0,34	0,29	29	-5	0	-5		5	29	29	-1.965	1.723
17	40	1	0	41	4	2	0,31	0,32	29	8	0	8		7	45	45	-1.920	1.694
18	29	1	0	30	4	1	0,33	0,29	29	-4	0	-4		5	31	31	-1.890	1.664
19	26	1	0	27	4	1	0,19	0,27	29	-6	0	-6		4	28	28	-1.862	1.635
20	27	1	0	28	4	1	0,09	0,26	29	-5	0	-5		5	29	29	-1.832	1.606
21	16	1	0	17	4	1	0,06	0,22	29	-16	0	-16		3	16	16	-1.816	1.576
22	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	29	-25	0	-25		1	6	6	-1.810	1.547
23	5	1	0	6	4	0	0,08	0,20	29	-27	0	-27		0	3	3	-1.807	1.517
24	4	1	0	5	4	0	0,11	0,20	29	-28	0	-28		0	2	2	-1.805	1.488
25	7	1	0	8	4	0	0,38	0,24	19	-15	0	-15		1	5	5	-1.800	1.469
26	10	1	0	11	4	1	0,29	0,24	19	-12	0	-12		1	9	9	-1.791	1.450
27	32	1	0	33	4	2	0,36	0,30	19	10	0	10		6	35	35	-1.756	1.431

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
28	24	1	0	26	4	1	0,28	0,27	19	3	0	3		4	26	26	-1.730	1.411
29	31	1	0	32	4	2	0,30	0,29	19	9	0	9		5	34	34	-1.697	1.392
30	24	1	0	25	4	1	0,28	0,27	19	2	0	2		4	25	25	-1.672	1.373
31	25	1	0	26	4	1	0,21	0,27	19	4	0	4		4	27	27	-1.645	1.354
32	24	1	0	25	4	1	0,12	0,25	19	2	0	2		4	25	25	-1.620	1.335
33	18	1	0	19	4	1	0,10	0,23	19	-3	0	-3		3	19	19	-1.601	1.316
34	11	1	0	12	4	1	0,06	0,21	19	-11	0	-11		2	10	10	-1.591	1.297
35	8	1	0	10	4	0	0,09	0,21	19	-13	0	-13		1	7	7	-1.584	1.278
36	5	1	0	7	4	0	0,38	0,24	19	-16	0	-16		1	3	3	-1.581	1.259
37	8	1	0	9	4	0	0,30	0,23	6	-1	0	-1		1	6	6	-1.575	1.252
38	33	1	0	34	4	2	0,49	0,32	6	24	0	24		6	36	36	-1.539	1.246
39	26	1	0	27	4	1	0,49	0,30	6	17	0	17		4	27	27	-1.511	1.239
40	43	1	0	44	4	2	0,34	0,33	6	34	0	34		8	48	48	-1.464	1.233
41	43	1	0	44	4	2	0,32	0,32	6	34	0	34		8	48	48	-1.416	1.226
42	30	1	0	31	4	2	0,27	0,28	6	21	0	21		5	32	32	-1.384	1.220
43	28	1	0	30	4	1	0,24	0,28	6	19	0	19		5	31	31	-1.353	1.214
44	23	1	0	25	4	1	0,12	0,25	6	15	0	15		4	25	25	-1.328	1.207
45	21	1	0	22	4	1	0,08	0,24	6	12	0	12		4	22	22	-1.306	1.201
46	10	1	0	12	4	1	0,06	0,21	6	2	0	2		2	10	10	-1.296	1.194
47	7	1	0	8	4	0	0,07	0,20	6	-2	0	-2		1	5	5	-1.291	1.188
48	5	1	0	7	4	0	0,49	0,25	6	-4	0	-4		0	3	3	-1.288	1.181
49	7	1	0	8	4	0	0,49	0,25	6	-3	0	-3		1	5	5	-1.284	1.175
50	44	1	0	45	4	2	0,41	0,34	6	35	0	35		8	49	49	-1.235	1.169
51	44	1	0	45	4	2	0,41	0,34	6	35	0	35		8	49	49	-1.186	1.162
52	37	1	0	38	4	2	0,47	0,33	6	27	0	27		6	40	40	-1.146	1.156
53	37	1	0	38	4	2	0,38	0,32	6	28	0	28		7	41	41	-1.105	1.149
54	42	1	0	43	4	2	0,40	0,33	6	33	0	33		7	47	47	-1.058	1.143
55	34	1	0	35	4	2	0,19	0,29	6	25	0	25		6	38	38	-1.021	1.136
56	36	1	0	37	4	2	0,10	0,28	6	27	0	27		6	40	40	-981	1.130
57	17	1	0	19	4	1	0,07	0,23	6	9	0	9		3	18	18	-963	1.124
58	9	1	0	10	4	1	0,06	0,21	6	0	0	0		1	8	8	-955	1.117
59	6	1	0	7	4	0	0,06	0,20	6	-3	0	-3		1	4	4	-951	1.111
60	5	1	0	6	4	0	0,21	0,22	6	-4	0	-4		1	3	3	-947	1.104
61	5	1	0	7	4	0	0,35	0,23	6	-4	0	-4		0	3	3	-944	1.098
62	19	1	0	21	4	1	0,33	0,27	6	10	0	10		3	20	20	-924	1.091
63	32	1	0	33	4	2	0,31	0,30	6	23	0	23		6	35	35	-889	1.085
64	30	1	0	32	4	2	0,25	0,28	6	21	0	21		5	33	33	-856	1.078
65	28	1	0	30	4	1	0,35	0,29	6	19	0	19		5	31	31	-826	1.072
66	23	1	0	24	4	1	0,25	0,27	6	14	0	14		4	24	24	-801	1.066
67	32	1	0	33	4	2	0,10	0,27	6	23	0	23		6	35	35	-766	1.059
68	23	1	0	24	4	1	0,12	0,25	6	14	0	14		4	24	24	-742	1.053
69	9	1	0	11	4	1	0,05	0,21	6	1	0	1		1	8	8	-733	1.046
70	11	1	0	12	4	1	0,05	0,21	6	2	0	2		2	10	10	-723	1.040
71	5	1	0	6	4	0	0,04	0,19	6	-4	0	-4		1	3	3	-720	1.033
72	4	1	0	6	4	0	0,11	0,20	6	-4	0	-4		0	2	2	-718	1.027
73	4	1	0	6	4	0	0,32	0,23	5	-4	0	-4		0	2	2	-716	1.021

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
74	10	1	0	11	4	1	0,25	0,23	5	2	0	2		1	9	9	-707	1.016
75	30	1	0	32	4	2	0,33	0,29	5	22	0	22		5	33	33	-674	1.011
76	24	1	0	25	4	1	0,26	0,27	5	16	0	16		4	26	26	-648	1.005
77	31	1	0	33	4	2	0,30	0,29	5	23	0	23		5	34	34	-614	1.000
78	24	1	0	26	4	1	0,22	0,27	5	17	0	17		4	26	26	-587	994
79	28	1	0	30	4	1	0,11	0,26	5	21	0	21		5	31	31	-556	989
80	21	1	0	22	4	1	0,06	0,24	5	13	0	13		4	22	22	-534	983
81	10	1	0	12	4	1	0,08	0,21	5	3	0	3		2	10	10	-524	978
82	6	1	0	7	4	0	0,05	0,20	5	-2	0	-2		1	4	4	-520	972
83	8	1	0	9	4	0	0,13	0,21	5	0	0	0		1	7	7	-513	967
84	5	1	0	6	4	0	0,32	0,23	5	-3	0	-3		0	3	3	-511	961
85	13	1	0	14	4	1	0,36	0,25	5	5	0	5		2	12	12	-499	956
86	31	1	0	33	4	2	0,32	0,29	5	23	0	23		5	34	34	-464	950
87	34	1	0	36	4	2	0,32	0,30	5	26	0	26		6	38	38	-426	945
88	31	1	0	32	4	2	0,29	0,29	5	23	0	23		5	33	33	-393	939
89	31	1	0	32	4	2	0,30	0,29	5	23	0	23		5	34	34	-359	934
90	28	1	0	29	4	1	0,37	0,29	5	19	0	19		5	30	30	-329	928
91	29	1	0	30	4	2	0,23	0,28	5	21	0	21		5	31	31	-298	923
92	36	1	0	37	4	2	0,11	0,28	5	28	0	28		6	40	40	-258	917
93	22	1	0	23	4	1	0,07	0,24	5	14	0	14		4	23	23	-235	912
94	10	1	0	12	4	1	0,06	0,21	5	3	0	3		2	10	10	-225	906
95	6	1	0	8	4	0	0,05	0,20	5	-1	0	-1		1	5	5	-220	901
96	5	1	0	7	4	0	0,06	0,20	5	-2	0	-2		1	4	4	-216	895
97	5	1	0	7	4	0	0,49	0,25	5	-3	0	-3		0	3	3	-213	890
98	6	1	0	8	4	0	0,26	0,22	5	-2	0	-2		1	5	5	-208	884
99	48	1	0	50	4	2	0,24	0,33	5	41	0	41		9	55	55	-153	879
100	25	1	0	27	4	1	0,27	0,27	5	18	0	18		4	27	27	-126	874
101	23	1	0	25	4	1	0,38	0,28	5	15	0	15		4	25	25	-101	868
102	26	1	0	28	4	1	0,25	0,27	5	18	0	18		5	28	28	-73	863
103	37	1	0	39	4	2	0,13	0,29	5	30	0	30		7	42	42	-31	857
104	24	1	0	26	4	1	0,08	0,25	5	17	0	17		4	26	26	-5	852
105	13	1	0	15	4	1	0,06	0,22	5	5	0	5		2	13	13	8	846
106	8	1	0	10	4	0	0,05	0,20	5	1	0	1		1	7	7	15	841
107	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	5	-2	0	-2		1	4	4	20	835
108	5	1	0	6	4	0	0,41	0,24	5	-3	0	-3		0	3	3	23	830
109	8	1	0	10	4	0	0,44	0,25	5	0	0	0		1	7	7	30	824
110	42	1	0	43	4	2	0,44	0,34	5	33	0	33		7	46	46	76	819
111	45	1	0	46	4	2	0,43	0,34	5	37	0	37		8	50	50	126	813
112	45	1	0	46	4	2	0,44	0,34	5	37	0	37		0	42	42	168	808
113	44	1	0	45	4	2	0,46	0,34	5	36	0	36		0	41	41	210	802
114	44	1	0	46	4	2	0,44	0,34	5	36	0	36		0	42	42	251	797
115	47	1	0	48	4	2	0,25	0,33	5	39	0	39		0	45	45	296	791
116	44	1	0	46	4	2	0,10	0,30	5	37	0	37		0	42	42	338	786
117	26	1	0	27	4	1	0,07	0,25	5	18	0	18		0	23	23	362	780
118	10	1	0	12	4	1	0,06	0,21	5	3	0	3		2	10	10	371	775
119	7	1	0	9	4	0	0,05	0,20	5	0	0	0		0	5	5	376	769

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
120	6	1	0	8	4	0	0,18	0,22	5	-2	0	-2		0	4	4	380	764
121	5	2	0	7	4	0	0,32	0,23	5	-2	0	-2		0	3	3	383	758
122	19	2	0	20	4	1	0,49	0,29	5	11	0	11		0	16	16	399	753
123	33	2	0	34	4	2	0,43	0,31	5	25	0	25		0	30	30	430	747
124	51	2	0	52	4	3	0,47	0,36	5	43	0	43		0	48	48	478	742
125	45	2	0	46	4	2	0,47	0,35	5	37	0	37		0	42	42	520	737
126	49	2	0	51	4	3	0,39	0,35	5	41	0	41		0	47	47	567	731
127	48	2	0	50	4	2	0,15	0,32	5	41	0	41		0	46	46	613	726
128	41	2	0	42	4	2	0,07	0,29	5	33	0	33		0	39	39	652	720
129	16	2	0	17	4	1	0,06	0,22	5	8	0	8		0	14	14	666	715
130	7	2	0	9	4	0	0,05	0,20	5	0	0	0		0	5	5	671	709
131	6	2	0	8	4	0	0,06	0,20	5	-1	0	-1		0	4	4	675	704
132	5	2	0	6	4	0	0,19	0,21	5	-3	0	-3		0	3	3	678	698
133	6	2	0	8	4	0	0,17	0,21	5	-2	0	-2		0	4	4	682	693
134	20	2	0	21	4	1	0,36	0,27	5	12	0	12		0	17	17	699	687
135	18	2	0	20	4	1	0,49	0,28	5	10	0	10		0	15	15	714	682
136	38	2	0	40	4	2	0,49	0,33	5	30	0	30		0	35	35	750	676
137	52	2	0	54	4	3	0,31	0,35	5	44	0	44		0	50	50	800	671
138	52	2	0	54	4	3	0,34	0,35	5	44	0	44		0	50	50	849	665
139	33	2	0	35	4	2	0,28	0,30	5	25	0	25		0	31	31	880	660
140	37	2	0	38	4	2	0,10	0,28	5	29	0	29		0	35	35	915	654
141	30	2	0	32	4	2	0,12	0,27	5	23	0	23		0	28	28	943	649
142	10	2	0	12	4	1	0,11	0,22	5	3	0	3		0	8	8	951	643
143	13	2	0	15	4	1	0,27	0,24	5	5	0	5		0	11	11	962	638
144	11	2	0	13	4	1	0,49	0,27	5	3	0	3		0	9	9	971	632
145	29	2	0	31	4	2	0,49	0,31	5	21	0	21		0	27	27	997	627
146	53	2	0	55	4	3	0,42	0,36	5	45	0	45		0	51	51	1.048	621
147	53	2	0	55	4	3	0,49	0,37	5	45	0	45		0	51	51	1.099	616
148	46	2	0	48	4	2	0,29	0,33	5	38	0	38		0	44	44	1.143	610
149	53	2	0	55	4	3	0,25	0,34	5	45	0	45		0	51	51	1.194	605
150	32	2	0	34	4	2	0,16	0,28	5	24	0	24		0	30	30	1.224	600
151	28	2	0	29	4	1	0,09	0,26	5	20	0	20		0	26	26	1.249	594
152	17	2	0	19	4	1	0,08	0,23	5	10	0	10		0	15	15	1.265	589
153	10	2	0	12	4	1	0,07	0,21	5	3	0	3		0	8	8	1.273	583
154	8	2	0	10	4	1	0,06	0,21	5	1	0	1		0	6	6	1.279	578
155	7	2	0	9	4	0	0,09	0,21	5	0	0	0		0	5	5	1.285	572
156	6	2	0	8	4	0	0,49	0,25	5	-2	0	-2		0	4	4	1.288	567
157	11	2	0	12	4	1	0,47	0,26	0	8	0	8		0	8	8	1.296	567
158	55	2	0	56	4	3	0,39	0,36	0	52	0	52		0	52	52	1.349	567
159	53	2	0	55	4	3	0,42	0,36	0	51	0	51		0	51	51	1.399	567
160	44	2	0	45	4	2	0,29	0,32	0	41	0	41		0	41	41	1.441	567
161	47	2	0	48	4	2	0,26	0,33	0	45	0	45		0	45	45	1.485	567
162	33	2	0	35	4	2	0,14	0,28	0	31	0	31		0	31	31	1.516	567
163	29	2	0	30	4	2	0,06	0,26	0	27	0	27		0	27	27	1.543	567
164	16	2	0	17	4	1	0,05	0,22	0	14	0	14		0	14	14	1.556	567
165	7	2	0	8	4	0	0,05	0,20	0	5	0	5		0	5	5	1.561	567

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
166	5	2	0	7	4	0	0,05	0,20	0	3	0	3		0	3	3	1.564	567
167	6	2	0	7	4	0	0,06	0,20	0	4	0	4		0	4	4	1.568	567
168	6	2	0	7	4	0	0,19	0,21	0	4	0	4		0	4	4	1.572	567
169	7	2	0	8	4	0	0,49	0,25	0	4	0	4	294	0	4	-290	1.282	567
170	21	2	0	23	4	1	0,49	0,29	0	19	0	19		0	19	19	1.301	567
171	56	2	0	58	4	3	0,49	0,38	0	54	0	54		0	54	54	1.355	567
172	56	2	0	58	4	3	0,49	0,38	0	54	0	54		0	54	54	1.408	567
173	56	2	0	58	4	3	0,46	0,37	0	53	0	53		0	53	53	1.462	567
174	56	2	0	58	4	3	0,36	0,36	0	54	0	54		0	54	54	1.515	567
175	53	2	0	54	4	3	0,26	0,34	0	51	0	51		0	51	51	1.566	567
176	41	2	0	43	4	2	0,15	0,30	0	39	0	39		0	39	39	1.605	567
177	30	2	0	32	4	2	0,08	0,26	0	28	0	28		0	28	28	1.633	567
178	17	2	0	19	4	1	0,06	0,23	0	15	0	15		0	15	15	1.648	567
179	9	2	0	11	4	1	0,08	0,21	0	8	0	8		0	8	8	1.656	567
180	7	2	0	8	4	0	0,12	0,21	0	5	0	5		0	5	5	1.661	567
181	9	2	0	11	4	1	0,32	0,24	0	7	0	7		0	7	7	1.668	567
182	14	2	0	15	4	1	0,26	0,24	0	12	0	12		0	12	12	1.679	566
183	38	2	0	40	4	2	0,26	0,30	0	36	0	36		0	36	36	1.715	566
184	30	2	0	32	4	2	0,24	0,28	0	28	0	28		0	28	28	1.744	566
185	30	2	0	32	4	2	0,37	0,30	0	28	0	28		0	28	28	1.771	566
186	28	2	0	30	4	1	0,20	0,27	0	26	0	26		0	26	26	1.797	566
187	43	2	0	45	4	2	0,09	0,30	0	41	0	41		0	41	41	1.838	566
188	23	2	0	25	4	1	0,04	0,24	0	21	0	21		0	21	21	1.860	566
189	10	2	0	12	4	1	0,04	0,21	0	8	0	8		0	8	8	1.868	566
190	5	2	0	7	4	0	0,04	0,20	0	3	0	3		0	3	3	1.871	566
191	4	2	0	6	4	0	0,04	0,19	0	2	0	2		0	2	2	1.873	566
192	5	2	0	6	4	0	0,33	0,23	0	2	0	2		0	2	2	1.876	566
193	5	2	0	7	4	0	0,32	0,23	0	3	0	3		0	3	3	1.879	566
194	39	2	0	41	4	2	0,49	0,34	0	37	0	37		0	37	37	1.915	566
195	38	2	0	40	4	2	0,29	0,31	0	36	0	36		0	36	36	1.951	566
196	59	2	0	61	4	3	0,38	0,37	0	57	0	57		0	57	57	2.008	566
197	35	2	0	37	4	2	0,49	0,33	0	32	0	32		0	32	32	2.040	566
198	45	2	0	47	4	2	0,44	0,34	0	43	0	43		0	43	43	2.083	566
199	59	2	0	61	4	3	0,26	0,36	0	57	0	57		0	57	57	2.140	566
200	53	2	0	55	4	3	0,11	0,32	0	51	0	51		0	51	51	2.191	566
201	31	2	0	33	4	2	0,06	0,26	0	30	0	30		0	30	30	2.221	566
202	14	2	0	15	4	1	0,05	0,22	0	12	0	12		0	12	12	2.233	566
203	7	2	0	9	4	0	0,11	0,21	0	5	0	5		0	5	5	2.238	566
204	6	2	0	8	4	0	0,38	0,24	0	4	0	4		0	4	4	2.242	566
205	14	2	0	16	4	1	0,35	0,26	0	12	0	12		0	12	12	2.254	566
206	47	2	0	49	4	2	0,30	0,33	0	45	0	45		0	45	45	2.299	566
207	43	2	0	45	4	2	0,15	0,30	0	41	0	41		0	41	41	2.340	566
208	37	2	0	39	4	2	0,21	0,30	0	35	0	35		0	35	35	2.375	566
209	19	2	0	20	4	1	0,23	0,25	0	17	0	17		0	17	17	2.392	566
210	26	2	0	28	4	1	0,22	0,27	0	24	0	24		0	24	24	2.416	566
211	28	2	0	30	4	2	0,06	0,26	0	27	0	27		0	27	27	2.442	566

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
212	28	2	0	30	4	1	0,04	0,25	0	26	0	26		0	26	26	2.468	566
213	8	2	0	10	4	0	0,04	0,20	0	6	0	6		0	6	6	2.474	566
214	5	2	0	6	4	0	0,05	0,20	0	3	0	3		0	3	3	2.477	566
215	5	2	0	7	4	0	0,09	0,20	0	3	0	3		0	3	3	2.480	566
216	6	2	0	7	4	0	0,49	0,25	0	3	0	3		0	3	3	2.484	566
217	11	2	0	13	4	1	0,49	0,27	0	9	0	9		0	9	9	2.492	566
218	62	2	0	64	4	3	0,34	0,38	0	60	0	60		0	60	60	2.552	566
219	62	2	0	64	4	3	0,45	0,39	0	60	0	60		0	60	60	2.612	566
220	43	2	0	45	4	2	0,26	0,32	0	41	0	41		0	41	41	2.653	566
221	57	2	0	59	4	3	0,30	0,36	0	55	0	55		0	55	55	2.708	566
222	32	2	0	34	4	2	0,27	0,29	0	30	0	30		0	30	30	2.738	566
223	38	2	0	40	4	2	0,19	0,30	0	36	0	36		0	36	36	2.774	566
224	35	2	0	36	4	2	0,06	0,27	0	33	0	33		0	33	33	2.807	566
225	23	2	0	25	4	1	0,05	0,24	0	22	0	22		0	22	22	2.829	566
226	7	2	0	9	4	0	0,05	0,20	0	6	0	6		0	6	6	2.835	566
227	7	2	0	8	4	0	0,06	0,20	0	5	0	5		0	5	5	2.840	566
228	7	2	0	9	4	0	0,10	0,21	0	5	0	5		0	5	5	2.845	566
229	8	2	0	10	4	1	0,30	0,24	0	6	0	6		0	6	6	2.851	566
230	14	2	0	15	4	1	0,49	0,27	0	11	0	11		0	11	11	2.862	566
231	39	2	0	41	4	2	0,49	0,34	0	36	0	36		0	36	36	2.899	566
232	63	2	0	65	4	3	0,32	0,38	0	61	0	61		0	61	61	2.960	566
233	63	2	0	65	4	3	0,36	0,38	0	61	0	61		0	61	61	3.022	566
234	42	2	0	44	4	2	0,20	0,31	0	40	0	40		0	40	40	3.062	566
235	47	2	0	49	4	2	0,07	0,30	0	45	0	45		0	45	45	3.107	566
236	26	2	0	28	4	1	0,05	0,25	0	24	0	24		0	24	24	3.131	566
237	9	2	0	11	4	1	0,04	0,21	0	8	0	8		0	8	8	3.139	566
238	6	2	0	8	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	3.143	566
239	5	2	0	7	4	0	0,06	0,20	0	3	0	3		0	3	3	3.146	566
240	6	2	0	8	4	0	0,08	0,20	0	4	0	4		0	4	4	3.151	566
241	8	2	0	10	4	0	0,20	0,22	0	6	0	6		0	6	6	3.157	566
242	11	2	0	13	4	1	0,25	0,24	0	9	0	9		0	9	9	3.166	566
243	27	2	0	29	4	1	0,40	0,29	0	25	0	25		0	25	25	3.190	566
244	33	2	0	35	4	2	0,25	0,29	0	31	0	31		0	31	31	3.222	566
245	53	2	0	55	4	3	0,24	0,34	0	51	0	51		0	51	51	3.273	566
246	33	2	0	35	4	2	0,21	0,29	0	31	0	31		0	31	31	3.304	566
247	31	2	0	33	4	2	0,10	0,27	0	30	0	30		0	30	30	3.334	566
248	27	2	0	29	4	1	0,05	0,25	0	26	0	26		0	26	26	3.360	566
249	13	2	0	15	4	1	0,04	0,22	0	12	0	12		0	12	12	3.371	566
250	6	2	0	8	4	0	0,04	0,20	0	5	0	5		0	5	5	3.376	566
251	5	2	0	7	4	0	0,04	0,19	0	3	0	3		0	3	3	3.379	566
252	5	2	0	7	4	0	0,04	0,20	0	3	0	3		0	3	3	3.382	566
253	5	2	0	7	4	0	0,21	0,22	0	3	0	3		0	3	3	3.385	566
254	5	2	0	7	4	0	0,26	0,22	0	3	0	3		0	3	3	3.388	566
255	29	2	0	31	4	2	0,36	0,29	0	27	0	27		0	27	27	3.415	566
256	35	2	0	37	4	2	0,31	0,30	0	33	0	33		0	33	33	3.449	566
257	49	2	0	51	4	3	0,25	0,33	0	47	0	47		0	47	47	3.496	566

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
258	42	2	0	44	4	2	0,12	0,30	0	40	0	40		0	40	40	3.536	566
259	34	2	0	36	4	2	0,15	0,28	0	33	0	33		0	33	33	3.569	566
260	17	2	0	19	4	1	0,05	0,23	0	15	0	15		0	15	15	3.584	566
261	20	2	0	22	4	1	0,04	0,23	0	18	0	18		0	18	18	3.602	566
262	6	2	0	8	4	0	0,05	0,20	0	5	0	5		0	5	5	3.607	566
263	5	2	0	7	4	0	0,11	0,21	0	4	0	4		0	4	4	3.611	566
264	6	2	0	8	4	0	0,22	0,22	0	4	0	4		0	4	4	3.615	566
265	15	2	0	17	4	1	0,30	0,25	0	13	0	13		0	13	13	3.628	566
266	31	2	0	33	4	2	0,20	0,28	0	29	0	29		0	29	29	3.657	566
267	42	2	0	44	4	2	0,41	0,33	0	40	0	40		0	40	40	3.697	566
268	28	2	0	30	4	2	0,48	0,31	0	26	0	26		0	26	26	3.723	566
269	58	2	0	60	4	3	0,23	0,35	0	56	0	56		0	56	56	3.779	566
270	68	2	0	70	4	3	0,11	0,36	0	66	0	66		0	66	66	3.845	566
271	32	2	0	34	4	2	0,05	0,26	0	30	0	30		0	30	30	3.875	566
272	15	2	0	17	4	1	0,03	0,22	0	14	0	14		0	14	14	3.889	566
273	7	2	0	9	4	0	0,03	0,20	0	5	0	5		0	5	5	3.894	566
274	4	2	0	6	4	0	0,03	0,19	0	3	0	3		0	3	3	3.897	566
275	4	2	0	6	4	0	0,09	0,20	0	2	0	2		0	2	2	3.899	566
276	4	2	0	6	4	0	0,42	0,24	0	2	0	2		0	2	2	3.902	566
277	13	2	0	15	4	1	0,42	0,26	0	11	0	11		0	11	11	3.913	566
278	60	2	0	62	4	3	0,49	0,39	0	58	0	58		0	58	58	3.971	566
279	60	2	0	62	4	3	0,28	0,36	0	58	0	58		0	58	58	4.029	566
280	70	2	0	72	4	4	0,33	0,39	0	68	0	68		0	68	68	4.097	566
281	40	2	0	42	4	2	0,27	0,31	0	38	0	38		0	38	38	4.135	566
282	47	2	0	49	4	2	0,18	0,32	0	45	0	45		0	45	45	4.180	566
283	39	2	0	41	4	2	0,19	0,30	0	37	0	37		0	37	37	4.217	566
284	26	2	0	28	4	1	0,13	0,26	0	24	0	24		0	24	24	4.241	566
285	27	2	0	29	4	1	0,05	0,25	0	26	0	26		0	26	26	4.267	566
286	19	2	0	21	4	1	0,08	0,23	0	17	0	17		0	17	17	4.284	566
287	7	2	0	9	4	0	0,12	0,21	0	6	0	6		0	6	6	4.290	566
288	11	2	0	13	4	1	0,49	0,27	0	9	0	9		0	9	9	4.298	566
289	18	2	0	20	4	1	0,49	0,28	0	16	0	16		0	16	16	4.314	566
290	72	2	0	74	4	4	0,36	0,40	0	70	0	70		0	70	70	4.384	566
291	72	2	0	74	4	4	0,22	0,39	0	70	0	70		0	70	70	4.454	566
292	53	2	0	55	4	3	0,31	0,35	0	51	0	51		0	51	51	4.505	566
293	33	2	0	35	4	2	0,31	0,30	0	31	0	31		0	31	31	4.536	566
294	46	2	0	48	4	2	0,29	0,33	0	44	0	44		0	44	44	4.580	566
295	45	2	0	47	4	2	0,17	0,31	0	44	0	44		0	44	44	4.624	566
296	42	2	0	45	4	2	0,10	0,30	0	41	0	41		0	41	41	4.665	566
297	26	2	0	28	4	1	0,07	0,25	0	24	0	24		0	24	24	4.689	566
298	14	2	0	16	4	1	0,05	0,22	0	13	0	13		0	13	13	4.702	566
299	10	2	0	12	4	1	0,16	0,22	0	8	0	8		0	8	8	4.710	566
300	7	2	0	9	4	0	0,49	0,26	0	5	0	5		0	5	5	4.715	566
301	24	2	0	26	4	1	0,49	0,30	0	22	0	22		0	22	22	4.737	566
302	74	2	0	76	4	4	0,49	0,42	0	72	0	72		0	72	72	4.809	566
303	74	2	0	76	4	4	0,46	0,42	0	72	0	72		0	72	72	4.880	566

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
304	74	2	0	76	4	4	0,33	0,40	0	72	0	72		0	72	72	4.952	566
305	69	2	0	71	4	4	0,31	0,39	0	67	0	67		0	67	67	5.020	566
306	50	2	0	52	4	3	0,26	0,34	0	48	0	48		0	48	48	5.068	566
307	47	2	0	49	4	2	0,23	0,33	0	46	0	46		0	46	46	5.113	566
308	39	2	0	41	4	2	0,06	0,28	0	38	0	38		0	38	38	5.151	566
309	34	2	0	37	4	2	0,05	0,27	0	33	0	33		0	33	33	5.184	566
310	10	2	0	12	4	1	0,05	0,21	0	8	0	8		0	8	8	5.192	566
311	7	2	0	9	4	0	0,11	0,21	0	6	0	6		0	6	6	5.198	566
312	7	2	0	9	4	0	0,22	0,22	0	6	0	6		0	6	6	5.203	566
313	16	2	0	19	4	1	0,41	0,27	0	15	0	15		0	15	15	5.218	566
314	35	2	0	37	4	2	0,49	0,33	0	33	0	33		0	33	33	5.251	566
315	63	2	0	66	4	3	0,28	0,37	0	62	0	62		0	62	62	5.312	566
316	75	2	0	78	4	4	0,38	0,41	0	74	0	74		0	74	74	5.386	566
317	42	2	0	45	4	2	0,35	0,33	0	41	0	41		0	41	41	5.427	566
318	58	2	0	61	4	3	0,23	0,35	0	57	0	57		0	57	57	5.484	566
319	55	2	0	57	4	3	0,27	0,35	0	53	0	53		0	53	53	5.537	566
320	36	2	0	38	4	2	0,09	0,28	0	35	0	35		0	35	35	5.572	566
321	42	2	0	44	4	2	0,18	0,31	0	40	0	40		0	40	40	5.612	566
322	14	2	0	17	4	1	0,17	0,24	0	13	0	13		0	13	13	5.625	566
323	28	2	0	31	4	2	0,08	0,26	0	27	0	27		0	27	27	5.652	566
324	27	2	0	29	4	1	0,09	0,26	0	26	0	26		0	26	26	5.677	566
325	12	2	0	15	4	1	0,43	0,26	0	10	0	10		0	10	10	5.688	566
326	15	2	0	17	4	1	0,49	0,28	0	13	0	13		0	13	13	5.701	566
327	67	2	0	70	4	3	0,39	0,40	0	66	0	66		0	66	66	5.767	566
328	77	2	0	80	4	4	0,41	0,42	0	76	0	76		0	76	76	5.842	566
329	61	2	0	64	4	3	0,49	0,39	0	60	0	60		0	60	60	5.902	566
330	65	2	0	67	4	3	0,18	0,36	0	63	0	63		0	63	63	5.965	566
331	77	2	0	80	4	4	0,08	0,38	0	76	0	76		0	76	76	6.041	566
332	29	2	0	31	4	2	0,16	0,27	0	27	0	27		0	27	27	6.068	566
333	13	2	0	15	4	1	0,09	0,22	0	12	0	12		0	12	12	6.080	566
334	25	2	0	27	4	1	0,11	0,25	0	24	0	24		0	24	24	6.104	566
335	14	2	0	16	4	1	0,06	0,22	0	13	0	13		0	13	13	6.116	566
336	17	2	0	20	4	1	0,07	0,23	0	16	0	16		0	16	16	6.132	566
337	10	2	0	12	4	1	0,29	0,24	0	8	0	8		0	8	8	6.140	566
338	12	2	0	14	4	1	0,20	0,23	0	11	0	11		0	11	11	6.151	566
339	48	2	0	50	4	2	0,18	0,32	0	46	0	46		0	46	46	6.197	566
340	32	2	0	35	4	2	0,18	0,28	0	31	0	31		0	31	31	6.228	566
341	30	2	0	32	4	2	0,16	0,27	0	28	0	28		0	28	28	6.256	566
342	29	2	0	32	4	2	0,07	0,26	0	28	0	28		0	28	28	6.285	566
343	26	2	0	28	4	1	0,04	0,25	0	24	0	24		0	24	24	6.309	566
344	11	2	0	14	4	1	0,03	0,21	0	10	0	10		0	10	10	6.319	566
345	6	2	0	9	4	0	0,03	0,20	0	5	0	5		0	5	5	6.324	566
346	5	2	0	8	4	0	0,04	0,20	0	4	0	4		0	4	4	6.329	566
347	5	2	0	7	4	0	0,18	0,21	0	3	0	3		0	3	3	6.332	566
348	6	2	0	8	4	0	0,33	0,23	0	4	0	4		0	4	4	6.336	566
349	30	2	0	33	4	2	0,49	0,32	0	29	0	29		0	29	29	6.365	566

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
350	55	2	0	57	4	3	0,38	0,36	0	53	0	53		0	53	53	6.418	566
351	81	2	0	84	4	4	0,49	0,44	0	79	0	79		0	79	79	6.498	566
352	64	2	0	66	4	3	0,47	0,40	0	62	0	62		0	62	62	6.559	566
353	81	2	0	84	4	4	0,33	0,42	0	80	0	80		0	80	80	6.639	566
354	79	2	0	81	4	4	0,29	0,41	0	77	0	77		0	77	77	6.716	566
355	55	2	0	57	4	3	0,21	0,34	0	54	0	54		0	54	54	6.770	566
356	47	2	0	50	4	2	0,07	0,31	0	46	0	46		0	46	46	6.816	566
357	35	2	0	37	4	2	0,05	0,27	0	34	0	34		0	34	34	6.850	566
358	12	2	0	15	4	1	0,05	0,22	0	11	0	11		0	11	11	6.861	566
359	8	2	0	10	3	1	0,00	0,20	0	7	0	7		0	7	7	6.868	566
360	9	2	0	11	3	1	0,00	0,20	0	8	0	8		0	8	8	6.875	566

Márgen del año 30: **539** millones
Valor residual : 10 veces el margén del año 30: **5.393** millones
actualización a valor presente del valor residual: **309**

NOTAS:

1 MES DE ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS X 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = ENERGIA MENSUAL POR PRECIO BASE DE LA ENERGÍA
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = POTENCIA FIRME POR PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA
4 EGRESOS POR PEAJES ELÉCTRICOS
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente)
7 COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (5) (INGRESOS TOTALES)
8 SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw/ año
9 IMPREVISTOS = 5% * [(4)+(6)+(7)+(8)+(9)]
10 DEPRECIACIÓN = INVERSIÓN INICIAL / CANTIDAD DE AÑOS PARA DEPRECIAR LA INVERSIÓN INICIAL. SE PRORATEA EN FORMA MENSUAL.-
11 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10)
12 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
13 BENEFICIO NETO = (11) - (12)
14 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
15 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL (SE RECUPERA IVA CUANDO EXISTEN UTILIDADES NEGATIVAS)
16 INGRESO NETO = (5) - (6) + (12) - (15)
17 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (14)
18 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
19 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (10)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)
INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE POR LO MENOS EN 3 AÑOS
SE DEBE AGREGAR UN VALOR RESIDUAL HASTA LOS 40 AÑOS DE VIDA UTIL (INFORME DE LAS NACIONES UNIDAS PAG 160)

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.3.- Análisis Financiero

A continuación se presentan las planillas de cálculo del análisis financiero para la tasa de interés de 10% y la sensibilización con tasas 8% y 12%.

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 8,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL BIO BIO NEGRETE DERIVADO RIHUE - RÍO BIO BIO

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	8,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	1.869
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	1.959	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	260
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	294	PERÍODO EFECTIVO PAGO DEUDA (n)	(Años) =	12			
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	372			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0								0						0	0	0	0	1.959	0	1.959	1.959	0	0	0	0
1	151	0	151	44	8	2	3	94	353	-259	0	18	112	112	112	112	112	0	157	1.959	2.116	0	0	0	112
2	267	0	267	46	13	3	3	296	353	-152	0	38	240	240	240	352	352	0	169	1.959	2.128	0	0	0	352
3	234	0	234	46	12	3	3	467	229	-58	0	32	203	203	203	555	555	0	170	1.959	2.129	0	0	0	555
4	292	0	292	46	15	3	3	691	77	147	25	43	242	242	242	797	797	0	170	1.959	2.129	103	157	260	537
5	333	0	333	46	17	3	3	955	77	186	32	50	282	282	282	1.079	819	0	14	1.856	1.869	111	148	260	559
6	238	0	238	45	12	2	3	1.130	77	99	17	33	193	193	193	1.272	752	0	1	1.744	1.745	120	140	260	492
7	219	0	219	45	11	2	3	1.288	66	92	16	30	172	172	172	1.444	664	0	0	1.624	1.624	130	130	260	404
8	293	0	293	45	15	3	3	1.516	66	162	28	43	243	243	243	1.687	647	0	0	1.494	1.494	140	120	260	387
9	246	0	246	46	12	3	3	1.698	66	117	20	35	197	197	197	1.884	584	0	0	1.353	1.353	152	108	260	324
10	386	0	386	47	19	3	3	2.011	66	247	42	0	271	271	271	2.155	595	0	0	1.202	1.202	164	96	260	335
11	344	0	344	46	17	3	3	2.285	66	208	35	0	239	239	239	2.394	574	0	0	1.038	1.038	177	83	260	314
12	340	0	340	47	17	4	3	2.554	66	203	35	0	234	234	234	2.628	549	0	0	861	861	191	69	260	289
13	363	0	363	46	18	3	3	2.847	66	227	39	0	254	254	254	2.883	543	0	0	670	670	206	54	260	283
14	329	0	329	45	16	2	3	3.109	0	262	44	0	217	217	217	3.100	500	0	0	464	464	223	37	260	240
15	429	0	429	47	21	4	4	3.463	0	354	60	0	294	294	294	3.394	534	59	0	241	241	241	19	260	274
16	260	0	260	45	13	2	3	3.660	0	197	33	37	201	201	201	3.594	475	59	0	0	0	0	0	0	475
17	413	0	413	47	21	3	4	3.999	0	339	58	0	281	281	281	3.876	756	59	0	0	0	0	0	0	756
18	286	0	286	45	14	2	3	4.220	0	222	38	0	184	184	184	4.060	940	59	0	0	0	0	0	0	940
19	407	0	407	46	20	3	3	4.555	0	335	57	0	278	278	278	4.338	1.218	59	0	0	0	0	0	0	1.218
20	351	0	351	45	18	3	3	4.838	0	282	48	0	234	234	234	4.572	1.453	0	0	0	0	0	0	0	1.453
21	276	0	276	44	14	2	3	5.051	0	213	36	0	177	177	177	4.749	1.629	0	0	0	0	0	0	0	1.629
22	278	0	278	45	14	2	3	5.264	0	214	36	0	178	178	178	4.926	1.807	0	0	0	0	0	0	0	1.807
23	332	0	332	45	17	2	3	5.529	0	264	45	0	219	219	219	5.146	2.026	0	0	0	0	0	0	0	2.026
24	443	0	443	46	22	3	4	5.897	0	368	63	0	306	306	306	5.451	2.332	0	0	0	0	0	0	0	2.332
25	463	0	463	46	23	3	4	6.284	0	387	66	0	321	321	321	5.772	2.653	0	0	0	0	0	0	0	2.653
26	534	0	534	46	27	3	4	6.738	0	455	77	0	377	377	377	6.150	3.030	0	0	0	0	0	0	0	3.030
27	520	0	520	46	26	3	4	7.180	0	441	75	0	366	366	366	6.516	3.397	0	0	0	0	0	0	0	3.397
28	501	0	501	46	25	3	4	7.603	0	423	72	0	351	351	351	6.867	3.748	0	0	0	0	0	0	0	3.748
29	248	0	248	44	12	2	3	7.790	0	187	32	0	155	155	155	7.022	3.903	0	0	0	0	0	0	0	3.903
30	585	0	585	46	29	3	4	8.293	0	503	86	0	418	418	418	7.440	4.321	0	0	0	0	0	0	0	4.321

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA

(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)

(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)

(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año

(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]

(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)

(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]

(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL

(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)

(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)

(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)

(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO

(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR

(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES

(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL

(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)

(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)

(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.

(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE

(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL

(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 10,0 % (EN MILLONES DE $)

CENTRAL CANAL BIO BIO NEGRETE DERIVADO RIHUE - RÍO BIO BIO

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	10,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	1.889
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	1.959	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	288
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	294						
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	372			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0														0	0	0	0	1.959	0	1.959	1.959	0	0	0	0
1	151	0	151	44	8	2	3	94	353	-259	0	18	112	112	112	112	112	0	196	1.959	2.155	0	0	0	112
2	267	0	267	46	13	3	3	296	353	-152	0	38	240	240	240	352	352	0	215	1.959	2.175	0	0	0	352
3	234	0	234	46	12	3	3	467	229	-58	0	32	203	203	203	555	555	0	217	1.959	2.177	0	0	0	555
4	292	0	292	46	15	3	3	691	77	147	25	43	242	242	242	797	797	0	218	1.959	2.177	92	196	288	510
5	333	0	333	46	17	3	3	955	77	186	32	50	282	282	282	1.079	792	0	22	1.867	1.889	101	187	288	504
6	238	0	238	45	12	2	3	1.130	77	99	17	33	193	193	193	1.272	697	0	2	1.767	1.769	111	177	288	409
7	219	0	219	45	11	2	3	1.288	66	92	16	30	172	172	172	1.444	581	0	0	1.656	1.656	122	166	288	293
8	293	0	293	45	15	3	3	1.516	66	162	28	43	243	243	243	1.687	537	0	0	1.534	1.534	134	153	288	249
9	246	0	246	46	12	3	3	1.698	66	117	20	35	197	197	197	1.884	446	0	0	1.400	1.400	148	140	288	159
10	386	0	386	47	19	3	3	2.011	66	247	42	0	271	271	271	2.155	430	0	0	1.252	1.252	162	125	288	143
11	344	0	344	46	17	3	3	2.285	66	208	35	0	239	239	239	2.394	381	0	0	1.090	1.090	179	109	288	94
12	340	0	340	47	17	4	3	2.554	66	203	35	0	234	234	234	2.628	328	0	0	911	911	196	91	288	41
13	363	0	363	46	18	3	3	2.847	66	227	39	0	254	254	254	2.883	295	0	0	715	715	216	72	288	7
14	329	0	329	45	16	2	3	3.109	0	262	44	0	217	217	217	3.100	225	0	0	499	499	238	50	288	-63
15	429	0	429	47	21	4	4	3.463	0	354	60	0	294	294	294	3.394	231	59	0	261	261	261	26	288	-56
16	260	0	260	45	13	2	3	3.660	0	197	33	37	201	201	201	3.594	144	59	0	0	0	0	0	0	144
17	413	0	413	47	21	3	4	3.999	0	339	58	0	281	281	281	3.876	426	59	0	0	0	0	0	0	426
18	286	0	286	45	14	2	3	4.220	0	222	38	0	184	184	184	4.060	610	59	0	0	0	0	0	0	610
19	407	0	407	46	20	3	3	4.555	0	335	57	0	278	278	278	4.338	888	59	0	0	0	0	0	0	888
20	351	0	351	45	18	3	3	4.838	0	282	48	0	234	234	234	4.572	1.122	0	0	0	0	0	0	0	1.122
21	276	0	276	44	14	2	3	5.051	0	213	36	0	177	177	177	4.749	1.299	0	0	0	0	0	0	0	1.299
22	278	0	278	45	14	2	3	5.264	0	214	36	0	178	178	178	4.926	1.476	0	0	0	0	0	0	0	1.476
23	332	0	332	45	17	2	3	5.529	0	264	45	0	219	219	219	5.146	1.696	0	0	0	0	0	0	0	1.696
24	443	0	443	46	22	3	4	5.897	0	368	63	0	306	306	306	5.451	2.001	0	0	0	0	0	0	0	2.001
25	463	0	463	46	23	3	4	6.284	0	387	66	0	321	321	321	5.772	2.322	0	0	0	0	0	0	0	2.322
26	534	0	534	46	27	3	4	6.738	0	455	77	0	377	377	377	6.150	2.700	0	0	0	0	0	0	0	2.700
27	520	0	520	46	26	3	4	7.180	0	441	75	0	366	366	366	6.516	3.066	0	0	0	0	0	0	0	3.066
28	501	0	501	46	25	3	4	7.603	0	423	72	0	351	351	351	6.867	3.417	0	0	0	0	0	0	0	3.417
29	248	0	248	44	12	2	3	7.790	0	187	32	0	155	155	155	7.022	3.572	0	0	0	0	0	0	0	3.572
30	585	0	585	46	29	3	4	8.293	0	503	86	0	418	418	418	7.440	3.990	0	0	0	0	0	0	0	3.990

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA

(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)

(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)

(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año

(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]

(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)

(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]

(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL

(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)

(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)

(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)

(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO

(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR

(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES

(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL

(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)

(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)

(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.

(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE

(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL

(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 12,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL BIO BIO NEGRETE DERIVADO RIHUE - RÍO BIO BIO

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	12,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	1.910
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	1.959	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	316
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	294	PERÍODO EFECTIVO PAGO DEUDA (n)	(Años) =	12			
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	372			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0														0	0	0	0	1.959	0	1.959	1.959	0	0	0	0
1	151	0	151	44	8	2	3	94	353	-259	0	18	112	112	112	112	112	0	235	1.959	2.194	0	0	0	112
2	267	0	267	46	13	3	3	296	353	-152	0	38	240	240	240	352	352	0	263	1.959	2.222	0	0	0	352
3	234	0	234	46	12	3	3	467	229	-58	0	32	203	203	203	555	555	0	267	1.959	2.226	0	0	0	555
4	292	0	292	46	15	3	3	691	77	147	25	43	242	242	242	797	797	0	267	1.959	2.226	81	235	316	481
5	333	0	333	46	17	3	3	955	77	186	32	50	282	282	282	1.079	763	0	32	1.878	1.910	91	225	316	447
6	238	0	238	45	12	2	3	1.130	77	99	17	33	193	193	193	1.272	639	0	4	1.787	1.791	102	214	316	323
7	219	0	219	45	11	2	3	1.288	66	92	16	30	172	172	172	1.444	495	0	0	1.685	1.686	114	202	316	178
8	293	0	293	45	15	3	3	1.516	66	162	28	43	243	243	243	1.687	422	0	0	1.571	1.571	128	189	316	106
9	246	0	246	46	12	3	3	1.698	66	117	20	35	197	197	197	1.884	303	0	0	1.443	1.443	143	173	316	-14
10	386	0	386	47	19	3	3	2.011	66	247	42	0	271	271	271	2.155	258	0	0	1.300	1.300	160	156	316	-59
11	344	0	344	46	17	3	3	2.285	66	208	35	0	239	239	239	2.394	180	0	0	1.140	1.140	179	137	316	-136
12	340	0	340	47	17	4	3	2.554	66	203	35	0	234	234	234	2.628	98	0	0	961	961	201	115	316	-218
13	363	0	363	46	18	3	3	2.847	66	227	39	0	254	254	254	2.883	36	0	0	760	760	225	91	316	-280
14	329	0	329	45	16	2	3	3.109	0	262	44	0	217	217	217	3.100	-63	0	0	534	534	252	64	316	-379
15	429	0	429	47	21	4	4	3.463	0	354	60	0	294	294	294	3.394	-85	59	0	282	282	282	34	316	-401
16	260	0	260	45	13	2	3	3.660	0	197	33	37	201	201	201	3.594	-201	59	0	0	0	0	0	0	-201
17	413	0	413	47	21	3	4	3.999	0	339	58	0	281	281	281	3.876	81	59	0	0	0	0	0	0	81
18	286	0	286	45	14	2	3	4.220	0	222	38	0	184	184	184	4.060	265	59	0	0	0	0	0	0	265
19	407	0	407	46	20	3	3	4.555	0	335	57	0	278	278	278	4.338	543	59	0	0	0	0	0	0	543
20	351	0	351	45	18	3	3	4.838	0	282	48	0	234	234	234	4.572	777	0	0	0	0	0	0	0	777
21	276	0	276	44	14	2	3	5.051	0	213	36	0	177	177	177	4.749	954	0	0	0	0	0	0	0	954
22	278	0	278	45	14	2	3	5.264	0	214	36	0	178	178	178	4.926	1.131	0	0	0	0	0	0	0	1.131
23	332	0	332	45	17	2	3	5.529	0	264	45	0	219	219	219	5.146	1.351	0	0	0	0	0	0	0	1.351
24	443	0	443	46	22	3	4	5.897	0	368	63	0	306	306	306	5.451	1.656	0	0	0	0	0	0	0	1.656
25	463	0	463	46	23	3	4	6.284	0	387	66	0	321	321	321	5.772	1.977	0	0	0	0	0	0	0	1.977
26	534	0	534	46	27	3	4	6.738	0	455	77	0	377	377	377	6.150	2.355	0	0	0	0	0	0	0	2.355
27	520	0	520	46	26	3	4	7.180	0	441	75	0	366	366	366	6.516	2.721	0	0	0	0	0	0	0	2.721
28	501	0	501	46	25	3	4	7.603	0	423	72	0	351	351	351	6.867	3.072	0	0	0	0	0	0	0	3.072
29	248	0	248	44	12	2	3	7.790	0	187	32	0	155	155	155	7.022	3.227	0	0	0	0	0	0	0	3.227
30	585	0	585	46	29	3	4	8.293	0	503	86	0	418	418	418	7.440	3.645	0	0	0	0	0	0	0	3.645

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA

(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)

(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)

(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año

(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]

(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)

(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]

(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL

(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)

(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)

(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)

(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO

(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR

(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES

(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL

(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)

(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)

(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.

(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE

(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL

(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANEXO C

PLANOS

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo C: Planos

Lámina Contenido

12-1 -Planta central hidroeléctrica canal derivado Rihue km. 0.0-km. 280 - topografía
-Perfil longitudinal canal derivado Rihue km. 10.160 a km. 11.720 - topografía
-Perfiles transversales canal derivado Rihue km. 1.200-km. 11.700 - topografía

12-2 -Perfil longitudinal tranque perfil n°1 km. 0.0 - km. 230 - topografía
-Perfil longitudinal tranque perfil n°2 km. 0.0-km. 280 - topografía
-Perfil longitudinal tranque perfil n°3 km. 0.0-km. 370 - topografía
-Perfil longitudinal n°4 tranque km. 0.0-km 430 - topografía
-Perfil longitudinal n°5 tranque km. 0.0-km 490 - topografía

12-3 -Planta de disposición general de obras de central hidroeléctrica derivado Rihue
-Perfil longitudinal descarga km. 0.0-km 70
Perfiles transversales

12-4 -Perfiles transversales sector vertedero para rechazo de carga km.11.570 – km.11.640
-Perfiles transversales sector captación de agua km.11.630-km.11.640

12-5 -Planta captación de agua
-Planta de turbina
-Planta desarenador y vertedero km.11.562 - km.11.622

12-6 -Planta de ubicación tranque de compensación capacidad 57.000 m3
-Perfil longitudinal tranque proyectado
-Perfiles transversales tranque de compensación proyectado

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

PROYECTO Nº 13
FUERZA MOTRIZ
CANAL BÍO-BÍO NEGRETE – DERIVADO RIHUE, LA TURBINA
RÍO BÍO-BÍO – REGIÓN DEL BÍO-BÍO

INDICE

1.-	Antecedentes Generales.	1.1.-
1.1.	Nombre del proyecto..	1.2.-
1.2.-	Región y comuna.	1.2.-
1.3.	Fuente hídrica.	1.2.-
1.4.-	Organización y regantes.	1.2.-
1.5.-	Informantes.	1.2.-
2.-	Carta de interés	2.1.-
2.1.-	Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).	2.2.-
2.2.-	Respuesta de la organización.	2.4.-
3.-	Antecedentes del proyecto.	3.1.-.
3.1.-	Descripción.	3.2.-.
3.2.-	Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno. . . .	3.3.-.
3.2.1.-	Planta topográfica general.	3.3.-
3.2.2.-	Foto satelital.	3.4.-
3.2.3.-	Fotografías de terreno	3.5.-
4.-	Hidrología y cálculos hidráulicos.	4.1.-.
4.1-	Hidrología.	4.2.-
4.2-	Cálculos hidráulicos	4.5.-.
4.2.1.-	Cálculo de capacidad del cana	4.5.-.
4.2.2.-	Pérdidas por infiltración	4.11.-
5.-	Topografía	5.1.-
5.1.-	Generalidades	5.2.-
6.-	Prediseño de obras	6.1.-
6.1.-	Listado Planos de prediseño conceptual y topografía . . .	6.2.-
6.2.-	Cubicaciones y presupuesto	6.3.-
7.-	Evaluación económica y financiera.	7.1.-
7.1.-	Beneficios.	7.2.-
7.2.-	Inversiones y costos.	7.2.-
7.3.-	Evaluación económica.	7.3.-
7.3.1.-	Flujo económico anual.	7.3.-
7.4.-	Resumen de parámetros económicos.	7.5.-
8.-	Conclusiones y recomendaciones.	8.1.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

INDICE

Anexos

Anexo A: Hidrología

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A-8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

Anexo B: Equipos

B.1.- Curvas características bomba Vogt 670. . . . . B.3.-

B.2.- Catálogo de correas y poleas. B.4.-
B.2.1.- Catálogo de correas. B.4.-
B.2.2.- Catálogo de poleas. B.5.-

Planos en álbum

13-1 -Planta de ubicación unidad de fuerza motriz canal Bio-Bio Negrete derivado Rihue sector La Turbina – topografía
-Perfil longitudinal canal Bio-Bio negrete derivado Rihue sector La Turbina km. 17.560 a km.18100 – topografía
-Perfil longitudinal canal que va por el alto km. 0.0 - km. 500 – topografía
-Perfiles transversales canal Bio-Bio Negrete derivado Rihue sector La Turbina km.17.560 a km.18.110 - topografía
-Perfil longitudinal descarga en La Turbina km. 10.160-km. 11.720 – topografía

13-2 -Planta general unidad de fuerza motriz canal Bio-Bio Negrete sector La Turbina
-Planta de fuerza motriz con sistema de transmisión por poleas en sector La Turbina secciones en corte de instalaciones sector turbina

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1.- Antecedentes Generales

1.1. Nombre del proyecto
1.2.- Región y comuna
1.3. Fuente hídrica
1.4.- Organización y regantes
1.5.- Informantes

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1.1.-Nombre del Proyecto

Fuerza Motriz Canal Bío-Bío Negrete – Derivado Rihue, La Turbina.

1.2.- Antecedentes generales.

1.3.-Región y Comuna.

Comuna de Negrete, Región del Bío-Bío

1.4.-Fuente hídrica.

Río Bío-Bío

1.5.- Organización y regantes.

Asociación Canal Bío-Bío Negrete

1.6.- Informantes.

Gerente - Administrador	: Juan Vallejos
Dirección	: Emilio Serrano 398 – Negrete
Teléfono	: 43-551432 43-551553
Celular	: 9-3464137 (del Administrador)
Correo Electrónico	: jvallejoscarle@gmail.com

2.- Carta de interés

2.1.- Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR)
2.2.- Respuesta de la organización

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

2.1.-Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ORD. : Nº 650 .-

ANT. : "PROGRAMA DE FOMENTO DE MINICENTRALES HIDROELECTRICAS ASOCIADAS A OBRAS DE RIEGO COMPRENDIDAS ENTRE 2 Y 20 MW DE POTENCIA, ENTRE LAS REGIONES VII Y VIII".

MAT. : PETICIÓN CARTA DE COMPROMISO.

INCL. : LO INDICADO.

SANTIAGO, - 9 FEB 2010

DE : SECRETARIO EJECUTIVO (S) – COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO.

A : SR. GASTÓN MEYNET S. – PRESIDENTE, ASOCIACIÓN CANALISTAS CANAL BÍO BÍO NEGRETE, LOS ÁNGELES, REGIÓN DEL BÍO BÍO.

Como es de su conocimiento, la Comisión Nacional de Riego en convenio con la Comisión Nacional de Energía están desarrollando desde el año 2006 un Programa de Fomento de Minicentrales Hidroeléctricas Asociadas a Obras de Riego comprendidas entre 2 y 20 MW de potencia. Dicho Programa se inició con el Estudio denominado "Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto", CNE – CNR, Octubre 2007, en que se ha detectado en principio un aprovechamiento hidroeléctrico utilizando las aguas e infraestructura de riego pertenecientes a su organización.

Como consecuencia del interés demostrado por muchas de las organizaciones de regantes de seguir avanzando en el estudio específico de sus eventuales aprovechamientos hidroeléctricos, pero ante la carencia de recursos económicos y conocimiento técnico manifestada, este Programa de Fomento de Minicentrales Hidroeléctricas ha decidido profundizar el Estudio de Octubre-2007 antes mencionado a través de un Estudio de Prefactibilidad que analizará quince (15) casos de aprovechamientos hidroeléctricos asociados a obras de riego entre las Regiones VII y VIII con una duración total de seis (6) meses.

Para estos efectos, se llamó a una Licitación Pública presentándose 9 (nueve) firmas consultoras. Después de un proceso de estudio y calificación de las propuestas presentadas, la firma Consultora Procivil Ingeniería Ltda., de vasta experiencia en proyectos de riego, se adjudicó la Licitación. Cabe señalar que como Jefe de Proyecto estará el Ingeniero Civil Sr. Juan. Carlos Croxatto O. y como contraparte técnica profesionales de ambas Comisiones. Es preciso destacar que se contará además con la asesoría de la Oficina de la Unión Europea en Chile, quienes nos aportarán expertos en Centrales Hidráulicas Pequeñas y participarán en la organización de una gira técnica, orientada a las organizaciones de regantes interesadas en aprovechamientos hidroeléctricos asociados a obras de riego, a países europeos con gran experiencia en este tipo de generación eléctrica.

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449 - 4º Piso
Teléfono: 425 79 00 - Fax: 425 79 01 - 425 79 02 - 425 79 03 - 425 79 05 - Casilla 424 - V. Correo 21 , Santiago - Chile
www.chileriego.cl

88354

2.2.-

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Entre los casos que están pre-seleccionados para incluir en este Estudio de Prefactibilidad está considerado su Canal. La selección definitiva de los quince casos, se hará en conjunto con Procivil Ingeniería Ltda. En la fase inicial del Estudio, se exigirá como condición previa una Carta Compromiso de su Organización, la cual manifieste su real interés y más amplio compromiso de cooperación y participación en este Estudio. Al respecto, se adjunta un modelo de dicha "Carta Compromiso" la que rogamos hacer llegar firmada a la mayor brevedad.

Saluda atentamente a Ud.,

REPUBLICA DE CHILE * SECRETARIA EJECUTIVA * COMISION NACIONAL DE RIEGO

PEDRO LEÓN UGALDE ENRÍQUEZ
SECRETARIO EJECUTIVO (S)

RBA/VAR/MGS/spl
ORD035Pet.CartaCompromiso_P.Fom.Minicentrales.GMeynet (mgs)
Archivo DED

Av. Libertador Bernardo O´Higgins 1449 - 4º Piso
Teléfono: 425 79 00 - Fax: 425 79 01 - 425 79 02 - 425 79 03 - 425 79 05 - Casilla 424 - V. Correo 21 , Santiago - Chile
www.chileriego.cl

2.2.- Respuesta de la organización

Los Ángeles, 15 de Febrero, 2010

Señor
Nelson Pereira Muñoz
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Riego
SANTIAGO

Muy Señor Nuestro:

La organización que represento ha tomado conocimiento de los objetivos del Estudio **"Evaluación técnica preliminar de proyectos de centrales hidroeléctricas de menos de 20 MW de potencia asociadas a obras de riego"**, que será ejecutado por la empresa PROCIVIL para la CNR y CNE y:

- Manifiesta su interés en apoyar la ejecución de este estudio, cooperando activamente poniendo a disposición de la firma consultora los antecedentes disponibles ya sean topográficos (planos, fotos, etc.), hidrológicos (caudales máximos, mínimos, medios, calidad físico químico, etc.), obras de arte (planos de bocatomas, sifones, canoas, marcos partidores, entregas, etc.) y cualquier otro anteproyecto hidroeléctrico realizado anteriormente.

- Manifiesta su interés en conocer los resultados del estudio, para las oportunidades que estén bajo la jurisdicción de esta organización, que entendemos será un apoyo para las conversaciones que decidamos emprender con posterioridad con diferentes inversionistas o empresas hidroeléctricas.

Agradeciendo la oportunidad, saluda atentamente a Ud.

ASOC CANALISTAS DEL CANAL BIO-BIO
PRESIDENTE
NEGRETE

Gastón Meynet Stagno
Presidente
Asociación de Canalistas – Canal Bío Bío – Negrete
Los Ángeles – Región del Bío Bío

2.4.-

3.- Antecedentes del Proyecto

3.1.- Descripción
3.2.- Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno
3.3.- Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia
3.4.- Modelo operacional y de negocios

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.1.- Descripción

Este proyecto se planteó inicialmente como una profundización en el diagnóstico de la central hidroeléctrica asociada al canal Bío-Bío Negrete, derivado Rihue, el que fue catastrado en el estudio “Estimación del potencial hidroeléctrico asociado a obras de riego existentes o en proyecto, CNR-CNE, 2007”, mediante una mejor evaluación de su potencial y caracterización de proyectos seleccionados, con la finalidad de vincularlos con instrumentos de fomento existentes.

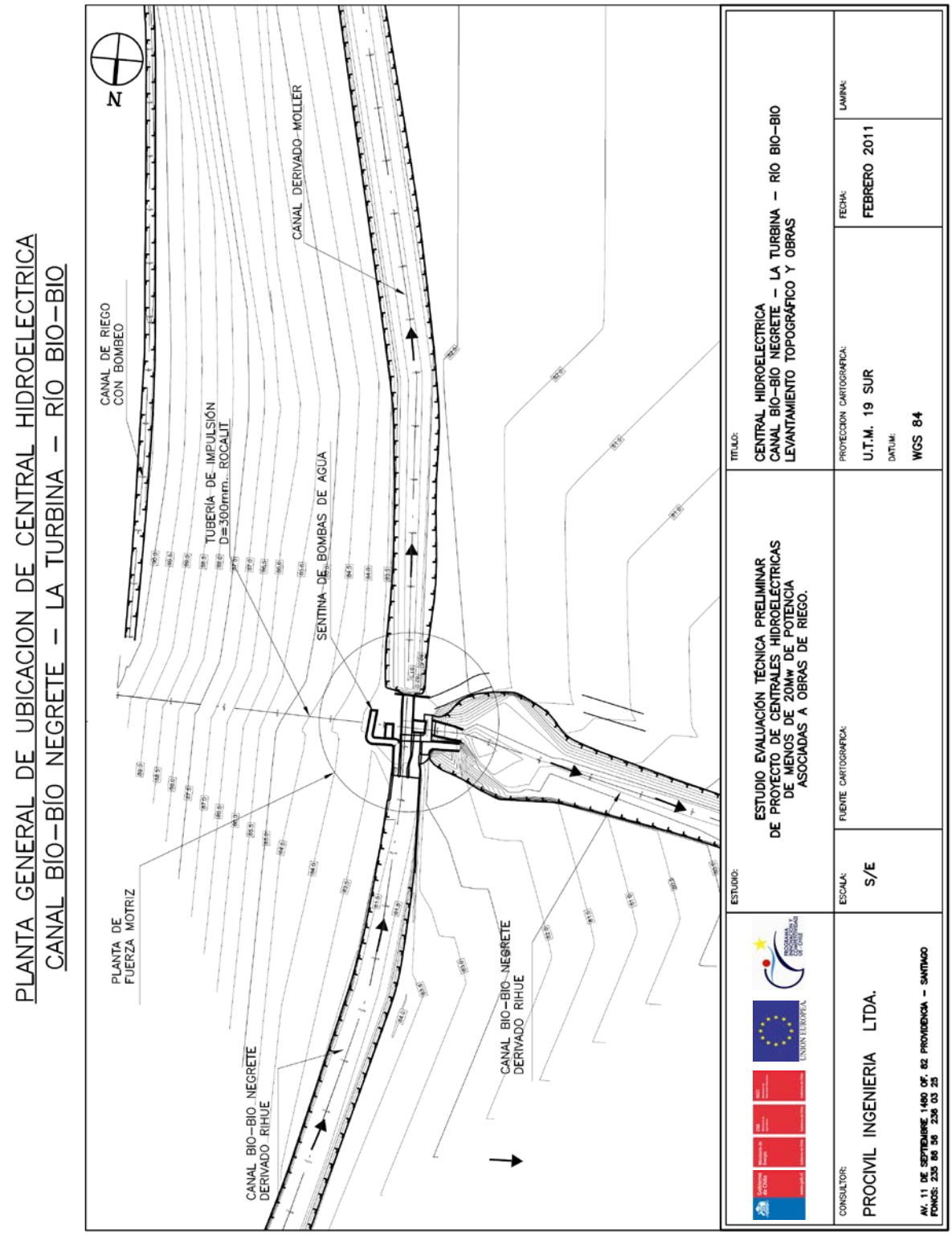
En este caso, en el marco partidor del Km 17,8 del derivado Rihue, donde se dividen las aguas hacia el subderivado Moller, se dispone de un caudal pasante de 3,86 m^3/s, el cual permitiría nuevamente la generación de una fuerza motriz de 0,14Mw de potencia para abastecer una bomba de agua para riego. Este sistema de generación existe, pero está fuera de servicio por desgaste y rotura de algunas piezas, aun cuando mantiene en buen estado las obras civiles y el canal de descarga.

El presidente de la organización es el Sr. Gastón Maynet. El Gerente es el Sr. Juan Vallejos, quien guió las visitas a terreno.

El Canal Bío-Bío Negrete tiene su bocatoma en la ribera sur del río Bío-Bío, en el sector Negrete. Esta organización está gestionando la generación en sus canales actualmente, sin embargo tienen varias otras alternativas de generación.

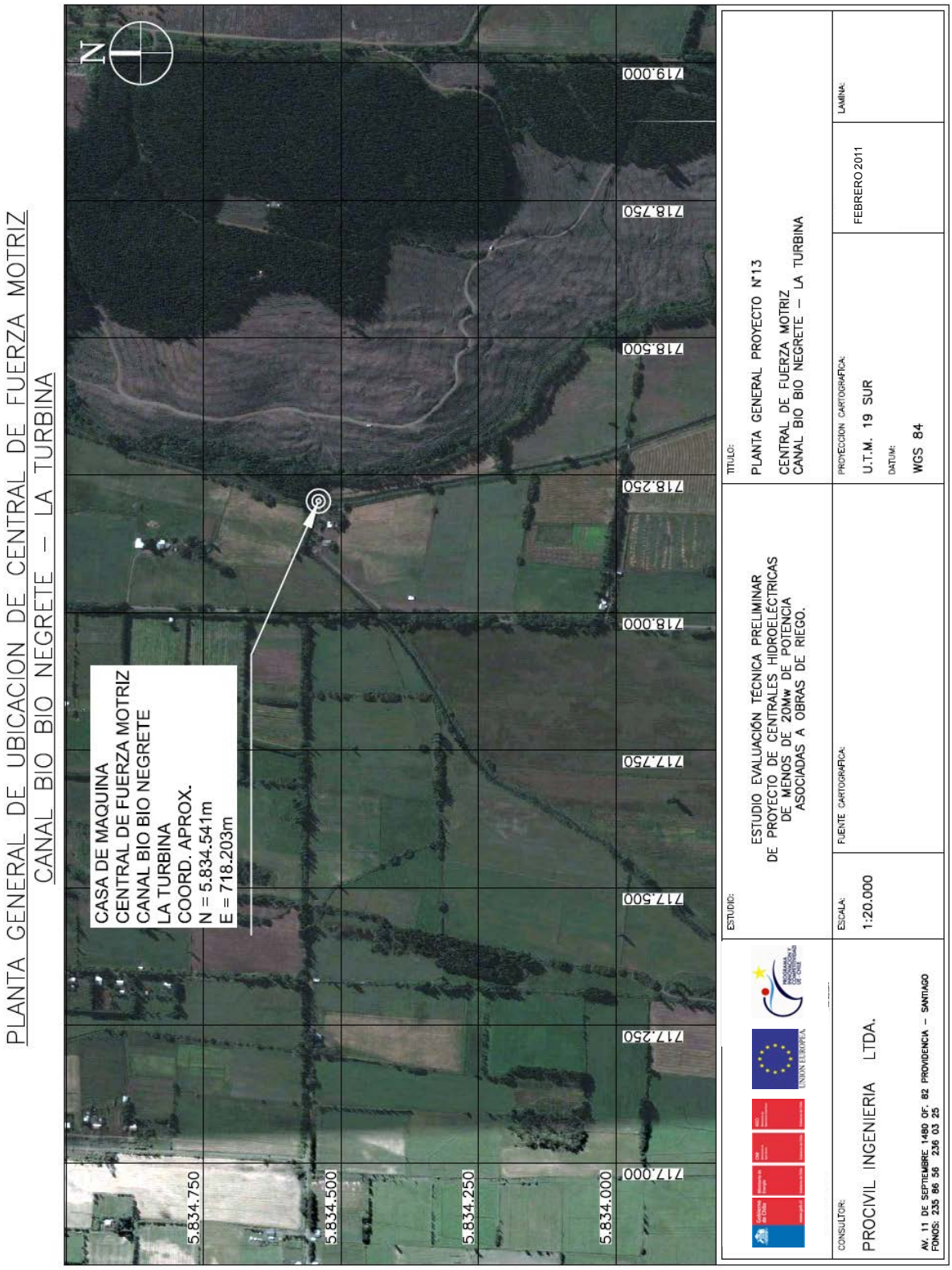
3.2.-Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno

3.2.1.-Planta Topográfica general



3.3.-

3.2.2.-Foto Satelital



3.4.-

3.2.3.- Fotografías de terreno

A continuación se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno y una pequeña reseña del contenido de las mismas.

Foto Nº 1: Vista general de la obra de distribución de agua para riego La Turbina, vista hacia aguas arriba y su descarga de unos 4 m de altura hacia un canal de conducción, que opera solamente en períodos de riego.

Foto Nº 2: Vista hacia aguas abajo de la obra de distribución La Turbina. La caseta corresponde a las instalaciones de una turbina hidráulica en desuso, que permite operar dos bombas de elevación de agua, con la simple fuerza hidráulica y su transmisión son sistema de poleas y correas.

Foto Nº 3: Entrada a la obra de distribución.

Foto Nº 4: Sistema existente de volante y poleas para transmisión de fuerza a una planta de bombeo operada con una turbina hidráulica, que está en mal estado.

Foto Nº 5: Vista general hacia la descarga de 4m de altura.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 1

FOTO Nº 2

FOTO Nº 3

FOTO Nº 4

FOTO Nº 5

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Foto Nº 6: Sistema de ruedas y poleas existentes, en que faltan algunas de las correas de transmisión.

Foto Nº 7: Sistema de poleas.

Foto Nº 8: Sistema de poleas.

Foto Nº 9: Correas de transmisión.

Foto Nº 10: Sentina de las bombas. Ducto de succión de la bomba en acero y su válvula de pie en mal estado.

Foto Nº 11: Vista hacia aguas arriba del canal pasante en que se aprecia el sistema de ruedas y poleas de transmisión.

Foto Nº 12: Vista hacia aguas abajo del canal de conducción, luego del atravieso por el sector de La Turbina.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 6

FOTO Nº 7

FOTO Nº 8

FOTO Nº 9

FOTO Nº 10

FOTO Nº 11

FOTO Nº 12

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Foto Nº 13: Vista del salto de agua de 4m que puede by pasearse a través de la turbina.

Foto Nº 14: Ídem foto anterior.

Foto Nº 15: Vista de La Turbina existente.

Foto Nº 16: Ídem foto anterior.

Foto Nº 17: Cámara de rejas antes de entrar a la cámara de la turbina.

Foto Nº 18: Obra de entrada a La Turbina y salto alternativo al canal derivado.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 13

FOTO Nº 14

FOTO Nº 15

FOTO Nº 16

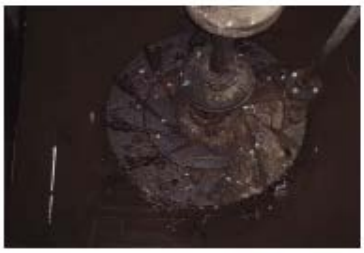


FOTO Nº 17

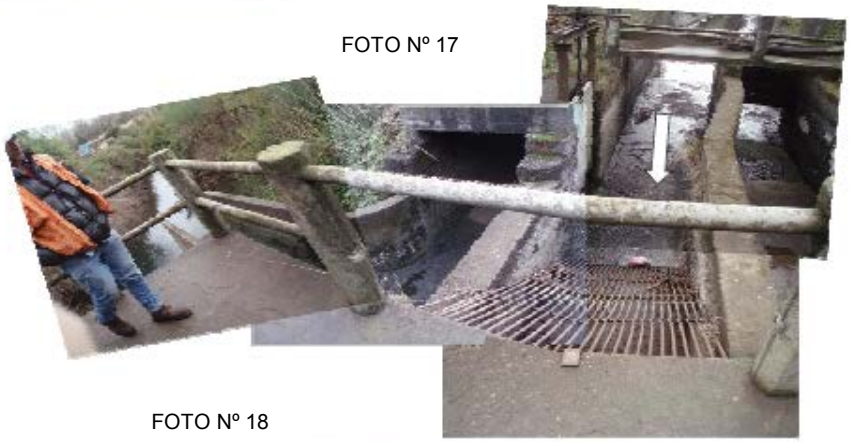


FOTO Nº 18

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Foto Nº 19: Vista general de la entrada del marco partidor y su compuerta de descarga alternativa.

Foto Nº 20: Turbina con su eje vertical y sistema de ruedas, poleas y correas.

Foto Nº 21: Turbina en su cámara, con ruedas y poleas. En la parte superior se observa la presencia de una antigua pieza de transmisión de ruedas de camión, con su diferencial, en desuso actualmente.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 19

FOTO Nº 20

FOTO Nº 21

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Foto Nº 22: Eje de poleas entre La Turbina y las bombas.

Foto Nº 23: Primera bomba del canal de abajo, accionada por las correas. Se observan las dos válvulas ubicadas a la salida del la bomba.

Foto Nº 24: Primera bomba Vogt.

Foto Nº 25: Segunda bomba Vogt de perfil, que eleva al canal de arriba, en desuso.

Foto Nº 26: Conjunto bomba, codo y válvulas en la descarga.

Foto Nº 27: Poleas y correas de transmisión desde la turbina.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 22

FOTO Nº 23

FOTO Nº 24

FOTO Nº 25

FOTO Nº 26

FOTO Nº 27

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.- Hidrología y cálculos hidráulicos

4.1- Hidrología
4.2- Cálculos hidráulicos

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.1- Hidrología

Se presenta la estadística de la estación fluviométrica "Río Bío Bío en C oihue", que muestra la Hidrología del río en el sector de la bocatoma del canal Bío Bío Negrete.

CUADRO Nº4.1-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m³/s]
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RIO BÍO BÍO EN COIHUE
ESTADÍSTICA RELLENADA Y CORREGIDA - REGIÓN DEL BÍO BÍO

CUENCA	RIO BÍO BÍO	**SUB-CUENCA**	RIO BÍO BÍO	**FUENTE HÍDRICA**	RIO BÍO BÍO

NOMBRE ESTACIÓN	RIO BÍO BÍO EN COIHUE	**CÓDIGO BNA**	08317001-0	**COORDENADAS UTM** [m] (Huso 18, Datum PSAD 56)	5.826.911 N	236.848 E
ALTITUD [msnm]	310					

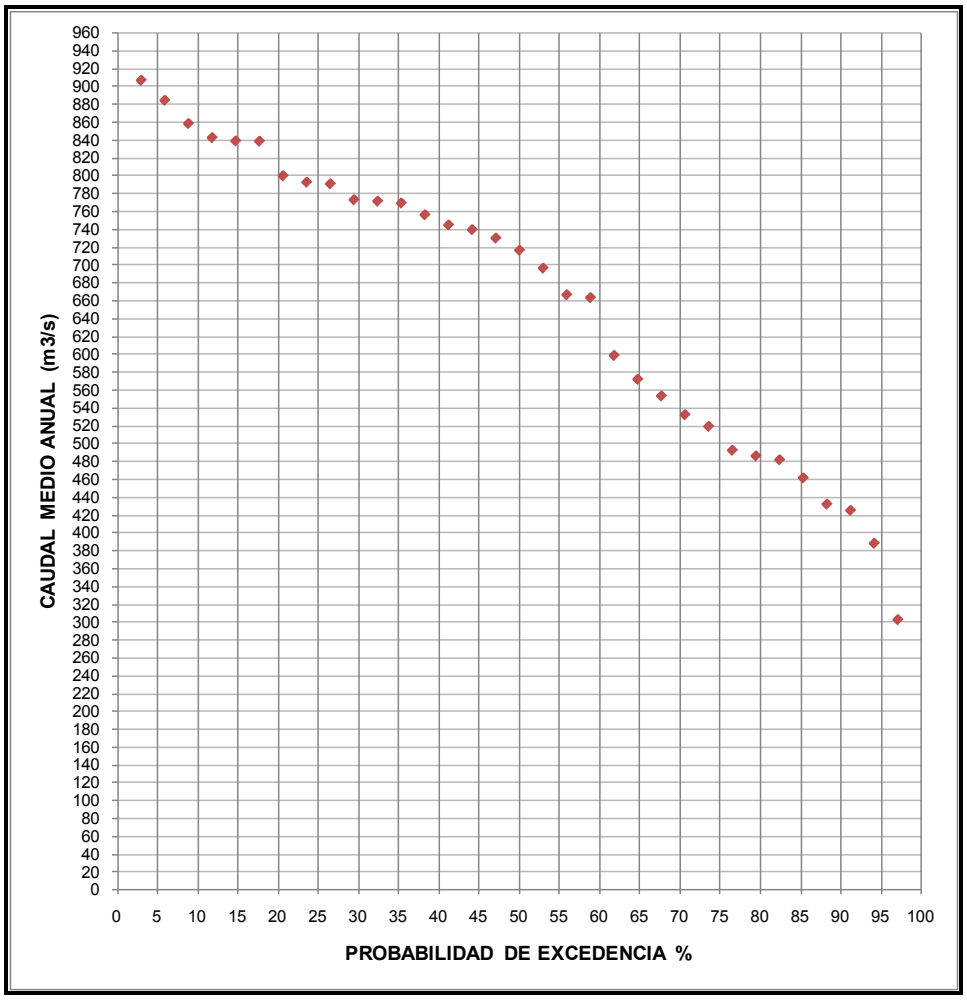
ÁREA APORTANTE [Km^2]	7.044
PRECIPITACIÓN ANUAL [mm] (en baricentro de áreas)	2.502

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1965/66	527,00	713,00	1.578,00	1.296,00	1.371,00	801,00	948,00	1.401,00	440,00	495,00	296,00	247,00	842,75
2	1966/67	453,00	703,00	1.138,00	1.177,00	988,00	892,00	869,00	1.019,00	788,00	650,00	356,00	225,00	771,50
3	1967/68	191,00	443,00	496,00	618,00	832,00	818,00	984,00	818,00	521,00	207,00	165,00	135,00	519,00
4	1968/69	409,00	140,00	213,00	378,00	369,00	715,00	1.039,00	630,00	324,00	215,00	123,00	100,00	387,92
5	1969/70	204,00	705,00	1.892,00	850,00	1.244,00	882,00	851,00	1.003,00	683,00	310,00	176,00	139,00	744,92
6	1970/71	214,00	295,00	970,00	735,00	930,00	709,00	805,00	849,00	747,00	446,00	309,00	173,00	598,50
7	1971/72	229,00	972,00	761,00	1.260,00	1.301,00	876,00	885,00	820,00	832,00	425,00	235,00	166,00	730,17
8	1972/73	192,00	1.341,00	2.370,00	1.052,00	1.060,00	1.209,00	1.036,00	1.221,00	682,00	360,00	205,00	157,00	907,08
9	1973/74	146,00	539,00	896,00	845,00	796,00	643,00	942,00	764,00	356,00	414,00	170,00	127,00	553,17
10	1974/75	113,00	276,00	830,00	655,00	857,00	667,00	826,00	679,00	385,00	222,00	260,00	137,00	492,25
11	1975/76	343,00	834,00	919,00	813,00	828,00	734,00	813,00	1.134,00	795,00	387,00	209,00	152,00	663,42
12	1976/77	135,00	165,00	1.274,00	660,00	605,00	681,00	1.030,00	754,00	464,00	295,00	185,00	137,00	532,08
13	1977/78	214,00	1.054,00	1.131,00	1.140,00	1.114,00	1.124,00	1.264,00	1.402,00	884,00	355,00	219,00	164,00	838,75
14	1978/79	136,00	469,00	813,00	1.947,00	1.106,00	1.217,00	1.270,00	1.209,00	539,00	257,00	187,00	128,00	773,17
15	1979/80	144,00	480,00	433,00	917,00	1.443,00	1.531,00	847,00	1.059,00	995,00	352,00	385,00	289,00	739,58
16	1980/81	691,00	2.189,00	1.959,00	1.088,00	1.251,00	752,00	692,00	487,00	321,00	276,00	211,00	152,00	839,08
17	1981/82	244,00	2.261,00	1.220,00	1.003,00	1.073,00	756,00	698,00	431,00	208,00	163,00	162,00	139,00	696,50
18	1982/83	151,00	477,00	1.360,00	1.650,00	1.252,00	1.503,00	1.257,00	1.096,00	924,00	528,00	257,00	160,00	884,58
19	1983/84	202,00	301,00	833,00	662,00	659,00	610,00	998,00	600,00	300,00	153,00	113,00	104,00	461,25
20	1984/85	107,00	837,00	813,00	1.568,00	742,00	964,00	1.333,00	1.494,00	915,00	407,00	189,00	145,00	792,83
21	1985/86	287,00	983,00	890,00	779,00	387,00	535,00	626,00	690,00	223,00	132,00	123,00	124,00	481,58
22	1986/87	227,00	1.371,00	2.115,00	882,00	1.155,00	656,00	817,00	839,00	650,00	210,00	162,00	149,00	769,42
23	1987/88	165,00	269,00	768,00	1.290,00	1.285,00	827,00	984,00	610,00	253,00	165,00	117,00	129,00	571,83
24	1988/89	151,00	210,00	518,00	642,00	1.023,00	639,00	643,00	634,00	346,00	165,00	113,00	98,00	431,83
25	1989/90	92,00	96,00	546,00	667,00	918,00	788,00	688,00	375,00	514,00	168,00	123,00	123,00	424,83
26	1990/91	276,00	568,00	765,00	518,00	1.062,00	1.245,00	620,00	333,00	167,00	111,00	82,00	84,00	485,92
27	1991/92	240,00	1.072,00	1.079,00	1.279,00	709,00	837,00	740,00	555,00	664,00	465,00	155,00	204,00	666,58
28	1992/93	309,00	1.836,00	2.026,00	927,00	572,00	804,00	839,00	888,00	613,00	346,00	204,00	128,00	791,00
29	1993/94	413,00	1.295,00	1.873,00	1.738,00	1.178,00	851,00	857,00	794,00	800,00	231,00	145,00	128,00	858,58
30	1994/95	273,00	578,00	1.057,00	1.470,00	707,00	974,00	968,00	718,00	948,00	332,00	576,00	474,00	756,25
31	1995/96	199,00	242,00	1.097,00	1.301,00	998,00	1.051,00	1.729,00	558,00	288,00	562,00	278,00	295,00	716,50
32	1996/97	154,00	190,00	754,00	513,00	468,00	467,00	432,00	213,00	135,00	118,00	88,00	96,00	302,33
33	1997/98	471,00	851,00	1.645,00	983,00	1.366,00	1.217,00	904,00	877,00	740,00	261,00	144,00	140,00	799,92
Promedio		251,58	750,15	1.122,18	1.009,18	959,06	878,03	916,18	816,79	558,91	308,58	203,70	162,06	661,37
Desv. Std.		136,22	564,39	537,15	382,88	292,88	258,39	249,01	315,22	257,88	138,92	99,36	74,78	164,93
Coef. Var.		0,54	0,75	0,48	0,38	0,31	0,29	0,27	0,39	0,46	0,45	0,49	0,46	0,25

Fuente: DGA.

En el Cuadro Nº4.1-2 se presenta la curva de duración anual de la estación fluviométrica Río Bío Bío en Coihue.

CUADRO Nº4.1-2
CURVA DE DURACIÓN ANUAL
ESTACIÓN BÍO BÍO EN COIHUE - RÍO BÍO BÍO

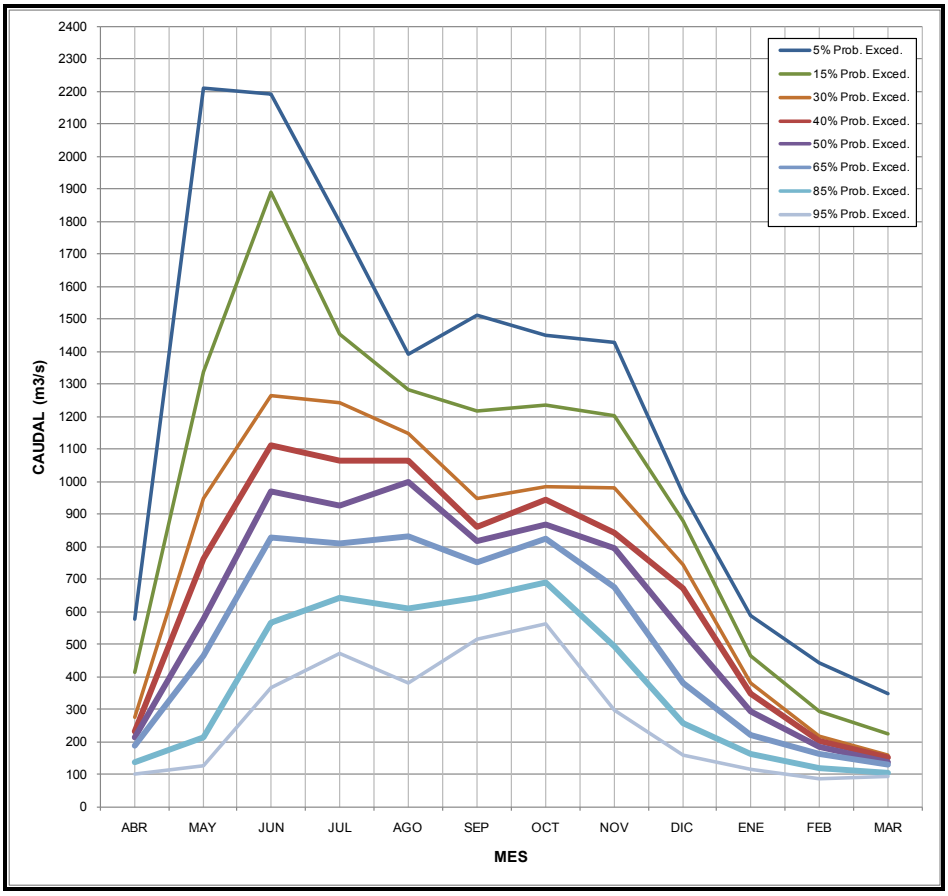


En el Cuadro Nº 4.1-3 se presenta la estadística de caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia de la estación fluviométrica de la DGA Río Bío Bío en Coihue y en el Cuadro Nº4.1-4 la curva de variación estacional.

CUADRO Nº4.1-3
ESTADÍSTICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m^3/s)
PARA DISTINTAS PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RÍO BÍO BÍO EN COIHUE

Prob %	Caudal(m^3/s)											
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	576,20	2.210,60	2.191,50	1.800,70	1.392,60	1.511,40	1.451,80	1.429,60	962,10	588,40	442,30	348,70
10	463,80	1.650,00	1.999,20	1.617,20	1.340,00	1.233,80	1.267,60	1.329,00	920,40	514,80	337,20	272,20
15	412,60	1.336,40	1.890,10	1.453,10	1.281,70	1.216,20	1.235,20	1.201,50	878,80	463,10	294,20	222,90
20	356,20	1.116,60	1.690,60	1.297,00	1.251,20	1.141,00	1.036,60	1.103,60	806,40	429,20	263,60	179,20
25	298,00	1.018,50	1.469,00	1.284,50	1.211,00	1.012,50	1.014,00	1.039,00	791,50	410,50	246,00	165,00
30	275,40	947,80	1.263,20	1.243,40	1.146,80	949,60	984,00	980,00	745,60	381,60	217,40	159,40
35	246,90	838,40	1.146,20	1.143,70	1.106,80	883,00	969,60	878,10	688,70	355,50	209,20	152,50
40	233,40	761,40	1.110,60	1.066,40	1.066,40	861,00	944,40	843,00	671,20	348,40	204,40	150,20
45	223,10	704,40	1.072,40	997,00	1.048,90	834,00	898,30	819,40	638,90	325,40	188,40	143,50
50	214,00	578,00	970,00	927,00	998,00	818,00	869,00	794,00	539,00	295,00	185,00	139,00
55	202,60	547,70	902,90	892,50	947,40	801,90	852,80	757,00	516,10	265,50	171,80	137,60
60	196,20	478,80	867,20	848,00	893,60	775,20	843,80	706,80	454,40	246,60	163,80	136,20
65	188,40	466,40	828,30	809,60	831,60	750,20	825,10	674,50	382,10	221,30	161,30	128,90
70	156,20	329,40	813,00	743,80	802,40	718,80	813,80	630,80	348,00	211,00	147,00	128,00
75	151,00	285,50	766,50	664,50	725,50	695,00	772,50	605,00	322,50	187,50	133,50	127,50
80	145,60	263,60	759,60	659,00	697,40	664,80	696,80	557,40	297,60	165,00	123,00	123,80
85	136,80	213,20	566,80	643,30	610,40	644,30	688,40	493,80	256,50	163,20	117,60	105,90
90	121,80	175,00	504,80	558,00	509,60	621,60	632,80	397,40	214,00	140,40	113,00	98,80
95	102,50	126,80	367,00	472,50	381,60	514,60	563,60	297,00	157,40	115,90	86,20	92,40

CUADRO Nº4.1-4
CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL
RÍO BÍO BÍO EN COIHUE - REGIÓN DEL BÍO BÍO

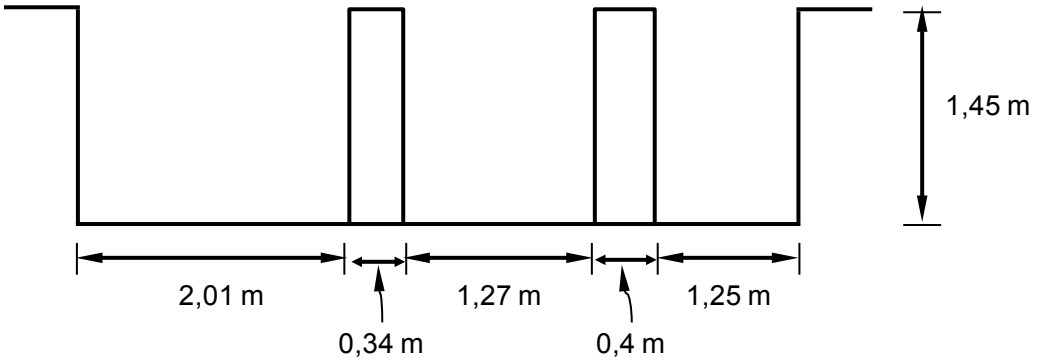


4.2.- Cálculos Hidráulicos

4.2.1.- Cálculo de capacidad del canal

En este tramo se presenta un marco partidor, indicado en el esquema del Cuadro Nº4.2.1

CUADRO Nº4.2.1
MARCO PARTIDOR SECTOR LA TURBINA



El canal alimentador a La Turbina tiene un pasante de 2,01m.

Si no se considera el efecto de los muros, las aguas se dividen de manera proporcional a los anchos de cada derivado.

En el caso de La Turbina, se tiene que:

Ancho total libre = 4,53 m

Ancho La Turbina = 2,01 m

Ancho proporcional = 44,4 %

Caudal de entrada Q_0= 8,7 m^3/s

Caudal La Turbina = 3,86 m^3/s

4.2.2.- Pérdidas por infiltración

Las pérdidas de caudal por infiltración, en la conducción de un canal excavado en suelo natural, presenta la siguiente caracterización.

i).- A mayor perímetro mojado en la sección transversal del canal, mayor será la infiltración.
ii).- A menor velocidad media de escurrimiento, mayor será la infiltración.
iii).- A mayor caudal de porteo, mayor caudal de infiltración en valor absoluto y menor

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

porcentaje de infiltración respecto al caudal captado en bocatoma.

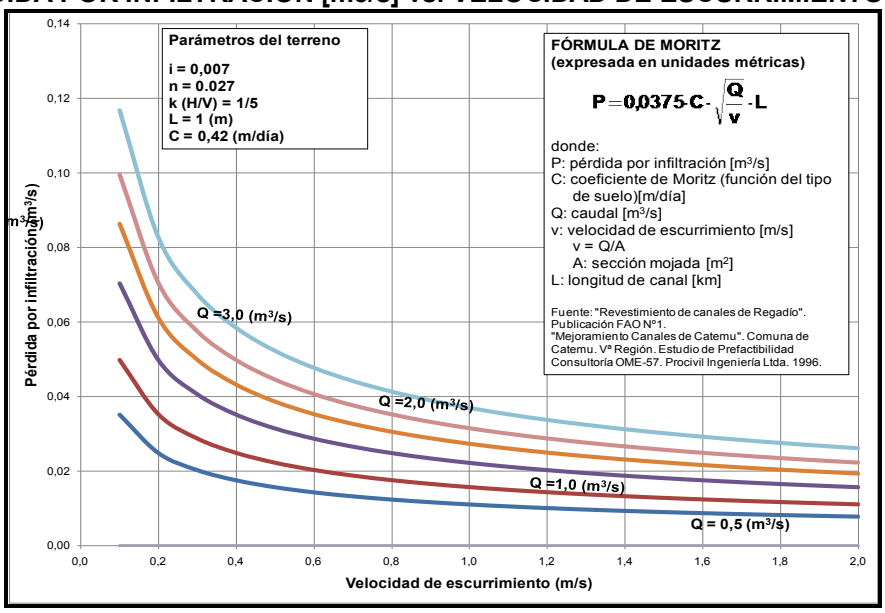
iv).- A menor caudal de porteo, menor infiltración en valor absoluto, pero mayor porcentaje de infiltración respecto al caudal captado en bocatoma.

v).- La velocidad media de escurrimiento en un tramo de canal determinado, aumenta si se incrementa el caudal que portea.

El análisis de la pérdida por infiltración, requiere conocer previamente su comportamiento frente a las variaciones de los parámetros principales del escurrimiento. Uno de ellos es la velocidad media del agua, la cual altera el régimen de infiltración, según lo indicado en (ii). Para representar gráficamente el problema, se presenta la figura del Cuadro Nº4.2.2-1, que contiene una familia de curvas que representan diferentes caudales, relacionando la pérdida por infiltración en función de la velocidad de escurrimiento. Con este objeto se grafican estas relaciones empleando la expresión de Moritz, para un caso concreto de un canal con determinada pendiente, rugosidad, talud y longitud unitaria de 1 km. La relación entre los términos de Moritz de explican por sí mismos, según lo expresado en los puntos anteriores (i) a (v).

En el siguiente Cuadro Nº4.2.2-1 se entrega la variación de la pérdida por infiltración en m^3/s, respecto a la velocidad media del escurrimiento, para una familia de curvas de caudales de porteo, en un rango amplio de captación.

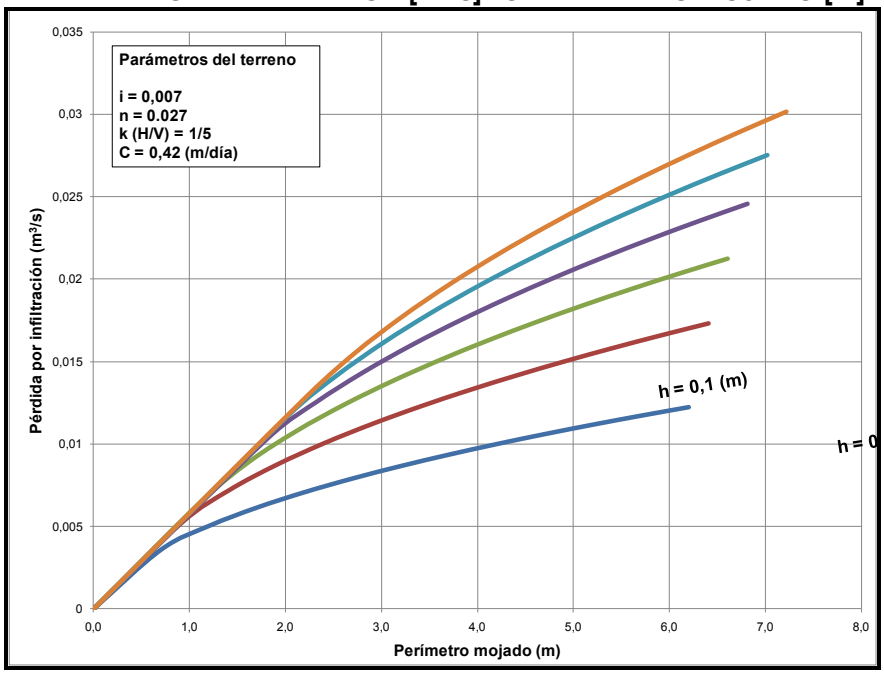
CUADRO Nº4.2.2-1
PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN [m3/s] vs. VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTO [m/s]



Se observa que el caudal de infiltración aumenta al disminuir la velocidad de escurrimiento, para un mismo caudal de porteo.

La pérdida por infiltración depende del perímetro mojado en la sección transversal del canal. La tendencia de esta relación entre el caudal de porteo y las pérdidas para distintos perímetros mojados tiene la forma que se presenta en el siguiente gráfico del Cuadro Nº4.2.2-2.

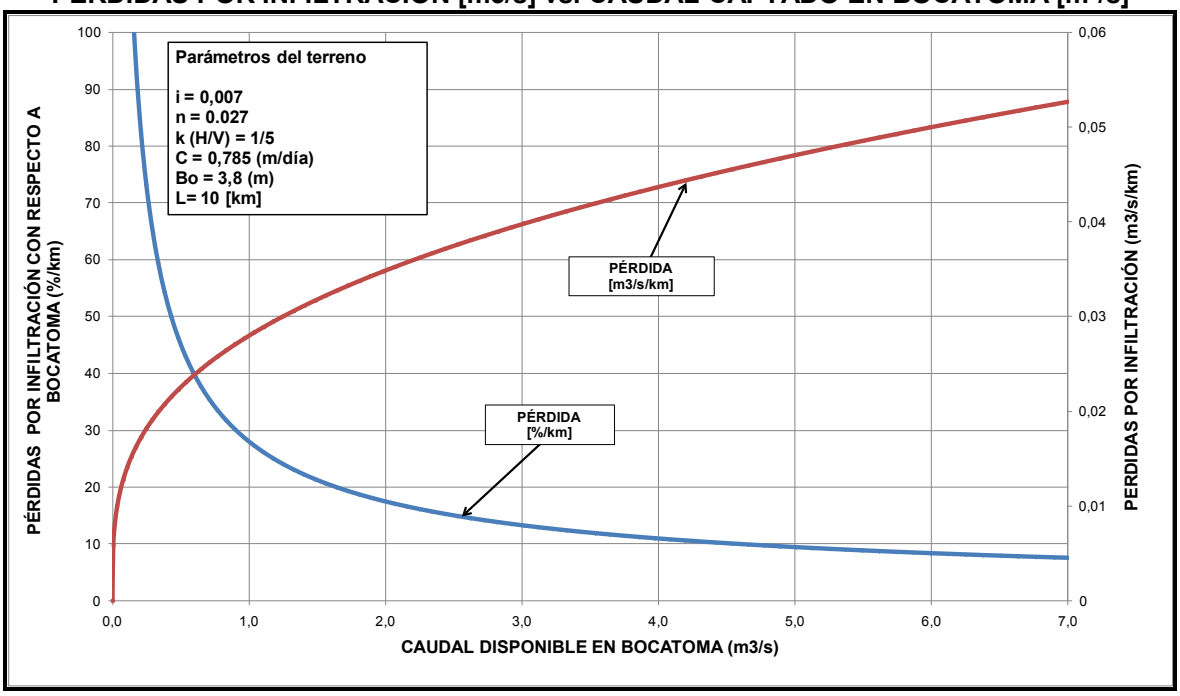
CUADRO Nº4.2.2-2
PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN [m^3/s] vs. PERÍMETRO MOJADO [m]



En el gráfico anterior se observa que en un canal sin revestir, la pérdida aumenta en función del perímetro mojado de la sección transversal del canal.

En el siguiente gráfico del Cuadro Nº4.2.2-3, se representa la variación de la infiltración en un tramo específico de canal sin revestir. La primera curva presenta en caudal perdido en unidades de valor absoluto ó m^3/s; y la segunda muestra la infiltración en términos de porcentaje (%) perdido respecto al caudal de porteo inicial. Como se observa, mientras el caudal perdido aumenta en valor absoluto con el monto del caudal de porteo, disminuye su pérdida porcentual. Es decir en años secos con poco caudal de porteo, la pérdida porcentual aumenta respecto a lo que ocurre en un año de hidrología normal. Este hecho orienta los diseños más adecuados para recuperar el agua de infiltración y para obtener los mejores parámetros económicos de evaluación de soluciones.

CUADRO Nº4.2.2-3
PERDIDAS POR INFILTRACIÓN [m3/s] vs. CAUDAL CAPTADO EN BOCATOMA [m^3/s]



Moritz.

Para el cálculo de las pérdidas por infiltración, uno de los métodos utilizados es mediante la Fórmula de Moritz, que se indica en la Ecuación Nº4.2-1 siguiente.

ECUACIÓN Nº4.2-1
FÓRMULA DE MORITZ

$$S = 0{,}0375 \times C \times \sqrt{\frac{Q}{v}} \times L$$

Donde:
P: pérdida por infiltración [m^3/s]
C: coeficiente de Moritz (función del tipo de suelo) [m/día]
Q: caudal [m^3/s]
v: velocidad de escurrimiento [m/s]
v = Q/A
A: sección mojada [m^2]
L: longitud de canal [km]

Para un canal de sección trapezoidal, como el mostrado en el Cuadro Nº4.2.2-4, se tienen los siguientes parámetros:

ECUACIÓN Nº4.2-2
PERÍMETRO MOJADO

$$P = Bo + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + k^2}$$

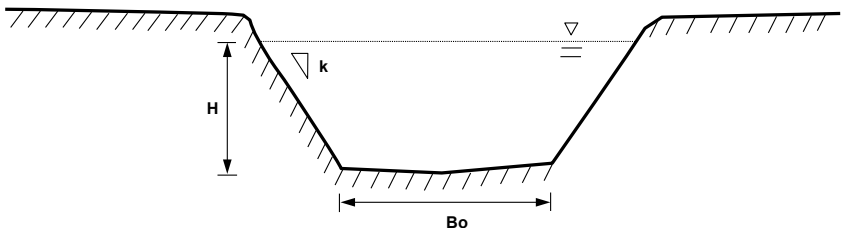
donde P se mide en (m).

ECUACIÓN Nº4.2-3
SECCIÓN MOJADA

$$A = (Bo + 2 \cdot k \cdot h) \cdot h$$

donde A se mide en (m^2)

CUADRO Nº4.2.2-4
CANAL DE SECCIÓN TRAPEZOIDAL



Moritz caracteriza el tipo de terreno a través de un coeficiente C. En el siguiente Cuadro Nº4.2.2-5 se presentan los valores de C según las caracterizaciones del tipo de suelo.

CUADRO Nº4.2.2-5
VALORES DE C PARA LA FÓRMULA DE MORITZ

Tipo se suelo	C
Grava cementada y tosca con arena	0,34
Suelo arcilloso	0,41
Légamo arenoso	0,66
Ceniza volcánica	0,68
Ceniza volcánica con arena	0,98
Arena y ceniza volcánica o arcilla	1,20
Suelo arenoso con roca	1,68
Suelo arenoso y de grava	2,20

Fuente: U.S. Bureau of Reclamation Service

Las pérdidas por infiltración dependen del tipo de suelo, pero también de la calidad de agua que transporta el canal.

Un agua con mayor sedimento, permite que en el suelo se forme una capa que actúa como impermeabilizante natural, disminuyendo las pérdidas por infiltración que serían mayores si se considerará solo el tipo de suelo original. En el caso de un canal que conduce agua más limpia no se considera el efecto producido por los sedimentos.

En relación a lo anterior, y para determinar el coeficiente C de Moritz, se utiliza un criterio de aproximar o ponderar los diferentes coeficientes mostrados en el Cuadro Nº4.2.2-5 con el fin de estimar el valor que más se acerque a lo existente.

El coeficiente de Moritz estimado para este caso se presenta en el Cuadro Nº4.2.2-6

CUADRO Nº4.2.2-6
ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE C DE MORITZ PARA LOS CASOS SELECCIONADOS

TIPO SUELO SIMILAR O EQUIVALENTE	COEFICIENTE C DE MORITZ
Arcilloso	0,41

Los antecedentes de terreno para la estimación de las pérdidas por infiltración se presentan en el Cuadro Nº3.2.2-34 siguiente.

CUADRO Nº3.2.2-34
ANTECEDENTES TRAMO CANAL

Kilometraje		Long. del Tramo L (m)	Cota Fondo		Desnivel Bruto Δh (m)	Pend. Media i	Caudal Inicio Qo (m^3/s)	Talud medio k	Coef. De Rugos. Manning η	Ancho Basal Medio Bo (m)
Inicio (m)	Térm (m)		Inicio (m)	Térm (m)						
0	17.780	17.780	83,76	83,58	0,18	0,00001	6,70	0,64	0,030	9,06

Los parámetros para el escurrimiento, calculados con los antecedentes presentados en el cuadro anterior, se presentan en el Cuadro Nº3.2.2-35.

CUADRO Nº3.2.2-35
ESCURRIMIENTO

Altura Normal Hn (m)	Altura Crítica Hc (m)	Secc. Mojada A (m2)	Vel. Media v (m/s)	Per. Mojado P (m)
3,35	0,46	37,5	0,18	13,04

Las pérdidas por infiltración se calcularon con el método de Moritz y los resultados se muestran en el Cuadros Nº3.2.2-36.

CUADRO Nº3.2.2-36
PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN
MÉTODO DE MORITZ

Coef. de Moritz C	Pérdida Media Estimada (m^3/s)	Pérdida Porcentual por tramo %
0,41	1,674	24,99

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5. Topografía

5.1.- Generalidades

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5.1.- Generalidades

5.1.- Generalidades y contenidos.

Para disponer de los antecedentes necesarios para elaborar un prediseño conceptual de obras de fuerza motriz, se realizó en terreno los respectivos levantamientos topográficos.

Los levantamientos ejecutados se materializaron mediante los siguientes instrumentos o equipos: GPS Geodésico para traslado de cota absoluta; Estación Total para tomar los perfiles de las obras; nivel topográfico automático para traslado interno de cotas; medidas a huincha; equipo de ge oreferenciación GPS Garmin para coordenadas. Simultáneamente se empleó la herramienta Google Earth Plus para chequeo, orientación e identificación de trazados generales.

Luego de realizar el recorrido de terreno y de plantear las nuevas obras, se realizaron levantamientos de canal, el marco partidor, las instalaciones existentes de fuerza motriz y bombeo, así como el canal de descarga existente.

Se presentan los levantamientos en los planos con los diseños conceptuales en AUTOCAD, con vistas en planta, perfiles transversales y perfiles longitudinales. Las cotas son homologadas a IGM, pero con traslado mediante GPS geodésico desde la referencia altimétrica conocida, hacia el sector del proyecto.

La topografía se indica en las lámina 13-1 del Álbum de planos.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.- Prediseño de Obras

6.1.- Listado Planos de prediseño conceptual y topografía
6.2.- Cubicaciones y presupuesto

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.1.- Listado planos de prediseño conceptual y topografía

Lámina	Contenido
13-1	-Planta de ubicación unidad de fuerza motriz canal Bio-Bio negrete derivado Rihue sector La Turbina - topografía -Perfil longitudinal canal Bio-Bio negrete derivado Rihue sector La Turbina km. 17.560 a km.18100 - topografía -Perfil longitudinal canal que va por el alto km. 0.0 - km. 500 - topografía -Perfiles transversales canal Bio-Bio negrete derivado Rihue sector la turbina km.17.560 a km.18.110 - topografía -Perfil longitudinal descarga en La Turbina km. 10.160-km. 11.720 – topografía
13-2	-Planta general unidad de fuerza motriz canal Bio-Bio negrete sector La Turbina -Planta de fuerza motriz con sistema de transmisión por poleas en sector La Turbina secciones en corte de instalaciones sector turbina

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.2.- Cubicaciones y presupuesto

CUADRO Nº6.5-1
PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN DE PREDISEÑOS

COT Nº 13308-02
Rev nº 1

Ccó, 01 de Octubre de 2010

SEÑORES : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.

AT: SEÑOR : WERNER KREMER

REF REPARACION TURBINA CANAL LA TURBINA

REHABILITACION TURBINA PARA FUERZA MOTRIZ Y ACCESORIOS

IT	*ACTIVIDAD*	*UNID*	*CANT*	*P.UNIT $*	*P.TOTAL $*
1-	Visita de especalista mecánico, transporte a maestranza, desarme y armado de turbina, incluyendo accesorios.	Gl	1,0	$ 2.500.000	$ 2.500.000
2-	Remplazo de 3 cojinetes para eje motriz Rectificacion de eje motriz en zona de descansos Recuperacion de rodete Kaplan Recuperacion de anillo difusor. Balanceo dinámico de partes rotativas Remplazo de estructura de soporte y 2 poleas de transmisión primaria. Remplazo de mecanismo de comando y regulación de álabes Remplazo de 5 correas trapezoidales "C" x 8000 mm Remplazo de 2 correas planas de 5 telas 200 x 8000 mm Suministro de linea de aspiracion de bomba Vogt 670 incluyendo tubo de 12" y accesorios, y válvula de pie de 12".	GL	1,0	$ 25.000.000	$ 25.000.000
3-	Montaje en obra, conexiones y pruebas hidráulicas. Aplicación de tratamiento para pintura, antióxido y pintura de equipos mecánicos.	GL	1,0	$ 1.500.000	$ 1.500.000

Subtotal	$ 29.000.000
19% IVA	$ 5.510.000
TOTAL $	$ 34.510.000

Atentamente
Eduardo Toro G.
Desarrollos Industriales S.A.

NOTAS: PRECIOS SON NETOS SIN IVA
LA OFERTA SE ENTIENDE INFORMATIVA, VALIDA POR 60 DIAS.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.5-2
RESUMEN COSTO DIRECTO CONSTRUCCIÓN CENTRAL

Nº	ÍTEM	CANT	UN	COSTO COMP. NAC. CN Mill $	COSTO COMP. EXTR. CE Mill $	COSTO TOTAL CN+CE Mill $
1.-	**INSTALACIÓN DE FAENAS Y OBRAS PROVISIONALES**		**gl**	**2**		**2**
2.-	**REHABILITACIÓN TURBINA PARA FUERZA MOTRIZ Y ACCESORIOS**		**gl**	**29**	**-**	**29**
2.1.-	VISITA DE ESPECIALISTA MECÁNICO, TRANSPORTE A MAESTRANZA, DESARME Y ARMADO DE TURBINA, INCLUYENDO ACCESORIOS	1	gl	2,5		**2,5**
2.2.-	REEMPLAZO DE 3 COJINETES PARA EJE MOTRIZ	1		25,0		**25,0**
	RECTIFICACIÓN DE EJE MOTRIZ EN ZONA DE DESCANSOS					
	RECTIFICACIÓN DE RODETE KAPLAN					
	RECUPERACIÓN DE ANILLO DIFUSOR					
	BALANCEO DINÁMICO DE PARTES ROTATIVAS					
	REEMPLAZO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE Y 2 POLEAS DE TRANSMISIÓN PRIMARIA					
	REEMPLAZO DE MECANISMO DE COMANDO Y REGULACIÓN DE ÁLABES					
	REEMPLAZO DE 5 CORREAS TRAPEZOIDALES "C" x 8000 mm					
	REEMPLAZO DE 2 CORREAS PLANAS DE 5 TELAS 200 x 8000 mm					
	SUMINISTRO DE LÍNEA DE ASPIRACIÓN DE BOMBA VOGT 670 INCLUYENDO TUBO DE 12" Y ACCESORIOS, Y VÁLVULA DE PIE DE 12"					
2.3.-	MONTAJE EN OBRA , CONEXIONES Y PRUEBAS HIDRÁULICAS	1	gl	1,5		**1,5**
	APLICACIÓN DE TRATAMIENTO PARA PINTURA, ANTIÓXIDO Y PINTURA DE EQUIPOS MECÁNICOS					
3.-	**CAMINO DE ACCESO**		**gl**	**1**		**1**
4.-	**COSTO DIRECTO (millones $)**			32	-	**32**
5.-	**IMPREVISTOS EQUIPOS/OBRAS (15% Costo Directo) (millones $)**	10,0%		3		**3**
6.-	**GASTOS GRAL. Y UTIL. DEL CONTRATISTA NACIONAL (20% Costo Directo) (millones $)**	20,0%		6		**6**
7.-	**SUB TOTAL COSTO NETO DE OBRAS** (millones $)			**42**	**-**	**42**
8.-	**IVA** (19 % Subtotal Costo Neto de Obras)	19%		8	-	**8**
9.-	**COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION** (millones de $)					**50**
10.-	**COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN** (millones US$)					**0,1**

NOTA: estos precios no incluyen: utilidades, gastos generales del contratista e IVA.

7.- Evaluación Económica

7.1.- Beneficios
7.2.- Inversiones y costos
7.3.- Evaluación económica
7.4.- Resumen de parámetros económicos

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.1.- Beneficios

Los beneficios del proyecto de reparación de turbina para la elevación de caudal corresponden a los beneficios agroeconómicos de la superficie regada adicional, producto del bombeo al canal de riego existente.

Los beneficios anuales se estiman por la superficie beneficiada por el riego y los aportes económicos anuales por hectárea regada.

La turbina se utiliza para impulsar a través de un sistema de poleas y correas una motobomba tipo Vogt 670. El caudal de operación es de aprox. 300 m^3/hr, 83 l/s esto de acuerdo a la curva de operación de la motobomba mencionada.

En este sector, se cuenta con una dotación de aprox. 2 l/s/ha, con una superficie de riego de 40 ha, correspondiente a 4 parcelas.

En el Cuadro Nº7.2.1-1 se indican los beneficios asociados a la rehabilitación de la turbina.

CUADRO Nº7.2.1-1
RESUMEN BENEFICIOS ECONÓMICOS DE REHABILITACIÓN DE LA TURBINA

BENEFICIO AGRO-ECONÓMICO POR REPARACIÓN DE TURBINA	HECTÁREAS FAVORECIDAS	BENEFICIOS TOTALES
($ millones/há /año)	**(há)**	**($ millones/año)**
0,30	40	12,0

7.2.- Inversiones y costos

Entre los costos asociados al proyecto de reparación de fuerza motriz de elevación, se pueden destacar la reparación de La Turbina y el sistema de transmisión.

- Inversión Inicial

La inversión inicial corresponde al costo total de reparación de La Turbina y su puesta en marcha. Está compuesta por el costo directo de r eparación, gastos de visita de especialista, montaje en terreno, gastos generales y utilidad del contratista e IVA.

El costo directo es la valorización de todas las obras asociadas a la rehabilitación de La Turbina y que s e indican en el Capítulo 6. Además incluye el costo por instalación de faenas y montaje del equipo hidro-mecánico.

Los gastos generales y utilidad del contratista nacional ascienden al 20% del costo directo.

El IVA, que corresponde a un 19%, se calcula sobre el costo neto total de obras, que es la suma de los costos indicados anteriormente.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Finalmente, el costo total de construcción es la suma total de los costos.

En el Cuadro Nº7.2.1-2 se indican los costos para esta la generación de fuerza motriz.

CUADRO Nº7.2.1-2
RESUMEN COSTO TOTAL DE REHABILITACIÓN DE LA TURBINA

ÍTEM	COSTO TOTAL Mill $
COSTO DIRECTO (mil. $)	**32**
IMPREV. EQUIPOS/OBRAS (10% Costo Directo) (mill. $)	**3**
GASTOS GRAL. Y UTIL. CONTRATISTA (20% Costo Directo) (mill. $)	**6**
SUB TOTAL COSTO NETO DE OBRAS (mill. $)	**42**
IVA (19 % Subtotal Costo Neto de Obras) (mill. $)	**8**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mill. de $)	**50**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mill. US$)	**0,1**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN POR MW DE POTENCIA INSTALADA (mill.$/MW)	**-**

- Costos de mantención y operación

Los costos de mantención se calculan en función de la inversión inicial y se estiman en un 1,5% del valor del costo total de rehabilitación de la turbina, correspondiente a 0,7mill$ por año.

Se incluye también un costo de sustento del empresario, evaluado en 4 mill$ anual.

7.3.- Evaluación económica

7.3.1.- Flujo económico anual

Se presenta la evaluación económica de la central tanto a precios de mercado como a precios sociales para la potencia optimizada calculada según el procedimiento anterior. Para los precios de mercado se considera una tasa de descuento del 10% similar a la tasa bancaria.

En el Cuadro Nº7.3.1-1 se presenta el flujo anual para 30 años a precios de mercado.

CUADRO Nº7.3.1-1
RESUMEN DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL MENSUAL DE REHABILITACIÓN FUERZA MOTRIZ EN 30 AÑOS
PRECIOS DE MERCADO

FECHA DE REFERENCIA DE PRECIOS	**abr-10**	**INV. INICIAL Io**	**(millones $)**	**50**	**AÑOS FLUJO CAJA** **30**
					T.I.R. % (después de impuestos) **20**
SUPERFICIE FAVORECIDA (HA)	**40**				**TASA DE INTERÉS ANUAL (%)** **10**
BENEFICIO POR HECTÁREA (mill. $)	**0,3**	**INVERSIÓN NETA**	**(millones $)**	**50**	**TASA IVA %** **19**
TASA DE CAMBIO (30-ABR-2010) : $ / US$	**521**	**TASA IMPTOS RENTA %**		**17**	**IVA INVERSIÓN** **9**
		GASTO ANUAL OPERAC Y MANTENIMIENTO	**(millones $)**	**0,7**	**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO** **5**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	BENEFICIOS (millones $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (millones $)							FLUJO DE CAJA (millones $)					
AÑO	BENEFICIOS (millones $)			INGRESOS BRUTOS	GASTOS OPERACIÓN	SUSTENTO DEL EMPRESARIO	RENTAS BRUTAS	IMPUESTO RENTA	BENEFICIO NETO	INVERSIÓN INICIAL	RECUPERAC IVA	INGRESO NETO	FLUJO ANUAL	FLUJO ACUMULADO	VALOR PRESENTE
0										50			-50	-50	-50
1	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	-39	9,1
2	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	-29	8,3
3	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	-19	7,5
4	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	-9	6,8
5	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	1	6,2
6	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	11	5,7
7	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	21	5,1
8	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	31	4,7
9	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	41	4,3
10	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	51	3,9
11	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	61	3,5
12	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	71	3,2
13	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	81	2,9
14	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	91	2,6
15	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	101	2,4
16	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	111	2,2
17	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	121	2,0
18	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	131	1,8
19	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	141	1,6
20	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	151	1,5
21	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	161	1,4
22	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	171	1,2
23	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	181	1,1
24	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	191	1,0
25	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	201	0,9
26	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	211	0,8
27	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	221	0,8
28	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	231	0,7
29	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	241	0,6
30	12,0			12,0	0,7	4,0	7,3	1,23	6,02	0	0	10	10	251	0,6
										Valor residual se considera sólo para obras de minicentrales hidroeléctricas: 10 veces el margen del año 30 (millones $):			0		0
													VAN:		**45**

1 AÑO DEL ANÁLISIS: SON 30 AÑOS DE ANÁLISIS
2 BENEFICIOS DEL PROYECTO
3
4
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4)
6 GASTOS ANUALES DE OPERACIÓN
7 DEPRECIACIÓN = SE CONSIDERARÁ DEPRECIACIÓN SÓLO EN OBRAS DE MINICENTRALES
8 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7)
9 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (17%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

10 BENEFICIO NETO = (8) - (9)
11 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
12 NO SE CONSIDERA RECUPERACIÓN DEL IVA.
13 INGRESO NETO = (5) - (6) + (9) - (12)
14 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (11)
15 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
16 VALOR PRESENTE DEL FLUJO ANUAL (14)

7.4.- Resumen de parámetros económicos

Los parámetros económicos resultantes de la evaluación de la central se presentan resumidos en el Cuadro Nº7.5-1

CUADRO Nº7.5-1
RESUMEN DE EVALUACIÓN ECONÓMICA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL OPTIMIZADA DE 30 AÑOS x 12 MESES

Caudal elevado	dotación	Superficie regada	Beneficios por hectárea/año	Beneficios anuales	Io	VAN	TIR
l/s	l/ha	ha	$/ha/año	mill. $	mill. $	mill $	%
83	**2**	**40**	**300.000**	**12**	**50**	**45**	**20**

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

8.- Conclusiones y Recomendaciones

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

8.- Conclusiones y Recomendaciones

El presente proyecto de fuerza motriz presenta buenas características para su concreción, debido a los atractivos parámetros económicos finales obtenidos con el prediseño y evaluación preliminar contenidos en el Capítulo Nº7. El equipo de turbina debe ser reparado en maestranza.

Las futuras etapas a nivel de proyecto avanzado, deberán tener presente que el proyecto podría presentarse a subsidio de la ley 18450 que maneja la CNR, logrando interesantes resultados económicos en ahorro de energía e incorporación al riego de superficie agrícola.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ANEXO A

HIDROLOGÍA

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos. A.2.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . . A.2.-

A.2.- Escurrimiento en canales A.8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A.8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A.9.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos

A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos

Una cuenca sin registros es una cuenca no controlada y por tanto la única forma de conocer sus caudales es a través de la generación de éstos mediante métodos indirectos.

Los métodos más comúnmente utilizados son:

- Métodos basados en datos fluviométricos
- Métodos basados en datos pluviométricos
- Métodos basados en datos fisiográficos
- Métodos de simulación

a.- Métodos basados en datos fluviométricos

En caso de disponer de registros fluviométricos de estaciones localizadas en cuencas vecinas al área en estudio, y que presentan características similares a su geomorfología, cobertura vegetal, clima y suelo, los caudales medios podrán ser determinados en base a la aplicación de métodos de transposición de caudales o correlación entre estaciones.

a.1.- Transposición de caudales

Este método supone que los gastos por unidad de área y precipitación entre cuencas vecinas con características similares, son aproximadamente iguales para un período de tiempo considerado.

Para el caso de transposición de caudales medios mensuales desde una estación fluviométrica hacia una bocatoma, el procedimiento es el siguiente:

i.- Se igualan rendimientos entre base y objetivo utilizando la Ecuación NºA.1-1

ECUACIÓN NºA.1-1
RENDIMIENTO ESPECÍFICO

$$R = \frac{Q}{A \cdot P}$$

ii.- De la igualdad anterior se obtiene la Ecuación NºA.1-2

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ECUACIÓN NºA.1-2
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA BASE A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = Q_{BASE_{i,j}} \cdot \left(\frac{A_n}{A_{BASE}}\right) \cdot \left(\frac{P_n}{P_{BASE}}\right)$$

iii.- La Ecuación NºA.1-2 se escribe en función de un factor de transposición FT_n definido como:

ECUACIÓN NºA.1-3
FACTOR DE TRANSPOSICIÓN

$$FT_n = ft_{An} \cdot ft_{Pn}$$

donde $ft_{An} = \frac{A_n}{A_{BASE}}$ y $ft_{Pn} = \frac{P_n}{P_{BASE}}$

Finalmente se obtiene:

ECUACIÓN NºA.1-4
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA BASE A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = Q_{BASE_{i,j}} \cdot FT_n$$

Donde:
R : Rendimiento específico [m^3/mm/km^2]
$Q_{BASE\ i,j}$: Caudal en la estación fluviométrica base, en mes "i", año "j" [m^3/s]
$Q_{n\ i,j}$: Caudal a determinar en la cabecera del cauce, en mes "i", año "j" [m^3/s]
A_{BASE} : Área aportante a estación fluviométrica base [Km^2]
A_n : Área aportante a cabecera de cauce [Km^2]
P_{BASE} : Precipitación media anual en baricentro de área aportante a la estación fluviométrica base [mm]
P_n : Precipitación media anual en baricentro de área aportante a la cabecera de cauce [mm]
ft_{An} : Factor de transposición de áreas desde estación base a cabecera de cauce
ft_{Pn} : Factor de transposición de precipitación desde estación base a cabecera de cauce
FT_n : Factor de transposición desde estación base a cabecera de cauce

Para el caso de transposición de caudales medios mensuales desde más de una estación fluviométrica hacia una bocatoma, el procedimiento consiste en sumar los aportes de todas las estaciones, es decir:

ECUACIÓN NºA.1-5
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE VARIAS ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = \sum Q_{BASEk_{i,j}} \cdot FT_n$$

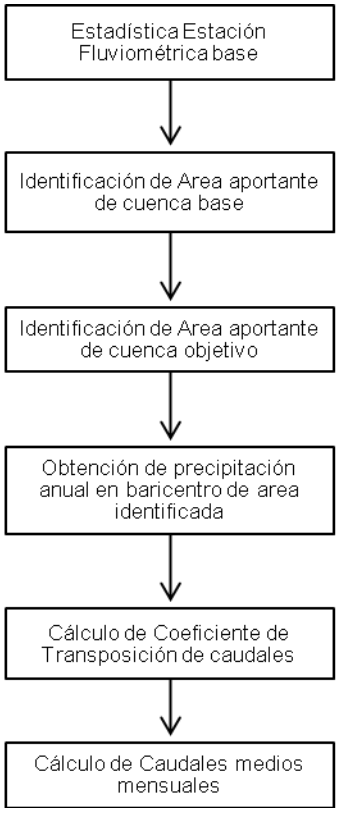
Donde:
$Q_{BASEk\ i,j}$: Caudal en la estación fluviométrica base "k", en mes "i", año "j" [m^3/s]

Para áreas aportantes con cota sobre los 2.500 m, se distinguirán entre aportes pluviales

y aportes nivales, es decir, sobre 2.500 m se consideran aportes nivales y bajo 2.500 m aportes nivales. Dado lo anterior, los aportes nivales serán considerados solo durante los meses de verano (noviembre a abril) y los aportes pluviales solo durante los meses de invierno (mayo a octubre).

La metodología utilizada se resume en el diagrama del Cuadro NºA.1.1-1

CUADRO NºA.1.1-.1
METODOLOGÍA TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES



a.2.- Correlación entre estaciones

Este método supone que los rendimientos ($\bar{Q}$/unidad de superficie) entre las cuencas a correlacionar son similares para un período de tiempo considerado. Su aplicación requiere de una estación patrón que disponga de registros fluviométricos confiables y suficientemente largos para el cumplimiento del objetivo deseado (15 ó 30 años).

El método consiste en establecer una correlación entre la estación patrón y la estación de la cuenca en estudio, a través de la realización de aforos simultáneos. Una vez establecida la correlación y comprobada su calidad, se determina la función que relaciona los valores de ambas estaciones. Los caudales medios de la estación en estudio son obtenidos a través de la función, en base a los caudales medios mensuales.

b.- Relación precipitación-escorrentía

Esta metodología hace uso de relaciones precipitación-escorrentía ampliamente difundida en la literatura especializada. En su caso más general y para períodos de tiempo prolongados, esta relación puede escribirse como:

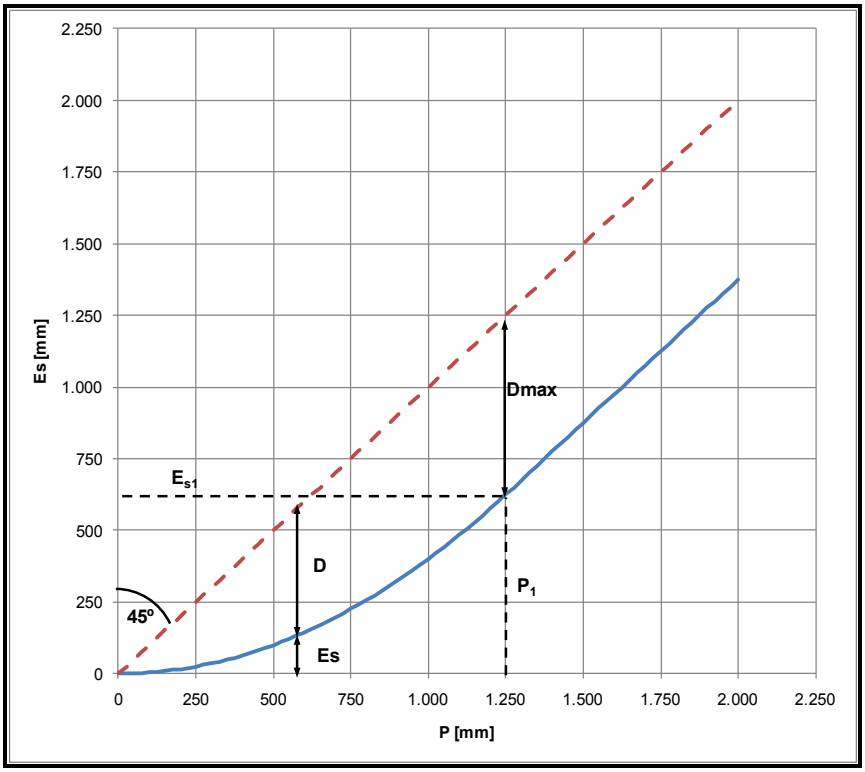
ECUACIÓN NºA.1-6
FORMA GENERAL RELACIÓN PRECIPITACIÓN ESCORRENTÍA

$$E_S = P - D$$

Donde:
Es : escorrentía [mm]
P : precipitaciones [mm]
D : déficit de escorrentía [mm]

En forma gráfica, lo anterior se puede representar como se muestra en el Cuadro NºA.1.1-2.

CUADRO NºA.1.1-2
RELACIÓN PRECIPITACIÓN - ESCORRENTÍA



Cuando se alcanza P_1, el déficit de escorrentía se hace máximo y se indica con D_{max}.

Existen diversas fórmulas empíricas para determinar la escorrentía de una cuenca, en este caso se utilizó la fórmula de Grunsky, que se muestra en la Ecuación NºA.1-7 siguiente.

ECUACIÓN NºA.1-7
FÓRMULA DE GRUNSKY

$$E_S = 0{,}4 \cdot P^2 \text{ para P} < 1{,}25 \text{ m}$$
$$E_S = P - 0{,}625 \text{ para P} \geq 1{,}25 \text{m}$$

Donde D_{max}=625 [mm]

La relación entre escorrentía y caudal queda establecida en la Ecuación NºA.1-8 siguiente:

ECUACIÓN NºA.1-8
RELACIÓN CAUDAL - ESCORRENTÍA

$$Q = \frac{E_S \cdot A}{t} \quad [m^3/s]$$

Donde: Q: caudal medio anual [m^3/s]
Es: escorrentía cuenca [m]
A: área aportante [m^2]
T: tiempo [s /año] = 86.400*365 = 31.536.000 seg.

Para realizar la distribución anual de caudales, se define el Factor de Distribución Medio Anual como se indica en la Ecuación NºA.1-9.

ECUACIÓN NºA.1-9
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO ANUAL (F.D.M.A.)

$$\text{F.D.M.A.} = \frac{\text{Promedio anual año i}}{\text{Promedio total}}$$

Para realizar la distribución mensual de caudales, se define el Factor de Distribución Medio Mensual como se indica en la Ecuación NºA.1-10.

ECUACIÓN NºA.1-10
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO MENSUAL (F.D.M.M.)

$$\text{F.D.M.M.} = \frac{\text{Promedio mensual mes i}}{\text{Promedio anual}}$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.2.- Escurrimiento en canales

Las metodologías de cálculo utilizadas para la estimación del escurrimiento son las siguientes:

- Escurrimiento con Flujo Uniforme, utilizando la conocida Fórmula de Manning
- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado.

A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme.

Este tipo de escurrimiento se caracteriza porque el canal no presenta variaciones en su trazado.

Bajo estas condiciones, la pérdida de energía es igual a la pendiente de fondo del canal y a la pendiente de la superficie del agua. Se puede suponer que las distribuciones de velocidad son iguales.

Se utiliza la Fórmula de Manning indicada en la Ecuación NºA.2-1.

ECUACIÓN NºA.2-1
FÓRMULA DE MANNING

$$Q = \frac{\sqrt{i}}{n} A \cdot R^{2/3}$$

Donde:
Q : caudal [m^3/s]
I : pendiente del canal
n : coeficiente de rugosidad de Manning
$R = \frac{A}{Pm}$: radio hidráulico [m]
A : sección mojada [m^2]
Pm : perímetro mojado [m]

Cuando el canal es regular, con una sección definida y sin obstrucciones, permite representar en forma adecuada el eje hidráulico del canal, con una adecuada estimación del coeficiente de rugosidad.

Los valores típicos para *n* se presentan en el siguiente Cuadro NºA.2.1-1.

CUADRO NºA.2.1-1
VALORES TÍPICOS PARA EL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING EN CANALES

TIPO DE CANAL	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
En tierra con bordes irregulares	0,045
Excavado en tierra	0,030
Revestido con hormigón	0,018
Revestido con albañilería de piedras.	0,025

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado.

El flujo gradualmente variado (FGV) es el flujo permanente cuya profundidad varía de manera gradual a lo largo de la longitud del canal. Lo anterior implica que el flujo es permanente, es decir, las características hidráulicas del flujo permanecen constantes en el intervalo de tiempo considerado y que las líneas de corriente son prácticamente paralelas, esto es, que la distribución hidrostática de la presión prevalece sobre la sección del canal.

El flujo gradualmente variado se puede representar por la siguiente ecuación:

ECUACIÓN NºA.2-2
REPRESENTACIÓN FLUJO GRADUALMENTE VARIADO

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{S_0 - S_f}{1 - F_r^{\,2}}$$

Donde:
S_0 : pendiente de fondo del canal
S_f : pendiente de fricción
F_r : número de Froude

En que:

ECUACIÓN NºA.2-3
PENDIENTE DE FRICCIÓN

$$S_f = \frac{Q^2 n^2}{A^2 R^{2/3}}$$

ECUACIÓN NºA.2-4
NÚMERO DE FROUDE

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

La ecuación del flujo gradualmente variado requiere condiciones de borde para su solución.

En régimen subcrítico (Río, Fr<1), las condiciones de borde están dadas aguas abajo y el escurrimiento tiende a un flujo uniforme hacia aguas arriba. En régimen supercrítico (Torrente, Fr>1), las condiciones de borde están dadas aguas arriba y el escurrimiento tiende a flujo uniforme hacia aguas abajo.

Bajo condiciones de régimen subcrítico, la velocidad de escurrimiento es menor que en régimen supercrítico.

Para el cálculo del eje hidráulico, se utiliza la metodología propuesta en el estudio “Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego Canal Almahue”, CNR, Procivil Ing. Ltda., 2010.

El eje hidráulico se calcula mediante el método escalonado adecuado para canales

prismáticos. A partir de una sección de parámetros conocidos, esto es: altura de agua y dimensiones transversales, se determina la distancia hacia aguas arriba o hacia aguas abajo, a la cual se produce una altura dada, realizando un balance energético.

Las ecuaciones generales son las siguientes ("Hidráulica", F.J. Domínguez IVª edición, pág. 680):

ECUACIÓN NºA.2-5
DISTANCIA ENTRE DOS SECCIONES

$$x = \frac{B_0 - B_1}{J_m - i}$$

ECUACIÓN NºA.2-6
BERNOULLI

$$B = h + \frac{v^2}{2g}$$

ECUACIÓN NºA.2-7
CARGA

$$J = \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}}$$

ECUACIÓN NºA.2-8
PENDIENTE DE LA ENERGÍA DE ESCURRIMIENTO

$$J_m = \frac{J_0 + J_1}{2}$$

Donde:
Los subíndices 0 y 1 indican respectivamente la sección de cálculo y la sección anterior cuyos parámetros son conocidos.
B : Bernoulli en una sección del escurrimiento (m)
Jm : pendiente de la energía del escurrimiento entre las dos secciones
i : pendiente de fondo del canal
x : distancia calculada entre dos secciones (m)
v : velocidad media en una sección (m/s)
R : radio hidráulico (m)
h : altura del pelo de agua (m)
n : coeficiente de rugosidad de Manning

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ANEXO B

EQUIPOS

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

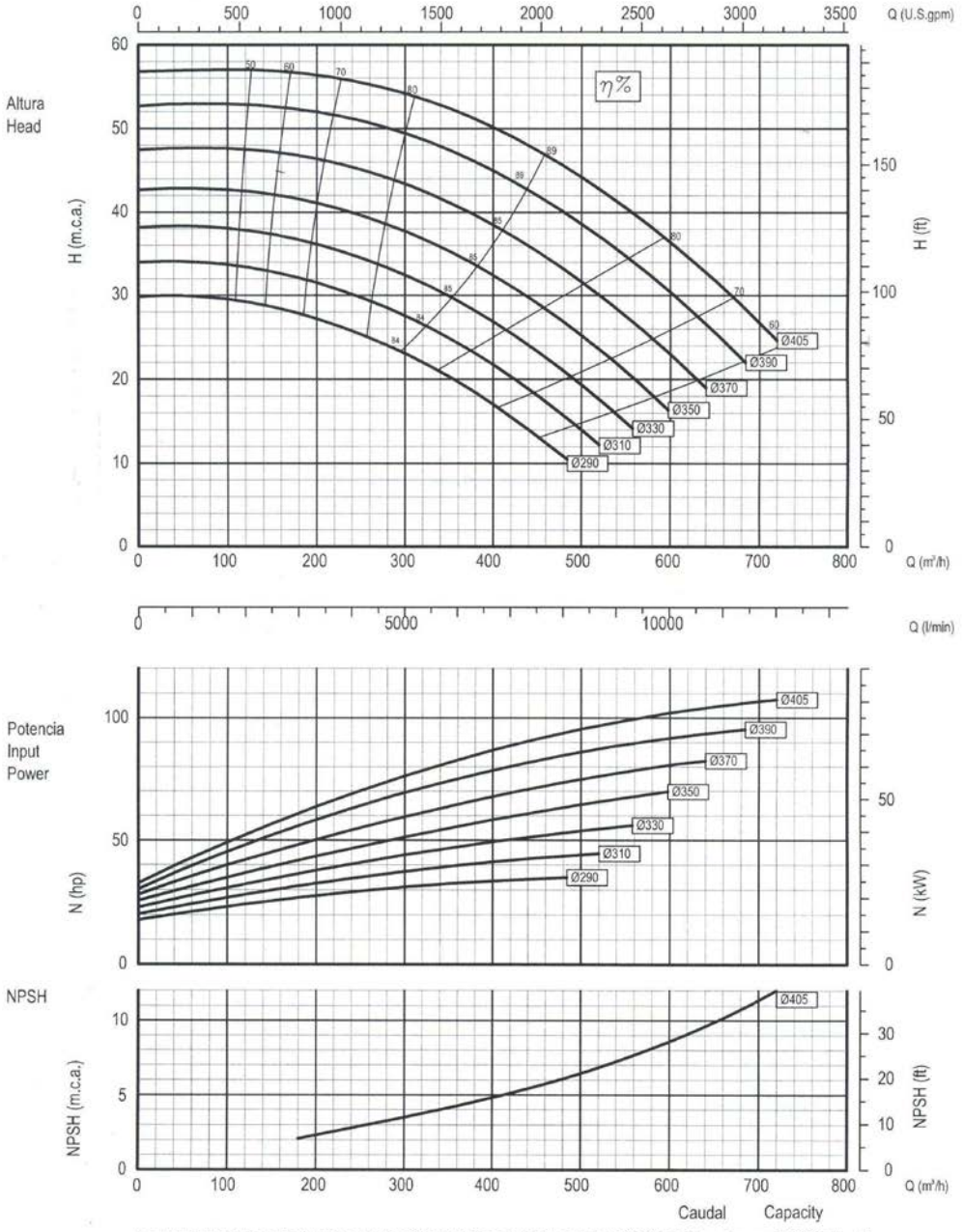
B.1.- Curvas características bomba Vogt 670.. . . . . B.3.-

B.2.- Catálogo de correas y poleas. B.4.-
B.2.1.- Catálogo de correas. B.4.-
B.2.2.- Catálogo de poleas. B.5.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

B.1.- Curvas características bomba Vogt 670

Diam. Entrada Salida Input Output Diam.	Velocidad Nominal Nominal Speed	Modelo Type
8" x 6"	1450 1/min	N 670
Oferta:	Item:	



Las curvas caracteristicas estan basadas para viscosidad cinematica = 1 mm² /s y densidad 1000 Kg/m³ . Tolerancia segun ISO 2548 clase C.
The performace curves are based for kinematic viscosity = 1mm² /s and density 1000 kg/m³ . Tolerance ISO 2548 class C.

El fabricante se reserva el derecho de modificar dimensiones y caracteristicas sin previo aviso.
All specifications are subject to change without notice.

CADfile: GN6704P

INDUSTRIA MECANICA VOGT S.A.
Fabrica: Alvarez de Toledo No. 669 - Casilla: 1916 - Santiago - Chile
www.vogt.cl

Seccion 3
Pagina 27
14/07/95

B.2.- Catálogo de correas y poleas

B.2.1.- Catálogo de correas

Heavy-Duty V-Belts

Gates

Gates Super HC® V-Belt Sizes Available

Outside Circumference (In.)	Super HC V-Belt Number	Outside Circumference (In.)	Super HC V-Belt Number	Outside Circumference (In.)	Super HC V-Belt Number
25	3VX250	50	5VX500	100	8V1000
26½	3VX265	53	5VX530	106	8V1060
28	3VX280	56	5VX560	112	8V1120
30	3VX300	60	5VX600	118	8V1180
31½	3VX315	63	5VX630	125	8V1250
33½	3VX335	67	5VX670	132	8V1320
35½	3VX355	71	5VX710	140	8V1400
37½	3VX375	75	5VX750	150	8V1500
40	3VX400	80	5VX800	160	8V1600
42½	3VX425	85	5VX850	170	8V1700
45	3VX450	90	5VX900	180	8V1800
47½	3VX475	95	5VX950	190	8V1900
50	3VX500	100	5VX1000	200	8V2000
53	3VX530	106	5VX1060	212	8V2120
56	3VX560	112	5VX1120	224	8V2240
60	3VX600	118	5VX1180	236	8V2360
63	3VX630	125	5VX1250	250	8V2500
67	3VX670	132	5VX1320	265	8V2650
71	3VX710	140	5VX1400	280	8V2800
75	3VX750	150	5VX1500	300	8V3000
80	3VX800	160	5VX1600	315	8V3150
85	3VX850	170	5VX1700	335	8V3350
90	3VX900	180	5VX1800	355	8V3550
95	3VX950	190	5VX1900	375	8V3750
100	3VX1000	200	5VX2000	400	8V4000
106	3VX1060	212	5V2120	425	8V4250
112	3VX1120	224	5V2240	450	8V4500
118	3VX1180	236	5V2360	475	8V4750
125	3VX1250	250	5V2500	500	8V5000
132	3VX1310	265	5V2650	560	8V5600
140	3VX1400	280	5V2800		
		300	5V3000		
		315	5V3150		
		335	5V3350		
		355	5V3550		

Super HC® V-Belts

Reduce drive costs... Take up less space

1. **Narrower belt top width and groove spacing** reduce sheave face width by 30% to 50%. Smaller diameter sheaves and shorter center distances (with shorter belts) may often be used.
2. **Higher Belt Speeds,** up to 6,500 fpm without dynamic balancing of sheaves, permit use of high speed motors for additional savings.
3. **Precisely-Engineered Arched Top** assures proper alignment of tensile section.
4. **Concave Sidewalls** (U.S. Pat. No. 1813698) insure precise fit and full contact between belt and groove, distributing wear uniformly for longer belt life.
5. **Radius Relief** provides proper support in sheave groove minimizing corner wear.
6. **Flex-Weave Cover** (U.S. Pat. No. 2519590) not only protects core of belt but its greater flexibility permits belt to bend more easily over even the smallest sheaves.
7. **Flex-Bonded Tensile Member** prevents cord separation . . . helps eliminate danger of unexpected belt failure.
8. **Oil and Heat Resistance** provides long service life under oil and heat conditions.
9. **Static Safety** is assured by static conductive construction.
10. **The V80 Matching System** means all Gates Super HC and Super HC Molded Notch V-Belts labelled with the V80 symbol will match all other Gates V-belts of the same size also marked with the V80 symbol.

Gates Super HC® Molded Notch V-Belt

... higher capacity, smaller diameter sheaves featuring energy and weight savings.

Recommended For: Use where conventional or Super HC V-Belts are impractical or where space, weight or sheave limitations are present —increased horsepower capacity or production is required—higher speeds are necessary. At these smaller sheave diameters, it carries a higher horsepower rating than any other V-belt on the market.

Energy Savings: Super HC Molded Notch V-Belts allow you to design drives with higher R.P.M. motors. This means you can design more efficient drives (according to N.E.M.A.,* high speed motors are up to 10% more efficient).

Gates PowerBand® — Super HC and Hi-Power II® Types

Solve belt whip and turnover problems

Here's an entirely new type of belt developed by Gates for drives subjected to pulsating loads or shock loads.

A Gates PowerBand is two, three, four or five Gates Super HC or Hi-Power II V-Belts permanently vulcanized together with a specially designed, high-strength, tie-band.

PowerBand offers all the advantages of V-belt drives — yet has additional lateral rigidity to eliminate problems caused by whipping belts that turn over or come off the drive. In addition, PowerBand operates in standard V-belt sheaves.

PowerBand, Super HC Type: Available in 3VX, 5VX and 8V cross-sections in the same stock lengths as shown for Super HC V-Belts.

PowerBand, High-Power II Type: Available in B, C and D cross-sections in the same stock lengths as shown for Hi-Power II V-Belts on next page.

*National Electrical Manufacturers Association.

The Gates Rubber Company

B.2.2.- Catálogo de poleas

Heavy Duty Sheaves

Gates

Super HC® Stock Sheaves

POLEA

CENTRO BUJE

MATERIAL: FIERRO FUNDIDO CENTRIFUGADO

Type QD

"CLOSE GRAIN"

Smaller, narrower Gates Super HC Sheaves are specially designed and built for use with Super HC V-Belts. Narrower grooves, minimum groove spacing, smaller sheave diameters and shorter drive center distances save space, reduce weight and lower costs.

Stock sheaves are quickly available from your Gates Super HC V-Belt distributor or delivery is possible from Gates nationwide network of stocking distributors and regional warehouses.

For Super HC drive design and service, call your nearby Gates distributor or field engineer.

Sheave Sizes Available

3V Sheave, Type QD

No. Grooves	O.D. Min.	Bore Max.	O.D. Max.	Bore Max.
1	2.65"	1¼"	19.0"	2½"
2	2.65"	1¼"	25.0"	2 3/16"
3	2.65"	1¼"	33.5"	2 3/16"
4	2.65"	1¼"	33.5"	3½"
5	4.75"	1⅞"	33.5"	3½"
6	4.75"	2½"	33.5"	3½"
8, 10	4.75"	2½"	33.5"	3 15/16"

Groove Spacing is 13/32", center to center.

5V Sheave, Type QD

No. Grooves	O.D. Min.	Bore Max.	O.D. Max.	Bore Max.
2	7.1"	2½"	28.0"	3½"
3	7.1"	2 3/16"	50.0"	3 15/16"
4, 5	7.1"	2 3/16"	50.0"	4½"
6, 8	7.1"	2 3/16"	50.0"	5½"
10	8.0"	3½"	50.0"	5½"

Groove Spacing is 1 1/4", center to center.

8V Sheave, Type QD

No. Grooves	O.D. Min.	Bore Max.	O.D. Max.	Bore Max.
4	12.5"	3 5/16"	53.0"	5½"
5, 6	12.5"	3 15/16"	53.0"	5⅞"
8, 10	12.5"	4½"	53.0"	7"

Groove Spacing is 1 1/4", center to center.

8V Sheaves, Type QD

For availability of Made-To-Order Sheaves, contact your Gates distributor or field engineer.

Gates VULCOMOUNT Sheaves

Type QD

Stock sheaves are quickly available from your Gates multiple V-Belt drive distributor or delivery is possible from Gates nationwide network of stocking distributors and regional warehouses.

Easy to Install—Split bushing allows quick, easy installation on standard shafts and those varying slightly from standard.

Easy to Remove—Head screws, used as jackscrews, push sheave off bushing without using special tools.

Sheave Sizes Available

Multi-Duty® (A-B) Sheave, Type QD

No. Grooves	O.D. Min.†	Bore Max.	O.D. Max.†	Bore Max.
1	3.75"	1⅝"	18.75"	2⅝"
2	3.75"	1⅝"	38.35"	2 3/16"
3	3.75"	1⅝"	38.35"	3½"
4, 5, 6	3.75"	2"	38.35"	3½"
8	5.75"	2⅝"	38.35"	4"
10	5.75"	2⅝"	38.35"	4½"

† Subtract 0.75" to find pitch diameter for "A" section; and, 0.35" for "B" section. "A" grooving is available in diameters up to 20.35" only.

C Sheave, Type QD

No. Grooves	O.D. Min.	Bore Max.	O.D. Max.	Bore Max.
2	7.4"	2 5/16"	24.4"	2 5/16"
3	7.4"	2 5/16"	44.4"	4"
4, 5, 6	7.4"	2 5/16"	44.4"	4½"
8	8.4"	3½"	44.4"	5½"
10	8.4"	3½"	44.4"	5½"
12	9.4"	4½"	44.4"	5½"

D Sheave, Type QD

No. Grooves	O.D. Min.	Bore Max.	O.D. Max.	Bore Max.
4	12.6"	4"	40.6"	5½"
5	12.6"	4"	48.6"	5½"
6	12.6"	4½"	48.6"	5½"
8	12.6"	4½"	48.6"	5⅞"
10, 12	12.6"	5½"	48.6"	7"

To order Vulcomount sheaves, call your nearby Gates distributor.

ANEXO C

PLANOS

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo C: Planos

Lámina	Contenido
13-1	-Planta de ubicación unidad de fuerza motriz canal Bio-Bio Negrete derivado Rihue sector La Turbina – topografía -Perfil longitudinal canal Bio-Bio negrete derivado Rihue sector La Turbina km. 17.560 a km.18100 – topografía -Perfil longitudinal canal que va por el alto km. 0.0 - km. 500 – topografía -Perfiles transversales canal Bio-Bio Negrete derivado Rihue sector La Turbina km.17.560 a km.18.110 - topografía -Perfil longitudinal descarga en La Turbina km. 10.160-km. 11.720 – topografía
13-2	-Planta general unidad de fuerza motriz canal Bio-Bio Negrete sector La Turbina -Planta de fuerza motriz con sistema de transmisión por poleas en sector La Turbina secciones en corte de instalaciones sector turbina

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

PROYECTO Nº 14
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
CANAL BÍO-BÍO SUR – DERIVADO LICURA MUNILQUE
SECTOR PUERTAS BLANCAS
RÍO BÍO-BÍO – REGIÓN DEL BÍO-BÍO

INDICE

1.-	Antecedentes Generales.	1.1.-
1.1.	Nombre del proyecto.	1.2.-
1.2.-	Región y comuna.	1.2.-
1.3.	Fuente hídrica.	1.2.-
1.4.-	Organización y regantes.	1.2.-
1.5.-	Informantes.	1.2.-
2.-	Carta de interés	2.1.-
2.1.-	Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).	2.2.-
2.2.-	Respuesta de la organización.	2.4.-
3.-	Antecedentes del proyecto.	3.1.-.
3.1.-	Descripción.	3.2.-.
3.2.-	Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno. . . .	3.3.-.
3.2.1.-	Planta topográfica general.	3.3.-
3.2.2.-	Foto satelital.	3.4.-
3.2.3.-	Fotografías de terreno	3.5.-
3.3.-	Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia. .	3.9.-
3.4.-	Modelo operacional y de negocios..	3.9.-
4.-	Hidrología y cálculos hidráulicos.	4.1.-
4.1-	Hidrología.	4.2.-
4.2-	Cálculos hidráulicos	4.6.-
4.2.1.-	Cálculo de capacidad del cana	4.6.-
4.2.2.-	Pérdidas por infiltración	4.9.-
4.3.-	Caudales de generación o turbinables.	4.14.-
5.-	Topografía	5.1.-
5.1.-	Generalidades y contenidos	5.2.-
6.-	Prediseño de obras	6.1.-
6.1.-	Obras civiles.	6.2.-
6.1.1.-	Desarenadores, vertederos de carga y rejas.	6.2. -
6.1.1.1.-	Metodología de cálculo del desarenador	6.2. -
6.1.1.2.-	Metodología de cálculo de la reja	6.4.-
6.1.1.3.-	Metodología de cálculo del vertedero	6.5.-
6.1.2.-	Cámara de carga	6.6.-
6.1.3.-	Machones de anclaje	6.7.-
6.1.3.1.-	Dimensionamiento de machones de anclaje.	6.7.-
6.1.3.2.-	Consideraciones de diseño	6.12.-
6.1.3.3.-	Cálculo cubicación de machones de anclaje.	6.13.-
6.1.4.-	Determinación de diámetros de tubería y pérdidas de carga friccionales y singulares según Hazen Williams. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga.	6.15.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

INDICE

6.2.- Obras electromecánicas. 6.18.-
6.3.- Obras de transmisión 6.19.-
6.3.1.- Conexión a la red. 6.19.-
6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica 6.19.-
6.3.1.2.-Ubicación y caracterización de líneas más cercanas. . . . 6.20.-
6.3.1.3.-Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño . . 6.23.-
6.4.- Listado Planos de prediseño conceptual y topografía . . . 6.28.-
6.5.- Cubicaciones y presupuesto 6.29.-

7.- Evaluación económica y financiera. 7.1.-
7.1.- Beneficios. 7.2.-
7.2.- Inversiones y costos. 7.3.-
7.3.- Evaluación económica. 7.5.-
7.3.1.- Potencia optimizada. 7.5.-
7.3.2.- Flujo económico anual. 7.6.-
7.3.3.- Sensibilizaciones. 7.10.-
7.4.- Análisis financiero. 7.15.-
7.4.1.- Parámetros del análisis financiero. 7.15.-
7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero. 7.18.-
7.5.- Resumen de parámetros económicos. 7.20.-

8.- Conclusiones y recomendaciones. 8.1.-

Anexos

Anexo A: Hidrología y caudales de generación

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A-8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

A.3.- Caudales de generación A-11.-

Anexo B: Evaluación económica y financiera

Anexo B.1.- Energía Mensual B-3.-

Anexo B.2.- Flujo Mensual B-10.-

Anexo B.3.- Análisis Financiero B-19.-

INDICE

Planos en álbum.

14-1 -Planta general de ubicación canal Bio-Bio Sur derivado Licura Munilque sector Puertas Blancas km. 25.390- km.25.880 situación actual - topografía
-Perfil longitudinal sector Puertas Blancas km 25.390 al km 25.880
Situación actual - topografía
-Perfiles transversales sector Puertas Blancas km. 25.300 a km. 28.880
Situación actual - topografía
14-2 -Planta general de ubicación canal Bio-Bio Sur derivado Licura Munilque sector Puertas Blancas km. 25.390- km.25.880 central hidroeléctrica - proyectada
-Perfil longitudinal sector Puertas Blancas km 25.300 al km 25.880
Situación proyectada
-Perfiles transversales sector Puertas Blancas km. 25.390 a km. 28.880
Situación proyectada
-Perfil longitudinal tubería de purga d-1.000mm
14-3 -Planta de ubicación central hidroeléctrica canal Bio-Bio Sur derivado Licura Munilque sector Puertas Blancas km. 25.610-km. 25.720
-Planta y cortes cámara aquietadora para tubería de purga
-Planta y cortes turbina
-Planta y cortes obra desarenador
-Detalle compuerta de tablones desmontables

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1.- Antecedentes Generales

1.1. Nombre del proyecto
1.2- Región y comuna
1.3. Fuente hídrica
1.4.- Organización y regantes
1.5.- Informantes

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1.1.-Nombre del proyecto

Canal Bío-Bío Sur – Derivado Licura Munilque Sector Puertas Blancas – Río Bío-Bío

1.2.-Región y Comuna.

Comuna Mulchén, Región Del Bío-Bío

1.3.-Fuente hídrica.

Río Bío-Bío

1.4.- Organización y regantes.

Asociación Canal Bío-Bío Sur

1.5.- Informantes.

Gerente - Administrador	:	Claudio Rojas Foncilla
Dirección	:	Padre Manera 348 – Mulchén
Teléfono	:	43-562829
Celular	:	9-8834071 (del Administrador)
Correo Electrónico	:	abiobio.sur@gmail.com

2.- Carta de interés

2.1.- Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR)
2.2.- Respuesta de la organización

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

2.1.-Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ORD. : Nº 648 .-

ANT. : "PROGRAMA DE FOMENTO DE MINICENTRALES HIDROELECTRICAS ASOCIADAS A OBRAS DE RIEGO COMPRENDIDAS ENTRE 2 Y 20 MW DE POTENCIA, ENTRE LAS REGIONES VII Y VIII".

MAT. : PETICIÓN CARTA DE COMPROMISO.

INCL. : LO INDICADO.

SANTIAGO, - 9 FEB 2010

DE : SECRETARIO EJECUTIVO (S) – COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO.

A : SR. AXEL WILHELM B. – PRESIDENTE, ASOCIACIÓN CANALISTAS CANAL BÍO BÍO SUR, LOS ÁNGELES, REGIÓN DEL BÍO BÍO.

Como es de su conocimiento, la Comisión Nacional de Riego en convenio con la Comisión Nacional de Energía están desarrollando desde el año 2006 un Programa de Fomento de Minicentrales Hidroeléctricas Asociadas a Obras de Riego comprendidas entre 2 y 20 MW de potencia. Dicho Programa se inició con el Estudio denominado "Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto", CNE – CNR, Octubre 2007, en que se ha detectado en principio un aprovechamiento hidroeléctrico utilizando las aguas e infraestructura de riego pertenecientes a su organización.

Como consecuencia del interés demostrado por muchas de las organizaciones de regantes de seguir avanzando en el estudio específico de sus eventuales aprovechamientos hidroeléctricos, pero ante la carencia de recursos económicos y conocimiento técnico manifestada, este Programa de Fomento de Minicentrales Hidroeléctricas ha decidido profundizar el Estudio de Octubre-2007 antes mencionado a través de un Estudio de Prefactibilidad que analizará quince (15) casos de aprovechamientos hidroeléctricos asociados a obras de riego entre las Regiones VII y VIII con una duración total de seis (6) meses.

Para estos efectos, se llamó a una Licitación Pública presentándose 9 (nueve) firmas consultoras. Después de un proceso de estudio y calificación de las propuestas presentadas, la firma Consultora Procivil Ingeniería Ltda., de vasta experiencia en proyectos de riego, se adjudicó la Licitación. Cabe señalar que como Jefe de Proyecto estará el Ingeniero Civil Sr. Juan. Carlos Croxatto O. y como contraparte técnica profesionales de ambas Comisiones. Es preciso destacar que se contará además con la asesoría de la Oficina de la Unión Europea en Chile, quienes nos aportarán expertos en Centrales Hidráulicas Pequeñas y participarán en la organización de una gira técnica, orientada a las organizaciones de regantes interesadas en aprovechamientos hidroeléctricos asociados a obras de riego, a países europeos con gran experiencia en este tipo de generación eléctrica.

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449 - 4º Piso
Teléfono: 425 79 00 - Fax: 425 79 01 - 425 79 02 - 425 79 03 - 425 79 05 - Casilla 424 - V, Correo 21 , Santiago - Chile
www.chileriego.cl

2.2.-

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Entre los casos que están pre-seleccionados para incluir en este Estudio de Prefactibilidad está considerado su Canal. La selección definitiva de los quince casos, se hará en conjunto con Procivil Ingeniería Ltda. En la fase inicial del Estudio, se exigirá como condición previa una Carta Compromiso de su Organización, la cual manifieste su real interés y más amplio compromiso de cooperación y participación en este Estudio. Al respecto, se adjunta un modelo de dicha "Carta Compromiso" la que rogamos hacer llegar firmada a la mayor brevedad.

Saluda atentamente a Ud.,

REPUBLICA DE CHILE * SECRETARIA EJECUTIVA * COMISION NACIONAL DE RIEGO

PEDRO LEÓN UGALDE ENRÍQUEZ
SECRETARIO EJECUTIVO (S)

RBA/VAR/MGS/spl
ORD036Pet.CartaCompromiso_P.Fom.Minicentrales.AWilhelm (mgs)
Archivo DED

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449 - 4º Piso
Teléfono: 425 79 00 - Fax: 425 79 01 - 425 79 02 - 425 79 03 - 425 79 05 - Casilla 424 - V. Correo 21 , Santiago - Chile
www.chileriego.cl

2.2.- Respuesta de la organización.

Los Ángeles, 15 de Febrero, 2010

Señor
Nelson Pereira Muñoz
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Riego
SANTIAGO

Muy Señor Nuestro:

La organización que represento ha tomado conocimiento de los objetivos del Estudio **"Evaluación técnica preliminar de proyectos de centrales hidroeléctricas de menos de 20 MW de potencia asociadas a obras de riego"**, que será ejecutado por la empresa PROCIVIL para la CNR y CNE y:

- Manifiesta su interés en apoyar la ejecución de este estudio, cooperando activamente poniendo a disposición de la firma consultora los antecedentes disponibles ya sean topográficos (planos, fotos, etc.), hidrológicos (caudales máximos, mínimos, medios, calidad físico químico, etc.), obras de arte (planos de bocatomas, sifones, canoas, marcos partidores, entregas, etc.) y cualquier otro anteproyecto hidroeléctrico realizado anteriormente.

- Manifiesta su interés en conocer los resultados del estudio, para las oportunidades que estén bajo la jurisdicción de esta organización, que entendemos será un apoyo para las conversaciones que decidamos emprender con posterioridad con diferentes inversionistas o empresas hidroeléctricas.

Agradeciendo la oportunidad, saluda atentamente a Ud.

Axel Wilhelm Bavestrello
Presidente
Asociación de Canalistas – Canal Bío Bío - Sur
Los Ángeles – Región del Bío Bío

2.4.-

3.- Antecedentes del proyecto

3.1.- Descripción
3.2.- Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno
3.3.- Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia
3.4.- Modelo operacional y de negocios

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.1.-Descripción

El objetivo de este proyecto es profundizar el diagnóstico de la central hidroeléctrica asociada al canal Bío Bío Sur, el que fue catastrado en el estudio "Estimación del potencial hidroeléctrico asociado a obras de riego existentes o en proyecto, CNR-CNE, 2007", mediante una mejor evaluación de su potencial y caracterización de proyectos seleccionados, con la finalidad de vincularlos con instrumentos de fomento existentes.

El Canal Bío-Bío Sur capta sus derechos en la ribera sur del rio Bío-Bío. La bocatoma es estable y se ubica aguas arriba del sector de Santa Bárbara, en Rucalhue. El canal tiene asignados derechos de agua por un caudal de 40m^3/s, aunque podrían captarse 60m^3/s.

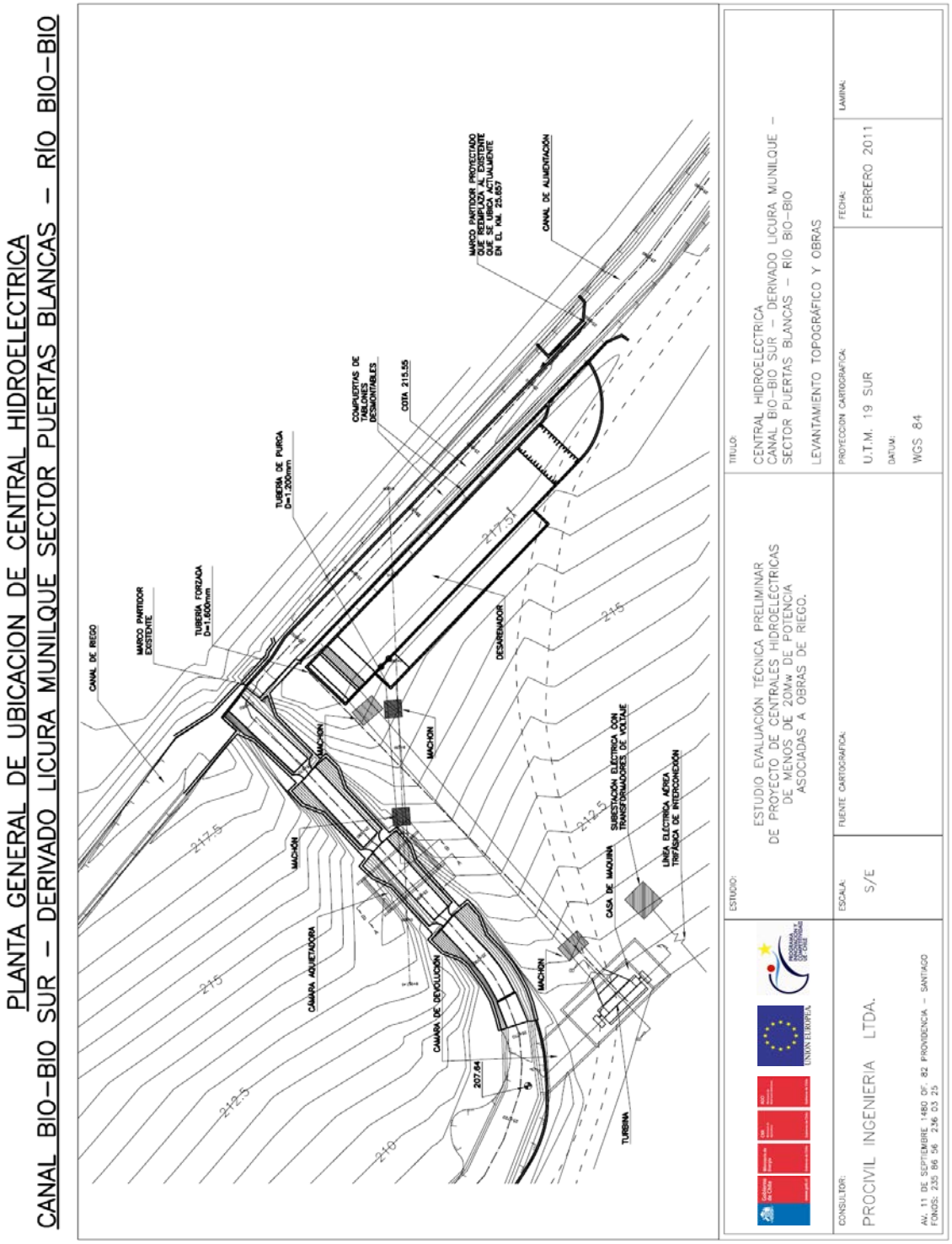
El proyecto del canal está dividido en 3 etapas, en las primeras dos hasta el río Renaico pertenecen a la Asociación y sólo la última es del Estado y en proceso de traspaso a los privados. Esta organización está gestionando la generación en sus canales actualmente, sin embargo tienen varias otras alternativas de generación.

Las visitas fueron guiadas por el administrador Sr. Claudio Rojas y el Sr. Luis Arroyo Jefe del Departamento Técnico.

Una solución que se ha estudiado para este canal se ubica en el Derivado Licura Munilque, sector Puertas Blancas en el km 25,7 del trazado del canal y junto a la Ruta 5, que reúne 4 caídas o saltos para disipar energía.

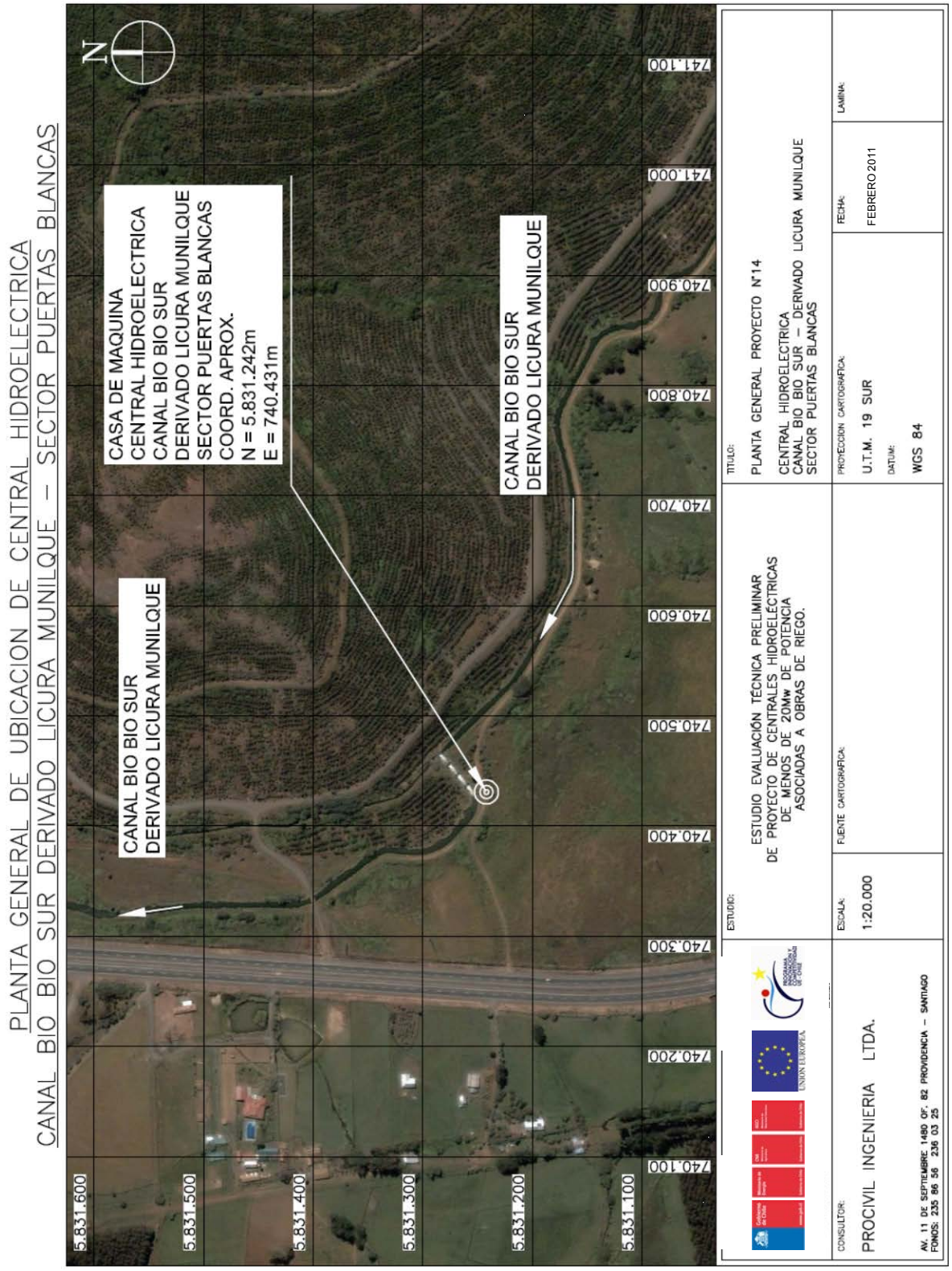
3.2.-Antecedentes Gráficos de ubicación y fotos de terreno

3.2.1.-Planta Topográfica general



3.3.-

3.2.2.-Foto Satelital



3.4.-

3.2.3.-Fotografías de terreno

A continuación se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno y una pequeña reseña del contenido de las mismas.

Foto Nº 1: Vista hacia aguas arriba de los 4 saltos existentes operando normalmente, que conforman el conjunto aprovechable en generación de pasada.

Foto Nº 2: Vista de la parte superior del conjunto de saltos, en su primera caída. Se trata de un marco partidor de barrera triangular, en que el saliente a la izquierda conforma propiamente el caudal turbinable durante el período de riego. Existe un saliente a la derecha pero es muy menor.

Foto Nº 3: Caída por el lado izquierdo, con agua.

Foto Nº 4: Caída de la foto anterior, sin agua.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 1

FOTO Nº 2

FOTO Nº 3

FOTO Nº 4

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Foto Nº 5: Vista hacia aguas abajo de los cuatro saltos, sin agua.

Foto Nº 6: Detalle de ubicación del PR debidamente balizado.

Foto Nº 7: Vista hacia aguas arriba de las caídas.

Foto Nº 8: Vista general hacia aguas arriba. Se aprecian los trabajos de revestimiento al final de las caídas.

Foto Nº 9: Hacia aguas abajo. Trabajos en ejecución de revestimiento en la curva final.

Foto Nº 10: Hacia aguas abajo, antes de la curva final, revestida recientemente.

Foto Nº 11: Hacia aguas abajo. Trabajos en ejecución de revestimiento en la curva final.

Foto Nº 12: Líneas eléctricas, muy cercanas a la ubicación de la central.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 5

FOTO Nº 6

FOTO Nº 7

FOTO Nº 9

FOTO Nº 8

FOTO Nº 10

FOTO Nº 11

FOTO Nº12

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.-Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia

Los caudales turbinables de la Central varían según la hidrología del río Bío-Bío. El caudal máximo a turbinar corresponde a 5,2 m^3/s correspondiente a la capacidad del canal hasta este sector.

La caída estimada de acuerdo a topografía es de 7,9m, medida en las cuatro caídas.

Con la altura de caída bruta y el caudal máximo, permitiría generar con una potencia de hasta 0,34 Mw como máximo.

3.4.-Modelo operacional y de negocios

Esta central opera con los derechos de agua del canal Bío Bío Sur, de su derivado Licura Munilque y específicamente del sector denominado Puertas Blancas. A través de un aforo encargado por la asociación, se establecieron los derechos de agua por 6.097 acciones del canal, el que entrega una dotación a nivel de predio de 0,84 l/s / acción según consta en sus estatutos. Estas acciones equivalen aproximadamente a 5,12 m^3/s.

En invierno, la operación de la central es con todos los derechos de agua, es decir, se genera con hasta 5 m^3/s. En verano se genera con lo que no se utiliza para riego en el canal subderivado de arriba

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.- Hidrología y Cálculos Hidráulicos

4.1- Hidrología
4.2- Cálculos hidráulicos
4.3.- Caudales de generación o turbinables

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.1- Hidrología

Se presenta la estadística de la estación fluviométrica "Río Bío Bío en Rucalhue", que muestra la Hidrología del río en el sector de la bocatoma del canal Bío Bío Sur.

CUADRO Nº4.2-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m³/s]
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RIO BÍO BÍO EN RUCALHUE
ESTADÍSTICA RELLENADA Y CORREGIDA - REGIÓN DEL BÍO BÍO

CUENCA	RIO BÍO BÍO	**SUB-CUENCA**	RIO BÍO BÍO	**FUENTE HÍDRICA**	RIO BÍO BÍO

NOMBRE ESTACIÓN	RIO BÍO BÍO EN RUCALHUE	**CÓDIGO BNA**	08317001-0	**COORDENADAS UTM** [m] (Huso 18, Datum PSAD 56)	5.826.911 N	236.848 E
ALTITUD [msnm]	310					

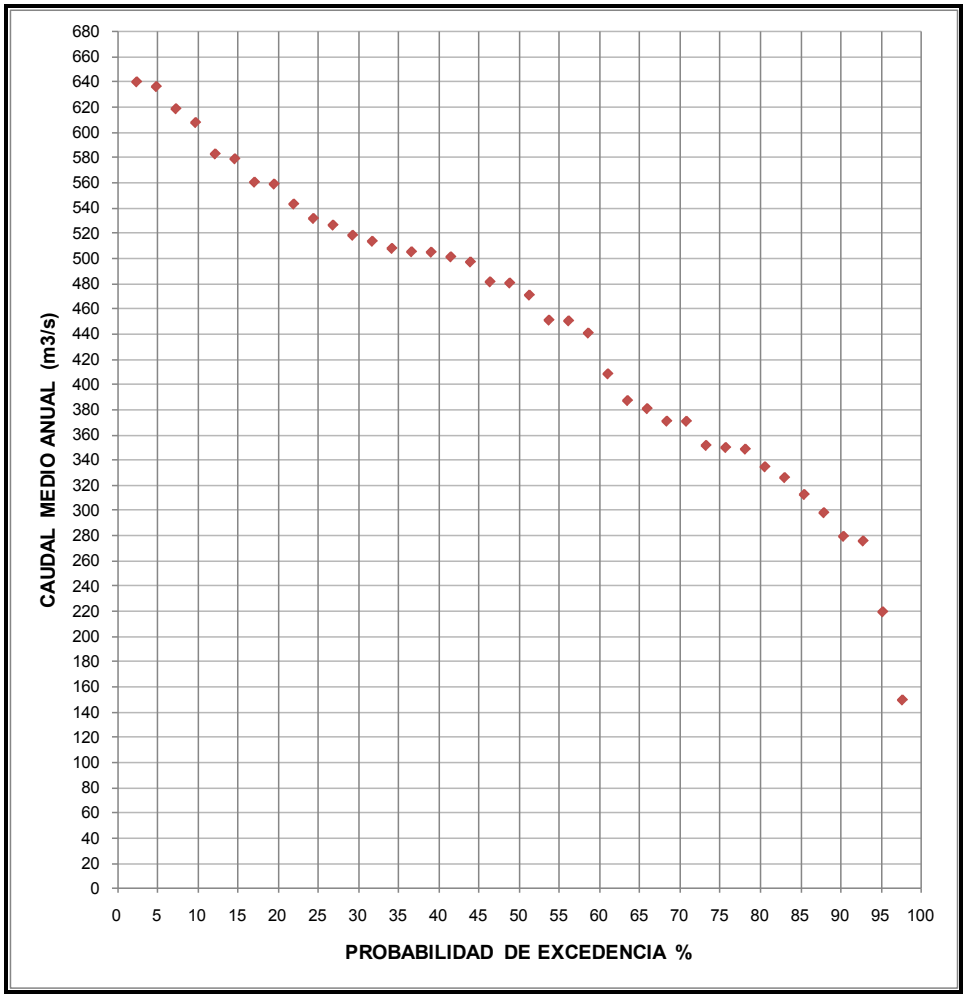
ÁREA APORTANTE [Km^2]	7.044
PRECIPITACIÓN ANUAL [mm] (en baricentro de áreas)	2.502

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1960/61	168,00	191,00	756,00	638,00	442,00	478,00	985,00	687,00	397,00	291,00	183,00	189,00	450,417
2	1961/62	167,00	264,00	625,00	1247,90	704,00	921,00	1143,00	754,00	399,00	226,00	145,00	110,00	558,825
3	1962/63	86,00	98,10	298,00	250,00	749,00	500,00	440,00	284,00	315,00	107,00	100,00	84,50	275,967
4	1963/64	100,00	158,00	379,00	643,00	926,00	932,00	1022,00	1046,00	642,00	275,00	155,00	101,00	531,583
5	1964/65	99,50	160,00	349,00	301,00	401,00	739,00	524,00	448,00	444,00	208,00	120,00	121,00	326,208
6	1965/66	305,00	587,00	899,00	1008,00	1117,00	470,00	777,00	740,00	803,00	282,00	147,00	156,00	607,583
7	1966/67	186,00	352,00	616,00	1095,00	650,00	657,00	716,00	655,00	919,00	400,00	273,00	205,00	560,333
8	1967/68	188,00	432,00	460,00	543,00	791,00	747,00	803,00	701,00	485,00	246,00	185,00	195,00	481,333
9	1968/69	205,00	319,00	283,00	318,00	296,00	543,00	215,00	519,00	285,00	176,00	110,00	86,70	279,642
10	1969/70	134,00	418,00	1196,00	638,00	778,00	596,00	611,00	729,00	494,00	219,00	139,00	110,00	505,167
11	1970/71	142,00	181,00	609,00	520,00	531,00	457,00	591,00	644,00	546,00	305,00	234,00	141,00	408,417
12	1971/72	175,00	546,00	444,00	1026,00	775,00	557,00	649,00	610,00	585,00	286,00	180,00	132,00	497,083
13	1972/73	111,00	695,00	1312,00	716,00	1390,00	752,00	800,00	876,00	494,00	248,00	159,00	125,00	639,833
14	1973/74	98,40	325,00	560,00	643,00	458,00	402,00	715,00	532,00	290,00	244,40	167,20	135,20	380,850
15	1974/75	80,50	178,00	544,00	464,00	513,00	449,00	626,00	535,00	318,00	175,00	204,00	114,00	350,042
16	1975/76	222,00	496,00	768,00	604,00	473,00	475,00	535,00	593,00	569,00	267,00	164,00	123,00	440,750
17	1976/77	92,20	104,00	816,00	440,00	373,00	439,00	797,00	565,00	359,00	211,00	146,00	109,00	370,933
18	1977/78	139,00	611,00	697,00	944,00	637,00	803,00	1011,00	972,00	600,00	240,00	165,00	127,00	578,833
19	1978/79	81,50	252,00	445,00	1592,00	560,00	782,00	976,00	823,00	387,00	181,00	140,00	96,30	526,317
20	1979/80	78,60	235,00	202,00	520,00	1215,00	928,00	618,00	776,00	684,00	246,00	279,00	232,00	501,133
21	1980/81	444,00	1300,00	1283,00	941,00	871,00	507,00	466,00	387,00	264,00	244,40	164,00	121,00	582,700
22	1981/82	164,00	1339,00	788,00	843,00	641,00	509,00	464,00	346,00	182,00	135,00	129,00	110,00	470,833
23	1982/83	94,20	268,00	797,00	1387,00	697,00	1087,00	1022,00	783,00	630,00	340,00	192,00	125,00	618,517
24	1983/84	142,00	195,00	551,00	480,00	411,00	405,00	656,00	590,00	244,00	141,00	111,00	90,90	334,742
25	1984/85	80,00	422,00	400,00	975,00	388,00	673,00	1065,00	1001,00	640,00	299,00	159,00	117,00	518,250
26	1985/86	200,00	715,00	680,00	791,00	321,00	356,00	420,00	451,00	195,00	118,00	104,00	99,00	370,833
27	1986/87	196,00	676,00	1360,00	544,00	773,00	482,00	567,00	575,00	512,00	174,00	117,00	118,00	507,833
28	1987/88	102,00	150,00	518,00	744,00	737,00	545,00	771,00	507,00	220,00	146,00	102,00	105,00	387,250
29	1988/89	108,00	141,00	381,00	388,00	610,00	403,00	524,00	555,00	301,00	153,00	106,00	83,70	312,808
30	1989/90	69,80	65,70	352,00	378,00	547,00	530,00	557,00	334,00	384,00	152,00	107,00	104,00	298,375
31	1990/91	228,00	361,00	528,00	358,00	710,00	871,00	437,00	280,00	160,00	103,00	77,80	71,20	348,750
32	1991/92	170,00	994,00	704,00	825,00	464,00	611,00	457,00	394,00	350,00	205,00	123,00	115,00	451,000
33	1992/93	171,00	905,00	1173,00	565,00	356,00	528,00	665,00	709,00	465,00	252,00	149,00	120,00	504,833
34	1993/94	232,00	816,00	1389,00	1199,00	937,00	702,00	605,00	608,00	643,00	239,00	150,00	113,00	636,083
35	1994/95	176,00	285,00	755,00	1054,00	477,00	806,00	982,00	582,00	582,00	219,00	134,00	110,00	513,500
36	1995/96	150,00	158,00	867,00	929,00	691,00	843,00	691,00	679,00	347,00	163,00	121,00	126,00	480,417
37	1996/97	208,00	205,00	433,00	295,00	325,00	286,00	265,00	211,00	134,00	114,00	80,70	81,10	219,817
38	1997/98	286,00	481,00	992,00	740,00	972,00	853,00	657,00	641,00	379,00	293,00	125,00	96,90	542,992
39	1998/99	103,00	122,00	114,00	225,00	222,00	212,00	135,00	324,76	87,40	84,80	72,10	97,51	149,963
40	1999/00	138,17	238,12	488,00	249,00	270,00	935,00	722,00	492,00	224,00	138,00	197,00	129,00	351,691
Promedio		158,02	410,97	670,28	701,52	629,98	619,28	667,05	598,47	423,96	213,67	147,90	120,65	446,81
Desv. Std.		74,03	315,51	327,14	333,54	264,18	205,82	236,07	197,99	189,28	71,62	46,66	33,75	119,16
Coef. Var.		0,47	0,77	0,49	0,48	0,42	0,33	0,35	0,33	0,45	0,34	0,32	0,28	0,27

Fuente: DGA.

En el Cuadro Nº4.2-2 se presenta la curva de duración anual de la estación fluviométrica Río Bío Bío en Rucalhue.

CUADRO Nº4.2-2
CURVA DE DURACIÓN ANUAL
ESTACIÓN BÍO BÍO EN RUCALHUE - RÍO BÍO BÍO

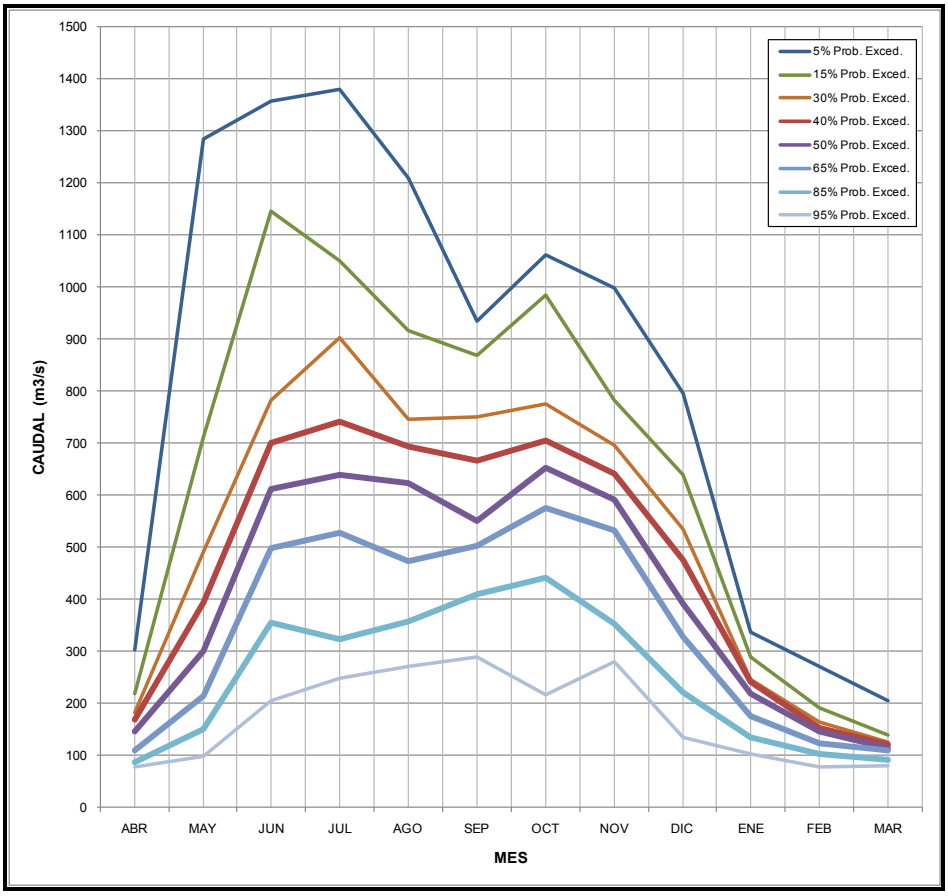


En el Cuadro Nº 4.2-3 se presenta la estadística de caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia de la estación fluviométrica de la DGA Río Bío Bío en Rucalhue y en el Cuadro Nº4.2-4 la curva de variación estacional.

CUADRO Nº4.2-3
ESTADÍSTICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m^3/s)
PARA DISTINTAS PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RÍO BÍO BÍO EN RUCALHUE

Prob %	Caudal(m^3/s)											
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	304,05	1.284,70	1.357,60	1.380,05	1.210,10	934,85	1.062,85	999,55	797,05	338,25	271,05	204,50
10	231,60	896,10	1.274,30	1.188,60	968,50	927,30	1.020,90	870,70	642,90	298,40	203,30	185,70
15	219,90	712,00	1.145,85	1.049,80	917,75	868,30	984,55	781,95	638,50	290,25	190,95	140,13
20	204,00	663,00	892,60	1.001,40	788,40	835,60	941,40	751,20	597,00	280,60	182,40	131,40
25	194,00	576,75	811,25	943,25	774,50	797,75	799,25	724,00	578,75	263,25	166,65	126,75
30	183,00	491,50	782,00	903,20	745,40	750,50	775,20	696,80	535,80	247,40	164,00	125,00
35	173,60	428,50	755,65	813,10	707,90	726,05	719,90	670,60	494,00	245,44	159,00	122,30
40	169,20	395,20	701,20	742,40	694,60	666,60	705,40	642,80	477,00	242,64	153,00	120,60
45	165,65	339,85	655,25	683,15	645,95	604,25	661,40	609,10	423,75	233,15	148,10	117,55
50	146,00	302,00	612,50	640,50	623,50	551,00	652,50	591,50	392,00	219,00	145,50	114,50
55	140,35	265,80	555,05	619,30	552,85	535,85	621,60	578,15	381,25	209,35	139,45	111,35
60	135,67	243,67	534,40	552,40	520,20	516,60	607,40	559,00	353,60	190,60	131,00	110,00
65	109,05	215,50	498,50	528,05	474,40	502,45	575,40	533,05	328,15	175,35	123,70	109,35
70	102,60	194,00	445,30	484,80	462,80	478,90	538,30	511,50	304,30	166,00	120,90	104,90
75	99,63	178,75	435,75	446,00	418,75	471,25	524,00	461,25	286,25	152,25	112,50	99,50
80	95,04	158,40	384,80	380,00	390,60	450,60	464,40	404,80	248,00	142,00	107,60	97,02
85	86,93	151,20	356,05	324,00	358,55	410,10	442,55	352,15	220,60	135,45	104,30	91,71
90	80,60	123,90	303,10	295,60	321,40	402,10	421,70	325,68	183,30	114,40	100,20	84,72
95	78,67	98,40	206,05	249,05	271,30	289,50	217,50	280,20	135,30	103,20	77,95	81,23

CUADRO Nº4.2-4
CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL
RÍO BÍO BÍO EN RUCALHUE - REGIÓN DEL BÍO BÍO



Como se puede apreciar de los antecedentes entregados, el río Bío Bío cuenta con los recursos suficientes para satisfacer la demanda de riego que en este caso correspondería al Canal Bío Bío Sur y sus derivados.

El Canal Bío Bío Sur según derechos de aprovechamiento estipulados en sus estatutos, extrae del Río Bío Bío 40.439,867 l/s que forman la dotación del Canal y que corresponden a los asociados, divididos en 37.688,6 acciones con una dotación de 0,84 l/s / acción.

En un año con probabilidad de excedencia de 85%, que se asemeja a un año seco, en temporada de riego, meses de noviembre a marzo, se tiene un caudal medio de 180,84 m^3/s con un mínimo en el mes de marzo de 91,71 m^3/s. En los meses de invierno, abril a octubre, se tiene un caudal medio de 304,2 m^3/s y un mínimo en el mes de abril de 86,93m^3/s.

El análisis anterior evidencia que los aproximadamente 41m^3/s que extrae el canal por derechos del Río Bío están disponibles durante todo el año, así como también en sus derivados, y en el caso de interés, en el derivado Licura Munilque con 12.384,2 acciones que corresponden a aproximadamente a 10,4 m^3/s.

El Canal derivado Licura Munilque, en el sector Puertas Blancas considera 6.097,971 acciones de canal, correspondiente a 5,12 m^3/s, valor obtenido a través de aforos realizados en el canal y que se presenta en el Cuadro Nº4.2-5 del Capítulo Nº4.2.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

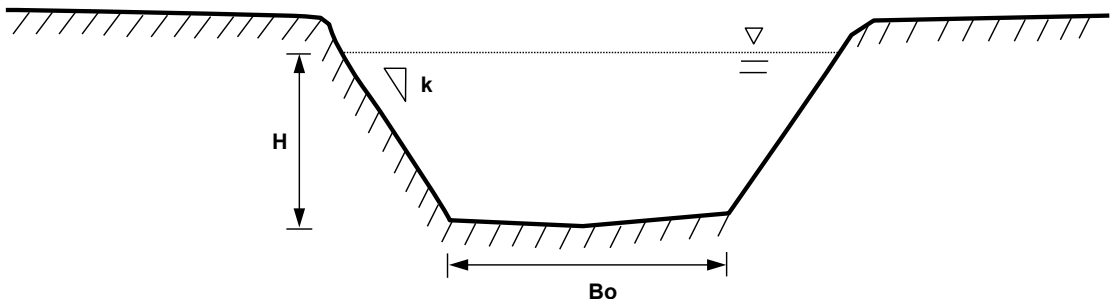
4.2- Cálculos Hidráulicos

4.2.1.- Cálculo de capacidad del canal

Para este caso, se calcula la capacidad del canal con los parámetros obtenidos de la topografía realizada en el tramo en estudio. Corresponde a un flujo uniforme, por lo que se utilizó la Fórmula de Manning para calcular el escurrimiento.

La sección típica del tramo del canal se muestra en el Cuadro Nº4.2.1-1

CUADRO Nº4.2.1-1
SECCIÓN TÍPICA DEL CANAL



La topografía realizada entrega los antecedentes mostrados en el siguiente Cuadro Nº4.2.1-2

CUADRO Nº4.2.1-2
ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS CANAL BÍO BÍO SUR –DERIVADO LICURA MUNILQUE SECTOR PUERTAS BLANCAS - KM 25,54 A KM 25,64

Kilometraje		Cota Fondo		Cota Borde		Pendiente media i	Ancho basal medio Bo (m)	Talud medio k	Altura borde (m)
Inicio (m)	Término (m)	Inicio (m)	Término (m)	Inicio (m)	Término (m)				
25.540	25.640	215,37	215,60	217,49	217,58	0,00045	3,02	0,48	2,12

El Cuadro Nº4.2.1-3 muestra los antecedentes utilizados en el cálculo del escurrimiento tanto normal como crítico.

CUADRO Nº4.2.1-3
ANTECEDENTES PARA EL CÁLCULO DEL ESCURRIMIENTO

Revancha (m)	Ancho Basal del Canal Bo (m)	Taludes (H/V)	Rugosidad n			Pendiente i		
			n media en tramo	1,2 n	1/1,2 n	i media en tramo	1,2 i	1/1,2 i
0,3	3,02	0,48	0,03	0,036	0,025	0,00045	0,00054	0,00038

Notas: **1.-** Se considera sensibilización de +20% y -20% de los valores medios. **2.-** n = 0,03 corresponde a rugosidad media.

En el Cuadro Nº4.2.1-4 se presentan los cálculos realizados para escurrimiento normal y para escurrimiento crítico para el caso con pendiente y rugosidad media.

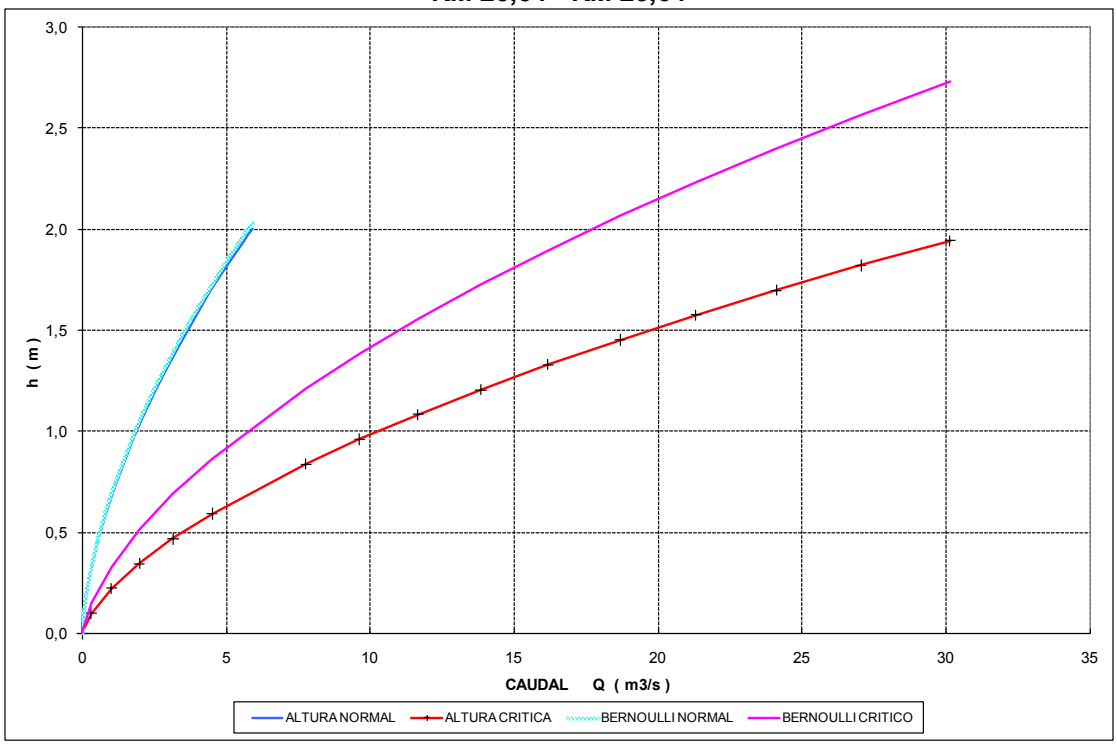
PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.2.1-4
RESUMEN CÁLCULO ESCURRIMIENTO NORMAL Y CRÍTICO
CASO CON PENDIENTE MEDIA Y RUGOSIDAD MEDIA

ALTURA AGUA H (m)	RUGOSIDAD n	PENDIENTE i	ANCHO BASAL Bo (m)	TALUD (H/V)	ESCURRIMIENTO NORMAL			ESCURRIMIENTO CRITICO		
					CAUDAL Q (m^3/s)	VEL. v (m/s)	BERNOULLI Bn (m)	CAUDAL Q (m^3/s)	VEL. v (m/s)	BERNOULLI Bc (m)
0,10	0,03	0,00045	3,02	0,48	0,045	0,15	0,10	0,301	0,98	0,15
0,22	0,03	0,00045	3,02	0,48	0,168	0,24	0,23	1,013	1,45	0,33
0,35	0,03	0,00045	3,02	0,48	0,342	0,31	0,35	1,977	1,79	0,51
0,47	0,03	0,00045	3,02	0,48	0,559	0,37	0,48	3,151	2,07	0,69
0,59	0,03	0,00045	3,02	0,48	0,813	0,42	0,60	4,514	2,31	0,86
0,71	0,03	0,00045	3,02	0,48	1,101	0,46	0,72	6,054	2,52	1,04
0,84	0,03	0,00045	3,02	0,48	1,421	0,50	0,85	7,762	2,71	1,21
0,96	0,03	0,00045	3,02	0,48	1,771	0,53	0,97	9,632	2,88	1,38
1,08	0,03	0,00045	3,02	0,48	2,151	0,56	1,10	11,660	3,04	1,55
1,21	0,03	0,00045	3,02	0,48	2,560	0,59	1,22	13,844	3,19	1,73
1,33	0,03	0,00045	3,02	0,48	2,997	0,62	1,35	16,181	3,33	1,89
1,45	0,03	0,00045	3,02	0,48	3,462	0,64	1,47	18,670	3,46	2,06
1,57	0,03	0,00045	3,02	0,48	3,955	0,67	1,60	21,312	3,59	2,23
1,70	0,03	0,00045	3,02	0,48	4,476	0,69	1,72	24,104	3,70	2,40
1,82	0,03	0,00045	3,02	0,48	5,024	0,71	1,85	27,047	3,82	2,56

El cálculo da como resultado un caudal Qo = 5,02 m^3/s de capacidad del canal hasta el km 25,64. En el siguiente Cuadro Nº4.2.1-5 se presenta la curva de descarga para escurrimiento normal y escurrimiento crítico.

CUADRO Nº4.2.1-5
CURVA DE DESCARGA ESCURRIMIENTO NORMAL y CRITICO
CASO PENDIENTE y RUGOSIDAD MEDIAS
CANAL BIO BIO SUR - DERIVADO LICURA MUNILQUE - SECTOR PUERTAS BLANCAS
KM 25,54 - KM 25,64



La Asociación ordenó la realización de aforos en el canal, cuyo resultado se muestra en el siguiente Cuadro Nº4.2.1-6.

CUADRO Nº4.2.1-6
AFORO EN CANAL BIO BIO SUR DERIVADO LICURA MUNILQUE
SECTOR PUERTAS BLANCAS

Anexo 079

ASOCIACION DE CANALISTAS
CANAL BIOBIO SUR
Mulchen -Angol

Plantilla de aforos

Fecha: 28/12/09

Propietario	Asociacion de canalistas Bio Bio				Hora: 11:15
N° ACC		lts/seg		Deri.	Licura Munilque
Lugar	KM 28000				

Altura: 156
18 H 0739719
UTM 5831651

X	ANCHO	3,0000	Y

BASE 3,0000

Operador Jose Navarrete

Abcisa		Profundidad		Area	Tiempo en 10 vueltas	'velocidad		Caudal
Xo	X1	ho	h1			Observada	media	
			1,2000					
	1,5000	1,2000	1,2000	1,8000	1,2200	1,32147541	1,503519	2,7063345
					1,1500	1,40130435		
					0,9000	1,78777778		
1,5000	3,0000	1,2000	1,2000	1,8000	1,4200	1,13676056	1,342201	2,4159611
					1,2600	1,27984127		
					1,0000	1,61		
3,0000	4,5000	1,2000						

Caudal total	m3/s	5,1222956
Caudal total	lts/s	5122,2956
ACCIONES TOTALES		6097,971

Observaciones:

4.2.2.- Pérdidas por infiltración

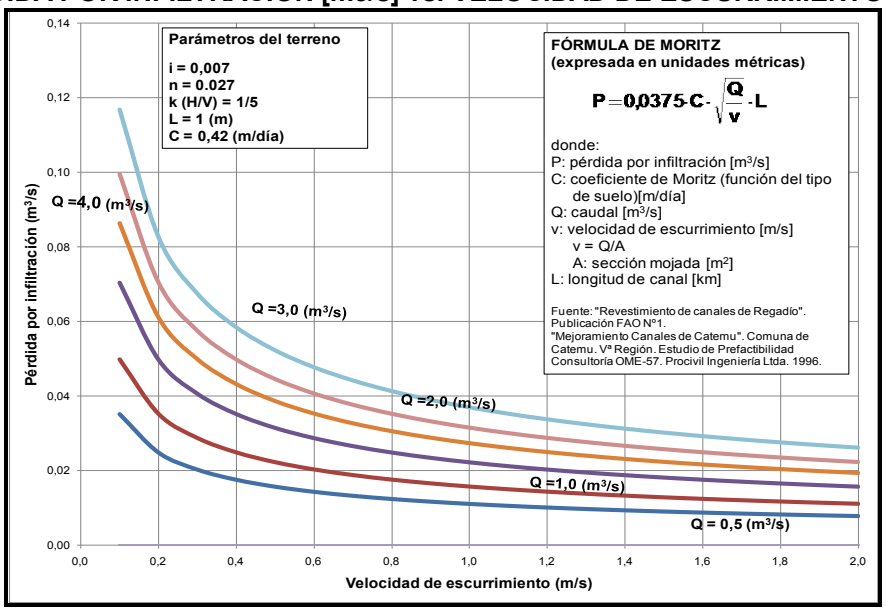
Las pérdidas de caudal por infiltración, en la conducción de un canal excavado en suelo natural, presenta la siguiente caracterización.

i).- A mayor perímetro mojado en la sección transversal del canal, mayor será la infiltración.
ii).- A menor velocidad media de escurrimiento, mayor será la infiltración.
iii).- A mayor caudal de porteo, mayor caudal de infiltración en valor absoluto y menor porcentaje de infiltración respecto al caudal captado en bocatoma.
iv).- A menor caudal de porteo, menor infiltración en valor absoluto, pero mayor porcentaje de infiltración respecto al caudal captado en bocatoma.
v).- La velocidad media de escurrimiento en un tramo de canal determinado, aumenta si se incrementa el caudal que portea.

El análisis de la pérdida por infiltración, requiere conocer previamente su comportamiento frente a las variaciones de los parámetros principales del escurrimiento. Uno de ellos es la velocidad media del agua, la cual altera el régimen de infiltración, según lo indicado en (ii). Para representar gráficamente el problema, se presenta la figura del Cuadro Nº4.2.2-1, que contiene una familia de curvas que representan diferentes caudales, relacionando la pérdida por infiltración en función de la velocidad de escurrimiento. Con este objeto se grafican estas relaciones empleando la expresión de Moritz, para un caso concreto de un canal con determinada pendiente, rugosidad, talud y longitud unitaria de 1 km. La relación entre los términos de Moritz de explican por sí mismos, según lo expresado en los puntos anteriores (i) a (v).

En el siguiente Cuadro Nº4.2.2-1 se entrega la variación de la pérdida por infiltración en m^3/s, respecto a la velocidad media del escurrimiento, para una familia de curvas de caudales de porteo, en un rango amplio de captación.

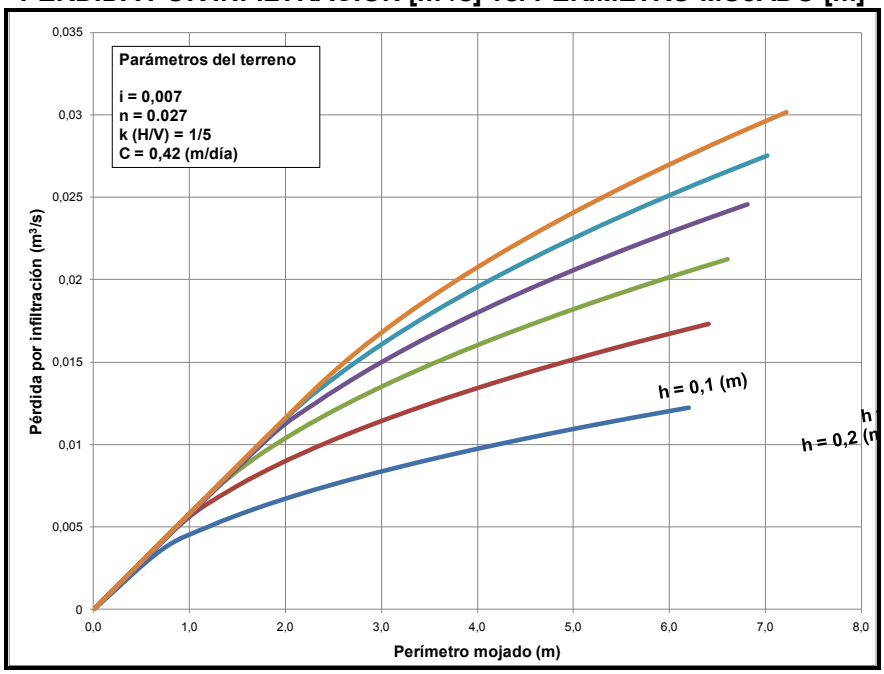
CUADRO Nº4.2.2-1
PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN [m3/s] vs. VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTO [m/s]



Se observa que el caudal de infiltración aumenta al disminuir la velocidad de escurrimiento, para un mismo caudal de porteo.

La pérdida por infiltración depende del perímetro mojado en la sección transversal del canal. La tendencia de esta relación entre el caudal de porteo y las pérdidas para distintos perímetros mojados tiene la forma que se presenta en el siguiente gráfico del Cuadro Nº4.2.2-2.

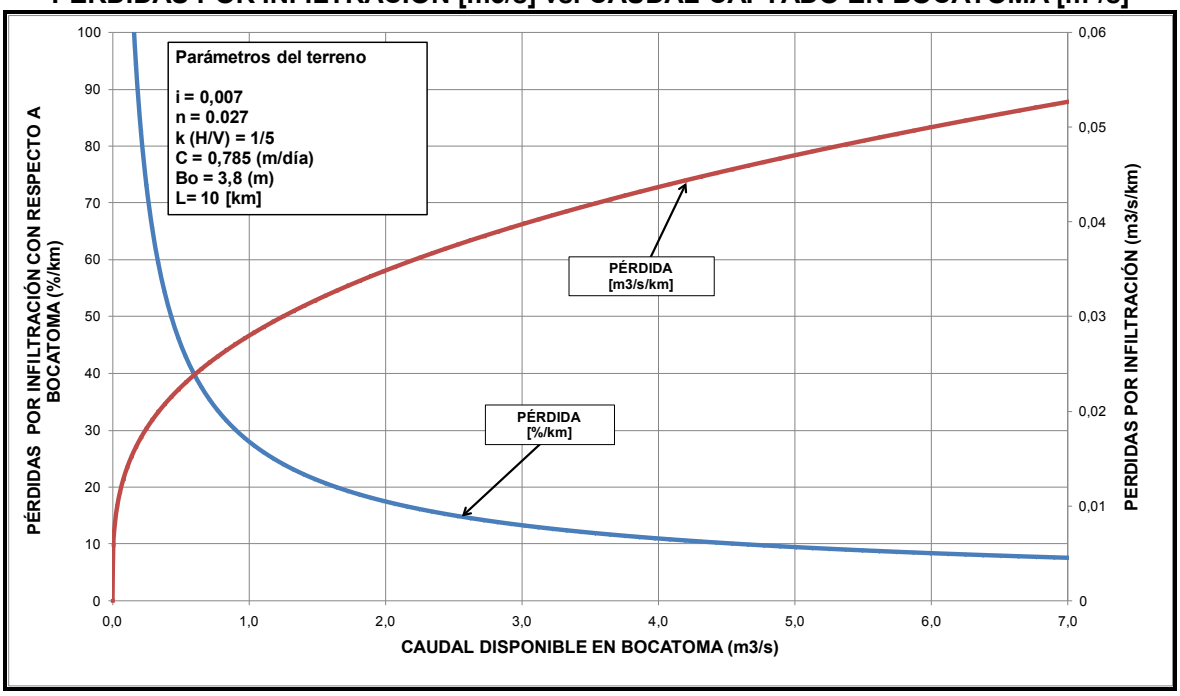
CUADRO Nº4.2.2-2
PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN [m^3/s] vs. PERÍMETRO MOJADO [m]



En el gráfico anterior se observa que en un canal sin revestir, la pérdida aumenta en función del perímetro mojado de la sección transversal del canal.

En el siguiente gráfico del Cuadro Nº4.2.2-3, se representa la variación de la infiltración en un tramo específico de canal sin revestir. La primera curva presenta en caudal perdido en unidades de valor absoluto ó m^3/s; y la segunda muestra la infiltración en términos de porcentaje (%) perdido respecto al caudal de porteo inicial. Como se observa, mientras el caudal perdido aumenta en valor absoluto con el monto del caudal de porteo, disminuye su pérdida porcentual. Es decir en años secos con poco caudal de porteo, la pérdida porcentual aumenta respecto a lo que ocurre en un año de hidrología normal. Este hecho orienta los diseños más adecuados para recuperar el agua de infiltración y para obtener los mejores parámetros económicos de evaluación de soluciones.

CUADRO Nº4.2.2-3
PERDIDAS POR INFILTRACIÓN [m3/s] vs. CAUDAL CAPTADO EN BOCATOMA [m^3/s]



Moritz.

Para el cálculo de las pérdidas por infiltración, uno de los métodos utilizados es mediante la Fórmula de Moritz, que se indica en la Ecuación Nº4.2-1 siguiente.

ECUACIÓN Nº4.2-1
FÓRMULA DE MORITZ

$$S = 0{,}0375 \times C \times \sqrt{\frac{Q}{v}} \times L$$

Donde:
P: pérdida por infiltración [m^3/s]
C: coeficiente de Moritz (función del tipo de suelo) [m/día]
Q: caudal [m^3/s]
v: velocidad de escurrimiento [m/s]
v = Q/A
A: sección mojada [m^2]
L: longitud de canal [km]

Para un canal de sección trapezoidal, como el mostrado en el Cuadro Nº4.2.2-4, se tienen los siguientes parámetros:

ECUACIÓN Nº4.2-2
PERÍMETRO MOJADO

$$P = Bo + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + k^2}$$

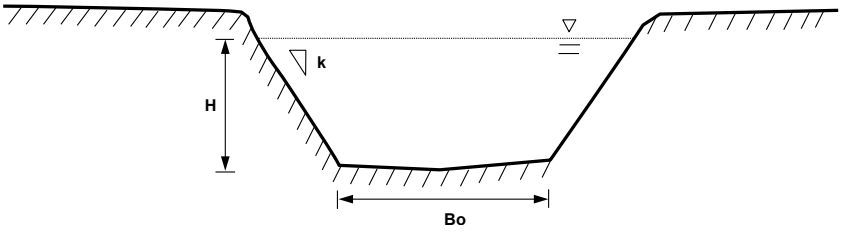
donde P se mide en (m).

ECUACIÓN Nº4.2-3
SECCIÓN MOJADA

$$A = (Bo + 2 \cdot k \cdot h) \cdot h$$

donde A se mide en (m^2)

CUADRO Nº4.2.2-4
CANAL DE SECCIÓN TRAPEZOIDAL



Moritz caracteriza el tipo de terreno a través de un coeficiente C. En el siguiente Cuadro Nº4.2.2-5 se presentan los valores de C según las caracterizaciones del tipo de suelo.

CUADRO Nº4.2.2-5
VALORES DE C PARA LA FÓRMULA DE MORITZ

Tipo se suelo	C
Grava cementada y tosca con arena	0,34
Suelo arcilloso	0,41
Légamo arenoso	0,66
Ceniza volcánica	0,68
Ceniza volcánica con arena	0,98
Arena y ceniza volcánica o arcilla	1,20
Suelo arenoso con roca	1,68
Suelo arenoso y de grava	2,20

Fuente: U.S. Bureau of Reclamation Service

Las pérdidas por infiltración dependen del tipo de suelo, pero también de la calidad de agua que transporta el canal.

Un agua con mayor sedimento, permite que en el suelo se forme una capa que actúa como impermeabilizante natural, disminuyendo las pérdidas por infiltración que serían mayores si se considerará solo el tipo de suelo original. En el caso de un canal que conduce agua más limpia no se considera el efecto producido por los sedimentos.

En relación a lo anterior, y para determinar el coeficiente C de Moritz, se utiliza un criterio de aproximar o ponderar los diferentes coeficientes mostrados en el Cuadro Nº4.2.2-5 con el fin de estimar el valor que más se acerque a lo existente.

El coeficiente de Moritz estimado para este caso se presenta en el Cuadro Nº4.2.2-6

CUADRO Nº4.2.2-6
ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE C DE MORITZ PARA LOS CASOS SELECCIONADOS

TIPO SUELO SIMILAR O EQUIVALENTE	COEFICIENTE C DE MORITZ
Arcilloso	0,41

Los antecedentes de terreno para la estimación de las pérdidas por infiltración se presentan en el Cuadro Nº4.2.2-7 siguiente.

CUADRO Nº4.2.2-7
ANTECEDENTES TRAMO CANAL

Kilometraje		Long. del Tramo L (m)	Cota Fondo		Desnivel Bruto Δh (m)	Pend. Media i	Caudal Inicio Qo (m^3/s)	Talud medio k	Coef. De Rugos. Manning η	Ancho Basal Medio Bo (m)
Inicio (m)	Térm (m)		Inicio (m)	Térm (m)						
0	28.000	28.000	225,86	214,66	11,20	0,00040	5,00	0,48	0,030	2,94

Los parámetros para el escurrimiento, calculados con los antecedentes presentados en el cuadro anterior, se presentan en el Cuadro Nº4.2.2-8.

CUADRO Nº4.2.2-8
ESCURRIMIENTO

Altura Normal Hn (m)	Altura Crítica Hc (m)	Secc. Mojada A (m2)	Vel. Media v (m/s)	Per. Mojado P (m)
1,91	0,81	7,4	0,68	5,06

Las pérdidas por infiltración se calcularon con el método de Moritz y los resultados se muestran en el Cuadros Nº4.2.2-9.

CUADRO Nº4.2.2-9
PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN
MÉTODO DE MORITZ

Coef. de Moritz C	Pérdida Media Estimada (m^3/s)	Pérdida Porcentual por tramo %
0,41	1,169	23,37

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.3.- Caudales de generación o turbinables.

Los caudales de generación se obtienen de la hidrología del río Bío-Bío y ajustada a las acciones correspondientes al sector, obtenidas en el aforo realizado y presentado en el Cuadro Nº4.2.1-6.

En el Cuadro Nº4.3-1 se presentan los caudales de generación o turbinables obtenidos.

CUADRO Nº4.3-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE GENERACIÓN O TURBINABLES

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES TURBINABLES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1970-1971	2,08	2,65	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	1,27	1,68	2,88
2	1971-1972	2,56	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,97	1,57	3,10
3	1972-1973	1,63	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,86	1,49	3,00
4	1973-1974	1,44	4,76	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,20	0,00	0,91	1,61	2,97
5	1974-1975	1,18	2,61	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,22	0,00	1,10	1,36	2,76
6	1975-1976	3,25	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,89	1,46	3,14
7	1976-1977	1,35	1,52	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,79	1,30	2,66
8	1977-1978	2,04	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,89	1,51	3,04
9	1978-1979	1,19	3,69	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,76	1,15	2,81
10	1979-1980	1,15	3,44	2,96	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	1,51	2,76	2,80
11	1980-1981	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,18	0,00	0,89	1,44	3,29
12	1981-1982	2,40	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,11	0,12	0,00	0,70	1,31	3,03
13	1982-1983	1,38	3,92	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	1,04	1,49	2,90
14	1983-1984	2,08	2,86	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,17	0,00	0,60	1,08	2,79
15	1984-1985	1,17	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,86	1,39	2,96
16	1985-1986	2,93	5,12	5,12	5,12	4,70	5,12	4,06	2,14	0,13	0,00	0,56	1,18	3,02
17	1986-1987	2,87	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,63	1,40	3,08
18	1987-1988	1,49	2,20	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,15	0,00	0,55	1,25	2,69
19	1988-1989	1,58	2,06	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,20	0,00	0,57	1,00	2,67
20	1989-1990	1,02	0,96	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,04	0,24	0,00	0,58	1,24	2,55
21	1990-1991	3,34	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	1,71	0,11	0,00	0,42	0,85	3,01
22	1991-1992	2,49	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,67	1,37	3,05
23	1992-1993	2,50	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,81	1,43	3,06
24	1993-1994	3,40	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,81	1,34	3,13
25	1994-1995	2,58	4,17	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,73	1,31	2,98
26	1995-1996	2,20	2,31	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,66	1,50	2,80
27	1996-1997	3,05	3,00	5,12	4,32	4,76	4,19	3,07	1,29	0,09	0,00	0,44	0,96	2,52
28	1997-1998	4,19	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,68	1,15	3,17
29	1998-1999	1,51	1,79	1,67	3,29	3,25	3,10	1,56	1,98	0,06	0,00	0,39	1,16	1,65
30	1999-2000	2,02	3,49	5,12	3,65	3,95	5,12	4,06	2,14	0,15	0,00	1,07	1,53	2,69
Promedio		2,28	3,88	4,94	4,95	5,01	5,05	3,93	2,09	0,21	0,00	0,80	1,43	2,88

5.- Topografía

5.1.- Generalidades

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5.1.-Generalidades

5.1.- Generalidades y contenidos.

Para disponer de los antecedentes necesarios para elaborar un prediseño conceptual de obras de generación, además de incrementar la precisión de planos y mapas existentes que contienen en forma aproximada los desniveles geométricos disponibles para generación, se realizó en terreno los respectivos levantamientos topográficos.

Los levantamientos ejecutados se materializaron mediante los siguientes instrumentos o equipos: GPS Geodésico para traslado de cota absoluta; Estación Total para tomar los perfiles de las obras; nivel topográfico automático para traslado interno de cotas; medidas a huincha; equipo de ge oreferenciación GPS Garmin para coordenadas. Simultáneamente se empleó la herramienta Google Earth Plus para chequeo, orientación e identificación de trazados generales.

Luego de realizar el recorrido de terreno y de plantear las nuevas obras, se tomaron perfiles longitudinales y transversales del canal, previamente estacado y balizado, en todo el sector de interés para el prediseño de la central, en que se introducirán modificaciones a las obras existentes y por tanto son materia de inversión.

Se presentan los levantamientos en los planos con los diseños conceptuales en AUTOCAD, con vistas en planta, perfiles transversales y perfiles longitudinales. Las cotas son homologadas a IGM, pero con traslado mediante GPS geodésico desde la referencia altimétrica conocida, hacia el sector del proyecto. Se realizó un estacado en los tramos de interés para el prediseño y que fueron nivelados.

La topografía se indica en las láminas 14-1 del Álbum de planos.

6.- Prediseño de Obras

6.1.- Obras civiles
6.2.- Obras electromecánicas
6.3.- Obras de transmisión
6.4.- Listado Planos de prediseño conceptual y topografía
6.5.- Cubicaciones y presupuesto

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.1.-Obras civiles.

Las obras civiles propias para generación en una minicentral incluyen: cámara de carga, rejas, vertedero para rechazo de carga, desarenador y/o decantador, tuberías forzada y para purga, casa de máquina con el equipamiento hidro electro generador y puente grúa, obra de descarga de la turbina, obras de devolución de derechos al río y/o canal.

6.1.1.- Desarenadores, vertederos de carga y rejas

6.1.1.1.- Metodología de cálculo del desarenador

Para una altura de escurrimiento se determina el tiempo de s edimentación de u na partícula:

ECUACIÓN Nº6.1.1-1
TIEMPO DE SEDIMENTACIÓN

$$t = \frac{H}{w}$$

Donde:
H: altura de escurrimiento
w: velocidad de sedimentación

Conocida la velocidad de escurrimiento en el desarenador, se puede determinar el largo L del mismo, considerando el tiempo de sedimentación antes calculado.

ECUACIÓN Nº6.1.1-2
LONGITUD DEL DESARENADOR

$$L = t \cdot v = t \cdot \frac{Q}{A}$$

Donde:
t: tiempo de sedimentación
v: velocidad de escurrimiento
A: área de escurrimiento

Se debe considerar una velocidad entre 0,2 - 0,4m/s de modo de asegurar un flujo laminar que permita la sedimentación de los sólidos presentes en el agua.

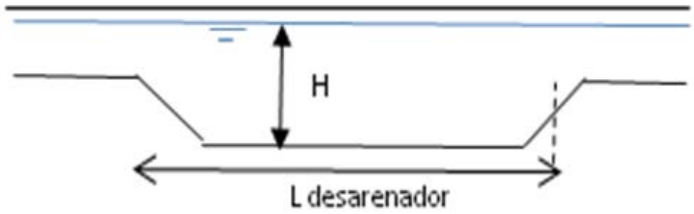
La sección del desarenador corresponde a una sección rectangular, en la que se incluye una cubeta para la decantación de las arenas. El área de esta sección es

ECUACIÓN Nº6.1.1-3
SECCIÓN DEL DESARENADOR

$$A = H \cdot b$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.1.1-1
DESARENADOR



Para este caso se tienen los siguientes antecedentes presentados en el Cuadro Nº6.1.1-2.

CUADRO Nº6.1.1-2
ANTECEDENTES

Q (m^3/s)	H (m)
5,1	1,8

Para la unidad de desarenación, se determina el ancho del desarenador y la profundidad donde decantarán las arenas, de modo de poder reducir la velocidad para la decantación

CUADRO Nº6.1.1-3
DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR

Q (m3/s)	h arena (m)	Ancho b (m)	Sección (m^2)	Velocidad (m/s)
5,1	2	6	22,8	0,22

Con la altura total del desarenador, correspondiente a la suma de la altura de escurrimiento en el canal y la profundidad para las arenas, se puede calcular el tiempo de decantación de las partículas.

CUADRO Nº6.1.1-4
CÁLCULO TIEMPO DE DECANTACIÓN DE LAS PARTÍCULAS

W (cm/s)	Htotal (m)	t dec (s)
2,5	3,8	152

Una vez calculado el tiempo de decantación, se obtiene el largo del desarenador, L, que corresponde al largo mínimo para que la totalidad de partículas con una velocidad de decantación w ≥ 2,5cm/s lleguen al fondo del desarenador. En la siguiente tabla se entrega un r esumen de las dimensiones del desarenador; altura total (altura de escurrimiento), ancho y largo.

CUADRO Nº6.1.1-5
RESUMEN DE LAS DIMENSIONES DEL DESARENADOR

Q (m3/s)	ancho b (m)	H total (m)	L (m)
5,1	6	3,8	34,0

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

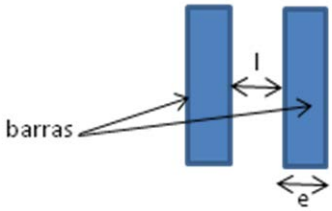
6.1.1.2.- Metodología de cálculo de la reja

Las rejas serán diseñadas con los siguientes parámetros:

Espesor de barras, e (mm)= 6 (pletinas de acero)

Luz de paso entre barras, l (mm) = 30

CUADRO Nº6.1.1-6
REJA



Con el objeto de atenuar las pérdidas de carga en la central, se considerarán bajas velocidades en la entrada a la reja del orden de 0,5m/s.

Conocida la altura de escurrimiento y la velocidad se puede determinar el caudal que pasa entre barras, q, del siguiente modo:

ECUACIÓN Nº6.1.1-4
CAUDAL ENTRE BARRAS

$$q = v \cdot h \cdot l$$

El número de espacios entre rejas necesarios para permitir el paso del caudal total, n, se calcula como:

ECUACIÓN Nº6.1.1-5
ESPACIOS ENTRE REJAS

$$n = \frac{Q}{q}$$

Entonces, el largo total de la reja, L, será:

ECUACIÓN Nº6.1.1-6
LONGITUD TOTAL REJA

$$L = n \cdot l + (n+1) \cdot e$$

Considerando que se necesita una barra más que el número de espacios de la reja.

En el Cuadro Nº6.1.1-7 se presenta un resumen con el dimensionamiento de la reja.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.1.1-7
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO REJA

Q (m3/s)	Altura	Sección (m^2)	q	n	L reja
5,1	1,8	0,054	0,027	189	6,8

6.1.1.3.- Metodología de cálculo del vertedero

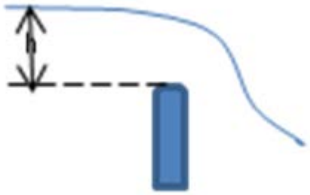
Para determinar la longitud del vertedero, se utilizará la fórmula de vertedero longitudinal.

ECUACIÓN Nº6.1.1-7
FORMULA VERTEDERO LONGITUDINAL

$$Q = m \cdot L \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

Donde m = 0,40

CUADRO Nº6.1.1-8
VERTEDERO



De este modo se calculará la longitud del vertedero, considerando una altura que permita el adecuado vertimiento de las aguas en el caso de que la central rechace todo el caudal, y dejando una revancha entre la cota máxima sobre el vertedero y la cota del muro.

Los vertederos fueron diseñados como vertederos de carga frontal, calculados para la condición más desfavorable, que corresponde al rechazo de la carga por parte de la central, cuando el flujo en la cámara de carga se detiene y todo el flujo debe verter hacia la purga.

En el Cuadro Nº6.1.1-9 se presenta un resumen del dimensionamiento del vertedero de carga.

CUADRO Nº6.1.1-8
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO VERTEDERO DE CARGA

Q (m3/s)	H (m)	L (m)
5,1	0,25	23,0

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.1.2.- Cámara de carga

La cámara de carga remata el acueducto de aducción, y sirve de transición entre éste y las tuberías forzadas en presión. Está cámara consiste básicamente en un estanque que, en su sección de unión con las citadas tuberías, posee la profundidad necesaria para evitar que puedan formarse vórtices a través de los cuales entre aire hacia el interior de las tuberías, lo cual debe evitarse, ya que introduce una irregularidad en la rotación de la turbina. La cámara de carga incluye normalmente un sistema de compuertas de servicio y de emergencias que permiten cerrar el paso del agua. Estas compuertas se colocan en la entrada de la tubería forzada para poder realizar una inspección o trabajo de ésta.

La cámara de carga se prediseña de hormigón armado. Esta obra permite imponer una cota piezométrica muy estable frente a oscilaciones del caudal, como resultado de maniobras en la central.

La evacuación de las aguas que fluyen por la aducción cuando por alguna razón se detienen las unidades generadoras, es a través del vertedero ubicado próximo a l a cámara de carga para evacuar el caudal de exceso.

Se consultan en general cámaras de c arga ubicadas en el canal de riego, o inmediatamente al costado de éste. En este caso la cámara puede ser a la vez desarenador.

Para efecto del prediseño se consultan velocidades relativamente bajas en esta obra cercana a 1 m/s, para estabilizar al máximo el flujo, antes de entrar a la tubería forzada. Se aplican además consideraciones y recomendaciones típicas de sumergencia mínima.

Para el dimensionamiento de las cámaras de carga, se considerará el ancho igual al de la reja. La altura mínima de agua en su interior debe ser tal que evite la entrada de aire a las tuberías forzadas debido a la sumergencia. Esta altura se calcula con la siguiente fórmula:

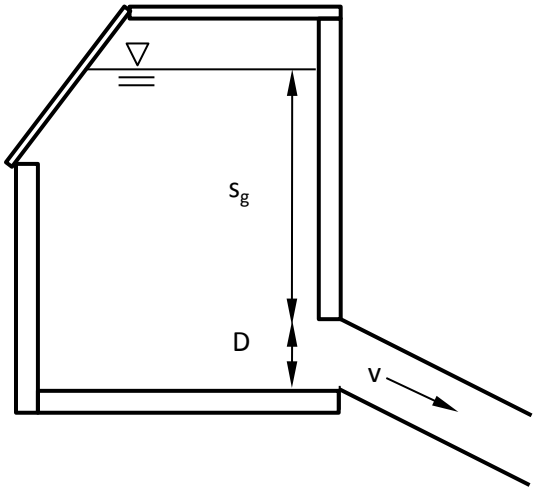
ECUACIÓN Nº6.1.2-1
FÓRMULA DE GORDON

$$s_g = 0{,}554 \cdot v \cdot \sqrt{D}$$

Donde:
Sg: sumergencia (m)
v: velocidad de escurrimiento en la tubería forzada (m)
D: diámetro de la tubería (m)

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº 6.1.2-1
CÁMARA DE CARGA



Entonces, la altura mínima del agua al interior de la cámara de carga deberá ser:

$$h_{min} = s_g + D$$

CUADRO Nº6.1.2-2
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO CÁMARA DE CARGA

Q (m^3/s)	D (mm)	Dint (mm)	V (m/s)	Sg (m)	Altura agua min (m)
5,1	1800	1712	2,2	1,6	3,4

6.1.3.- Machones de anclaje

6.1.3.1.- Dimensionamiento de Machones de Anclaje

En el cálculo de los machones de anclaje, debe tenerse en cuenta que el machón debe ser emplazado en:

Cambios de dirección:
- Machón en puntos altos.
- Machón en puntos bajos.
- Machón en curvas horizontales.

Puntos de origen de extracciones.
- Cambios de sección.
- Puntos de apoyo.

Los machones se dimensionan de tal manera que las diferencias de presión no equilibradas sean equilibradas con el peso propio del machón, el roce de éste contra el terreno y el empuje pasivo del suelo en la cara de contacto del machón.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

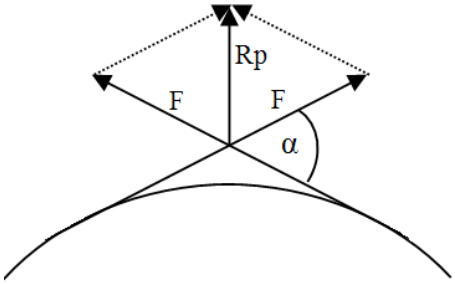
En todos los tipos de machones se analizará el caso cuando el suelo en contacto con la cara inferior del machón está resistiendo las fuerzas producidas por el peso del machón, el agua contenida en el tubo, el suelo sobre el machón y el peso de la tubería inserta en el machón, según corresponda.

Se considerará un factor de seguridad (FS), que será la razón entre las fuerzas resistentes y las solicitantes.

Además, para efectos de dimensionar el machón y de simplificar el cálculo se considerará uno de forma cúbica (de arista “a") y que en su interior corre una tubería la cual debe descontar su volumen y peso.

Cálculo de los distintos tipos de machones.

Machones para cambio de dirección (vertical u horizontal).



$$F_p = P \cdot A_{tub}$$

Donde:

F_P = fuerza debido a la presión.
P = presión en el punto.
A_{tub} = sección tubería

Además se debe incluir la componente de la velocidad, la cual genera una fuerza centrípeta:

$$F_v = A_{tub} \cdot \frac{2 \cdot v^2}{2 \cdot g} \cdot \gamma_{agua}$$

$$\gamma_{agua} = 1 \frac{ton}{m^3}$$

$$F_v = A_{tub} \cdot \frac{v^2}{g}$$

Donde:
v = es la velocidad del flujo.
g = la aceleración de gravedad.

Entonces la fuerza debido al flujo será:

$$F_{flujo} = F_p + F_v$$

$$F_{flujo} = p \cdot A_{tub} + A_{tub} \cdot \frac{v^2}{g}$$

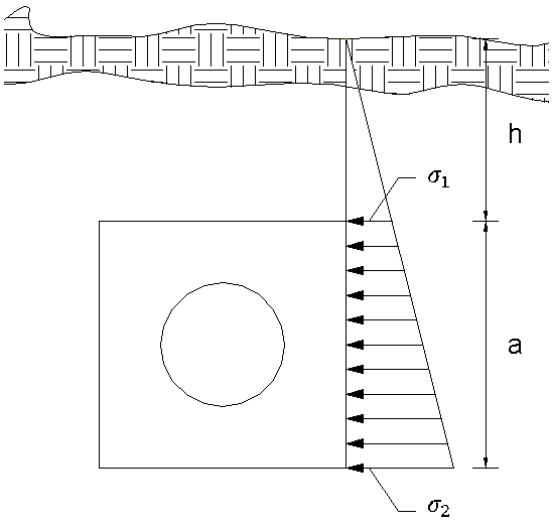
$$F_{flujo} = A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g} \right)$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Para el caso de la figura anterior tenemos:

$$F_{flujo\,total} = R_p = 2 \cdot F_{flujo} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 2 \cdot A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Otro caso de análisis es cuando tenemos el suelo en contacto con la cara lateral del machón y éste está resistiendo la fuerza generada por el flujo, en éste caso tenemos:



$$\sigma_1 = k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot h$$
$$\sigma_2 = k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (h + a)$$

Entonces el empuje pasivo generado por el suelo es:

$$E = \left[\frac{(\sigma_1 + \sigma_2) \cdot a}{2}\right] \cdot a$$
$$E = \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2}{2}$$

Machón en puntos altos.

La fuerza debido al flujo es resistida por el peso propio del machón en un eje y en el otro por la fuerza de roce que genera el machón más la otra componente de la fuerza del flujo. En este caso no se considera el empuje del suelo generado en la cara lateral del machón.

Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{x1} \leq \frac{F_{flujo} \cdot \cos(\alpha) + F_{roce}}{F_{flujo}}$$

$$\Rightarrow \quad FS_{x1} \leq \frac{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \cos(\alpha) + \left((a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon}\right) \cdot tg\left(\frac{2}{3} \cdot \emptyset\right)}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right)}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Peso\ machón}{F_{flujo} \cdot \sin(\alpha)} \quad \Rightarrow \quad FS_{y1} \leq \frac{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon}}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin(\alpha)}$$

$$FS_{y2} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow \; FS_{y2} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Machón en puntos bajos.

A la fuerza debido al flujo se le suma el peso propio del machón, el peso del agua contenida en la tubería, el suelo sobre el machón y el peso de la tubería inserta en el machón. En este caso el suelo es el que resiste las cargas solicitantes. La fuerza de roce no es considerada en este caso.

Es decir:

$$FS = \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{x1} \leq \frac{F_{flujo} \cdot \cos(\alpha) + E_{suelo}}{F_{flujo}}$$

$$\Rightarrow \; FS_{x1} \leq \frac{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \cos(\alpha) + k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right)}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{F_{flujo} \cdot \sin(\alpha) + Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow \; FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin(\alpha) + (a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Machón en curvas horizontales.

La fuerza debido al flujo es resistida por el suelo en contacto con la cara lateral del machón.

Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

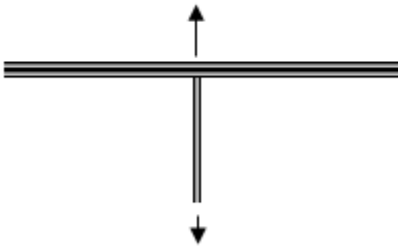
$$FS_{x1} \leq \frac{E_{suelo}}{F_{flujo\ total}} \quad \Rightarrow \quad FS_{x1} \leq \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{2 \cdot A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow \; FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_{suelo}} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Puntos de origen de extracciones.

La fuerza que desequilibra en este caso corresponde a la presión en el punto de extracción por el área de la tubería que extrae la cual es resistida por el suelo en contacto con la cara lateral del machón.



Tubería de extracción

Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

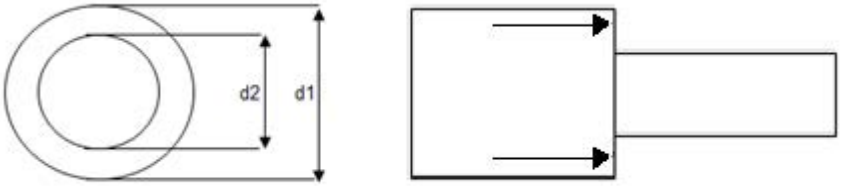
$$FS_{x1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{F} \Rightarrow FS_{x1} \leq \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{p \cdot A_{tub_extracción}}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Cambios de sección.

La fuerza que desequilibra en este caso corresponde a la presión en la diferencias de aéreas de las tuberías la cual es resistida por el suelo en contacto con la cara lateral del machón.



Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{x1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{F} \Rightarrow FS_{x1} \leq \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{p \cdot (A_{tub_1} - A_{tub_2})}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Puntos de apoyo.

La capacidad del suelo debe ser mayor que las fuerzas que solicitan. Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería + Empuje\ \Delta presión}$$

$$\Rightarrow \quad FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_{lineal_{tub}} \cdot a + A_{tub} \cdot \Delta p \cdot \sin(\alpha)}$$

Donde Δp corresponde al diferencial de presiones hidrostáticas entre puntos de apoyo

6.1.3.2.- Consideraciones de Diseño

Se determinaron para cada central analizada los tipos de machones con los que cuenta, distinguiendo entre machones de apoyo, machón de punto alto, machón de punto bajo y machón en curva horizontal.

Se consideró un tamaño mínimo para cada machón de arista “a” como el diámetro de la tubería más 20cm, de modo que centrada la tubería en el machón, sobresalgan 10cm.

Para efectos de cálculo, se despreció el valor del peso de la tubería en el interior del machón.

Se utilizaron los siguientes valores como constantes, tanto del suelo como de las características de los materiales utilizados para la confección de los machones:

CUADRO Nº6.1.3-1
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y CONSTRUCTIVOS DE MACHONES DE ANCLAJE

kp suelo	1,8
γ suelo (ton/s)	2,2
Ø (º)	30
γ hgon (ton/s)	2,5
g (m/s2)	9,81
σ adm (kg/cm2)	3
golpe ariete (% est)	50

En los Cuadros Nº6.1.3-2 y 6.1.3-3 siguientes se presentan los antecedentes de l as tuberías forzada y de purga, respectivamente.

CUADRO Nº6.1.3-2
CAUDAL, CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS FORZADAS
Y VELOCIDADES DE ESCURRIMIENTO

Q(m3/s)	Tuberías Forzadas				
	Cantidad tuberías	D(mm)	D int(mm)	A(m2)	v(m/s)
5,1	1	1800	1712	2,30	2,22

CUADRO Nº6.1.3-3
CAUDAL, CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS DE PURGA
Y VELOCIDADES DE ESCURRIMIENTO

Q(m3/s)	Tuberías de Purga			
	D(mm)	D int(mm)	A(m2)	v(m/s)
5,1	1000	1000	0,79	6,49

En los Cuadros Nº6.1.3-4 a 6.1.3-11 se presentan los resultados del dimensionamiento de los machones

CUADRO Nº6.1.3-4
DIMENSIONAMIENTO DE MACHONES
DE APOYO DE TUBERÍAS FORZADAS

Arista machón (m)	Ángulo (º)	Peso suelo sobre machón (ton)	Empuje (ton)	Fuerzas solicitantes (ton)	Carga admisible (ton)	Fuerzas resistentes (ton)	FS
2	2,16	0	0,14	46,84	120	120,00	2,6

CUADRO Nº6.1.3-5
DIMENSIONAMIENTO DE MACHONES
DE APOYO DE TUBERÍAS DE PURGA

Arista machón (m)	Ángulo (º)	Peso suelo sobre machón (ton)	Empuje (ton)	Fuerzas solicitantes (ton)	Carga admisible (ton)	Fuerzas resistentes (ton)	FS
1,2	13	7,92	1,69	12,52	43,2	43,20	3,5

6.1.3.3.- Memoria de cálculo cubicación de machones de anclaje

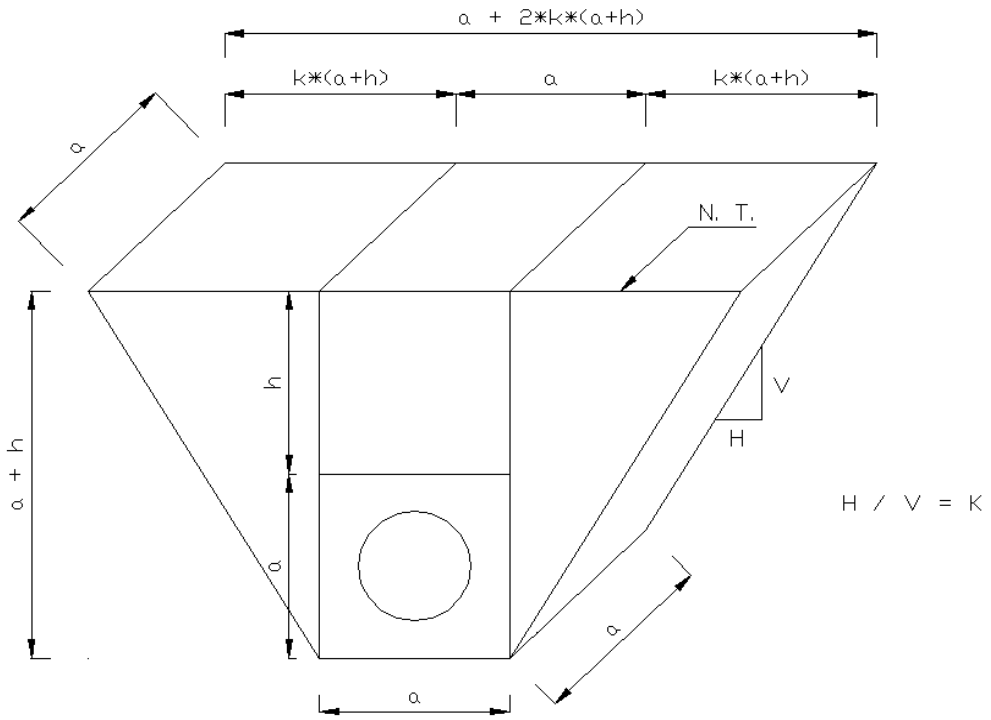
Los ítems a considerar en la cubicación de un machón de anclaje deben ser:

- Excavación.
- Hormigón Armado H-25.
- Moldaje.
- Relleno Común (compactación simple).

Al igual que la memoria de cálculo de los machones de anclaje, esta memoria se basara en machón cúbico de arista “a”.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.1.3-12
MACHON DE ARISTA "a"



Donde:
a = arista del machón.
h = altura desde el nivel de terreno al machón.
K = relación H / V.

- Excavación.

El volumen a escavar es el área frontal de la figura por la profundidad, es decir:

$$Volumen_{excavación} = \left(a + a + 2 * k * (a+h)\right) \cdot \frac{(a+h)}{2} \cdot a$$

$$Volumen_{excavación} = \left(a + k * (a+h)\right) * (a+h) \cdot a$$

- Hormigón Armado H-25.

El volumen de hormigón es el volumen del cubo menos el volumen de la tubería en su interior, es decir:

$$Volumen_{hormigón} = a^3 - a \cdot A_{tub}$$

- Moldaje

La cantidad de moldaje corresponde al área de 4 caras del machón, es decir:

$$Área_{moldaje} = a^2 \cdot 4$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

- Relleno Común (compactación simple).

El volumen de relleno corresponde a la resta entre el volumen excavado y el volumen del machón, es decir:

$$Volumen_{relleno} = Volumen_{excavación} - Volumen_{machón}$$
$$Volumen_{relleno} = \left(a + k * (a + h)\right) * (a + h) \cdot a - a^3$$

6.1.4.- Determinación de diámetros de tubería. Pérdidas de carga friccionales y singulares. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga.

Para el cálculo de los diámetros de las tuberías se utiliza dos criterios según su función.

El primer criterio para determinación del diámetro en la tubería forzada, consiste en limitar la velocidad de escurrimiento al rango comprendido entre 2 y 2,5 m/s, de manera de tener las menores pérdidas de carga posible, tanto friccionales, como singulares.

El segundo criterio es para la determinación de la tubería de purga y/o descarga, en que se limita la velocidad a alrededor de 5 m/s, que es el máximo permitido en este tipo de material. Además, en el caso de la tubería de purga no es aplicable el criterio de minimizar las pérdidas de carga.

Según Hazen Williams, las pérdidas de de carga friccionales en una tubería están dadas por la Ecuación Nº6.1.4-1.

ECUACIÓN Nº6.1.4-1
ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS

$$J = 10{,}655 \frac{Q^{1{,}852}}{C^{1{,}852} \cdot D^{4{,}869}}$$

Donde:
J: perdidas de carga friccionales (m/m)
Q: caudal porteado por la tubería (m^3/s)
C: coeficiente de Hazen Williams característico del material de la tubería
D: diámetro interior (m)

El diámetro queda determinado por la Ecuación Nº6.1.4-2

ECUACIÓN Nº6.1.4-2
DIÁMETRO DE LA TUBERÍA

$$D = \left(10{,}655 \frac{L \cdot Q^{1{,}852}}{(Dh - 10) \cdot C^{1{,}852}} \right)^{1/4{,}869}$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el Cuadro Nº6.1.4-1 se presentan los coeficientes de Hazen Williams más comunes para distintos materiales.

CUADRO Nº6.1.4-1
COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES

Material	C		Material	C	
Asbesto cemento	140		Hierro galvanizado	120	
Latón	130	140	Vidrio	140	
Ladrillo de saneamiento	100		Plomo	130	140
Hierro fundido, nuevo	130		Plástico (PE, PVC)	140	150
Hierro fundido, 10 años de edad	107	113	Tubería lisa nueva	140	
Hierro fundido, 20 años de edad	89	100	Acero nuevo	140	150
Hierro fundido, 30 años de edad	75	90	Acero	130	
Hierro fundido, 40 años de edad	64	83	Acero rolado	110	
Concreto	120	140	Lata	130	
Cobre	130	140	Madera	120	
Hierro dúctil	120		Hormigón	120	140

- Tubería Forzada

En el Cuadro Nº6.1.4-2 se presentan los antecedentes de topografía de la caída para generación

CUADRO Nº6.1.4-2
ANTECEDENTES TOPOGRAFÍA CAIDA

Kilometraje		Longitud Total	Cota		Dh Total	Qo
Inicio	Término		Inicio	Término		
(Km)	(Km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m^3/s)
0,00	0,04	42,82	217,84	209,94	7,90	5,00

El resumen de los cálculos se muestran en el Cuadro Nº6.1.4.-3.

CUADRO Nº6.1.4-3
RESUMEN DE CÁLCULOS TUBERÍA FORZADA

Caudal	Coef. rugosidad de Hazen-Williams	Diámetro interior	Longitud tubería	Velocidad	Pérdida friccional unitaria	Pérdida friccional total	Pérdida singular	Pérdidas totales
Q (m^3/s)	C	Di (m)	L (m)	v (m/s)	J (m/m)	JL (m)	3*v^2/2g (m)	(m)
5,00	150	1,78	43	2,0	0,00117	0,050	0,61	0,66

Diámetro Nominal (exterior)	**1.600**	**mm**						
Diámetro interior	**1.522**	**mm**	2,7	0,00253	0,109	1,15	1,26	
espesor =	39	mm	**TUBERÍA HDPE PECC 100 PN4**					

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

- Tubería de Purga

El resumen de los cálculos para la tubería de purga se muestran en el Cuadro Nº6.1.4-4.

CUADRO Nº6.1.4-4
RESUMEN DE CÁLCULOS TUBERÍA DE PURGA

Longitud Tubería	Cota		Dh	Caudal Entrada (Qo)	Pérdida de Carga	Diám.	Vel.
	Inicio	Término			JL	D	v
(m)	(m)	(m)	(m)	(m^3/s)	(m)	(m)	(m/s)
22	217,84	209,94	7,90	5,00	5,40	0,60	17,96

Los datos obtenidos se recalculan para valores comerciales de tuberías

CUADRO Nº6.1.4-5
RESUMEN DE CÁLCULOS TUBERÍA DE PURGA PARA VALORES COMERCIALES

Longitud Tubería	Cota		Dh	Caudal Entrada (Qo)	Pérdida de Carga	Diámetro Nominal (Exterior)	Espesor	Diám. Com. Int.	Vel.
	Inicio	Término			JL	Dnom		D	v
(m)	(m)	(m)	(m)	(m^3/s)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)
22	217,84	209,94	7,90	5,00	0,23	1.200	29,27	1141	4,89

Nota: Diám. Com. Int. = Diam. Com. Exterior - 2*espesor tubería

6.2.- Obras electromecánicas

Las obras electromecánicas se ubican en la casa de máquina, y corresponden a los equipos propios de generación entre las más importantes se consideran la turbina y el generador.

En este caso se consulta una turbina Francis de origen chino, con una potencia nominal de 0,4 Mw en relación a los parámetros de altura de caída y caudal indicados. Asociada a esta turbina, se considera un generador tipo sincrónico. Además se incluyen sistemas de regulación, tableros de control y protección del generador.

En cuanto a equipos mecánicos, se utilizan válvulas tipo mariposa con actuador hidráulico entre la tubería forzada y la turbina.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.3.- Obras de transmisión

En los subcapítulos siguientes se utilizan las abreviaturas que a continuación se señalan.

CDEC: Centro de Despacho Económico de Carga.
SIC: Sistema Interconectado Central.
SSTx: Sistema de Subtransmisión Eléctrica
SDx: Sistema de Distribución Eléctrica
MT: Media Tensión.
BT: Baja Tensión.
LMT: Línea de Media Tensión
LAT: Línea de Alta Tensión
CNR: Comisión Nacional de Riego.
S/E: Subestación.
13,2 KV, 13,8 KV, 15 KV, 23 KV, 66 KV: Niveles de tensión expresados en Kilo Volts.
CGED: Compañía General de Electricidad Distribución.
CGET: Compañía General de Electricidad Transmisión.
SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
COOPELAN: Cooperativa Rural Eléctrica Los Ángeles.
SAESA: Sociedad Austral de Electricidad S.A.
FRONTEL: Empresa Eléctrica de la Frontera
EMETAL: EMELECTRIC Talca

Las obras de transmisión que incluyen: subestación elevadora de tensión (transformador de poder tipo elevador, interruptores, transformadores de potencial y de corriente, medidor de energía, protección multifuncional, sala de control, líneas de media tensión (LMT) de interconexión (incluye postes y estructuras), paño de interconexión (reconectador, equipo de medida, transformador de servicios auxiliares (SS/AA))

6.3.1.- Conexión a la Red.

6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica

Uno de los aspectos de relevancia en la evaluación de un pr oyecto de generación eléctrica lo constituye el análisis de los potenciales puntos de conexión al sistema eléctrico existente, para ser utilizados como medio de evacuación de la energía eléctrica generada, de manera de asegurar este aspecto específico sobre la viabilidad y desarrollo del proyecto.

En efecto, existe la normativa que permite el libre acceso de los actores que deseen ingresar al mercado eléctrico chileno, a los sistemas eléctricos. Estos sistemas eléctricos son los denominados: Sistemas de Distribución, Sistemas de Subtransmisión y la Transmisión Troncal.

Para este fin se realizó un levantamiento específico de información en terreno destinado a detectar la factibilidad de inyectar la energía generada al sistema eléctrico y sobre las posibles limitaciones físicas.

Para este efecto se ingresaron las solicitudes de conexión en la respectiva empresa eléctrica, que se acompañan en el punto 6.3.1.3.

En los subcapítulos siguientes se indican referencialmente las características generales de los equipos primarios involucrados y de las líneas que se prediseñarán para la

inyección de energía, esquematizando el proceso desde el punto de la generación en la central hidroeléctrica, hasta el punto de conexión elegido.

6.3.1.2.- Ubicación y caracterización de líneas más cercanas

El proyecto está ubicado en la comuna de Mulchén, siendo el punto que presenta la mayor factibilidad de conexión eléctrica perteneciente a la empresa de distribución FRONTEL, cuya LMT es trifásica. El número de placa que identifica el poste más cercano al potencial punto de conexión es el Nº525582. En las figuras siguientes se presenta el croquis general identificando los puntos de interés y trazado de LMT de interconexión de central generadora al SD.

CUADRO Nº 6.3.1-1
PLANTA DE UBICACIÓN

CUADRO Nº6.3.1-2
PUNTO DE CONEXIÓN

Es importante mencionar que para este caso existe un punto potencial de conexión al lado poniente de la ruta 5 Sur propiedad de CGED del cual se ha solicitado información a la empresa, pero por factibilidad técnica en esta etapa se ha seleccionado el punto perteneciente a la empresa FRONTEL.

- Subestación elevadora.

De acuerdo a la potencia de la central el transformador de poder a utilizar es de 0,5 MVA de potencia del tipo elevador, 6,3/23 kV conexión ∆Yn1. A continuación se presentan los equipos primarios que componen la S/E elevadora.

- Transformador de poder de 0,5 MVA, 6,3/23 kV, Conexión ∆Yn1
- Interruptor trifásico lado MT
- Desconectadores tripolares lado MT/BT
- Transformador de potencial trifásico barra MT
- Transformador de corriente trifásico
- Transformador de SS/AA de 30 kVA
- Desconectadores fusibles transformador de SS/AA
- Postes de concreto, aisladores y estructuras
- Equipos de medida y protecciones eléctricas
- Sala de control y comando
- Pararrayos
- Barra MT
- Barra BT

- Línea de interconexión.

Interconecta desde la barra de MT de central a punto cercano a estructura ubicada en poste Nº525582 de red MT de FRONTEL. Sera trifásica del tipo aérea en conductor de aluminio 33 mm^2 con una extensión aproximada de 0,1 km. La aislación y estructuras irán montadas en sus respectivas estructuras en postes de hormigón de 11,5 metros. La línea de MT es proyectada por camino de acceso a canal de riego. De acuerdo a los antecedentes recopilados en la visita a terreno no se observa restricción técnica para realizar la interconexión de la central al SD.

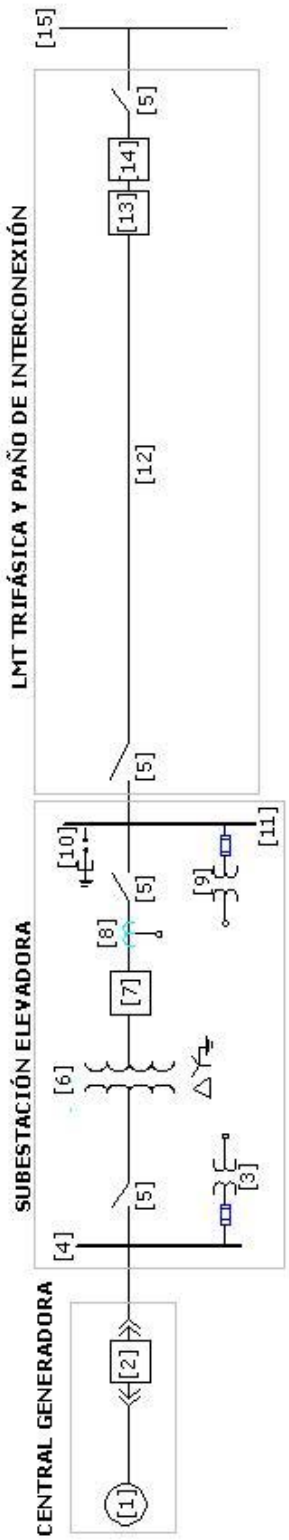
- Paño de interconexión al sistema eléctrico.

Corresponden a l os equipos que interconectaran la LMT particular al SD y está compuesto por los siguientes equipos primarios:

1.- Reconectador con caja de control y protecciones
2.- Equipo compacto de medida y medidor de energía
3.- Desconectadores fusibles
5.- Transformador de servicios auxiliares
5.- Desconectadores cuchillas.
6.- Postes de concreto de 11,5 metros, aisladores y estructuras

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.3.1-3
ESQUEMA GENERAL S/E ELEVADORA, LMT DE INTERCONEXIÓN Y PAÑO DE CONEXIÓN AL SD



[1] Generador Eléctrico
[2] Interruptor trifásico generador con sincronizador
[3] Transformador de servicios auxiliares
[4] Barra de Baja Tensión
[5] Desconectadores trifásicos tipo cuchillos
[6] Transformador de poder trifásico 0,5 MVA 6,3/23 kV tipo elevador
[7] Interruptor trifásico Media Tensión
[8] Transformador de corriente trifásico
[9] Transformador de potencial trifásico
[10] Pararrayos
[11] Barra de Media Tensión
[12] Línea de interconexión entre central generadora y sistema de distribución
[13] Equipo compacto de medida y medidor de energía eléctrica
[14] Interruptor de acoplamiento al SD (exigencia norma técnica PMGD)
[15] Sistema de distribución

Nota: La Central Generadora ha sido dibujada solo para identificar el punto de conexión con la Subestación elevadora. El nivel de tensión del lado secundario del transformador de poder y LMT serán confirmados una vez recepcionada la información de las empresas eléctricas, mismo caso para la definición de las capacidades de los demás equipos (amperes)

6.3.1.3.- Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño

INGESAGRO
INGENIEROS LTDA.

Los Ángeles, 13 de agosto 2010.

Señor
Carlos Alejandro Farfal Aros
Jefe Zonal Temuco Área Estudios y Proyectos
Manuel Montt 669
Región Araucanía, Chile

REF.: Solicitud de Información para conexión de PMGD, Canal Bio Bio Sur Sector Puertas Blancas a SD.

De nuestra consideración:

Informamos a usted, como empresa Sociedad **Ingesagro Ingenieros Ltda.**, la intención de interconectar a vuestras redes de distribución (SD) el proyecto de generación calificado como Medio de Generación No Convencional (MGNC), el cual contempla una unidad de generación de 0,33 MW.

De acuerdo a la potencia instalada y al medio de evacuación de la energía generada (Línea de Media Tensión) la central proyectada califica como Pequeño Medio de Generación Distribuido (PMGD), calificación que se describe en el DS 244 el cual tiene relación con los MGNC.

Dado lo anterior y dando cumplimiento a lo estipulado en el DS 244 y en "Norma técnica de conexión y operación de PMGD en instalaciones de Media Tensión" es que adjuntamos a usted Solicitud de Información según Formulario Nº 1, en donde solicitamos el envió de la información detallada, la cual será utilizada para realizar los estudios respectivos que permitirán la futura conexión y operación de la central

Se despide atentamente de usted.

Sara Fuentes Morales
Ingesagro Ingenieros Ltda.
energia@ingesagro.cl
www.ingesagro.cl
Casilla 707 Los Ángeles
7-9580327

DISTRIBUCION
SECRETARIA GERENCIA
TEMUCO
13 AGO. 2010

CC: Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC)

FORMULARIO 1: SOLICITUD DE INFORMACIÓN

IDENTIFICACIÓN DEL INTERESADO

Nombre	Ingesagro Ingenieros Ltda	Teléfono	79580327
Dirección	Casilla 707 Los Ángeles	Fax	
Ciudad	Los Ángeles	mail	energia@ingesagro.cl

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto	Canal Bio Bio Sur Sector Puertas Blancas
Dirección	Sector Puertas Blancas, Mulchén
Comuna	Mulchén
Ciudad	Mulchén

Datos de Conexión	Potencia Activa a Inyectar				0,33	MW
	Predicción de Energía Anual				1.711	MWh
Energético Primario	Eolico	☐	Biomasa	☐	Desechos	☐
	Hidro	☑	Gas	☐	Otros	☐
	Fotovoltaica	☐	Diesel/Fuel oil	☐		

Empresa Distribuidora o la Empresa con Instalaciones de Distribución, en su caso: **CGED**

Punto de Conexión Deseado:

Placa Poste 147826

Alimentador seleccionado: Por confirmar Nivel de Tensión 23000 V

INFORMACION A SOLICITAR

- ☑ Secciones y tipos de conductor existentes en cada segmento del trazado de la red
- ☑ Demanda de diseño del alimentador en la cabecera, y la última lectura de demanda máxima anual verificada o estimada
- ☑ Capacidad de cortocircuito de la Subestación que abastece al alimentador
- ☑ Plano referenciado geograficamente del alimentador seleccionado
- ☑ Descripción de equipos de protección y maniobra ubicados en el alimentador seleccionado
- ☑ Descripción de los equipos de compensación de reactivos
- ☑ Información de proyectos futuros en el alimentador
- ☑ Descripción de otras unidades de generación operando en el alimentador
- ☑ Otra información que se considere necesaria

Especificar:

- Ubicación equipos protección y compensación de reactivos (condensadores. Reguladores de voltage etc)
- Bloques de demanda mínima, media y máxima.
- Ratificar nivel de tensión de punto de conexión.
- Incluir nombre de Alimentador

Lugar, Fecha	Firma:	Recibido:
Los Ángeles, 13 de Agosto de 2010		

CGED DISTRIBUCION SECRETARIA GERENCIA EMUCO

OSORNO, 5 octubre 2010.

Señora
Sara Fuentes Morales
Ingesagro Ingenieros Ltda.
Casilla 707, Los Ángeles

REF.: ENVÍO FORMULARIO Nº2 PMGD CENTRAL DE PASADA

De nuestra consideración

En relación a la solicitud de información para el desarrollo de los proyectos Rihue, Puertas Blancas y Quitralmán, realizada el 13 de agosto de 2010, de acuerdo al artículo 15 del Decreto Supremo 244/2005, "Reglamento para Medios de Generación no Convencionales y Pequeños Medios de Generación", informamos que dicha solicitud fue respondida el día 3 de septiembre de 2010 a través del Formulario Nº2, mediante correo electrónico dirigido a Sara Fuentes al mail energia@ingesagro.cl con todos los antecedentes requeridos para cada proyecto en los plazos correspondientes según lo estipulado en el artículo 17 Decreto antes señalado.

Saludan atentamente a Ud.,

EMPRESA ELECTRICA DE LA FORNTERA S.A.

Héctor Avilés Cornejo
Jefe Área Estudios Comerciales

Adj.: Formulario Nº2 PMGD Rihue
Formulario Nº2 PMGD Puertas Blancas
Formulario Nº2 PMGD Quitralman

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A continuación se presenta el prediseño y valorización de las componentes del proyecto eléctrico correspondientes a la S/E Elevadora, Línea Eléctrica de Interconexión al sistema, Paño de interconexión, ya sea en SD o SSTx y obras adicionales.

Resumen técnico proyecto y SD

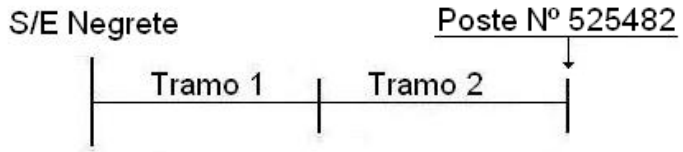
Nombre Proyecto	CH Puertas Blancas
Potencia a Inyectar (MW)	0,3
Energía Anual (MWh)	1.577
Ubicación	Sector Puertas Blancas, Mulchén
Empresa Propietaria SD	FRONTEL
Punto de conexión a SD	Poste Nº 525482 (Poste mas cercano)

Información Técnica SD empresa FRONTEL

			LMT Pto. Conexión		Cortocircuito* MVA	Demanda Min/Med/Max MVA
S/E Primaria	**Alimentador**	**Tensión kV**	**1F, 2F, 3F**	**Conductor**		
Renaico	Mulchén	23	3F	Cu 3x13,3 mm^2	16,5	2,6/3,7/5,3

*Punto de repercusión

Diagrama Unilineal SD hasta punto de conexión



Tipos de conductores por tramo

Tramo 1: 35,2 kilómetros conductor de cobre de 33,6 mm2
Tramo 2: 2,70 kilómetros conductor de cobre de 42,3 mm2

Equipos Primarios Conexión PMGD

Item	Descripción	Cantidad
1	**S/E Elevadora**	
1.1	Transformador de poder de 0,5 MVA 6,3/23 kV, tipo elevador conexión ΔYn1	1
1.2	Interruptor trifásico, 23 kV Inominal/capacidad de ruptura 30/12500 amperes	1
1.3	Transformador de potencial trifásico 23/0,12 kV	1
1.4	Transformador de corriente trifásico 30/5 amperes	1
1.5	Transformador de servicio auxiliares 23/0,4 kV con desconectadores fusibles, 30 kVA	1
1.6	Medidor de energía clase 0,2	1
1.7	Protección multifuncional	1
1.8	Sala de control y comando tipo container	1
1.9	Obras civiles	1
2	**LMT de Interconexión**	
2.1	Línea aérea trifásica en conductor de Al de 33 mm^2, incluye postes y estructuras	0,1 kms
3	**Paño de Interconexión**	
3.1	Reconectador Nova con control F6, 23 kV, Inominal/capacidad de ruptura 30/12500 ampres	1
3.2	Equipo compacto de medida TTPP 23/0.4 kV, TT/CC 30/5	1
3.3	Transformador de SS/AA reconectador 5 kVA bifásico 23/0,4 kV	1

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Obras adicionales SD

Valor cortocircuito punto de repercusión (kVA)	18.140
Potencia aparente CH Canal Purísima (kVA)	300
Factor K Factibilidad Obras adicionales	**60,46**

Dado que el factor K es mayor a 20 no se requiere realizar obras adicionales de refuerzo de conductor en el SD.

Valorización Obras
(Valores referenciales) 1 USD = $ 491.78 (29.10.10)

Descripción	**Unidad [M$]**
S/E Elevadora	90.418
LMT interconexión	1.200
Servidumbre de paso LMT	960
Paño Interconexión	59.000
Gestión y permisos	5.000
Estudios Sistémicos	25.000
Imprevistos (5%)	9.079
Total	**190.657**

Total USD =	**387.688**

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.4.-Planos de prediseño conceptual y topografía

Lámina	Contenido
14-1	-Planta general de ubicación canal Bio-Bio Sur derivado Licura Munilque sector Puertas Blancas km. 25.390- km.25.880 situación actual - topografía -Perfil longitudinal sector Puertas Blancas km 25.390 al km 25.880 Situación actual - topografía -Perfiles transversales sector Puertas Blancas km. 25.300 a km. 28.880 Situación actual - topografía
14-2	-Planta general de ubicación canal Bio-Bio Sur derivado Licura Munilque sector Puertas Blancas km. 25.390- km.25.880 central hidroeléctrica - proyectada -Perfil longitudinal sector Puertas Blancas km 25.300 al km 25.880 Situación proyectada -Perfiles transversales sector Puertas Blancas km. 25.390 a km. 28.880 Situación proyectada -Perfil longitudinal tubería de purga d-1.000mm
14-3	-Planta de ubicación central hidroeléctrica canal Bio-Bio Sur derivado Licura Munilque sector Puertas Blancas km. 25.610-km. 25.720 -Planta y cortes cámara aquietadora para tubería de purga -Planta y cortes turbina -Planta y cortes obra desarenador -Detalle compuerta de tablones desmontables

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.5.- Cubicaciones y presupuesto

CUADRO Nº6.5-1
PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN DE PREDISEÑOS

CÁMARA DE CARGA				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
REJA	kg	1.076	1.766	1.900.034
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS Y LOSAS)	m3	26	135.022	3.464.707
EXCAVACIÓN	m3	130	2.131	277.567
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	35	5.800	200.448
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	32	2.320	73.498
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	128	1.081	138.506
SERVIDUMBRE	m2	0	650	0
			TOTAL ($)	**6.054.761**

TUBERÍA FORZADA				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
TUBERÍA FORZADA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1600mm, e = 39mm)	ml	43	304.717	13.102.834
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MACHONES)	m3	4	135.022	540.086
EXCAVACIÓN	m3	220	2.131	468.303
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	100	5.800	580.515
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	88	2.320	204.708
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	171	1.081	184.797
			TOTAL ($)	**15.081.243**

DESARENADOR				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
COMPUERTAS (COMPUERTA Y MARCO)	kg	98	2.002	197.046
MECANISMO COMPUERTA	gl	2	725.001	1.450.002
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS, LOSAS Y MACHONES)	m3	173	84.388	14.625.943
EXCAVACIÓN	m3	1.594	2.131	3.396.197
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	34	5.800	196.053
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	293	2.320	679.945
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	1.691	1.081	1.827.567
SERVIDUMBRE	m2	716	650	465.517
TUBERÍA PURGA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1000mm, e = 24mm)	ml	22	160.985	3.556.167
COMPUERTA EMERGENCIA (MADERA)	m3	1	153.186	227.703
			TOTAL ($)	**26.622.138**

CASA DE MÁQUINA				
ÍTEM	UNI.	CANT.	P.U.	SUB. TOTAL
			$/UNI	$
HORMIGÓN ARMADO H-25 (LOSAS, MUROS, VIGAS, PILARES , FUNDACIONES Y DESAGÜE)	m3	77	162.190	12.466.375
EXCAVACIÓN	m3	228	2.131	485.914
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	10.996	2.900	31.889.293
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3		2.320	0
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	296	1.081	320.408
SERVIDUMBRE	m2	166	650	107.946
CASA DE MÁQUINA (PERFILES DE ACERO Y AISLACIÓN)	gl	1	-	2.349.477
EQUIPO HIDROELÉCTRO GENERADOR (1 TURBINA Francis 0,4 MW - 1 GENERADOR SINCRÓNICO 0,32 Mw - SISTEMAS DE REGULACIÓN - TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCIÓN GENERADOR	gl	1	48.065.114	48.065.114
PUENTE GRÚA (INCLUYE TECLE)	gl	1	13.200.000	13.200.000
ACTUADOR HIDRÁULICO HB-HV PN 10 (INCLUYE VÁLVULA MARIPOSA, Dn = 2000 mm)	gl	1	20.737.490	20.737.490
VÁLVULA DE VENTOSA Dn 200 PN 10	gl	0	560.000	0
			TOTAL ($)	**129.622.017**

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.5-2
RESUMEN COSTO DIRECTO CONSTRUCCIÓN CENTRAL

Nº	ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO COMP. NAC. CN Mill $	COSTO COMP. EXTR. CE Mill $	COSTO TOTAL CN+CE Mill $
1.-	**INSTALACION DE FAENAS Y OBRAS PROVISIONALES (1 año de construcción)**	**1**	**gl**	**8**		**8**
2.-	**CÁMARA DE CARGA**	**1**	**gl**	**6**	**-**	**6**
2.1.-	REJA	1.076	kg	1,9		**1,9**
2.2.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS Y LOSAS)	26	m3	3,5		**3,5**
2.3.-	EXCAVACIÓN	130	m3	0,3		**0,3**
2.4.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	35	m3	0,2		**0,2**
2.5.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	32	m3	0,1		**0,1**
2.6.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	128	m3	0,1		**0,1**
3.-	**TUBERÍA FORZADA**	**1**	**gl**	**15**	**-**	**15**
3.1.-	TUBERÍA FORZADA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1600mm, e = 39mm)	43	ml	13		**13**
3.2.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MACHONES)	4	m3	0,5		**1**
3.3.-	EXCAVACIÓN	220	m3	0,5		**0,5**
3.4.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	100	m3	0,6		**0,6**
3.5.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	88	m3	0,2		**0,20**
3.6.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	171	m3	0,2		**0,18**
4.-	**DESARENADOR**	**1**	**gl**	**27**	**-**	**27**
4.1.-	COMPUERTAS (COMPUERTA Y MARCO)	98	kg	0,2		**0,2**
4.2.-	MECANISMO COMPUERTA	2	gl	1,5		**1**
4.3.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS, LOSAS Y MACHONES)	173	m3	14,6		**15**
4.4.-	EXCAVACIÓN	1.594	m3	3,4		**3,4**
4.5.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	34	m3	0,2		**0**
4.6.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	293	m3	0,7		**0,7**
4.7.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	1.691	m3	1,8		**1,8**
4.8.-	SERVIDUMBRE	716	m2	0		**0**
4.9.-	TUBERÍA PURGA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1000mm, e = 24mm)	22	ml	3,6		**4**
4.10.-	COMPUERTA EMERGENCIA (MADERA)	1	m3	0,2		**0,2**
5.-	**CASA DE MÁQUINA**	**1**	**gl**	**61**	**69**	**130**
5.1.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (LOSAS, MUROS, VIGAS, PILARES , FUNDACIONES Y DESAGÜE)	77	m3	12,5		**12**
5.2.-	EXCAVACIÓN	228	m3	0,5		**0,5**
5.3.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	10.996	m3	31,9		**32**
5.4.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	296	m3	0,3		**0,3**
5.5.-	SERVIDUMBRE	166	m2	0,1		**0,1**
5.6.-	CASA DE MÁQUINA (PERFILES DE ACERO Y AISLACIÓN)	1	gl	2,3		**2,3**
5.7.-	EQUIPO HIDROELÉCTRO GENERADOR (1 TURBINA Francis 0,4 MW - 1 GENERADOR SINCRÓNICO 0,32 Mw - SISTEMAS DE REGULACIÓN - TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCIÓN GENERADOR	1	gl		48,1	**48**
5.8.-	PUENTE GRÚA (INCLUYE TECLE)	1	gl	13,2		**13**
5.9.-	ACTUADOR HIDRÁULICO HB-HV PN 10 (INCLUYE VÁLVULA MARIPOSA, Dn = 2000 mm)	1	gl		20,7	**21**
6.-	**OBRAS DE TRANSMISIÓN**	**1**	**gl**	**54**	**-**	**54**
6.1.-	S/E ELEVADORA	1	gl			**-**
6.2.-	LMT INTERCONEXIÓN	1	gl	1,2		**1**
6.3.-	SERVIDUMBRE DE PASO LMT	1	gl	1,0		**1**
6.4.-	PAÑO INTERCONEXIÓN (Chino)	1	gl	29,5		**30**
6.5.-	OBRAS ADICIONALES SD (REEMPLAZO CONDUCTOR)	1	gl	-		**-**
6.6.-	GESTIÓN Y PERMISOS	1	gl	5,0		**5**
6.7.-	ESTUDIOS SISTEMICOS	1	gl	17,5		**18**
7.-	**CAMINO DE ACCESO**	**1**	**gl**			**-**
8.-	**MONTAJE DEL EQUIPO HIDRO ELECTRO GENERADOR**	**1**	**gl**	**9,3**	**2,6**	**12**

NOTA: estos precios no incluyen: utilidades, gastos generales del contratista e IVA.

7- Evaluación Económica y Financiera

7.1.- Beneficios
7.2.- Inversiones y costos
7.3.- Evaluación económica
7.4.- Análisis financiero
7.5.- Resumen de parámetros económicos

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.1.- Beneficios

Los beneficios de los proyectos de minicentral hidroeléctrica evaluados son aquellos asociados a los ingresos por venta de potencia y energía.

Los ingresos por venta de energía se calculan con la energía generada mensualmente. Esta energía se obtiene a través de los caudales medios mensuales provenientes de la hidrología y de la simulación operacional. El precio de venta de la energía corresponde al indicado en la resolución que fija precios de nudo para suministros de electricidad de fecha 29 de octubre de 2010 y publicada en el diario oficial el 12 de febrero de 2011.

Los ingresos por venta de potencia corresponden a la venta de potencia firme que es la de suficiencia, la cual se calcula con el 80% del promedio de los caudales estadísticos correspondientes a los dos años y dos meses de menor disponibilidad hídrica.

En el caso en estudio, se tienen lo siguiente:

Nodo: Charrúa
Precio Base de la energía: 40,87 $/kWh
Precio Base de la Potencia de Punta: 95,06 US$/kW/mes

La tasa de cambio utilizada en la evaluación económica corresponde al valor del dólar con fecha 29 de octubre de 2010, con un valor de 491,76 $/US$.

En el Cuadro Nº7.1-1 siguiente se presenta el resumen de los valores de venta de potencia y energía.

CUADRO Nº7.1-1
VALORIZACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA
EN 30 AÑOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Energía		Potencia	
GWh	mill. $	MW	mill. $
43	2.581	0,1	219

En Anexo B se presenta un cuadro con valores mensuales de venta de potencia y energía.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.2.- Inversiones y costos

Entre los costos asociados al proyecto de minicentral, se pueden destacar: inversión inicial, costos de mantención y operación, costos administrativos, comercialización y representación, imprevistos, seguros, depreciaciones e impuestos.

- Inversión Inicial

La inversión inicial corresponde al costo total de construcción de la minicentral. Está compuesta por el costo directo de obras, gastos de i ngeniería extranjera y nacional, gastos de inspección extranjera y nacional, imprevistos equipos extranjeros, imprevistos equipos/obras nacional, derechos de internación y gastos portuarios y fletes de equipos extranjeros, gastos generales y utilidad del contratista e IVA.

El costo directo es la valorización de todas las obras asociadas a la construcción de la central y que se indican en el Capítulo 6. Además incluye el costo por instalación de faenas, caminos de servicio y montaje del equipo hidro-electro-generador.

Los gastos de ingeniería extranjera y nacional corresponden al 1,5% y al 4% del costo directo respectivamente.

Los gastos de inspección extranjera y nacional corresponden respectivamente al 3% y al 5% del costo directo.

Los imprevistos equipos extranjeros e imprevistos equipos/obras nacional corresponden al 10% del costo directo cada uno.

Los derechos de internación corresponden al 6% del valor CIF de los equipos importados y los gastos portuarios y fletes de equipos extranjeros el 6% del valor CIF de los mismos.

Los gastos generales y utilidad del contratista nacional ascienden al 20% del costo directo.

El IVA, que corresponde a un 19%, se calcula sobre el costo neto total de obras, que es la suma de los costos indicados anteriormente.

Finalmente, el costo total de construcción es la suma total de los costos.

En el Cuadro Nº7.2.1-1 se indican los costos para esta central.

CUADRO Nº7.2.1-1
RESUMEN COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN MINICENTRAL

ÍTEM	COSTO COMP. NAC. CN Mill $	COSTO COMP. EXTR. CE Mill $	COSTO TOTAL CN+CE Mill $
COSTO DIRECTO (mil. $)	180	71	**251**
GASTOS DE ING. EXTRANJERA (1,5% Costo Directo) (mill. $)		1	**1**
GASTOS DE ING. NACIONAL (4% Costo Directo) (mill. $)	7		**7**
GASTOS DE INSPECC. EXTRANJERA (3% Costo Directo) (mill. $)		2	**2**
GASTOS DE INSPECC. NACIONAL (5% Costo Directo) (mill. $)	9		**9**
IMPREV. EQUIP. MON EXTRANJERA (10% Costo Directo) (mill. $)		7	**7**
IMPREV. EQUIP. /OBRAS NACIONAL (10% Costo Directo) (mill. $)	18		**18**
DERECHOS DE INTERNACIÓN (derecho ad valorem: 6% sobre valor CIF) (mill. $)		4	**4**
GASTOS PORT. Y FLETES (6% sobre valor CIF) (mill. $)		4	**4**
GASTOS GRAL. Y UTIL. CONTRATISTA NACIONAL (20% Costo Directo) (mill. $)	36		**36**
SUB TOTAL COSTO NETO DE OBRAS (mill. $)	250	90	**341**
IVA (19 % Subtotal Costo Neto de Obras) (mill. $)	48	17	**65**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mill. de $)			**405**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mill. US$)			**0,8**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN POR MW DE POTENCIA INSTALADA (mill.$/MW)			**2,5**

- Costos de mantención y operación

Los costos de mantención se calculan en función de la energía mensual generada. Estos corresponden a 1,5 US$ / MWh.

Los costos de operación consideran lo siguiente: 5 operadores, 1 administrativo y 1 jefe de central. Lo anterior se valoriza anualmente en 84.701 US$.

- Costos administrativos, comercialización y representación.

Los costos administrativos, de comercialización y representación se evalúan en conjunto, y corresponden al 5% de los ingresos totales mensuales.

- Seguros, depreciaciones e impuestos

Los seguros por los activos de la inversión se consideran anualmente, y a un valor de 8 US$ / kw / año.

Se considerará depreciación acelerada según indica la "Resolución Exenta Nº43 del 26 de diciembre del 2002", que "Fija vida útil normal a los bienes físicos del activo inmovilizado para los efectos de su depreciación". En todos los casos se considerará depreciación acelerada. Las servidumbres y las expropiaciones no se deprecian, por ser bienes raíces inmuebles.

Los impuestos corresponden al 19%, que es el IVA. Se considerará la recuperación del IVA cuando las rentas brutas sean negativas, es decir, cuando los ingresos brutos sean

menores que los costos (mantención y operación + administración, comercialización y representación + seguros + imprevistos) incluyendo la depreciación.

- Imprevistos

Los imprevistos corresponden al 5% de los costos mensuales. Los costos incluyen posibles egresos por pago de peajes eléctricos, costos de mantención y operación, costos administrativos, comercialización y representación y los seguros contratados.

7.3.- Evaluación económica

7.3.1.- Potencia optimizada

La evaluación económica de la minicentral se realiza para la potencia optimizada. Esta potencia es la que maximiza el VAN del proyecto. Con esto, se impone que la alternativa seleccionada presente los mejores parámetros posibles.

El procedimiento para la optimización de la potencia está asociado a una planilla de cálculo de flujos hidroeléctricos. Dicho procedimiento se describe a continuación:

- Con el caudal de diseño obtenido a través de la hidrología (caudales factibles de generación), se calcula el diámetro de la tubería forzada. Este diámetro determinará las pérdidas de carga en la misma, a través de la fórmula de Hazen-Williams, indicada en el Anexo C.

- Las pérdidas de carga permiten calcular el desnivel neto de generación, el que se calcula como el desnivel bruto o geométrico (obtenido de la topografía) menos las pérdidas de carga.

- El caudal de diseño y el desnivel neto permiten calcular la potencia de diseño.

- Una vez obtenida la potencia de diseño, se eligen dentro de ese rango seis potencias, las que una por una se evalúan para obtener los parámetros económicos más relevantes (Io, Io/P, VAN, TIR, Factor de Planta). Conviene aclarar que cada una de las potencias presenta un flujo distinto, donde el parámetro más relevante corresponde al equipo hidro- electro-mecánico. El costo del equipo se calcula para cada potencia evaluada, y depende del costo de la cotización y de la potencia de diseño, calculado con la siguiente relación:

$$\text{Costo equipo hidro} = \text{Costo equipo cotizado} \cdot \frac{\text{Potencia evaluada}}{\text{Potencia de diseño}}$$

- De las potencias evaluadas, se selecciona aquella que maximice el VAN, denominando a esa potencia, potencia optimizada. Con esta potencia optimizada, es posible calcular también el caudal optimizado.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el Cuadro Nº7.3.1-1 se presentan los cálculos de parámetros obtenidos paca cada una de las potencias evaluadas.

CUADRO Nº7.3.1-1
CALCULO DE PARÁMETROS ECONÓMICOS PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA
ANÁLISIS CON PRECIO ENERGÍA BASE DE NUDO= 40,87 $/kWh

POTENCIA Mw	VAN mill $	TIR %	Io mill US$/MW	FACTOR DE PLANTA CALCULADO
0,10	-419	-	7,1	0,8
0,20	-190	5,7	3,8	0,7
0,30	-26	9,0	2,7	0,6
0,40	-9	9,3	2,1	0,5
0,50	-35	8,8	1,8	0,4
0,60	-62	8,5	1,6	0,3

Finalmente, en el Cuadro Nº7.3.1-2 se presenta el resultado para la potencia optimizada.

CUADRO Nº7.3.1-2
PARÁMETROS DE POTENCIA ÓPTIMA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL DE 30 AÑOS X 12 MESES
VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30

POTENCIA OPTIMIZADA Mw	VAN mill $	TIR %	Io mill US$/Mw	FACTOR DE PLANTA CALCULADO	PRECIO MONÓMICO DE ENERGÍA $/kWh
0,3	10	9,6	2,5	0,57	43,7

7.3.2.- Flujo económico anual

Se presenta la evaluación económica de la central tanto a precios de mercado como a precios sociales para la potencia optimizada calculada según el procedimiento anterior. Para los precios de mercado se considera una tasa de descuento del 10% similar a la tasa bancaria; en el caso de la evaluación a precios sociales se adopta la tasa recomendada por Mideplan de 6%.

En el Cuadro Nº7.3.1-1 se presenta el flujo anual para 30 años a precios de mercado.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº7.3.1-1
RESUMEN DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL MENSUAL DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN 30 AÑOS DE ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA – PRECIOS MERCADO

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL lo (2,5 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**405**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGIA (REGIONAL) $/kWh	**40,87**			**T.I.R. % (después de impuestos)**	**9,61**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**0,33**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	**TASA DE INTERES ANUAL (%)**	**10,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,11**	**INVERSION NETA (mill. $)**	**454**	**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,06**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**61**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**491,76**	**TASA IMPTOS RENTA %**	**17,0**	**IVA INVERSION (mill. $)**	**77**
DIAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**12**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6				7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										F LUJO DE CAJA (mill. $)						
AÑO	ENERGIA	POTENCIA	EGRESOS PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGUROS ACT INV	IMPREVISTOS	DEPREC.	RENTAS BRUTAS	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVERSION INICIAL	RECUPER. IVA	INGRESO NETO	ANUAL	ACUMUL.	Saldo por depreciar	Valor Presente
0													454			-454	-454	454	-454
1	59	5	0	64	43	3	1	2	61	-39	0	-39	0	5	27	27	-427	393	26
2	65	5	0	71	43	4	1	2	61	-33	0	-33	0	7	34	34	-392	333	30
3	65	5	0	70	43	4	1	2	39	-12	0	-12	0	7	34	34	-358	294	28
4	66	5	0	71	43	4	1	2	28	0	0	0	0	7	35	35	-323	265	26
5	63	6	0	69	43	3	1	2	28	-3	0	-3	0	6	32	32	-290	237	21
6	73	6	0	79	43	4	1	2	28	7	0	7	0	8	44	44	-246	208	27
7	64	6	0	69	43	3	1	2	23	4	0	4	0	7	33	33	-213	185	18
8	75	6	0	81	43	4	1	2	23	15	0	15	0	8	46	46	-167	163	23
9	71	6	0	77	43	4	1	2	23	11	0	11	0	8	42	42	-125	140	19
10	72	6	0	79	43	4	1	2	23	13	0	13	0	8	44	44	-81	117	18
11	86	6	0	92	43	5	1	2	23	27	0	27	0	6	55	55	-26	94	21
12	82	7	0	88	43	4	1	2	23	23	0	23	0	0	46	46	20	71	16
13	80	7	0	87	43	4	1	2	23	22	0	22	0	0	45	45	64	49	14
14	79	7	0	86	43	4	1	2	0	44	0	44	0	0	44	44	108	49	12
15	86	7	0	93	43	5	1	2	0	51	0	51	61	0	51	-10	98	49	-3
16	90	7	0	97	43	5	1	2	0	54	0	54	0	0	54	54	152	49	13
17	94	7	0	102	43	5	1	2	0	59	0	59	0	0	59	59	211	49	12
18	85	8	0	92	43	5	1	2	0	50	0	50	0	0	50	50	260	49	9
19	86	8	0	94	43	5	1	2	0	51	0	51	0	0	51	51	312	49	9
20	84	8	0	92	43	5	1	2	0	50	0	50	0	0	50	50	361	49	8
21	101	8	0	110	43	5	1	2	0	67	0	67	0	0	67	67	428	49	10
22	106	8	0	114	43	6	1	2	0	71	0	71	0	0	71	71	499	49	9
23	109	9	0	117	43	6	1	2	0	75	0	75	0	0	75	75	574	49	9
24	114	9	0	123	43	6	1	2	0	80	0	80	0	0	80	80	654	49	9
25	111	9	0	120	43	6	1	2	0	77	0	77	0	0	77	77	731	49	8
26	107	9	0	116	43	6	1	2	0	74	0	74	0	0	74	74	804	49	7
27	99	9	0	108	43	5	1	2	0	66	0	66	0	0	66	66	870	49	5
28	127	10	0	136	43	7	1	3	0	94	0	94	0	0	94	94	964	49	7
29	68	10	0	78	42	4	0	2	0	36	0	36	0	0	36	36	999	49	2
30	114	10	0	124	43	6	1	2	0	81	0	81	81	0	81	1.081	49	5	
													Valor residual : 10 veces el margen del año 30 (mill. $):		812				47
													Margen del año 30 (mill. $):		81			**VAN:**	**10**
													Actualización a valor presente del valor residual (mill. $):		47				

1 AÑO DE ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS X 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = ENERGIA MENSUAL POR PRECIO BASE DE LA ENERGÍA
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = POTENCIA FIRME POR PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA
4 EGRESOS POR PEAJES ELÉCTRICOS
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente)
7 COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (5) (INGRESOS TOTALES)
8 SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw/ año
9 IMPREVISTOS = 5% * [(4)+(6)+(7)+(8)+(9)]
10 DEPRECIACIÓN = INVERSIÓN INICIAL / CANTIDAD DE AÑOS PARA DEPRECIAR LA INVERSIÓN INICIAL. SE PRORATEA EN FORMA MENSUAL.-
11 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10)
12 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
13 BENEFICIO NETO = (11) - (12)
14 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
15 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL
16 INGRESO NETO = (5) - (6) + (12) - (15)
17 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (14)
18 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
19 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (10)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE EN 1 AÑOS

Para la evaluación social, se consideraron los factores de corrección señalados por Mideplan sobre los ítems señalados en el Cuadro Nº7.3.1-2

CUADRO Nº7.3.1-2
FACTORES DE CORRECCIÓN PRECIOS SOCIALES

Calificación parámetro	Factor de ajuste precios sociales
Mano de obra calificada MO-C	0,98
Mano de obra semi calificada MO-SC	0,68
Mano de obra no calificada MO-NC	0,62
Divisa	1,01

En el Cuadro Nº7.3.1-3 se presenta el flujo anual para 30 años a precios sociales.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº7.3.1-3
RESUMEN DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL MENSUAL DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN 30 AÑOS DE ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA – PRECIOS SOCIALES

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL Io (2,8 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**451**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGIA (REGIONAL) $/kWh	**40,87**			**T.I.R. % (después de impuestos)**	**8,79**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**0,33**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	**TASA DE INTERES ANUAL (%)**	**6,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,11**	**INVERSION NETA (mill. $)**	**505**	**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,06**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**68**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**491,76**	**TASA IMPTOS RENTA %**	**17,0**	**IVA INVERSION (mill. $)**	**86**
DIAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**13**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6				7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										F LUJO DE CAJA (mill. $)						
AÑO	ENERGIA	POTENCIA	EGRESOS PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGUROS ACT INV	IMPREVISTOS	DEPREC.	RENTAS BRUTAS	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVERSION INICIAL	RECUPER. IVA	INGRESO NETO	ANUAL	ACUMUL.	Saldo por depreciar	Valor Presente
0													505			-505	-505	505	-505
1	59	5	0	64	43	3	1	2	63	-42	0	-42	0	5	27	27	-477	441	27
2	65	5	0	71	43	4	1	2	63	-36	0	-36	0	7	34	34	-443	378	32
3	65	5	0	70	43	4	1	2	43	-15	0	-15	0	7	34	34	-409	335	30
4	66	5	0	71	43	4	1	2	32	-3	0	-3	0	7	35	35	-373	303	29
5	63	6	0	69	43	3	1	2	32	-6	0	-6	0	6	32	32	-341	271	25
6	73	6	0	79	43	4	1	2	32	4	0	4	0	8	44	44	-297	240	32
7	64	6	0	69	43	3	1	2	27	0	0	0	0	7	33	33	-264	213	23
8	75	6	0	81	43	4	1	2	27	11	0	11	0	8	46	46	-218	187	30
9	71	6	0	77	43	4	1	2	27	8	0	8	0	8	42	42	-176	160	26
10	72	6	0	79	43	4	1	2	27	9	0	9	0	8	44	44	-132	134	25
11	86	6	0	92	43	5	1	2	27	23	0	23	0	11	60	60	-72	107	33
12	82	7	0	88	43	4	1	2	27	19	0	19	0	4	49	49	-22	81	26
13	80	7	0	87	43	4	1	2	27	18	0	18	0	0	45	45	22	54	22
14	79	7	0	86	43	4	1	2	0	44	0	44	0	0	44	44	66	54	20
15	86	7	0	93	43	5	1	2	0	51	0	51	68	0	51	-17	49	54	-8
16	90	7	0	97	43	5	1	2	0	54	0	54	0	0	54	54	103	54	22
17	94	7	0	102	43	5	1	2	0	59	0	59	0	0	59	59	162	54	23
18	85	8	0	92	43	5	1	2	0	50	0	50	0	0	50	50	212	54	18
19	86	8	0	94	43	5	1	2	0	51	0	51	0	0	51	51	263	54	18
20	84	8	0	92	43	5	1	2	0	50	0	50	0	0	50	50	313	54	16
21	101	8	0	110	43	5	1	2	0	67	0	67	0	0	67	67	379	54	20
22	106	8	0	114	43	6	1	2	0	71	0	71	0	0	71	71	450	54	21
23	109	9	0	117	43	6	1	2	0	75	0	75	0	0	75	75	525	54	20
24	114	9	0	123	43	6	1	2	0	80	0	80	0	0	80	80	605	54	20
25	111	9	0	120	43	6	1	2	0	77	0	77	0	0	77	77	682	54	19
26	107	9	0	116	43	6	1	2	0	74	0	74	0	0	74	74	756	54	17
27	99	9	0	108	43	5	1	2	0	66	0	66	0	0	66	66	821	54	14
28	127	10	0	136	43	7	1	3	0	94	0	94	0	0	94	94	915	54	19
29	68	10	0	78	42	4	0	2	0	36	0	36	0	0	36	36	951	54	7
30	114	10	0	124	43	6	1	2	0	81	0	81	0	0	81	81	1.032	54	15
															Valor residual : 10 veces el margén del año 30 (mill. $):		812		141
															Margén del año 30 (mill. $):		81	**VAN:**	**278**
															Actualización a valor presente del valor residual (mill. $):		141		

1 AÑO DE ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS X 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = ENERGIA MENSUAL POR PRECIO BASE DE LA ENERGÍA
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = POTENCIA FIRME POR PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA
4 EGRESOS POR PEAJES ELÉCTRICOS
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente)
7 COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (5) (INGRESOS TOTALES)
8 SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw/ año
9 IMPREVISTOS = 5% * [(4)+(6)+(7)+(8)+(9)]
10 DEPRECIACIÓN = INVERSIÓN INICIAL / CANTIDAD DE AÑOS PARA DEPRECIAR LA INVERSIÓN INICIAL. SE PRORATEA EN FORMA MENSUAL.-
11 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10)
12 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
13 BENEFICIO NETO = (11) - (12)
14 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
15 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL
16 INGRESO NETO = (5) - (6) + (12) - (15)
17 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (14)
18 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
19 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (10)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE EN 1 AÑOS

7.3.3.- Sensibilizaciones

Se realizó una sensibilización de los parámetros con mayor incidencia en los resultados de la evaluación económica, los cuales son: la tasa de descuento, el precio de la energía y la inversión inicial.

La metodología para la sensibilización de parámetros consiste en ir evaluando paralelamente a la optimización de la potencia descrita en el punto 7.3.1 los diferentes indicadores económicos del proyecto.

Las sensibilizaciones realizadas son las siguientes:

- Sensibilización del VAN en función de la tasa de descuento (i):9%, 10% y 11%

CUADRO Nº7.3.3-1
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
EN FUNCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO (i)

P	Sensibilización	
	i = 9%	i = 11%
Mw	VAN mill $	VAN mill $
0,1	-413	-423
0,2	-157	-217
0,3	26	-70
0,4	48	-56
0,5	22	-83
0,6	-4	-109

- Sensibilización del VAN con respecto a un incremento del precio base de la energía en 10%

CUADRO Nº7.3.3-2
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
CON RESPECTO A UN INCREMENTO DEL PRECIO BASE DE LA ENERGÍA EN 10%
Po +10% = 44,952 $/kWh

P	VAN	TIR
Mw	mill $	%
0,1	-381	-
0,2	-128	7,0
0,3	53	10,4
0,4	75	10,7
0,5	49	10,2
0,6	23	9,8

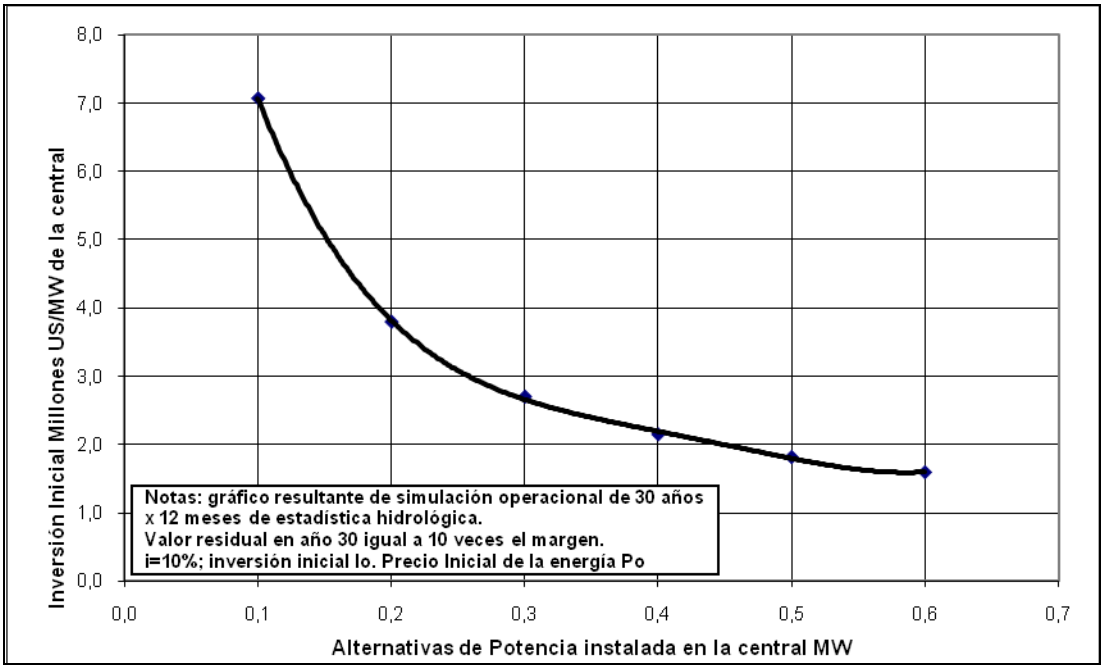
- Sensibilización del van con respecto a variación de inversión inicial Io en intervalo de 30%: -30%; +30%

CUADRO Nº7.3.3-3
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
CON RESPECTO A VARIACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL Io EN INTERVALO DE 30%

P (Mw)	Sensibilización Io+30% VAN millones $	Sensibilización Io-30% VAN millones $
0,1	-540	-301
0,2	-316	-66
0,3	-158	103
0,4	-148	128
0,5	-183	110
0,6	-217	92

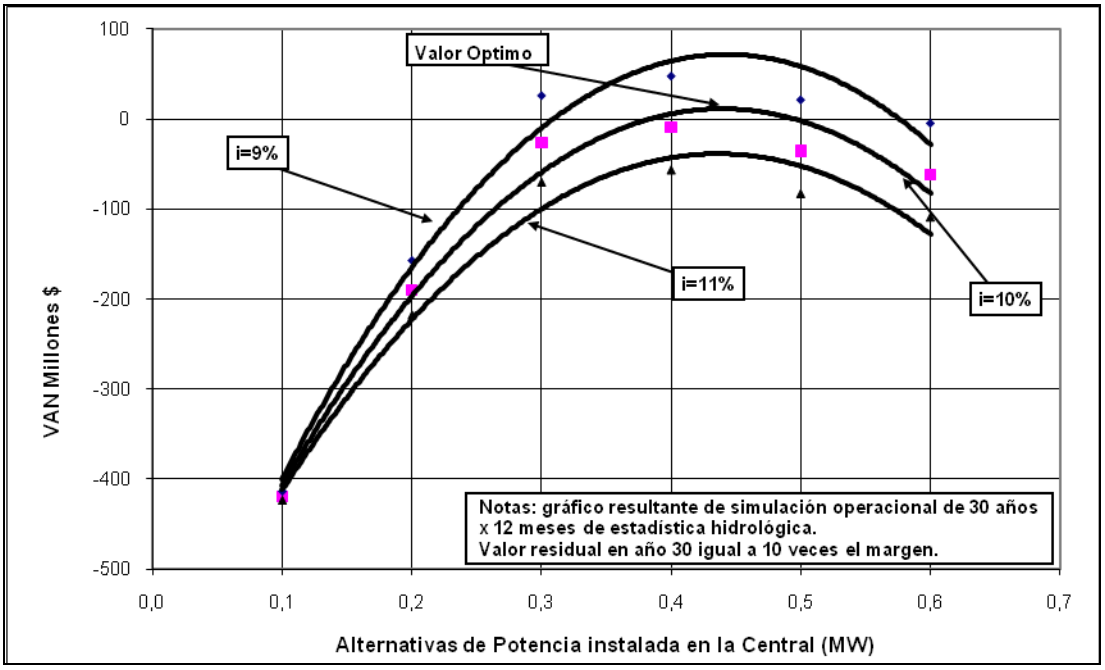
Los gráficos resultantes de la sensibilización se presentan en los Cuadros Nº7.3.3-4 al Nº7.3.3-9

CUADRO Nº7.3.3-4
INVERSIÓN INICIAL ESTIMADA POR MW
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL

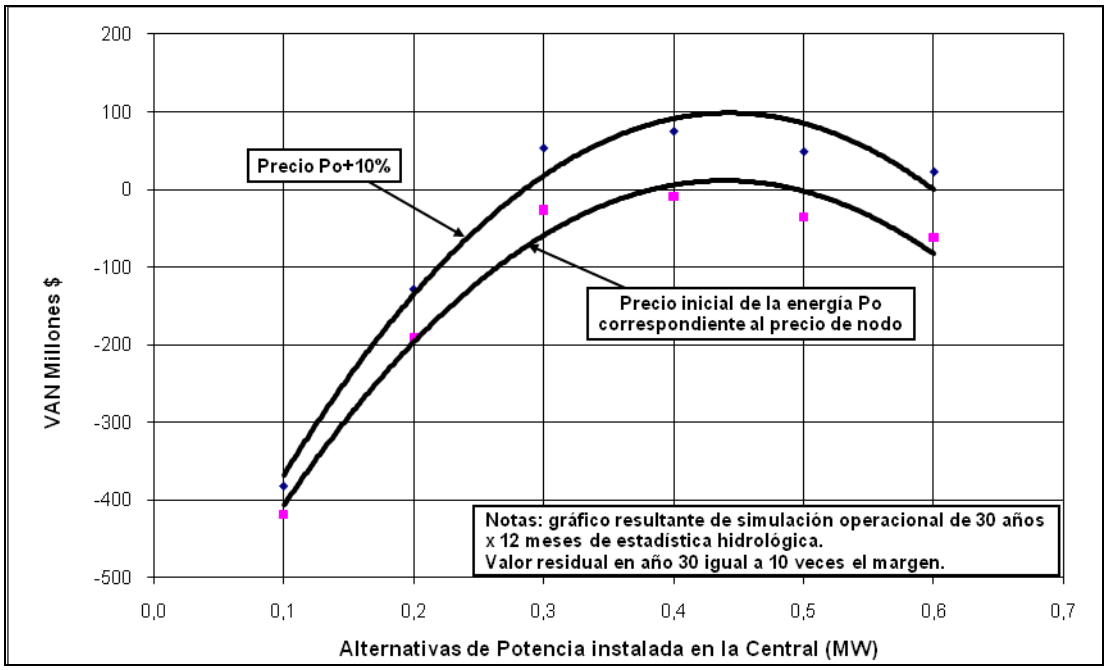


PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

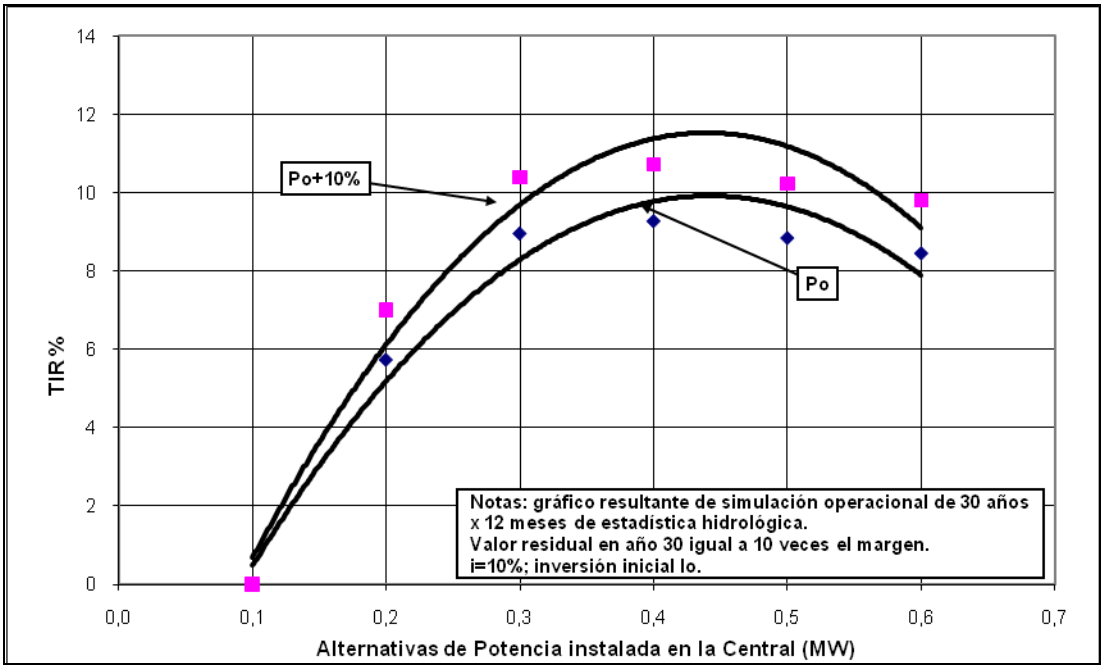
CUADRO Nº7.3.3-5
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN EN LA TASA DE DESCUENTO i



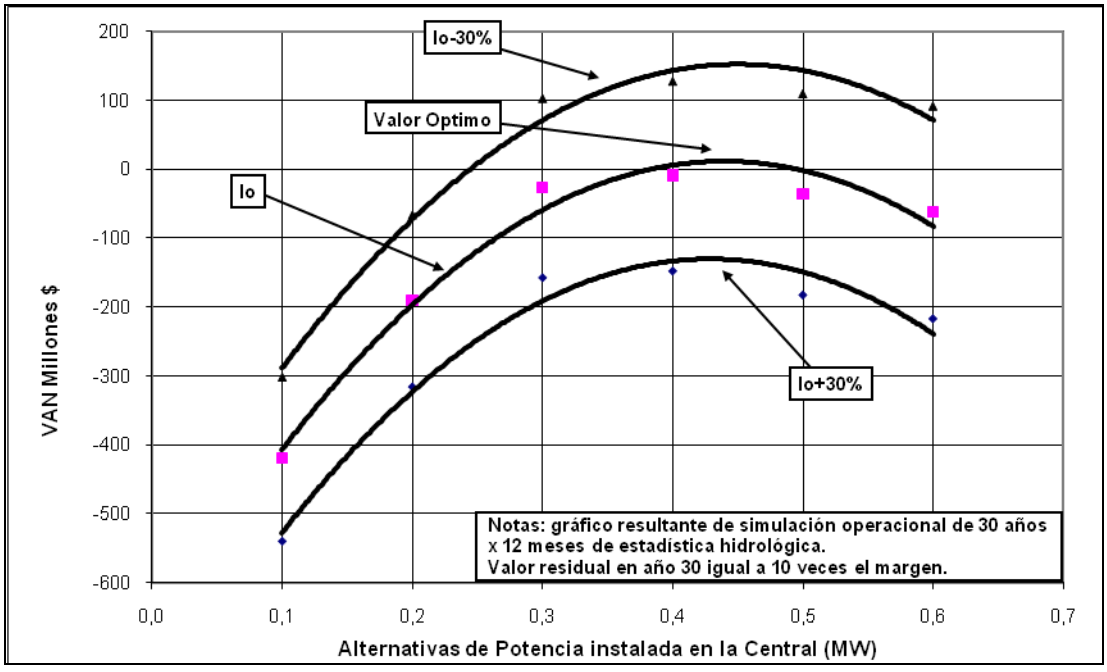
CUADRO Nº7.3.3-6
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN PARA UN INCREMENTO DEL 10% EN EL PRECIO BASE DE LA ENERGÍA



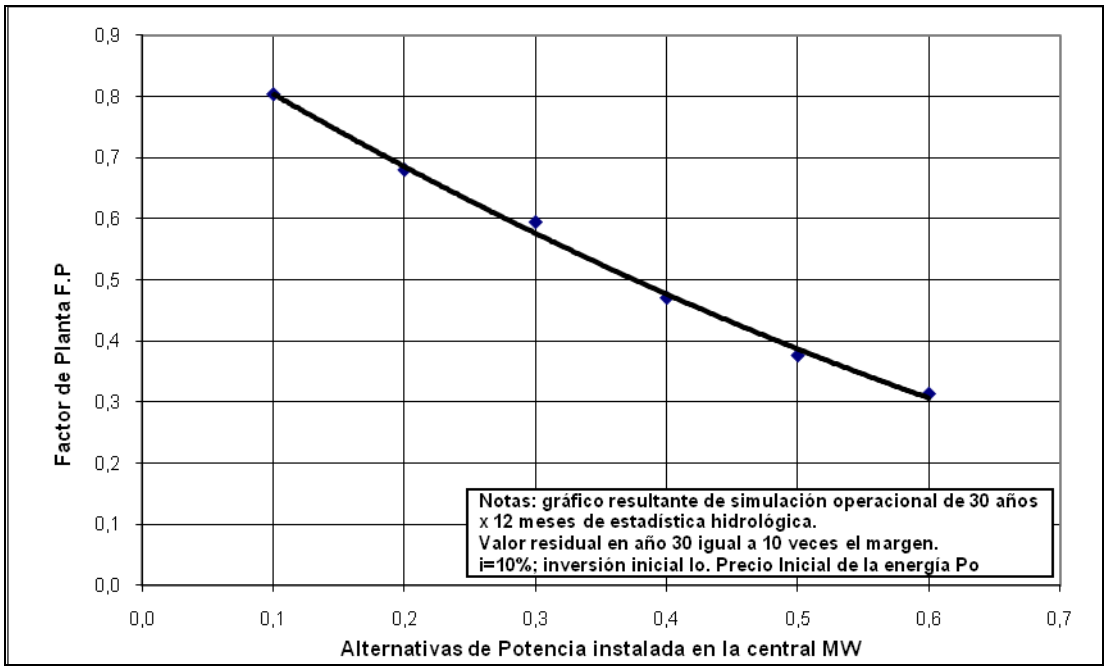
CUADRO Nº7.3.3-7
TASA INTERNA DE RETORNO TIR
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN EN EL PRECIO DE LA ENERGÍA Po



CUADRO Nº7.3.3-8
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL.
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN EN LA INVERSIÓN INICIAL Io



CUADRO Nº7.3.3-9
FACTOR DE PLANTA DETERMINADO EN PRIMERA APROXIMACIÓN.
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL



7.4.- Análisis Financiero

7.4.1.- Parámetros del análisis financiero.

Mediante un análisis financiero es posible determinar la capacidad de pago del crédito correspondiente a la inversión inicial en obras de cada central hidroeléctrica.

Los flujos anuales de costos e ingresos del análisis, permiten establecer la liquidez anual y acumulada. La capacidad de pago queda definida a partir del año en que la liquidez presenta superávit de caja, esta capacidad se representa en la columna Nº16 de las planillas de cálculo de flujos del análisis financiero, presentadas en el Anexo B y se denomina “Capacidad de Pago Acumulada”.

Estos flujos anuales, se construyen mensualmente a partir del caudal medio mensual disponible para generación, los cuales se presentan en el Anexo A y cuya suma mensual permite obtener un valor anual, en el cual se considera los siguientes valores:

- Ingresos por venta de energía y potencia.
- Costos de mantención y operación.
- Costos de administración, comercialización y representación.
- Costos de seguros anuales por activos de la inversión e imprevistos.

Además considera lo siguiente:
- Impuesto a la renta, mediante el cálculo de la depreciación anual del SII.
- Ingreso por recuperación de IVA.

Dentro de los flujos se considera el **EBITDA** (“Earnings Before Interest, Taxes, Depreciations and Amortizations”) que es una medida de la utilidad antes de descontar los intereses, los impuestos, las depreciaciones y las amortizaciones. Esta resulta útil como medida de los beneficios económicos generados a partir de la actividad operacional durante un determinado período, ya que no considera aspectos financieros, de impuestos y de gastos contables que no implican pagos efectivos. El EBITDA es una medida del flujo operacional de gran interés para los inversionistas.

Se asumen que el crédito se pagaría a 15 años, incluyendo 3 años de gracia, con lo cual se establecen 12 años efectivos para pago anual, entre los años 3º y 15º del flujo.

La tasa de interés (i) anual media considerada en el flujo es de 10%, incluyendo una sensibilización de 8% y 12% anual. Para el cálculo de los intereses se considera interés simple.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A continuación se explica brevemente cada columna que compone el análisis de flujos anuales, en que los conceptos económicos y financieros se explican en los puntos Nº7.1 al 7.3 y los financieros en este punto Nº7.4:

(1) **Ingresos por concepto de venta de energía y potencia.**
(2) **Egresos por concepto de peajes eléctricos (0).**
(3) **Ingresos brutos = (1) - (3):** ingresos por energía y potencia - egreso por peajes.
(4) **Costos mantención y operación =** 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente).
(**5**) **Costos administración, comercialización y representación =** 5% * (**3**) (Ingresos totales).
(6) **Seguros por activos de la inversión =** 8 US$ / kw / año.
(7) **Imprevistos =** 5% * [(**2**) + (**4**) + (**5**) + (**6**)]
(8) **EBITDA =** Ganancia antes de i ntereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones (acumulado).
(9) **Depreciación =** Se deprecia usando reglas del SII para cada tipo de obr a, en forma acelerada (egreso contable solamente).
(10) **Rentas brutas =** (**3**) - [(**4**) + (**5**) + (**6**) + (**7**) + (**9**)]
(11) **Impuestos renta =** Tasa impuestos a la renta (17%) x rentas brutas.
Si rentas brutas < 0 ==> Impuesto = 0
(**12**) **Recuperación del IVA** por concepto del balance final.
(**13**) **Ingreso neto =** (**3**) - [(**4**) + (**5**) + (**6**) + (**7**)] + (**12**) - (**11**)
(14) **Liquidez anual (financiera)=** (**13**)
(15) **Capacidad de pago anual=** (**14**)
(16) **Capacidad de pago acumulada=** balance año a año.
(17) **Saldo antes del servicio a la deuda=** (**15**) aumentado en (**25**) del año anterior.
(18) **Inversión en obras civiles (Io).**
(19) **Interés total=** Interés de (**21**)
(20) **Principal a ser amortizado=** Inversión inicial (**18**) - Amortización principal (**22**)
(21) **Deuda total=** (**19**) + (**20**)
(22) **Amortización del principal=** (**20**), después del pago de intereses. (**24**) - (**23**)
(23) **Pago de intereses del crédito =** Io x (**20**) del período e pago correspondiente
(24) **Total servicio de la deuda=** Valor cuota anual, calculado a t ravés del procedimiento explicado en el ejemplo
(25) **Saldo después del servicio a la deuda=** (**17**) - (**24**)

El procedimiento para el cálculo del servicio a la deuda consiste en determinar cuánto es la cuota anual a pagar con la inversión inicial (Io), tasa de interés (i) y el período efectivo de pago (n). Esta cuota se determina a través de la fórmula presentada en la Ecuación Nº7.4-1.

ECUACIÓN Nº7.4-1
VALOR CUOTA ANUAL

$$\text{CUOTA ANUAL} = Io \cdot \frac{i}{1-(1+i)^{-n}}$$

Caso de ejemplo de central.

Si se considera una tasa de interés (i) anual de 10%, una inversión inicial (Io) de $ 10.391 mill. y un período de pago de 15 años, con 3 años de gracia, se tiene que:

$$\text{CUOTA ANUAL} = 10.391 \cdot \frac{0.1}{1-(1+0,1)^{-12}} = \frac{1039,1}{1-0,318} \text{ mill. \$}$$

CUOTA ANUAL = 1.525 mill. $

El crédito se empieza a pagar al término del período de gracia acordado. Para este análisis en particular se considera un período de gracia de 3 años.

La cuota anual calculada mediante la Ecuación Nº7.4-1 tiene dos componentes, la amortización del principal o capital y la amortización de intereses de la deuda.

Con los mismos antecedentes del ejemplo anterior, se calcula el capital e intereses del año cuatro, que es el de inicio efectivo de pago de la deuda.

Si se descompone la deuda del año cuatro en capital e intereses, que corresponde a la cuota 1, hay que calcular el número de cuotas faltantes, como no se han pagado cuotas, esto es:
12 - 0 = 12.

Posteriormente se calcula el saldo de capital adeudado del período anterior, es decir el año 3 donde no hay pago de deuda. Por lo tanto, se trae a valor presente la deuda completa.

Las cuotas faltantes al valor presente al final del año 3 son:

$$P3 = 1.525 \cdot \frac{((1-(1+0,1)^{-12})}{0,1} \text{mill.\$}$$

$$P3 = 1.525 \cdot 6,814 = 10.391 \text{mill.\$}$$

Se puede apreciar que las cuotas faltantes al año 3 corresponden al total del capital adeudado y corresponden a la columna (20) del flujo.

Al valor calculado anteriormente, se le calculan los intereses, lo que resulta:

$$I4 = i\% \cdot P3$$

$$I4 = 0,1 \cdot 10.391 = 1.039 \text{mill.\$}$$

Calculando ahora el abono al capital:
Abono al capital = Valor Cuota – Intereses
Abono al capital = 1.525 – 1.039 = 486 mill. $

Resumiendo:
El valor de la cuota número 1 para una serie uniforme de pagos de un crédito solicitado a una entidad financiera por $10.391 mill., a una tasa de interés del 10% y con un período de gracia de tres (3) años, corresponde a $1.525 mill. El valor anterior está compuesto por: $1.039 mill de intereses y $486 mill de abono al capital.

Es importante recordar que en el período de gracia no se paga la deuda, es decir, no se paga ni abono a capital ni intereses, por los que estos últimos se van acumulando a la tasa de interés acordada. Al término del período de gracia se empieza a pagar la deuda, incluidos los intereses acumulados en ese período. Lo anterior queda reflejado en las columnas (19), (20) y (21) de los flujos financieros.

En el Anexo B, se presentan los flujos resultantes del análisis financiero. Los flujos se calculan, como se indicó anteriormente, para la tasa de interés del 10% y con las sensibilizaciones 8% y 12%.

Además se incluye un gráfico en que figura el EBITDA acumulado del proyecto y el **FCF** ó flujo libre de caja, por central y alternativa, para cada tasa de interés. El **FCF** ("Free Cash Flow"), indica el efectivo generado en el período y se obtiene descontando del EBITDA las depreciaciones, los impuestos y la deuda financiera.

7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero.

Se presentan los gráficos de los cuadros de cálculo, en que se visualizan los flujos y resultados financieros, correspondientes a las alternativas de centrales con los mejores indicadores del análisis efectuado.

Uno de los indicadores corresponde al año en que el flujo después del servicio a la deuda es positivo. En el Cuadro Nº7.4.2-1 se presenta dicha información.

CUADRO Nº7.4.2-1
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO (FCF) DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
19	21	23

El flujo acumulado después del servicio a la deuda (FCF) en el año 15, que es el último año de pago de deuda, se muestra en el Cuadro Nº7.4.2-2.

CUADRO Nº7.4.2-2
FCF ACUMULADO AL AÑO 15
(mill. $)

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
-167	-235	-307

El FCF acumulado en el año 30, es decir, al término del período de evaluación del proyecto se presenta en el Cuadro Nº7.4.2-3.

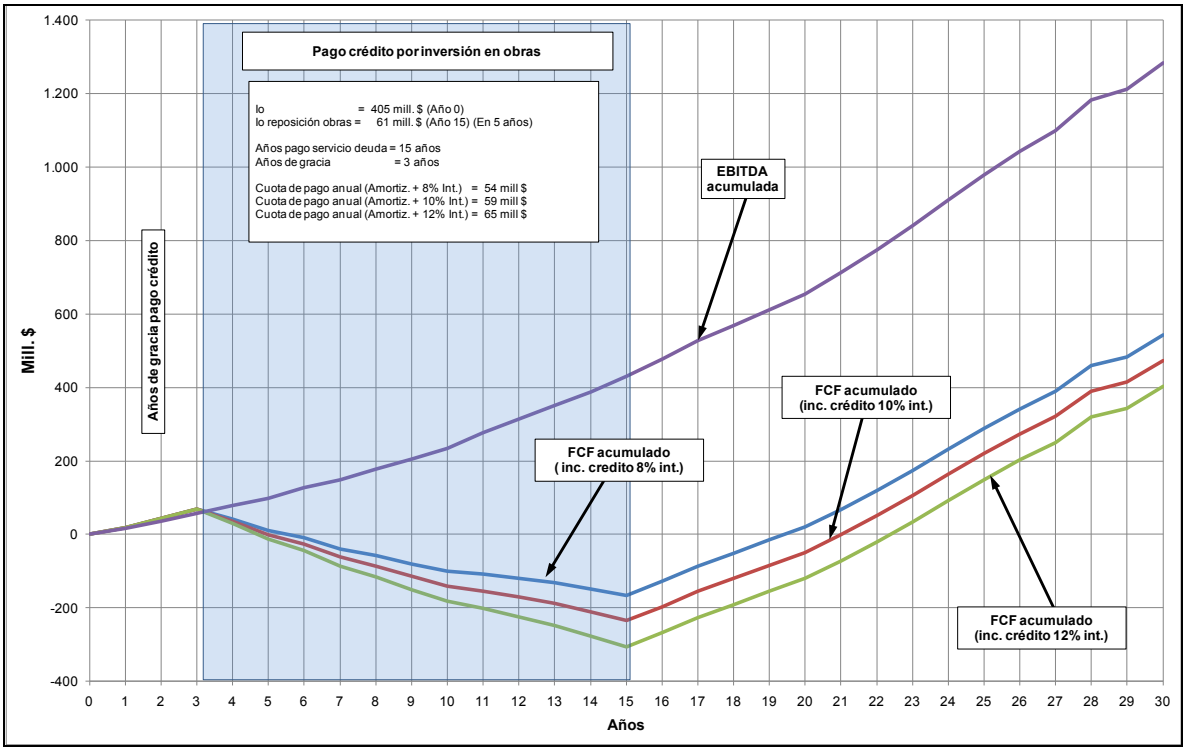
CUADRO Nº7.4.2-3
FCF ACUMULADO AL AÑO 30
(mill. $)

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
542	474	403

En el punto Nº7.3.1 se presentaron los parámetros de la evaluación económica del proyecto de central. El período de recuperación de la inversión resultante de esa evaluación es de 12 años.

En el Cuadro Nº7.4.2-4 se presenta un gráfico con los resultados del análisis financiero.

CUADRO Nº7.4.2-4
FLUJOS ANUALES



7.5.- Resumen de parámetros económicos

Los parámetros económicos resultantes de la evaluación de la central se presentan resumidos en el Cuadro Nº7.5-1 para precios de mercado y en el Cuadro Nº7.5-2 para precios sociales.

CUADRO Nº7.5-1
RESUMEN DE PARÁMETROS DE POTENCIA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL OPTIMIZADA DE 30 AÑOS x 12 MESES
(VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30 - PRECIOS MERCADO)

Desnivel Neto	Caudal Optimizado	Potencia Optimizada	Energía generada	Factor de planta calculado	Precio monómico de la energía	Potencia de suficiencia	Io	Io/P	VAN	TIR
m	m^3/s	MW	Gwh		$/kWh	Mw	mill. $	mill US$/Mw	mill $	%
7,8	5,1	0,3	43	0,57	43,7	0,11	405	3	10	9,6

CUADRO Nº7.5-2
RESUMEN DE PARÁMETROS DE POTENCIA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL OPTIMIZADA DE 30 AÑOS x 12 MESES
(VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30 - PRECIOS SOCIALES)

Desnivel Neto	Caudal Optimizado	Potencia Optimizada	Energía generada	Factor de planta calculado	Precio monómico de la energía	Potencia de suficiencia	Io	Io/P	VAN	TIR
m	m^3/s	MW	Gwh		$/kWh	Mw	mill. $	mill US$/Mw	mill $	%
7,8	5,1	0,3	43	0,57	79,6	0,11	451	2,8	278	8,8

8.- Conclusiones y Recomendaciones

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

8.- Conclusiones y Recomendaciones

El presente proyecto con 0,3 Mw presenta de escasa rentabilidad aunque levemente positiva, según sus parámetros económicos finales obtenidos con el prediseño y evaluación preliminar contenidos en el Capítulo Nº7. Los equipos de turbinas y generación en esta etapa, se han especificado con origen chino, ya que la rentabilidad con equipos europeos de mayor costo, fue negativa.

La distribuidora eléctrica Empresa Eléctrica de la Frontera (SAESA), ha manifestado su favorable acogida para este nuevo suministro energético, lo cual facilitará este aspecto importante del proyecto. También es importante que a futuro se indague el interés en la energía de la empresa Concha y Toro, dueña de los terrenos en que se ubica la central, con grandes extensiones de viñas con riego tecnificado.

Si se elaboran futuras etapas a nivel de proyecto avanzado, deberá analizarse el mercado de tuberías y equipos de menor costo.

Un futuro inversionista, debería analizar otros mercados abastecedores de equipos además de aclarar con la organización del canal, los aspectos legales para negociar el multiuso de las aguas y las obras comuneras de riego en generación, que en este caso presenta una adecuada compatibilidad.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ANEXO A

HIDROLOGÍA Y CAUDALES DE GENERACIÓN

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos. A-2.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-2.-

A.2.- Escurrimiento en canales A-7.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-7.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-8.-

A.3.- Caudales de generación A-12.-

.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos

A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos

Una cuenca sin registros es una cuenca no controlada y por tanto la única forma de conocer sus caudales es a través de la generación de éstos mediante métodos indirectos.

Los métodos más comúnmente utilizados son:

- Métodos basados en datos fluviométricos
- Métodos basados en datos pluviométricos
- Métodos basados en datos fisiográficos
- Métodos de simulación

a.- Métodos basados en datos fluviométricos

En caso de disponer de registros fluviométricos de estaciones localizadas en cuencas vecinas al área en estudio, y que presentan características similares a su geomorfología, cobertura vegetal, clima y suelo, los caudales medios podrán ser determinados en base a la aplicación de métodos de transposición de caudales o correlación entre estaciones.

a.1.- Transposición de caudales

Este método supone que los gastos por unidad de área y precipitación entre cuencas vecinas con características similares, son aproximadamente iguales para un período de tiempo considerado.

Para el caso de transposición de caudales medios mensuales desde una estación fluviométrica hacia una bocatoma, el procedimiento es el siguiente:

i.- Se igualan rendimientos entre base y objetivo utilizando la Ecuación NºA.1-1

ECUACIÓN NºA.1-1
RENDIMIENTO ESPECÍFICO

$$R = \frac{Q}{A \cdot P}$$

ii.- De la igualdad anterior se obtiene la Ecuación NºA.1-2

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ECUACIÓN NºA.1-2
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA BASE A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = Q_{BASE_{i,j}} \cdot \left(\frac{A_n}{A_{BASE}}\right) \cdot \left(\frac{P_n}{P_{BASE}}\right)$$

iii.- La Ecuación NºA.1-2 se escribe en función de un factor de transposición FT_n definido como:

ECUACIÓN NºA.1-3
FACTOR DE TRANSPOSICIÓN

$$FT_n = ft_{An} \cdot ft_{Pn}$$

donde $ft_{An} = \frac{A_n}{A_{BASE}}$ y $ft_{Pn} = \frac{P_n}{P_{BASE}}$

Finalmente se obtiene:

ECUACIÓN NºA.1-4
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA BASE A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = Q_{BASE_{i,j}} \cdot FT_n$$

Donde:
R : Rendimiento específico [m^3/mm/km^2]
$Q_{BASE\ i,j}$: Caudal en la estación fluviométrica base, en mes "i", año "j" [m^3/s]
$Q_{n\ i,j}$: Caudal a determinar en la cabecera del cauce, en mes "i", año "j" [m^3/s]
A_{BASE} : Área aportante a estación fluviométrica base [Km^2]
A_n : Área aportante a cabecera de cauce [Km^2]
P_{BASE} : Precipitación media anual en baricentro de área aportante a la estación fluviométrica base [mm]
P_n : Precipitación media anual en baricentro de área aportante a la cabecera de cauce [mm]
ft_{An} : Factor de transposición de áreas desde estación base a cabecera de cauce
ft_{Pn} : Factor de transposición de precipitación desde estación base a cabecera de cauce
FT_n : Factor de transposición desde estación base a cabecera de cauce

Para el caso de transposición de caudales medios mensuales desde más de una estación fluviométrica hacia una bocatoma, el procedimiento consiste en sumar los aportes de todas las estaciones, es decir:

ECUACIÓN NºA.1-5
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE VARIAS ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS A OBJETIVO

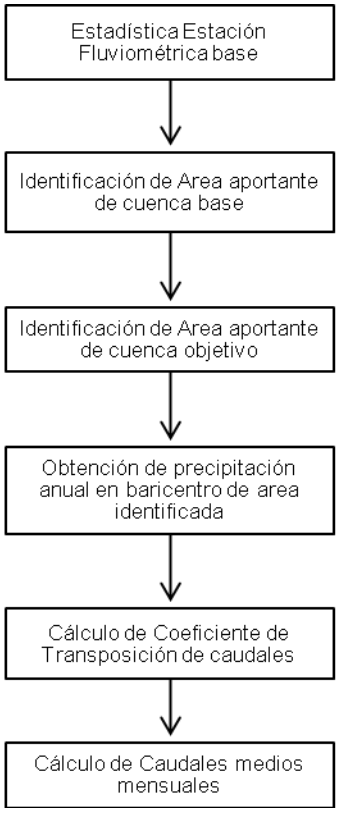
$$Qn_{i,j} = \sum Q_{BASEk_{i,j}} \cdot FT_n$$

Donde:
$Q_{BASEk\ i,j}$: Caudal en la estación fluviométrica base "k", en mes "i", año "j" [m^3/s]

Para áreas aportantes con cota sobre los 2.500 m, se distinguirán entre aportes pluviales y aportes nivales, es decir, sobre 2.500 m se consideran aportes nivales y bajo 2.500 m aportes nivales. Dado lo anterior, los aportes nivales serán considerados solo durante los meses de verano (noviembre a abril) y los aportes pluviales solo durante los meses de invierno (mayo a octubre).

La metodología utilizada se resume en el diagrama del Cuadro NºA.1.1-1

CUADRO NºA.1.1-.1
METODOLOGÍA TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES



a.2.- Correlación entre estaciones

Este método supone que los rendimientos ($\bar{Q}$/unidad de superficie) entre las cuencas a correlacionar son similares para un período de tiempo considerado. Su aplicación requiere de una estación patrón que disponga de registros fluviométricos confiables y suficientemente largos para el cumplimiento del objetivo deseado (15 ó 30 años).

El método consiste en establecer una correlación entre la estación patrón y la estación de la cuenca en estudio, a través de la realización de aforos simultáneos. Una vez establecida la correlación y comprobada su calidad, se determina la función que relaciona los valores de ambas estaciones. Los caudales medios de la estación en estudio son obtenidos a través de la función, en base a los caudales medios mensuales.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

b.- Relación precipitación-escorrentía

Esta metodología hace uso de relaciones precipitación-escorrentía ampliamente difundida en la literatura especializada. En su caso más general y para períodos de tiempo prolongados, esta relación puede escribirse como:

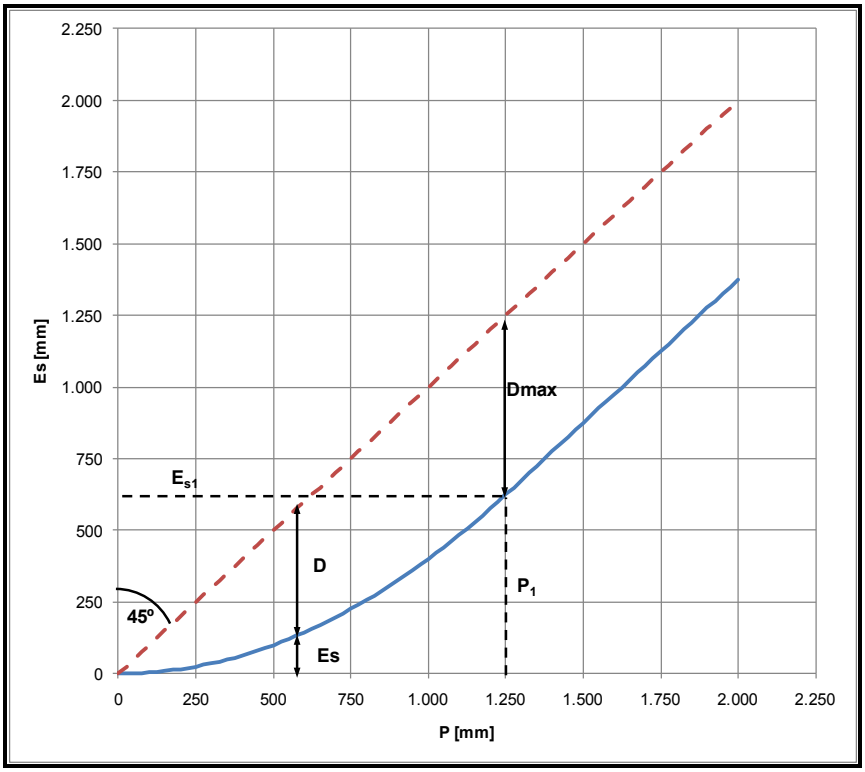
ECUACIÓN NºA.1-6
FORMA GENERAL RELACIÓN PRECIPITACIÓN ESCORRENTÍA

$$E_S = P - D$$

Donde:
Es : escorrentía [mm]
P : precipitaciones [mm]
D : déficit de escorrentía [mm]

En forma gráfica, lo anterior se puede representar como se muestra en el Cuadro NºA.1.1-2.

CUADRO NºA.1.1-2
RELACIÓN PRECIPITACIÓN - ESCORRENTÍA



Cuando se alcanza P_1, el déficit de escorrentía se hace máximo y se indica con D_{max}.

Existen diversas fórmulas empíricas para determinar la escorrentía de una cuenca, en este caso se utilizó la fórmula de Grunsky, que se muestra en la Ecuación NºA.1-7 siguiente.

ECUACIÓN NºA.1-7
FÓRMULA DE GRUNSKY

$$E_S = 0{,}4 \cdot P^2 \text{ para P} < 1{,}25 \text{ m}$$
$$E_S = P - 0{,}625 \text{ para P} \geq 1{,}25 \text{m}$$

Donde D_{max}=625 [mm]

La relación entre escorrentía y caudal queda establecida en la Ecuación NºA.1-8 siguiente:

ECUACIÓN NºA.1-8
RELACIÓN CAUDAL - ESCORRENTÍA

$$Q = \frac{E_S \cdot A}{t} \quad [m^3/s]$$

Donde: Q: caudal medio anual [m^3/s]
Es: escorrentía cuenca [m]
A: área aportante [m^2]
T: tiempo [s /año] = 86.400*365 = 31.536.000 seg.

Para realizar la distribución anual de caudales, se define el Factor de Distribución Medio Anual como se indica en la Ecuación NºA.1-9.

ECUACIÓN NºA.1-9
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO ANUAL (F.D.M.A.)

$$\text{F.D.M.A.} = \frac{\text{Promedio anual año i}}{\text{Promedio total}}$$

Para realizar la distribución mensual de caudales, se define el Factor de Distribución Medio Mensual como se indica en la Ecuación NºA.1-10.

ECUACIÓN NºA.1-10
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO MENSUAL (F.D.M.M.)

$$\text{F.D.M.M.} = \frac{\text{Promedio mensual mes i}}{\text{Promedio anual}}$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.2.- Escurrimiento en canales

Las metodologías de cálculo utilizadas para la estimación del escurrimiento son las siguientes:

- Escurrimiento con Flujo Uniforme, utilizando la conocida Fórmula de Manning
- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado.

A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme.

Este tipo de escurrimiento se caracteriza porque el canal no presenta variaciones en su trazado.

Bajo estas condiciones, la pérdida de energía es igual a la pendiente de fondo del canal y a la pendiente de la superficie del agua. Se puede suponer que las distribuciones de velocidad son iguales.

Se utiliza la Fórmula de Manning indicada en la Ecuación NºA.2-1.

ECUACIÓN NºA.2-1
FÓRMULA DE MANNING

$$Q = \frac{\sqrt{i}}{n} A \cdot R^{2/3}$$

Donde:

Q : caudal [m^3/s]
I : pendiente del canal
n : coeficiente de rugosidad de Manning
$R = \frac{A}{Pm}$: radio hidráulico [m]
A : sección mojada [m^2]
Pm : perímetro mojado [m]

Cuando el canal es regular, con una sección definida y sin obstrucciones, permite representar en forma adecuada el eje hidráulico del canal, con una adecuada estimación del coeficiente de rugosidad.

Los valores típicos para *n* se presentan en el siguiente Cuadro NºA.2.1-1.

CUADRO NºA.2.1-1
VALORES TÍPICOS PARA EL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING EN CANALES

TIPO DE CANAL	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
En tierra con bordes irregulares	0,045
Excavado en tierra	0,030
Revestido con hormigón	0,018
Revestido con albañilería de piedras.	0,025

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado.

El flujo gradualmente variado (FGV) es el flujo permanente cuya profundidad varía de manera gradual a lo largo de la longitud del canal. Lo anterior implica que el flujo es permanente, es decir, las características hidráulicas del flujo permanecen constantes en el intervalo de tiempo considerado y que las líneas de corriente son prácticamente paralelas, esto es, que la distribución hidrostática de la presión prevalece sobre la sección del canal.

El flujo gradualmente variado se puede representar por la siguiente ecuación:

ECUACIÓN NºA.2-2
REPRESENTACIÓN FLUJO GRADUALMENTE VARIADO

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{S_0 - S_f}{1 - F_r^{\,2}}$$

Donde:
S_0 : pendiente de fondo del canal
S_f : pendiente de fricción
F_r : número de Froude

En que:

ECUACIÓN NºA.2-3
PENDIENTE DE FRICCIÓN

$$S_f = \frac{Q^2 n^2}{A^2 R^{2/3}}$$

ECUACIÓN NºA.2-4
NÚMERO DE FROUDE

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

La ecuación del flujo gradualmente variado requiere condiciones de borde para su solución.

En régimen subcrítico (Río, Fr<1), las condiciones de borde están dadas aguas abajo y el escurrimiento tiende a un flujo uniforme hacia aguas arriba. En régimen supercrítico (Torrente, Fr>1), las condiciones de borde están dadas aguas arriba y el escurrimiento tiende a flujo uniforme hacia aguas abajo.

Bajo condiciones de régimen subcrítico, la velocidad de escurrimiento es menor que en régimen supercrítico.

Para el cálculo del eje hidráulico, se utiliza la metodología propuesta en el estudio “Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego Canal Almahue”, CNR, Procivil Ing. Ltda., 2010.

El eje hidráulico se calcula mediante el método escalonado adecuado para canales

prismáticos. A partir de una sección de parámetros conocidos, esto es: altura de agua y dimensiones transversales, se determina la distancia hacia aguas arriba o hacia aguas abajo, a la cual se produce una altura dada, realizando un balance energético.

Las ecuaciones generales son las siguientes ("Hidráulica", F.J. Domínguez IVª edición, pág. 680):

ECUACIÓN NºA.2-5
DISTANCIA ENTRE DOS SECCIONES

$$x = \frac{B_0 - B_1}{J_m - i}$$

ECUACIÓN NºA.2-6
BERNOULLI

$$B = h + \frac{v^2}{2g}$$

ECUACIÓN NºA.2-7
CARGA

$$J = \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}}$$

ECUACIÓN NºA.2-8
PENDIENTE DE LA ENERGÍA DE ESCURRIMIENTO

$$J_m = \frac{J_0 + J_1}{2}$$

Donde:
Los subíndices 0 y 1 indican respectivamente la sección de cálculo y la sección anterior cuyos parámetros son conocidos.

B : Bernoulli en una sección del escurrimiento (m)
Jm : pendiente de la energía del escurrimiento entre las dos secciones
i : pendiente de fondo del canal
x : distancia calculada entre dos secciones (m)
v : velocidad media en una sección (m/s)
R : radio hidráulico (m)
h : altura del pelo de agua (m)
n : coeficiente de rugosidad de Manning

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.3.- Caudales de generación

La hidrología mostrada en el Cuadro Nº4.3-1 permite obtener los caudales medios mensuales para riego de acuerdo a la demanda hídrica de la zona.

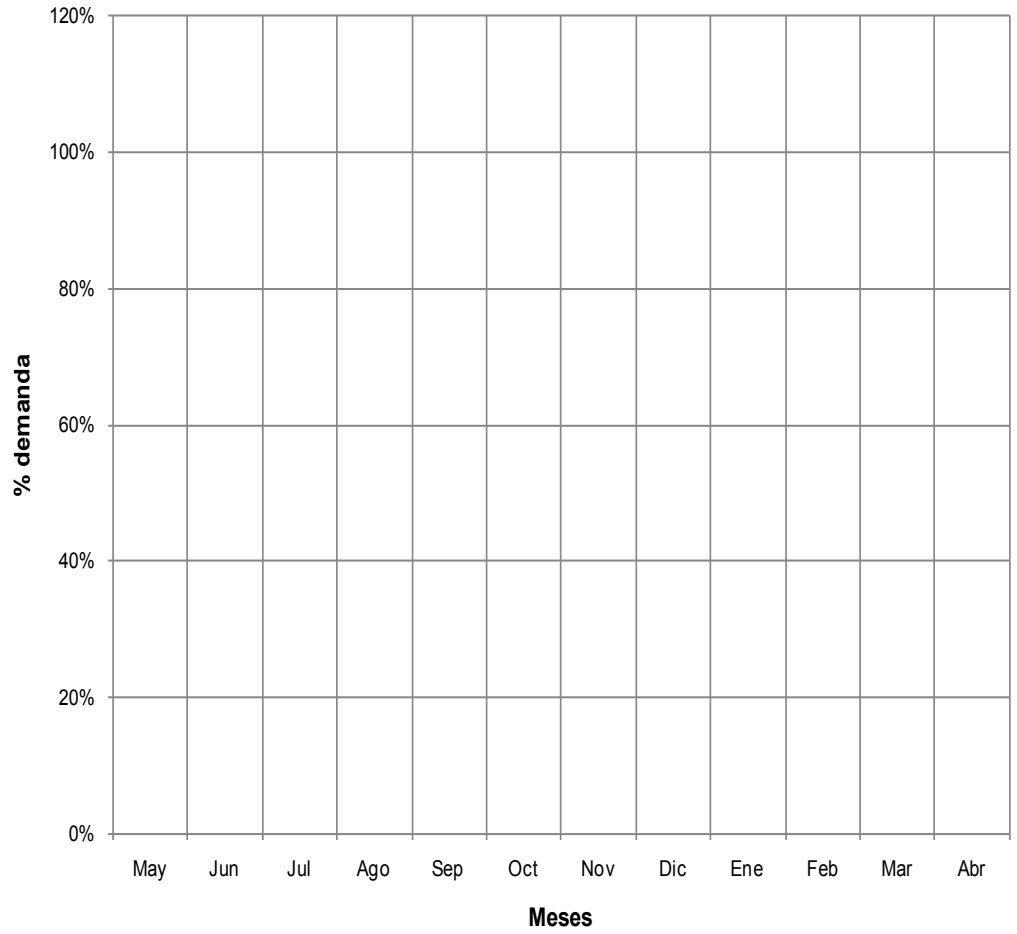
Con referencia al estudio "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile. DGA-MOP - IPLA. 1996.", se obtienen los siguientes porcentajes de caudal para riego en la zona del río Bío Bío ribera izquierda, donde el mes con la mayor demanda se considera con un porcentaje del 100%, lo que se muestra en el Cuadro NºA.3-1

CUADRO NºA.3-1
PORCENTAJE DE CAUDAL PARA RIEGO DEL RIO BÍO BÍO RIBERA IZQUIERDA

Meses	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
%	0%	0%	0%	0%	0%	21%	58%	95%	100%	63%	19%	0%

En el Cuadro NºA.3-2 se grafica lo indicado en el Cuadro anterior.

CUADRO NºA.3-2
CAUDAL PARA RIEGO EN ZONA DEL RÍO BÍO BÍO RIBERA IZQUIERDA
REGIÓN DEL BÍO BÍO



Los caudales para riego se obtienen de la multiplicación mes a mes de los porcentajes del Cuadro NºA.3-1 y se indican en el siguiente Cuadro NºA.3-3.

CUADRO NºA.3-3
CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA RIEGO
CANAL BÍO BÍO SUR DERIVADO LICURA MUNILQUE SECTOR PUERTAS BLANCAS

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA RIEGO [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1970-1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	4,47	2,16	0,39	1,33
2	1971-1972	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	4,19	1,66	0,36	1,26
3	1972-1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	3,63	1,47	0,34	1,20
4	1973-1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,05	3,58	1,54	0,37	1,13
5	1974-1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,44	2,56	1,88	0,31	1,10
6	1975-1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	3,91	1,51	0,34	1,22
7	1976-1977	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	3,09	1,35	0,30	1,14
8	1977-1978	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	3,51	1,52	0,35	1,19
9	1978-1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	2,65	1,29	0,26	1,10
10	1979-1980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	3,60	2,57	0,64	1,31
11	1980-1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	3,69	3,58	1,51	0,33	1,10
12	1981-1982	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,95	2,54	1,98	1,19	0,30	0,84
13	1982-1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	4,98	1,77	0,34	1,34
14	1983-1984	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	3,41	2,06	1,02	0,25	0,90
15	1984-1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	4,38	1,47	0,32	1,26
16	1985-1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	2,72	1,73	0,96	0,27	0,81
17	1986-1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	2,55	1,08	0,32	1,07
18	1987-1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	3,07	2,14	0,94	0,29	0,87
19	1988-1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,20	2,24	0,98	0,23	0,98
20	1989-1990	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,85	4,88	2,23	0,99	0,29	1,03
21	1990-1991	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,39	2,23	1,51	0,72	0,20	0,68
22	1991-1992	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	3,00	1,13	0,32	1,12
23	1992-1993	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	3,69	1,37	0,33	1,19
24	1993-1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	3,50	1,38	0,31	1,18
25	1994-1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	3,21	1,24	0,30	1,14
26	1995-1996	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,85	2,39	1,12	0,35	1,06
27	1996-1997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	1,80	1,87	1,67	0,74	0,22	0,59
28	1997-1998	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	4,88	4,29	1,15	0,27	1,22
29	1998-1999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	2,77	1,22	1,24	0,67	0,27	0,55
30	1999-2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,98	3,13	2,02	1,82	0,35	0,95
Promedio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	2,92	4,30	3,11	1,36	0,33	1,09

Finalmente, y como indica el modelo operativo de la central, se obtienen los caudales turbinables como se indica:

Caudales turbinables = Caudales medios mensuales – Caudales medios mensuales para riego

Los caudales turbinables para la Central Canal Bío Bío Sur derivado Licura Munilque sector Puertas Blancas se indican en el Cuadro NºA.3-4

CUADRO NºA.3-4
CAUDALES MEDIOS MENSUALES TURBINABLES
CENTRAL CANAL BÍO BÍO SUR DERIVADO LICURA MUNILQUE
SECTOR PUERTAS BLANCAS

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES TURBINABLES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1970-1971	2,08	2,65	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	1,27	1,68	2,88
2	1971-1972	2,56	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,97	1,57	3,10
3	1972-1973	1,63	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,86	1,49	3,00
4	1973-1974	1,44	4,76	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,20	0,00	0,91	1,61	2,97
5	1974-1975	1,18	2,61	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,22	0,00	1,10	1,36	2,76
6	1975-1976	3,25	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,89	1,46	3,14
7	1976-1977	1,35	1,52	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,79	1,30	2,66
8	1977-1978	2,04	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,89	1,51	3,04
9	1978-1979	1,19	3,69	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,76	1,15	2,81
10	1979-1980	1,15	3,44	2,96	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	1,51	2,76	2,80
11	1980-1981	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,18	0,00	0,89	1,44	3,29
12	1981-1982	2,40	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,11	0,12	0,00	0,70	1,31	3,03
13	1982-1983	1,38	3,92	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	1,04	1,49	2,90
14	1983-1984	2,08	2,86	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,17	0,00	0,60	1,08	2,79
15	1984-1985	1,17	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,86	1,39	2,96
16	1985-1986	2,93	5,12	5,12	5,12	4,70	5,12	4,06	2,14	0,13	0,00	0,56	1,18	3,02
17	1986-1987	2,87	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,63	1,40	3,08
18	1987-1988	1,49	2,20	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,15	0,00	0,55	1,25	2,69
19	1988-1989	1,58	2,06	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,20	0,00	0,57	1,00	2,67
20	1989-1990	1,02	0,96	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,04	0,24	0,00	0,58	1,24	2,55
21	1990-1991	3,34	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	1,71	0,11	0,00	0,42	0,85	3,01
22	1991-1992	2,49	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,67	1,37	3,05
23	1992-1993	2,50	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,81	1,43	3,06
24	1993-1994	3,40	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,81	1,34	3,13
25	1994-1995	2,58	4,17	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,73	1,31	2,98
26	1995-1996	2,20	2,31	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,66	1,50	2,80
27	1996-1997	3,05	3,00	5,12	4,32	4,76	4,19	3,07	1,29	0,09	0,00	0,44	0,96	2,52
28	1997-1998	4,19	5,12	5,12	5,12	5,12	5,12	4,06	2,14	0,24	0,00	0,68	1,15	3,17
29	1998-1999	1,51	1,79	1,67	3,29	3,25	3,10	1,56	1,98	0,06	0,00	0,39	1,16	1,65
30	1999-2000	2,02	3,49	5,12	3,65	3,95	5,12	4,06	2,14	0,15	0,00	1,07	1,53	2,69
Promedio		2,28	3,88	4,94	4,95	5,01	5,05	3,93	2,09	0,21	0,00	0,80	1,43	2,88

ANEXO B

EVALUACIÓN ECONÓMICA

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.1.- Energía Mensual B.3.-

Anexo B.2.- Flujo Mensual B.10.-

Anexo B.3.- Análisis Financiero B.20.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.1.- Energía Mensual

PRECIO DE LA ENERGÍA, INGRESOS NETOS POR VENTA DE ENERGÍA
CANAL BIO-BIO SUR DERIVADO LICURA MUNILQUE – PUERTAS BLANCAS, RÍO BIO BIO

PRECIO ENERGÍA SIN PEAJE $/kWh	**40,9**		
DESCUENTO PORCENTUAL AL PRECIO DE LA ENERGÍA POR CONCEPTO DE PEAJE	**0,00**	**%**	
PRECIO NETO DE LA ENERGÍA INCLUIDO EL PEAJE	**40,9**	**$/kWh**	
PRECIO POR NO CUMPLIMIENTO $/kWh	**0,00**		0
Días generando	**330**	**días**	
% del año generando	**90,4**	**%**	
Potencia INSTALADA Mw	**0,3**	**MW**	
Energía Total Generada	**43**	**Gwh**	

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada	Factor De planta	Energía	Precio neto de la energía	Venta de energía	Déficit de potencia	Gasto por compra de energía	Ingreso neto mensual por generación
			MW		MWh/mes	$/kWh	Mill $	MW	Mill $	Mill $
1	1	ABR	0,1	0,58	87	40,9	3,6	0,2	0,0	3,6
2		MAY	0,2		112	40,9	4,6	0,2	0,0	4,6
3		JUN	0,3		216	40,9	8,8	0,0	0,0	8,8
4		JUL	0,3		216	40,9	8,8	0,0	0,0	8,8
5		AGO	0,3		216	40,9	8,8	0,0	0,0	8,8
6		SEP	0,3		216	40,9	8,8	0,0	0,0	8,8
7		OCT	0,3		171	40,9	7,0	0,1	0,0	7,0
8		NOV	0,1		90	40,9	3,7	0,2	0,0	3,7
9		DIC	0,0		10	40,9	0,4	0,3	0,0	0,4
10		ENE	0,0		0	40,9	0,0	0,3	0,0	0,0
11		FEB	0,1		53	40,9	2,2	0,2	0,0	2,2
12		MAR	0,1		71	40,9	2,9	0,2	0,0	2,9
13	2	ABR	0,2	0,62	108	41,9	4,5	0,2	0,0	4,5
14		MAY	0,3		215	41,9	9,0	0,0	0,0	9,0
15		JUN	0,3		215	41,9	9,0	0,0	0,0	9,0
16		JUL	0,3		215	41,9	9,0	0,0	0,0	9,0
17		AGO	0,3		215	41,9	9,0	0,0	0,0	9,0
18		SEP	0,3		215	41,9	9,0	0,0	0,0	9,0
19		OCT	0,3		170	41,9	7,1	0,1	0,0	7,1
20		NOV	0,1		90	41,9	3,8	0,2	0,0	3,8
21		DIC	0,0		10	41,9	0,4	0,3	0,0	0,4
22		ENE	0,0		0	41,9	0,0	0,3	0,0	0,0
23		FEB	0,1		41	41,9	1,7	0,3	0,0	1,7
24		MAR	0,1		66	41,9	2,8	0,2	0,0	2,8
25	3	ABR	0,1	0,60	68	42,9	2,9	0,2	0,0	2,9
26		MAY	0,3		216	42,9	9,3	0,0	0,0	9,3
27		JUN	0,3		216	42,9	9,3	0,0	0,0	9,3
28		JUL	0,3		216	42,9	9,3	0,0	0,0	9,3
29		AGO	0,3		216	42,9	9,3	0,0	0,0	9,3
30		SEP	0,3		216	42,9	9,3	0,0	0,0	9,3
31		OCT	0,3		171	42,9	7,3	0,1	0,0	7,3
32		NOV	0,1		90	42,9	3,9	0,2	0,0	3,9
33		DIC	0,0		10	42,9	0,4	0,3	0,0	0,4
34		ENE	0,0		0	42,9	0,0	0,3	0,0	0,0
35		FEB	0,1		36	42,9	1,6	0,3	0,0	1,6
36		MAR	0,1		63	42,9	2,7	0,2	0,0	2,7
37	4	ABR	0,1	0,59	61	44,0	2,7	0,2	0,0	2,7
38		MAY	0,3		200	44,0	8,8	0,0	0,0	8,8
39		JUN	0,3		216	44,0	9,5	0,0	0,0	9,5
40		JUL	0,3		216	44,0	9,5	0,0	0,0	9,5
41		AGO	0,3		216	44,0	9,5	0,0	0,0	9,5

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
42		SEP	0,3		216	44,0	9,5	0,0	0,0	9,5
43		OCT	0,3		171	44,0	7,5	0,1	0,0	7,5
44		NOV	0,1		90	44,0	4,0	0,2	0,0	4,0
45		DIC	0,0		8	44,0	0,4	0,3	0,0	0,4
46		ENE	0,0		0	44,0	0,0	0,3	0,0	0,0
47		FEB	0,1		38	44,0	1,7	0,3	0,0	1,7
48		MAR	0,1		68	44,0	3,0	0,2	0,0	3,0
49		ABR	0,1		50	45,1	2,2	0,3	0,0	2,2
50		MAY	0,2		110	45,1	5,0	0,2	0,0	5,0
51		JUN	0,3		216	45,1	9,7	0,0	0,0	9,7
52		JUL	0,3		216	45,1	9,7	0,0	0,0	9,7
53		AGO	0,3		216	45,1	9,7	0,0	0,0	9,7
54	5	SEP	0,3	0,55	216	45,1	9,7	0,0	0,0	9,7
55		OCT	0,3		171	45,1	7,7	0,1	0,0	7,7
56		NOV	0,1		90	45,1	4,1	0,2	0,0	4,1
57		DIC	0,0		9	45,1	0,4	0,3	0,0	0,4
58		ENE	0,0		0	45,1	0,0	0,3	0,0	0,0
59		FEB	0,1		47	45,1	2,1	0,3	0,0	2,1
60		MAR	0,1		57	45,1	2,6	0,2	0,0	2,6
61		ABR	0,2		136	46,2	6,3	0,1	0,0	6,3
62		MAY	0,3		215	46,2	9,9	0,0	0,0	9,9
63		JUN	0,3		215	46,2	9,9	0,0	0,0	9,9
64		JUL	0,3		215	46,2	9,9	0,0	0,0	9,9
65		AGO	0,3		215	46,2	9,9	0,0	0,0	9,9
66	6	SEP	0,3	0,63	215	46,2	9,9	0,0	0,0	9,9
67		OCT	0,3		170	46,2	7,9	0,1	0,0	7,9
68		NOV	0,1		90	46,2	4,1	0,2	0,0	4,1
69		DIC	0,0		10	46,2	0,5	0,3	0,0	0,5
70		ENE	0,0		0	46,2	0,0	0,3	0,0	0,0
71		FEB	0,1		37	46,2	1,7	0,3	0,0	1,7
72		MAR	0,1		61	46,2	2,8	0,2	0,0	2,8
73		ABR	0,1		57	47,4	2,7	0,2	0,0	2,7
74		MAY	0,1		64	47,4	3,0	0,2	0,0	3,0
75		JUN	0,3		216	47,4	10,2	0,0	0,0	10,2
76		JUL	0,3		216	47,4	10,2	0,0	0,0	10,2
77		AGO	0,3		216	47,4	10,2	0,0	0,0	10,2
78	7	SEP	0,3	0,53	216	47,4	10,2	0,0	0,0	10,2
79		OCT	0,3		171	47,4	8,1	0,1	0,0	8,1
80		NOV	0,1		90	47,4	4,3	0,2	0,0	4,3
81		DIC	0,0		10	47,4	0,5	0,3	0,0	0,5
82		ENE	0,0		0	47,4	0,0	0,3	0,0	0,0
83		FEB	0,1		33	47,4	1,6	0,3	0,0	1,6
84		MAR	0,1		55	47,4	2,6	0,2	0,0	2,6
85		ABR	0,1		86	48,6	4,2	0,2	0,0	4,2
86		MAY	0,3		216	48,6	10,5	0,0	0,0	10,5
87		JUN	0,3		216	48,6	10,5	0,0	0,0	10,5
88		JUL	0,3		216	48,6	10,5	0,0	0,0	10,5
89		AGO	0,3		216	48,6	10,5	0,0	0,0	10,5
90	8	SEP	0,3	0,61	216	48,6	10,5	0,0	0,0	10,5
91		OCT	0,3		171	48,6	8,3	0,1	0,0	8,3
92		NOV	0,1		90	48,6	4,4	0,2	0,0	4,4
93		DIC	0,0		10	48,6	0,5	0,3	0,0	0,5
94		ENE	0,0		0	48,6	0,0	0,3	0,0	0,0
95		FEB	0,1		38	48,6	1,8	0,3	0,0	1,8
96		MAR	0,1		64	48,6	3,1	0,2	0,0	3,1
97	9	ABR	0,1	0,56	50	49,8	2,5	0,3	0,0	2,5
98		MAY	0,2		155	49,8	7,7	0,1	0,0	7,7

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
99		JUN	0,3		216	49,8	10,7	0,0	0,0	10,7
100		JUL	0,3		216	49,8	10,7	0,0	0,0	10,7
101		AGO	0,3		216	49,8	10,7	0,0	0,0	10,7
102		SEP	0,3		216	49,8	10,7	0,0	0,0	10,7
103		OCT	0,3		171	49,8	8,5	0,1	0,0	8,5
104		NOV	0,1		90	49,8	4,5	0,2	0,0	4,5
105		DIC	0,0		10	49,8	0,5	0,3	0,0	0,5
106		ENE	0,0		0	49,8	0,0	0,3	0,0	0,0
107		FEB	0,0		32	49,8	1,6	0,3	0,0	1,6
108		MAR	0,1		48	49,8	2,4	0,3	0,0	2,4
109		ABR	0,1		48	51,0	2,5	0,3	0,0	2,5
110		MAY	0,2		145	51,0	7,4	0,1	0,0	7,4
111		JUN	0,2		125	51,0	6,4	0,1	0,0	6,4
112		JUL	0,3		216	51,0	11,0	0,0	0,0	11,0
113		AGO	0,3		216	51,0	11,0	0,0	0,0	11,0
114	10	SEP	0,3	0,56	216	51,0	11,0	0,0	0,0	11,0
115		OCT	0,3		171	51,0	8,7	0,1	0,0	8,7
116		NOV	0,1		90	51,0	4,6	0,2	0,0	4,6
117		DIC	0,0		10	51,0	0,5	0,3	0,0	0,5
118		ENE	0,0		0	51,0	0,0	0,3	0,0	0,0
119		FEB	0,1		64	51,0	3,2	0,2	0,0	3,2
120		MAR	0,2		116	51,0	5,9	0,1	0,0	5,9
121		ABR	0,3		214	52,3	11,2	0,0	0,0	11,2
122		MAY	0,3		214	52,3	11,2	0,0	0,0	11,2
123		JUN	0,3		214	52,3	11,2	0,0	0,0	11,2
124		JUL	0,3		214	52,3	11,2	0,0	0,0	11,2
125		AGO	0,3		214	52,3	11,2	0,0	0,0	11,2
126	11	SEP	0,3	0,65	214	52,3	11,2	0,0	0,0	11,2
127		OCT	0,3		169	52,3	8,8	0,1	0,0	8,8
128		NOV	0,1		89	52,3	4,7	0,2	0,0	4,7
129		DIC	0,0		7	52,3	0,4	0,3	0,0	0,4
130		ENE	0,0		0	52,3	0,0	0,3	0,0	0,0
131		FEB	0,1		37	52,3	1,9	0,3	0,0	1,9
132		MAR	0,1		60	52,3	3,1	0,2	0,0	3,1
133		ABR	0,2		101	53,6	5,4	0,2	0,0	5,4
134		MAY	0,3		215	53,6	11,5	0,0	0,0	11,5
135		JUN	0,3		215	53,6	11,5	0,0	0,0	11,5
136		JUL	0,3		215	53,6	11,5	0,0	0,0	11,5
137		AGO	0,3		215	53,6	11,5	0,0	0,0	11,5
138	12	SEP	0,3	0,60	215	53,6	11,5	0,0	0,0	11,5
139		OCT	0,3		171	53,6	9,1	0,1	0,0	9,1
140		NOV	0,1		89	53,6	4,8	0,2	0,0	4,8
141		DIC	0,0		5	53,6	0,3	0,3	0,0	0,3
142		ENE	0,0		0	53,6	0,0	0,3	0,0	0,0
143		FEB	0,0		29	53,6	1,6	0,3	0,0	1,6
144		MAR	0,1		55	53,6	2,9	0,2	0,0	2,9
145		ABR	0,1		58	55,0	3,2	0,2	0,0	3,2
146		MAY	0,3		165	55,0	9,1	0,1	0,0	9,1
147		JUN	0,3		216	55,0	11,9	0,0	0,0	11,9
148		JUL	0,3		216	55,0	11,9	0,0	0,0	11,9
149		AGO	0,3		216	55,0	11,9	0,0	0,0	11,9
150	13	SEP	0,3	0,58	216	55,0	11,9	0,0	0,0	11,9
151		OCT	0,3		171	55,0	9,4	0,1	0,0	9,4
152		NOV	0,1		90	55,0	4,9	0,2	0,0	4,9
153		DIC	0,0		10	55,0	0,5	0,3	0,0	0,5
154		ENE	0,0		0	55,0	0,0	0,3	0,0	0,0
155		FEB	0,1		44	55,0	2,4	0,3	0,0	2,4

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
156		MAR	0,1		63	55,0	3,4	0,2	0,0	3,4
157		ABR	0,1		87	56,3	4,9	0,2	0,0	4,9
158		MAY	0,2		120	56,3	6,8	0,1	0,0	6,8
159		JUN	0,3		216	56,3	12,1	0,0	0,0	12,1
160		JUL	0,3		216	56,3	12,1	0,0	0,0	12,1
161		AGO	0,3		216	56,3	12,1	0,0	0,0	12,1
162		SEP	0,3		216	56,3	12,1	0,0	0,0	12,1
163	14	OCT	0,3	0,56	171	56,3	9,6	0,1	0,0	9,6
164		NOV	0,1		90	56,3	5,1	0,2	0,0	5,1
165		DIC	0,0		7	56,3	0,4	0,3	0,0	0,4
166		ENE	0,0		0	56,3	0,0	0,3	0,0	0,0
167		FEB	0,0		25	56,3	1,4	0,3	0,0	1,4
168		MAR	0,1		45	56,3	2,6	0,3	0,0	2,6
169		ABR	0,1		49	57,7	2,9	0,3	0,0	2,9
170		MAY	0,3		216	57,7	12,5	0,0	0,0	12,5
171		JUN	0,3		216	57,7	12,5	0,0	0,0	12,5
172		JUL	0,3		216	57,7	12,5	0,0	0,0	12,5
173		AGO	0,3		216	57,7	12,5	0,0	0,0	12,5
174		SEP	0,3		216	57,7	12,5	0,0	0,0	12,5
175	15	OCT	0,3	0,59	171	57,7	9,9	0,1	0,0	9,9
176		NOV	0,1		90	57,7	5,2	0,2	0,0	5,2
177		DIC	0,0		10	57,7	0,6	0,3	0,0	0,6
178		ENE	0,0		0	57,7	0,0	0,3	0,0	0,0
179		FEB	0,1		36	57,7	2,1	0,3	0,0	2,1
180		MAR	0,1		59	57,7	3,4	0,2	0,0	3,4
181		ABR	0,2		123	59,2	7,3	0,1	0,0	7,3
182		MAY	0,3		215	59,2	12,7	0,0	0,0	12,7
183		JUN	0,3		215	59,2	12,7	0,0	0,0	12,7
184		JUL	0,3		215	59,2	12,7	0,0	0,0	12,7
185		AGO	0,3		197	59,2	11,7	0,0	0,0	11,7
186		SEP	0,3		215	59,2	12,7	0,0	0,0	12,7
187	16	OCT	0,3	0,60	170	59,2	10,1	0,1	0,0	10,1
188		NOV	0,1		90	59,2	5,3	0,2	0,0	5,3
189		DIC	0,0		6	59,2	0,3	0,3	0,0	0,3
190		ENE	0,0		0	59,2	0,0	0,3	0,0	0,0
191		FEB	0,0		24	59,2	1,4	0,3	0,0	1,4
192		MAR	0,1		49	59,2	2,9	0,3	0,0	2,9
193		ABR	0,2		121	60,7	7,3	0,1	0,0	7,3
194		MAY	0,3		215	60,7	13,1	0,0	0,0	13,1
195		JUN	0,3		215	60,7	13,1	0,0	0,0	13,1
196		JUL	0,3		215	60,7	13,1	0,0	0,0	13,1
197		AGO	0,3		215	60,7	13,1	0,0	0,0	13,1
198		SEP	0,3		215	60,7	13,1	0,0	0,0	13,1
199	17	OCT	0,3	0,61	170	60,7	10,3	0,1	0,0	10,3
200		NOV	0,1		90	60,7	5,4	0,2	0,0	5,4
201		DIC	0,0		10	60,7	0,6	0,3	0,0	0,6
202		ENE	0,0		0	60,7	0,0	0,3	0,0	0,0
203		FEB	0,0		27	60,7	1,6	0,3	0,0	1,6
204		MAR	0,1		59	60,7	3,6	0,2	0,0	3,6
205		ABR	0,1		63	62,2	3,9	0,2	0,0	3,9
206		MAY	0,1		93	62,2	5,8	0,2	0,0	5,8
207		JUN	0,3		216	62,2	13,4	0,0	0,0	13,4
208		JUL	0,3		216	62,2	13,4	0,0	0,0	13,4
209	18	AGO	0,3	0,54	216	62,2	13,4	0,0	0,0	13,4
210		SEP	0,3		216	62,2	13,4	0,0	0,0	13,4
211		OCT	0,3		171	62,2	10,6	0,1	0,0	10,6
212		NOV	0,1		90	62,2	5,6	0,2	0,0	5,6

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
213		DIC	0,0		6	62,2	0,4	0,3	0,0	0,4
214		ENE	0,0		0	62,2	0,0	0,3	0,0	0,0
215		FEB	0,0		23	62,2	1,4	0,3	0,0	1,4
216		MAR	0,1		53	62,2	3,3	0,2	0,0	3,3
217		ABR	0,1		67	63,7	4,2	0,2	0,0	4,2
218		MAY	0,1		87	63,7	5,5	0,2	0,0	5,5
219		JUN	0,3		216	63,7	13,7	0,0	0,0	13,7
220		JUL	0,3		216	63,7	13,7	0,0	0,0	13,7
221		AGO	0,3		216	63,7	13,7	0,0	0,0	13,7
222		SEP	0,3		216	63,7	13,7	0,0	0,0	13,7
223	19	OCT	0,3	0,54	171	63,7	10,9	0,1	0,0	10,9
224		NOV	0,1		90	63,7	5,7	0,2	0,0	5,7
225		DIC	0,0		9	63,7	0,5	0,3	0,0	0,5
226		ENE	0,0		0	63,7	0,0	0,3	0,0	0,0
227		FEB	0,0		24	63,7	1,5	0,3	0,0	1,5
228		MAR	0,1		42	63,7	2,7	0,3	0,0	2,7
229		ABR	0,1		43	65,3	2,8	0,3	0,0	2,8
230		MAY	0,1		41	65,3	2,6	0,3	0,0	2,6
231		JUN	0,3		216	65,3	14,1	0,0	0,0	14,1
232		JUL	0,3		216	65,3	14,1	0,0	0,0	14,1
233		AGO	0,3		216	65,3	14,1	0,0	0,0	14,1
234		SEP	0,3		216	65,3	14,1	0,0	0,0	14,1
235	20	OCT	0,3	0,51	171	65,3	11,2	0,1	0,0	11,2
236		NOV	0,1		86	65,3	5,6	0,2	0,0	5,6
237		DIC	0,0		10	65,3	0,7	0,3	0,0	0,7
238		ENE	0,0		0	65,3	0,0	0,3	0,0	0,0
239		FEB	0,0		24	65,3	1,6	0,3	0,0	1,6
240		MAR	0,1		52	65,3	3,4	0,2	0,0	3,4
241		ABR	0,2		140	67,0	9,4	0,1	0,0	9,4
242		MAY	0,3		215	67,0	14,4	0,0	0,0	14,4
243		JUN	0,3		215	67,0	14,4	0,0	0,0	14,4
244		JUL	0,3		215	67,0	14,4	0,0	0,0	14,4
245		AGO	0,3		215	67,0	14,4	0,0	0,0	14,4
246		SEP	0,3		215	67,0	14,4	0,0	0,0	14,4
247	21	OCT	0,3	0,60	170	67,0	11,4	0,1	0,0	11,4
248		NOV	0,1		72	67,0	4,8	0,2	0,0	4,8
249		DIC	0,0		5	67,0	0,3	0,3	0,0	0,3
250		ENE	0,0		0	67,0	0,0	0,3	0,0	0,0
251		FEB	0,0		18	67,0	1,2	0,3	0,0	1,2
252		MAR	0,1		36	67,0	2,4	0,3	0,0	2,4
253		ABR	0,2		105	68,6	7,2	0,2	0,0	7,2
254		MAY	0,3		215	68,6	14,8	0,0	0,0	14,8
255		JUN	0,3		215	68,6	14,8	0,0	0,0	14,8
256		JUL	0,3		215	68,6	14,8	0,0	0,0	14,8
257		AGO	0,3		215	68,6	14,8	0,0	0,0	14,8
258		SEP	0,3		215	68,6	14,8	0,0	0,0	14,8
259	22	OCT	0,3	0,61	170	68,6	11,7	0,1	0,0	11,7
260		NOV	0,1		90	68,6	6,2	0,2	0,0	6,2
261		DIC	0,0		10	68,6	0,7	0,3	0,0	0,7
262		ENE	0,0		0	68,6	0,0	0,3	0,0	0,0
263		FEB	0,0		28	68,6	1,9	0,3	0,0	1,9
264		MAR	0,1		58	68,6	3,9	0,2	0,0	3,9
265		ABR	0,2		105	70,4	7,4	0,2	0,0	7,4
266		MAY	0,3		215	70,4	15,2	0,0	0,0	15,2
267	23	JUN	0,3	0,61	215	70,4	15,2	0,0	0,0	15,2
268		JUL	0,3		215	70,4	15,2	0,0	0,0	15,2
269		AGO	0,3		215	70,4	15,2	0,0	0,0	15,2

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
270		SEP	0,3		215	70,4	15,2	0,0	0,0	15,2
271		OCT	0,3		170	70,4	12,0	0,1	0,0	12,0
272		NOV	0,1		90	70,4	6,3	0,2	0,0	6,3
273		DIC	0,0		10	70,4	0,7	0,3	0,0	0,7
274		ENE	0,0		0	70,4	0,0	0,3	0,0	0,0
275		FEB	0,1		34	70,4	2,4	0,3	0,0	2,4
276		MAR	0,1		60	70,4	4,2	0,2	0,0	4,2
277		ABR	0,2		142	72,1	10,3	0,1	0,0	10,3
278		MAY	0,3		215	72,1	15,5	0,0	0,0	15,5
279		JUN	0,3		215	72,1	15,5	0,0	0,0	15,5
280		JUL	0,3		215	72,1	15,5	0,0	0,0	15,5
281		AGO	0,3		215	72,1	15,5	0,0	0,0	15,5
282		SEP	0,3		215	72,1	15,5	0,0	0,0	15,5
283	24	OCT	0,3	0,62	170	72,1	12,3	0,1	0,0	12,3
284		NOV	0,1		90	72,1	6,5	0,2	0,0	6,5
285		DIC	0,0		10	72,1	0,7	0,3	0,0	0,7
286		ENE	0,0		0	72,1	0,0	0,3	0,0	0,0
287		FEB	0,1		34	72,1	2,5	0,3	0,0	2,5
288		MAR	0,1		56	72,1	4,1	0,2	0,0	4,1
289		ABR	0,2		108	73,9	8,0	0,2	0,0	8,0
290		MAY	0,3		175	73,9	13,0	0,1	0,0	13,0
291		JUN	0,3		215	73,9	15,9	0,0	0,0	15,9
292		JUL	0,3		215	73,9	15,9	0,0	0,0	15,9
293		AGO	0,3		215	73,9	15,9	0,0	0,0	15,9
294		SEP	0,3		215	73,9	15,9	0,0	0,0	15,9
295	25	OCT	0,3	0,59	170	73,9	12,6	0,1	0,0	12,6
296		NOV	0,1		90	73,9	6,6	0,2	0,0	6,6
297		DIC	0,0		10	73,9	0,7	0,3	0,0	0,7
298		ENE	0,0		0	73,9	0,0	0,3	0,0	0,0
299		FEB	0,0		31	73,9	2,3	0,3	0,0	2,3
300		MAR	0,1		55	73,9	4,1	0,2	0,0	4,1
301		ABR	0,1		92	75,8	7,0	0,2	0,0	7,0
302		MAY	0,1		97	75,8	7,4	0,2	0,0	7,4
303		JUN	0,3		215	75,8	16,3	0,0	0,0	16,3
304		JUL	0,3		215	75,8	16,3	0,0	0,0	16,3
305		AGO	0,3		215	75,8	16,3	0,0	0,0	16,3
306		SEP	0,3		215	75,8	16,3	0,0	0,0	16,3
307	26	OCT	0,3	0,56	171	75,8	12,9	0,1	0,0	12,9
308		NOV	0,1		90	75,8	6,8	0,2	0,0	6,8
309		DIC	0,0		10	75,8	0,7	0,3	0,0	0,7
310		ENE	0,0		0	75,8	0,0	0,3	0,0	0,0
311		FEB	0,0		28	75,8	2,1	0,3	0,0	2,1
312		MAR	0,1		63	75,8	4,8	0,2	0,0	4,8
313		ABR	0,2		128	77,7	9,9	0,1	0,0	9,9
314		MAY	0,2		126	77,7	9,8	0,1	0,0	9,8
315		JUN	0,3		215	77,7	16,7	0,0	0,0	16,7
316		JUL	0,3		181	77,7	14,1	0,0	0,0	14,1
317		AGO	0,3		200	77,7	15,5	0,0	0,0	15,5
318		SEP	0,3		176	77,7	13,7	0,1	0,0	13,7
319	27	OCT	0,2	0,50	129	77,7	10,0	0,1	0,0	10,0
320		NOV	0,1		54	77,7	4,2	0,2	0,0	4,2
321		DIC	0,0		4	77,7	0,3	0,3	0,0	0,3
322		ENE	0,0		0	77,7	0,0	0,3	0,0	0,0
323		FEB	0,0		18	77,7	1,4	0,3	0,0	1,4
324		MAR	0,1		41	77,7	3,1	0,3	0,0	3,1
325	28	ABR	0,3	0,63	175	79,6	13,9	0,1	0,0	13,9
326		MAY	0,3		214	79,6	17,1	0,0	0,0	17,1

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
327		JUN	0,3		214	79,6	17,1	0,0	0,0	17,1
328		JUL	0,3		214	79,6	17,1	0,0	0,0	17,1
329		AGO	0,3		214	79,6	17,1	0,0	0,0	17,1
330		SEP	0,3		214	79,6	17,1	0,0	0,0	17,1
331		OCT	0,3		170	79,6	13,5	0,1	0,0	13,5
332		NOV	0,1		89	79,6	7,1	0,2	0,0	7,1
333		DIC	0,0		10	79,6	0,8	0,3	0,0	0,8
334		ENE	0,0		0	79,6	0,0	0,3	0,0	0,0
335		FEB	0,0		28	79,6	2,3	0,3	0,0	2,3
336		MAR	0,1		48	79,6	3,8	0,3	0,0	3,8
337		ABR	0,1		64	81,6	5,2	0,2	0,0	5,2
338		MAY	0,1		75	81,6	6,1	0,2	0,0	6,1
339		JUN	0,1		70	81,6	5,7	0,2	0,0	5,7
340		JUL	0,2		139	81,6	11,3	0,1	0,0	11,3
341		AGO	0,2		137	81,6	11,2	0,1	0,0	11,2
342	29	SEP	0,2	0,33	131	81,6	10,7	0,1	0,0	10,7
343		OCT	0,1		66	81,6	5,4	0,2	0,0	5,4
344		NOV	0,1		84	81,6	6,8	0,2	0,0	6,8
345		DIC	0,0		2	81,6	0,2	0,3	0,0	0,2
346		ENE	0,0		0	81,6	0,0	0,3	0,0	0,0
347		FEB	0,0		16	81,6	1,3	0,3	0,0	1,3
348		MAR	0,1		49	81,6	4,0	0,3	0,0	4,0
349		ABR	0,1		85	83,6	7,1	0,2	0,0	7,1
350		MAY	0,2		147	83,6	12,3	0,1	0,0	12,3
351		JUN	0,3		216	83,6	18,0	0,0	0,0	18,0
352		JUL	0,2		153	83,6	12,8	0,1	0,0	12,8
353		AGO	0,3		166	83,6	13,9	0,1	0,0	13,9
354	30	SEP	0,3	0,54	216	83,6	18,0	0,0	0,0	18,0
355		OCT	0,3		171	83,6	14,3	0,1	0,0	14,3
356		NOV	0,1		90	83,6	7,5	0,2	0,0	7,5
357		DIC	0,0		6	83,6	0,5	0,3	0,0	0,5
358		ENE	0,0		0	83,6	0,0	0,3	0,0	0,0
359		FEB	0,1		45	83,6	3,8	0,3	0,0	3,8
360		MAR	0,1		65	83,6	5,4	0,2	0,0	5,4
				0,57						

NOTAS.-

1 Nº: valor correlativo, se desarrolla el análisis para 360 meses= 12meses x 30 años.-
2 AÑO: correlativo de los años de análisis.-
3 MES: el año se comienza a contabilizar en el mes de ABRIL.-
4 POTENCIA: valor real generable producto de la hidrología mensual.-
5 ENERGÍA: valor de energía generada en el mes.-
6 VENTA DE ENERGÍA: ingreso por la venta de la energía generada: (5) x PRECIO de venta kWh.-
7 DÉFICIT DE POTENCIA: potencia contratada - (4); es la potencia que no se suple con la hidrología mensual.-
8 GASTO POR COMPRA DE ENERGÍA: (6) x Precio por no cumplimiento de la potencia contratada.-
(se supone que el valor por no cumplimiento es el doble del valor de la energía)
9 INGRESO NETO POR GENERACIÓN: (5) - (7); venta de energía - gasto por no cumplimiento.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.2.- Flujo Mensual

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FLUJO MENSUAL PARA 30 AÑOS DE OPERACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL Io (4,8 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**405**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGÍA (REGIONAL) $/kWh	**40,9**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	T.I.R. % (después de impuestos)	**9,61**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**0,3**	**INVERSIÓN NETA (mill. $)**	**454**	**TASA DE DESCUENTO ANUAL (%)**	**10,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,1**			**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,1**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**61**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**491,8**	**TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA %**	**17,0**	**IVA INVERSIÓN**	**77**
DÍAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**12**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
0													454			-454	-454	454
1	4	0	0	4	4	0	0,04	0,19	5	-5	0	-5		0	1	1	-453	449
2	5	0	0	5	4	0	0,06	0,19	5	-4	0	-4		0	2	2	-452	444
3	9	0	0	9	4	0	0,11	0,21	5	1	0	1		1	7	7	-445	439
4	9	0	0	9	4	0	0,11	0,21	5	1	0	1		1	7	7	-438	434
5	9	0	0	9	4	0	0,11	0,21	5	1	0	1		1	7	7	-432	429
6	9	0	0	9	4	0	0,11	0,21	5	1	0	1		1	7	7	-425	424
7	7	0	0	7	4	0	0,09	0,20	5	-1	0	-1		1	5	5	-421	419
8	4	0	0	4	4	0	0,05	0,19	5	-4	0	-4		0	1	1	-420	414
9	0	0	0	1	3	0	0,01	0,18	5	-8	0	-8		0	-3	-3	-423	409
10	0	0	0	0	3	0	0,00	0,17	5	-8	0	-8		0	-3	-3	-426	403
11	2	0	0	3	4	0	0,03	0,18	5	-6	0	-6		0	-1	-1	-427	398
12	3	0	0	3	4	0	0,04	0,19	5	-5	0	-5		0	0	0	-427	393
13	5	0	0	5	4	0	0,05	0,19	5	-4	0	-4		0	2	2	-425	388
14	9	0	0	9	4	0	0,11	0,21	5	1	0	1		1	7	7	-418	383
15	9	0	0	9	4	0	0,11	0,21	5	1	0	1		1	7	7	-411	378
16	9	0	0	9	4	0	0,11	0,21	5	1	0	1		1	7	7	-404	373
17	9	0	0	9	4	0	0,11	0,21	5	1	0	1		1	7	7	-397	368
18	9	0	0	9	4	0	0,11	0,21	5	1	0	1		1	7	7	-391	363
19	7	0	0	8	4	0	0,09	0,20	5	-1	0	-1		1	5	5	-386	358
20	4	0	0	4	4	0	0,05	0,19	5	-4	0	-4		0	1	1	-385	353
21	0	0	0	1	3	0	0,01	0,18	5	-8	0	-8		0	-3	-3	-388	348
22	0	0	0	0	3	0	0,00	0,17	5	-8	0	-8		0	-3	-3	-391	343
23	2	0	0	2	4	0	0,02	0,18	5	-6	0	-6		0	-1	-1	-392	338
24	3	0	0	3	4	0	0,03	0,19	5	-5	0	-5		0	0	0	-392	333
25	3	0	0	3	4	0	0,03	0,19	3	-3	0	-3		0	0	0	-393	329
26	9	0	0	10	4	0	0,11	0,21	3	3	0	3		1	7	7	-385	326
27	9	0	0	10	4	0	0,11	0,21	3	3	0	3		1	7	7	-378	323

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
28	9	0	0	10	4	0	0,11	0,21	3	3	0	3		1	7	7	-371	320
29	9	0	0	10	4	0	0,11	0,21	3	3	0	3		1	7	7	-364	316
30	9	0	0	10	4	0	0,11	0,21	3	3	0	3		1	7	7	-356	313
31	7	0	0	8	4	0	0,09	0,20	3	1	0	1		1	5	5	-352	310
32	4	0	0	4	4	0	0,05	0,19	3	-3	0	-3		0	1	1	-351	307
33	0	0	0	1	3	0	0,01	0,18	3	-6	0	-6		0	-3	-3	-353	303
34	0	0	0	0	3	0	0,00	0,17	3	-6	0	-6		0	-3	-3	-356	300
35	2	0	0	2	3	0	0,02	0,18	3	-5	0	-5		0	-2	-2	-358	297
36	3	0	0	3	4	0	0,03	0,19	3	-4	0	-4		0	0	0	-358	294
37	3	0	0	3	4	0	0,03	0,19	2	-3	0	-3		0	0	0	-359	291
38	9	0	0	9	4	0	0,10	0,21	2	3	0	3		1	7	7	-352	289
39	9	0	0	10	4	0	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-344	286
40	9	0	0	10	4	0	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-337	284
41	9	0	0	10	4	0	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-329	282
42	9	0	0	10	4	0	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-322	279
43	8	0	0	8	4	0	0,09	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-317	277
44	4	0	0	4	4	0	0,05	0,19	2	-1	0	-1		0	1	1	-316	275
45	0	0	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-318	272
46	0	0	0	0	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-321	270
47	2	0	0	2	3	0	0,02	0,18	2	-4	0	-4		0	-1	-1	-323	267
48	3	0	0	3	4	0	0,03	0,19	2	-2	0	-2		0	0	0	-323	265
49	2	0	0	3	4	0	0,03	0,18	2	-3	0	-3		0	-1	-1	-323	263
50	5	0	0	5	4	0	0,06	0,19	2	-1	0	-1		0	2	2	-321	260
51	10	0	0	10	4	1	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-313	258
52	10	0	0	10	4	1	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-306	256
53	10	0	0	10	4	1	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-298	253
54	10	0	0	10	4	1	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-290	251
55	8	0	0	8	4	0	0,09	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-285	248
56	4	0	0	5	4	0	0,05	0,19	2	-1	0	-1		0	1	1	-283	246
57	0	0	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-286	244
58	0	0	0	0	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-289	241
59	2	0	0	3	4	0	0,02	0,18	2	-3	0	-3		0	-1	-1	-290	239
60	3	0	0	3	4	0	0,03	0,18	2	-3	0	-3		0	0	0	-290	237
61	6	0	0	7	4	0	0,07	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-287	234
62	10	0	0	10	4	1	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-279	232
63	10	0	0	10	4	1	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-271	230
64	10	0	0	10	4	1	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-262	227
65	10	0	0	10	4	1	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-254	225
66	10	0	0	10	4	1	0,11	0,21	2	4	0	4		1	8	8	-246	222
67	8	0	0	8	4	0	0,09	0,20	2	2	0	2		1	6	6	-241	220
68	4	0	0	5	4	0	0,05	0,19	2	-1	0	-1		0	1	1	-239	218
69	0	0	0	1	3	0	0,01	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-242	215
70	0	0	0	0	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-245	213
71	2	0	0	2	3	0	0,02	0,18	2	-4	0	-4		0	-1	-1	-246	211
72	3	0	0	3	4	0	0,03	0,19	2	-3	0	-3		0	0	0	-246	208
73	3	0	0	3	4	0	0,03	0,19	2	-2	0	-2		0	0	0	-247	206

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
74	3	0	0	4	4	0	0,03	0,19	2	-2	0	-2		0	0	0	-247	204
75	10	0	0	11	4	1	0,11	0,21	2	5	0	5		1	8	8	-238	202
76	10	0	0	11	4	1	0,11	0,21	2	5	0	5		1	8	8	-230	201
77	10	0	0	11	4	1	0,11	0,21	2	5	0	5		1	8	8	-222	199
78	10	0	0	11	4	1	0,11	0,21	2	5	0	5		1	8	8	-213	197
79	8	0	0	9	4	0	0,09	0,21	2	3	0	3		1	6	6	-207	195
80	4	0	0	5	4	0	0,05	0,19	2	-1	0	-1		0	1	1	-206	193
81	0	0	0	1	3	0	0,01	0,18	2	-4	0	-4		0	-3	-3	-208	191
82	0	0	0	0	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-211	189
83	2	0	0	2	3	0	0,02	0,18	2	-3	0	-3		0	-1	-1	-213	187
84	3	0	0	3	4	0	0,03	0,18	2	-2	0	-2		0	0	0	-213	185
85	4	0	0	5	4	0	0,04	0,19	2	-1	0	-1		0	1	1	-212	183
86	10	0	0	11	4	1	0,11	0,21	2	5	0	5		1	9	9	-203	182
87	10	0	0	11	4	1	0,11	0,21	2	5	0	5		1	9	9	-194	180
88	10	0	0	11	4	1	0,11	0,21	2	5	0	5		1	9	9	-186	178
89	10	0	0	11	4	1	0,11	0,21	2	5	0	5		1	9	9	-177	176
90	10	0	0	11	4	1	0,11	0,21	2	5	0	5		1	9	9	-168	174
91	8	0	0	9	4	0	0,09	0,21	2	3	0	3		1	6	6	-162	172
92	4	0	0	5	4	0	0,05	0,19	2	-1	0	-1		0	2	2	-160	170
93	0	0	0	1	3	0	0,01	0,18	2	-4	0	-4		0	-2	-2	-163	168
94	0	0	0	0	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-166	166
95	2	0	0	2	3	0	0,02	0,18	2	-3	0	-3		0	-1	-1	-167	164
96	3	0	0	4	4	0	0,03	0,19	2	-2	0	-2		0	0	0	-167	163
97	3	1	0	3	4	0	0,03	0,18	2	-2	0	-2		0	0	0	-167	161
98	8	1	0	8	4	0	0,08	0,20	2	3	0	3		1	6	6	-162	159
99	11	1	0	11	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		1	9	9	-153	157
100	11	1	0	11	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		1	9	9	-144	155
101	11	1	0	11	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		1	9	9	-135	153
102	11	1	0	11	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		1	9	9	-126	151
103	9	1	0	9	4	0	0,09	0,21	2	4	0	4		1	6	6	-119	149
104	4	1	0	5	4	0	0,05	0,19	2	0	0	0		0	2	2	-117	147
105	0	1	0	1	3	0	0,01	0,18	2	-4	0	-4		0	-2	-2	-120	145
106	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-123	144
107	2	1	0	2	3	0	0,02	0,18	2	-3	0	-3		0	-1	-1	-124	142
108	2	1	0	3	4	0	0,02	0,18	2	-2	0	-2		0	-1	-1	-125	140
109	2	1	0	3	4	0	0,02	0,18	2	-2	0	-2		0	-1	-1	-125	138
110	7	1	0	8	4	0	0,07	0,20	2	2	0	2		1	5	5	-120	136
111	6	1	0	7	4	0	0,06	0,20	2	1	0	1		1	4	4	-116	134
112	11	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		2	9	9	-107	132
113	11	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		2	9	9	-97	130
114	11	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		2	9	9	-88	128
115	9	1	0	9	4	0	0,09	0,21	2	4	0	4		1	7	7	-81	126
116	5	1	0	5	4	0	0,05	0,19	2	0	0	0		0	2	2	-79	125
117	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	2	-4	0	-4		0	-2	-2	-82	123
118	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-85	121
119	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	2	-2	0	-2		0	0	0	-85	119

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
120	6	1	0	6	4	0	0,06	0,20	2	1	0	1		1	3	3	-81	117
121	11	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		2	10	10	-72	115
122	11	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		2	10	10	-62	113
123	11	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		2	10	10	-52	111
124	11	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		0	8	8	-44	109
125	11	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		0	8	8	-36	108
126	11	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	6	0	6		0	8	8	-28	106
127	9	1	0	9	4	0	0,09	0,21	2	4	0	4		1	7	7	-21	104
128	5	1	0	5	4	0	0,04	0,19	2	0	0	0		0	2	2	-20	102
129	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-4	0	-4		0	-3	-3	-22	100
130	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	-25	98
131	2	1	0	2	3	0	0,02	0,18	2	-3	0	-3		0	-1	-1	-26	96
132	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	2	-2	0	-2		0	0	0	-26	94
133	5	1	0	6	4	0	0,05	0,19	2	1	0	1		0	2	2	-23	92
134	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	7	0	7		0	8	8	-15	90
135	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	7	0	7		0	8	8	-7	89
136	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	7	0	7		0	8	8	2	87
137	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	7	0	7		0	8	8	10	85
138	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	7	0	7		0	8	8	19	83
139	9	1	0	10	4	0	0,09	0,21	2	4	0	4		0	6	6	25	81
140	5	1	0	5	4	0	0,04	0,19	2	0	0	0		0	2	2	27	79
141	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	2	-5	0	-5		0	-3	-3	24	77
142	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	21	75
143	2	1	0	2	3	0	0,01	0,18	2	-3	0	-3		0	-1	-1	20	73
144	3	1	0	3	4	0	0,03	0,19	2	-2	0	-2		0	0	0	20	71
145	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	2	-2	0	-2		0	0	0	20	70
146	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	2	4	0	4		0	6	6	26	68
147	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	7	0	7		0	9	9	35	66
148	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	7	0	7		0	9	9	44	64
149	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	7	0	7		0	9	9	52	62
150	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	2	7	0	7		0	9	9	61	60
151	9	1	0	10	4	0	0,09	0,21	2	4	0	4		0	6	6	68	58
152	5	1	0	6	4	0	0,05	0,19	2	0	0	0		0	2	2	70	56
153	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	2	-4	0	-4		0	-2	-2	67	54
154	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	2	-5	0	-5		0	-3	-3	64	52
155	2	1	0	3	4	0	0,02	0,18	2	-2	0	-2		0	-1	-1	64	51
156	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	2	-1	0	-1		0	1	1	64	49
157	5	1	0	6	4	0	0,04	0,19	0	2	0	2		0	2	2	66	49
158	7	1	0	7	4	0	0,06	0,20	0	4	0	4		0	4	4	70	49
159	12	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	9	0	9		0	9	9	79	49
160	12	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	9	0	9		0	9	9	88	49
161	12	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	9	0	9		0	9	9	97	49
162	12	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	9	0	9		0	9	9	106	49
163	10	1	0	10	4	1	0,09	0,21	0	7	0	7		0	7	7	113	49
164	5	1	0	6	4	0	0,05	0,19	0	2	0	2		0	2	2	115	49
165	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	113	49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
166	0	1	0	1	3	0	0,00	0,17	0	-3	0	-3		0	-3	-3	110	49
167	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	108	49
168	3	1	0	3	4	0	0,02	0,18	0	0	0	0		0	0	0	108	49
169	3	1	0	3	4	0	0,02	0,19	0	0	0	0	61	0	0	-61	47	49
170	12	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	9	0	9		0	9	9	56	49
171	12	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	9	0	9		0	9	9	66	49
172	12	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	9	0	9		0	9	9	75	49
173	12	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	9	0	9		0	9	9	85	49
174	12	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	9	0	9		0	9	9	94	49
175	10	1	0	10	4	1	0,09	0,21	0	7	0	7		0	7	7	101	49
176	5	1	0	6	4	0	0,05	0,19	0	2	0	2		0	2	2	103	49
177	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	101	49
178	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	98	49
179	2	1	0	3	3	0	0,02	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	97	49
180	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	0	0	0	0		0	0	0	98	49
181	7	1	0	8	4	0	0,06	0,20	0	4	0	4		0	4	4	102	49
182	13	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	112	49
183	13	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	121	49
184	13	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	131	49
185	12	1	0	12	4	1	0,10	0,22	0	9	0	9		0	9	9	140	49
186	13	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	149	49
187	10	1	0	11	4	1	0,09	0,21	0	7	0	7		0	7	7	157	49
188	5	1	0	6	4	0	0,05	0,19	0	2	0	2		0	2	2	159	49
189	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	156	49
190	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	154	49
191	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	152	49
192	3	1	0	4	4	0	0,02	0,19	0	0	0	0		0	0	0	152	49
193	7	1	0	8	4	0	0,06	0,20	0	4	0	4		0	4	4	156	49
194	13	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	166	49
195	13	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	177	49
196	13	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	187	49
197	13	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	197	49
198	13	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	207	49
199	10	1	0	11	4	1	0,09	0,21	0	7	0	7		0	7	7	214	49
200	5	1	0	6	4	0	0,05	0,19	0	3	0	3		0	3	3	217	49
201	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	214	49
202	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	211	49
203	2	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	210	49
204	4	1	0	4	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	211	49
205	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	212	49
206	6	1	0	6	4	0	0,05	0,20	0	3	0	3		0	3	3	215	49
207	13	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	225	49
208	13	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	236	49
209	13	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	246	49
210	13	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	256	49
211	11	1	0	11	4	1	0,09	0,21	0	8	0	8		0	8	8	264	49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
212	6	1	0	6	4	0	0,05	0,19	0	3	0	3		0	3	3	267	49
213	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	264	49
214	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	261	49
215	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	260	49
216	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	0	0	0	0		0	0	0	260	49
217	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	262	49
218	6	1	0	6	4	0	0,04	0,19	0	3	0	3		0	3	3	264	49
219	14	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	275	49
220	14	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	286	49
221	14	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	297	49
222	14	1	0	14	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	308	49
223	11	1	0	12	4	1	0,09	0,21	0	8	0	8		0	8	8	315	49
224	6	1	0	6	4	0	0,05	0,20	0	3	0	3		0	3	3	318	49
225	1	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	316	49
226	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	313	49
227	2	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	312	49
228	3	1	0	3	4	0	0,02	0,18	0	0	0	0		0	0	0	312	49
229	3	1	0	3	4	0	0,02	0,18	0	0	0	0		0	0	0	312	49
230	3	1	0	3	4	0	0,02	0,18	0	0	0	0		0	0	0	312	49
231	14	1	0	15	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	323	49
232	14	1	0	15	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	334	49
233	14	1	0	15	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	345	49
234	14	1	0	15	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	356	49
235	11	1	0	12	4	1	0,09	0,21	0	8	0	8		0	8	8	364	49
236	6	1	0	6	4	0	0,04	0,19	0	3	0	3		0	3	3	367	49
237	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	365	49
238	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	362	49
239	2	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	361	49
240	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	361	49
241	9	1	0	10	4	1	0,07	0,21	0	6	0	6		0	6	6	368	49
242	14	1	0	15	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	379	49
243	14	1	0	15	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	391	49
244	14	1	0	15	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	402	49
245	14	1	0	15	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	414	49
246	14	1	0	15	4	1	0,11	0,22	0	11	0	11		0	11	11	425	49
247	11	1	0	12	4	1	0,09	0,21	0	8	0	8		0	8	8	434	49
248	5	1	0	5	4	0	0,04	0,19	0	2	0	2		0	2	2	436	49
249	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	433	49
250	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	430	49
251	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	429	49
252	2	1	0	3	3	0	0,02	0,18	0	0	0	0		0	0	0	428	49
253	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	433	49
254	15	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	12	0	12		0	12	12	444	49
255	15	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	12	0	12		0	12	12	456	49
256	15	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	12	0	12		0	12	12	468	49
257	15	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	12	0	12		0	12	12	480	49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
258	15	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	12	0	12		0	12	12	492	49
259	12	1	0	12	4	1	0,09	0,22	0	9	0	9		0	9	9	501	49
260	6	1	0	7	4	0	0,05	0,20	0	3	0	3		0	3	3	504	49
261	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	502	49
262	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	499	49
263	2	1	0	3	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	498	49
264	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	499	49
265	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	5	0	5		0	5	5	504	49
266	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	12	0	12		0	12	12	516	49
267	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	12	0	12		0	12	12	528	49
268	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	12	0	12		0	12	12	541	49
269	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	12	0	12		0	12	12	553	49
270	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	12	0	12		0	12	12	565	49
271	12	1	0	13	4	1	0,09	0,22	0	9	0	9		0	9	9	574	49
272	6	1	0	7	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	578	49
273	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	576	49
274	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	573	49
275	2	1	0	3	3	0	0,02	0,18	0	0	0	0		0	0	0	572	49
276	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	574	49
277	10	1	0	11	4	1	0,07	0,21	0	7	0	7		0	7	7	581	49
278	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	594	49
279	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	607	49
280	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	619	49
281	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	632	49
282	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	644	49
283	12	1	0	13	4	1	0,09	0,22	0	9	0	9		0	9	9	654	49
284	6	1	0	7	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	657	49
285	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	655	49
286	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	653	49
287	2	1	0	3	3	0	0,02	0,18	0	0	0	0		0	0	0	652	49
288	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	654	49
289	8	1	0	9	4	0	0,05	0,20	0	5	0	5		0	5	5	659	49
290	13	1	0	14	4	1	0,09	0,22	0	10	0	10		0	10	10	669	49
291	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	682	49
292	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	695	49
293	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	708	49
294	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	721	49
295	13	1	0	13	4	1	0,09	0,22	0	10	0	10		0	10	10	731	49
296	7	1	0	7	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	735	49
297	1	1	0	1	3	0	0,01	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	733	49
298	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	730	49
299	2	1	0	3	3	0	0,02	0,18	0	0	0	0		0	0	0	729	49
300	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	731	49
301	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	735	49
302	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	5	0	5		0	5	5	740	49
303	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	753	49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
304	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	767	49
305	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	780	49
306	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	794	49
307	13	1	0	14	4	1	0,09	0,22	0	10	0	10		0	10	10	804	49
308	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	808	49
309	1	1	0	2	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	806	49
310	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	803	49
311	2	1	0	3	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	802	49
312	5	1	0	6	4	0	0,03	0,19	0	2	0	2		0	2	2	804	49
313	10	1	0	11	4	1	0,06	0,21	0	7	0	7		0	7	7	812	49
314	10	1	0	11	4	1	0,06	0,21	0	7	0	7		0	7	7	819	49
315	17	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	832	49
316	14	1	0	15	4	1	0,09	0,22	0	11	0	11		0	11	11	844	49
317	16	1	0	16	4	1	0,10	0,23	0	13	0	13		0	13	13	856	49
318	14	1	0	14	4	1	0,09	0,22	0	11	0	11		0	11	11	867	49
319	10	1	0	11	4	1	0,06	0,21	0	7	0	7		0	7	7	874	49
320	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	876	49
321	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	874	49
322	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	871	49
323	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	870	49
324	3	1	0	4	4	0	0,02	0,19	0	0	0	0		0	0	0	870	49
325	14	1	0	15	4	1	0,09	0,22	0	11	0	11		0	11	11	881	49
326	17	1	0	18	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	895	49
327	17	1	0	18	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	910	49
328	17	1	0	18	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	924	49
329	17	1	0	18	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	938	49
330	17	1	0	18	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	952	49
331	14	1	0	14	4	1	0,09	0,22	0	11	0	11		0	11	11	963	49
332	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	968	49
333	1	1	0	2	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	966	49
334	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	963	49
335	2	1	0	3	3	0	0,01	0,18	0	0	0	0		0	0	0	963	49
336	4	1	0	5	4	0	0,02	0,19	0	1	0	1		0	1	1	964	49
337	5	1	0	6	4	0	0,03	0,19	0	2	0	2		0	2	2	966	49
338	6	1	0	7	4	0	0,04	0,20	0	3	0	3		0	3	3	970	49
339	6	1	0	7	4	0	0,04	0,19	0	3	0	3		0	3	3	973	49
340	11	1	0	12	4	1	0,07	0,21	0	9	0	9		0	9	9	981	49
341	11	1	0	12	4	1	0,07	0,21	0	8	0	8		0	8	8	990	49
342	11	1	0	11	4	1	0,07	0,21	0	8	0	8		0	8	8	998	49
343	5	1	0	6	4	0	0,03	0,19	0	3	0	3		0	3	3	1.000	49
344	7	1	0	8	4	0	0,04	0,20	0	4	0	4		0	4	4	1.004	49
345	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	1.002	49
346	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	999	49
347	1	1	0	2	3	0	0,01	0,18	0	-1	0	-1		0	-1	-1	998	49
348	4	1	0	5	4	0	0,02	0,19	0	1	0	1		0	1	1	999	49
349	7	1	0	8	4	0	0,04	0,20	0	4	0	4		0	4	4	1.004	49

PROCIVIL ING. LTDA Dir:: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
350	12	1	0	13	4	1	0,07	0,22	0	10	0	10		0	10	10	1.013	49
351	18	1	0	19	4	1	0,11	0,23	0	15	0	15		0	15	15	1.029	49
352	13	1	0	14	4	1	0,08	0,22	0	10	0	10		0	10	10	1.039	49
353	14	1	0	15	4	1	0,08	0,22	0	11	0	11		0	11	11	1.050	49
354	18	1	0	19	4	1	0,11	0,23	0	15	0	15		0	15	15	1.065	49
355	14	1	0	15	4	1	0,09	0,22	0	12	0	12		0	12	12	1.077	49
356	8	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	5	0	5		0	5	5	1.081	49
357	1	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-2	0	-2		0	-2	-2	1.079	49
358	0	1	0	1	3	0	0,00	0,18	0	-3	0	-3		0	-3	-3	1.077	49
359	4	1	0	5	4	0	0,02	0,19	0	1	0	1		0	1	1	1.078	49
360	5	1	0	6	4	0	0,03	0,19	0	3	0	3		0	3	3	1.081	49

Márgen del año 30: **81** millones

Valor residual : 10 veces el margén del año 30: **812** millones

actualización a valor presente del valor residual: **47**

NOTAS:

1 MES DE ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS X 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = ENERGIA MENSUAL POR PRECIO BASE DE LA ENERGÍA
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = POTENCIA FIRME POR PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA
4 EGRESOS POR PEAJES ELÉCTRICOS
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente)
7 COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (5) (INGRESOS TOTALES)
8 SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw/ año
9 IMPREVISTOS = 5% * [(4)+(6)+(7)+(8)+(9)]
10 DEPRECIACIÓN = INVERSIÓN INICIAL / CANTIDAD DE AÑOS PARA DEPRECIAR LA INVERSIÓN INICIAL. SE PRORATEA EN FORMA MENSUAL.-
11 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10)
12 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
13 BENEFICIO NETO = (11) - (12)
14 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
15 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL (SE RECUPERA IVA CUANDO EXISTEN UTILIDADES NEGATIVAS)
16 INGRESO NETO = (5) - (6) + (12) - (15)
17 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (14)
18 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
19 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (10)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE POR LO MENOS EN 3 AÑOS

SE DEBE AGREGAR UN VALOR RESIDUAL HASTA LOS 40 AÑOS DE VIDA UTIL (INFORME DE LAS NACIONES UNIDAS PAG 160)

Anexo B.3.- Análisis Financiero

A continuación se presentan las planillas de cálculo del análisis financiero para la tasa de interés de 10% y la sensibilización con tasas 8% y 12%.

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 8,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL BIO BIO SUR DERIVADO LICURA MUNILQUE SECTOR PUERTAS BLANCAS - RIO BIO BIO

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	8,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	387
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	405	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	54
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	61	PERÍODO EFECTIVO PAGO DEUDA (n)	(Años) =	12			
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	77			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0								0						0	0	0	0	405	0	405	405	0	0	0	0
1	64	0	64	43	3	1	2	15	61	-45	0	3	18	18	18	18	18	0	32	405	438	0	0	0	18
2	71	0	71	43	4	1	2	37	61	-40	0	4	25	25	25	43	43	0	35	405	440	0	0	0	43
3	70	0	70	43	4	1	2	57	39	-18	0	4	25	25	25	68	68	0	35	405	441	0	0	0	68
4	71	0	71	43	4	1	2	79	28	-7	0	4	26	26	26	94	94	0	35	405	441	21	32	54	41
5	69	0	69	43	3	1	2	99	28	-9	0	4	23	23	23	117	64	0	3	384	387	23	31	54	10
6	79	0	79	43	4	1	2	127	28	0	0	5	34	34	34	152	44	0	0	361	361	25	29	54	-10
7	69	0	69	43	3	1	2	148	23	-2	0	4	24	24	24	176	14	0	0	336	336	27	27	54	-39
8	81	0	81	43	4	1	2	178	23	8	1	6	35	35	35	211	-4	0	0	309	309	29	25	54	-58
9	77	0	77	43	4	1	2	206	23	4	1	5	32	32	32	242	-27	0	0	280	280	31	22	54	-80
10	79	0	79	43	4	1	2	234	23	6	1	5	33	33	33	276	-47	0	0	249	249	34	20	54	-101
11	92	0	92	43	5	1	2	276	23	19	3	8	46	46	46	322	-54	0	0	215	215	37	17	54	-108
12	88	0	88	43	4	1	2	314	23	15	3	7	43	43	43	365	-66	0	0	178	178	40	14	54	-119
13	87	0	87	43	4	1	2	351	23	14	2	7	42	42	42	406	-78	0	0	139	139	43	11	54	-132
14	86	0	86	43	4	1	2	387	0	36	6	7	37	37	37	443	-95	0	0	96	96	46	8	54	-149
15	93	0	93	43	5	1	2	430	0	43	7	0	35	35	35	479	-113	12	0	50	50	50	4	54	-167
16	97	0	97	43	5	1	2	476	0	46	8	0	38	38	38	517	-128	12	0	0	0	0	0	0	-128
17	102	0	102	43	5	1	2	527	0	50	9	0	42	42	42	559	-86	12	0	0	0	0	0	0	-86
18	92	0	92	43	5	1	2	569	0	42	7	0	35	35	35	594	-52	12	0	0	0	0	0	0	-52
19	94	0	94	43	5	1	2	612	0	44	7	0	36	36	36	630	-16	12	0	0	0	0	0	0	-16
20	92	0	92	43	5	1	2	654	0	42	7	0	35	35	35	665	19	0	0	0	0	0	0	0	19
21	110	0	110	43	5	1	2	712	0	58	10	0	48	48	48	713	68	0	0	0	0	0	0	0	68
22	114	0	114	43	6	1	2	774	0	62	11	0	52	52	52	765	119	0	0	0	0	0	0	0	119
23	117	0	117	43	6	1	2	840	0	65	11	0	54	54	54	819	173	0	0	0	0	0	0	0	173
24	123	0	123	43	6	1	2	910	0	70	12	0	58	58	58	877	232	0	0	0	0	0	0	0	232
25	120	0	120	43	6	1	2	978	0	68	12	0	56	56	56	934	288	0	0	0	0	0	0	0	288
26	116	0	116	43	6	1	2	1.043	0	65	11	0	54	54	54	987	342	0	0	0	0	0	0	0	342
27	108	0	108	43	5	1	2	1.100	0	57	10	0	47	47	47	1.035	389	0	0	0	0	0	0	0	389
28	136	0	136	43	7	1	3	1.183	0	83	14	0	69	69	69	1.104	459	0	0	0	0	0	0	0	459
29	78	0	78	42	4	0	2	1.212	0	29	5	0	24	24	24	1.128	483	0	0	0	0	0	0	0	483
30	124	0	124	43	6	1	2	1.284	0	72	12	0	60	60	60	1.188	542	0	0	0	0	0	0	0	542

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA

(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)

(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)

(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año

(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]

(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)

(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]

(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL

(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)

(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)

(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)

(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO

(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR

(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES

(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL

(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)

(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)

(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.

(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE

(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL

(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 10,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL BIO BIO SUR DERIVADO LICURA MUNILQUE SECTOR PUERTAS BLANCAS - RIO BIO BIO

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	10,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	391
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	405	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	59
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	61						
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	77			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0														0	0	0	0	405	0	405	405	0	0	0	0
1	64	0	64	43	3	1	2	15	61	-45	0	3	18	18	18	18	18	0	41	405	446	0	0	0	18
2	71	0	71	43	4	1	2	37	61	-40	0	4	25	25	25	43	43	0	45	405	450	0	0	0	43
3	70	0	70	43	4	1	2	57	39	-18	0	4	25	25	25	68	68	0	45	405	450	0	0	0	68
4	71	0	71	43	4	1	2	79	28	-7	0	4	26	26	26	94	94	0	45	405	450	19	41	59	35
5	69	0	69	43	3	1	2	99	28	-9	0	4	23	23	23	117	58	0	5	386	391	21	39	59	-1
6	79	0	79	43	4	1	2	127	28	0	0	5	34	34	34	152	33	0	0	366	366	23	37	59	-27
7	69	0	69	43	3	1	2	148	23	-2	0	4	24	24	24	176	-3	0	0	343	343	25	34	59	-62
8	81	0	81	43	4	1	2	178	23	8	1	6	35	35	35	211	-27	0	0	317	317	28	32	59	-87
9	77	0	77	43	4	1	2	206	23	4	1	5	32	32	32	242	-55	0	0	290	290	31	29	59	-115
10	79	0	79	43	4	1	2	234	23	6	1	5	33	33	33	276	-81	0	0	259	259	34	26	59	-141
11	92	0	92	43	5	1	2	276	23	19	3	8	46	46	46	322	-94	0	0	226	226	37	23	59	-154
12	88	0	88	43	4	1	2	314	23	15	3	7	43	43	43	365	-111	0	0	189	189	41	19	59	-171
13	87	0	87	43	4	1	2	351	23	14	2	7	42	42	42	406	-129	0	0	148	148	45	15	59	-189
14	86	0	86	43	4	1	2	387	0	36	6	7	37	37	37	443	-152	0	0	103	103	49	10	59	-211
15	93	0	93	43	5	1	2	430	0	43	7	0	35	35	35	479	-176	12	0	54	54	54	5	59	-235
16	97	0	97	43	5	1	2	476	0	46	8	0	38	38	38	517	-197	12	0	0	0	0	0	0	-197
17	102	0	102	43	5	1	2	527	0	50	9	0	42	42	42	559	-155	12	0	0	0	0	0	0	-155
18	92	0	92	43	5	1	2	569	0	42	7	0	35	35	35	594	-120	12	0	0	0	0	0	0	-120
19	94	0	94	43	5	1	2	612	0	44	7	0	36	36	36	630	-84	12	0	0	0	0	0	0	-84
20	92	0	92	43	5	1	2	654	0	42	7	0	35	35	35	665	-49	0	0	0	0	0	0	0	-49
21	110	0	110	43	5	1	2	712	0	58	10	0	48	48	48	713	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1
22	114	0	114	43	6	1	2	774	0	62	11	0	52	52	52	765	51	0	0	0	0	0	0	0	51
23	117	0	117	43	6	1	2	840	0	65	11	0	54	54	54	819	105	0	0	0	0	0	0	0	105
24	123	0	123	43	6	1	2	910	0	70	12	0	58	58	58	877	163	0	0	0	0	0	0	0	163
25	120	0	120	43	6	1	2	978	0	68	12	0	56	56	56	934	220	0	0	0	0	0	0	0	220
26	116	0	116	43	6	1	2	1.043	0	65	11	0	54	54	54	987	273	0	0	0	0	0	0	0	273
27	108	0	108	43	5	1	2	1.100	0	57	10	0	47	47	47	1.035	321	0	0	0	0	0	0	0	321
28	136	0	136	43	7	1	3	1.183	0	83	14	0	69	69	69	1.104	390	0	0	0	0	0	0	0	390
29	78	0	78	42	4	0	2	1.212	0	29	5	0	24	24	24	1.128	414	0	0	0	0	0	0	0	414
30	124	0	124	43	6	1	2	1.284	0	72	12	0	60	60	60	1.188	474	0	0	0	0	0	0	0	474

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA
(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.
(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)
(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)
(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año
(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]
(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)
(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.
(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]
(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL
(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)
(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)
(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)
(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO
(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR
(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES
(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL
(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)
(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)
(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.
(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE
(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL
(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 12,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL BIO BIO SUR DERIVADO LICURA MUNILQUE SECTOR PUERTAS BLANCAS - RIO BIO BIO

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	12,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	395
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	405	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	65
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	61	PERÍODO EFECTIVO PAGO DEUDA (n)	(Años) =	12			
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	77			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0														0	0	0	0	405	0	405	405	0	0	0	0
1	64	0	64	43	3	1	2	15	61	-45	0	3	18	18	18	18	18	0	49	405	454	0	0	0	18
2	71	0	71	43	4	1	2	37	61	-40	0	4	25	25	25	43	43	0	54	405	460	0	0	0	43
3	70	0	70	43	4	1	2	57	39	-18	0	4	25	25	25	68	68	0	55	405	461	0	0	0	68
4	71	0	71	43	4	1	2	79	28	-7	0	4	26	26	26	94	94	0	55	405	461	17	49	65	29
5	69	0	69	43	3	1	2	99	28	-9	0	4	23	23	23	117	52	0	7	389	395	19	47	65	-13
6	79	0	79	43	4	1	2	127	28	0	0	5	34	34	34	152	21	0	1	370	371	21	44	65	-45
7	69	0	69	43	3	1	2	148	23	-2	0	4	24	24	24	176	-21	0	0	349	349	24	42	65	-86
8	81	0	81	43	4	1	2	178	23	8	1	6	35	35	35	211	-51	0	0	325	325	26	39	65	-116
9	77	0	77	43	4	1	2	206	23	4	1	5	32	32	32	242	-85	0	0	299	299	30	36	65	-150
10	79	0	79	43	4	1	2	234	23	6	1	5	33	33	33	276	-117	0	0	269	269	33	32	65	-182
11	92	0	92	43	5	1	2	276	23	19	3	8	46	46	46	322	-136	0	0	236	236	37	28	65	-201
12	88	0	88	43	4	1	2	314	23	15	3	7	43	43	43	365	-159	0	0	199	199	42	24	65	-224
13	87	0	87	43	4	1	2	351	23	14	2	7	42	42	42	406	-183	0	0	157	157	47	19	65	-248
14	86	0	86	43	4	1	2	387	0	36	6	7	37	37	37	443	-211	0	0	111	111	52	13	65	-277
15	93	0	93	43	5	1	2	430	0	43	7	0	35	35	35	479	-241	12	0	58	58	58	7	65	-307
16	97	0	97	43	5	1	2	476	0	46	8	0	38	38	38	517	-268	12	0	0	0	0	0	0	-268
17	102	0	102	43	5	1	2	527	0	50	9	0	42	42	42	559	-226	12	0	0	0	0	0	0	-226
18	92	0	92	43	5	1	2	569	0	42	7	0	35	35	35	594	-191	12	0	0	0	0	0	0	-191
19	94	0	94	43	5	1	2	612	0	44	7	0	36	36	36	630	-155	12	0	0	0	0	0	0	-155
20	92	0	92	43	5	1	2	654	0	42	7	0	35	35	35	665	-120	0	0	0	0	0	0	0	-120
21	110	0	110	43	5	1	2	712	0	58	10	0	48	48	48	713	-72	0	0	0	0	0	0	0	-72
22	114	0	114	43	6	1	2	774	0	62	11	0	52	52	52	765	-21	0	0	0	0	0	0	0	-21
23	117	0	117	43	6	1	2	840	0	65	11	0	54	54	54	819	34	0	0	0	0	0	0	0	34
24	123	0	123	43	6	1	2	910	0	70	12	0	58	58	58	877	92	0	0	0	0	0	0	0	92
25	120	0	120	43	6	1	2	978	0	68	12	0	56	56	56	934	148	0	0	0	0	0	0	0	148
26	116	0	116	43	6	1	2	1.043	0	65	11	0	54	54	54	987	202	0	0	0	0	0	0	0	202
27	108	0	108	43	5	1	2	1.100	0	57	10	0	47	47	47	1.035	250	0	0	0	0	0	0	0	250
28	136	0	136	43	7	1	3	1.183	0	83	14	0	69	69	69	1.104	319	0	0	0	0	0	0	0	319
29	78	0	78	42	4	0	2	1.212	0	29	5	0	24	24	24	1.128	343	0	0	0	0	0	0	0	343
30	124	0	124	43	6	1	2	1.284	0	72	12	0	60	60	60	1.188	403	0	0	0	0	0	0	0	403

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA

(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)

(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)

(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año

(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]

(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)

(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]

(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL

(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)

(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)

(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)

(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO

(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR

(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES

(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL

(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)

(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)

(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.

(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE

(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL

(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANEXO C

PLANOS

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo C: Planos

Lámina	Contenido
14-1	-Planta general de ubicación canal Bio-Bio Sur derivado Licura Munilque sector Puertas Blancas km. 25.390- km.25.880 situación actual - topografía -Perfil longitudinal sector Puertas Blancas km 25.390 al km 25.880 Situación actual - topografía -Perfiles transversales sector Puertas Blancas km. 25.300 a km. 28.880 Situación actual - topografía
14-2	-Planta general de ubicación canal Bio-Bio Sur derivado Licura Munilque sector Puertas Blancas km. 25.390- km.25.880 central hidroeléctrica - proyectada -Perfil longitudinal sector Puertas Blancas km 25.300 al km 25.880 Situación proyectada -Perfiles transversales sector Puertas Blancas km. 25.390 a km. 28.880 Situación proyectada -Perfil longitudinal tubería de purga d-1.000mm
14-3	-Planta de ubicación central hidroeléctrica canal Bio-Bio Sur derivado Licura Munilque sector Puertas Blancas km. 25.610-km. 25.720 -Planta y cortes cámara aquietadora para tubería de purga -Planta y cortes turbina -Planta y cortes obra desarenador - Detalle compuerta de tablones desmontables

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

PROYECTO Nº 15
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
CANAL BÍO-BÍO SUR – DERIVADO LICURA MUNILQUE
SECTOR QUITRALMAN
RÍO BÍO-BÍO – REGIÓN DEL BÍO-BÍO

INDICE

1.-	Antecedentes Generales	1.1.-
1.1.	Nombre del proyecto.	1.2.-
1.2.-	Región y comuna.	1.2.-
1.3.	Fuente hídrica.	1.2.-
1.4.-	Organización y regantes.	1.2.-
1.5.-	Informantes.	1.2.-
2.-	Carta de interés	2.1.-
2.1.-	Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).	2.3.-
2.2.-	Respuesta de la organización.	2.4.-
3.-	Antecedentes del proyecto.	3.1.-.
3.1.-	Descripción.	3.2.-.
3.2.-	Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno. . . .	3.3.-.
3.2.1.-	Planta topográfica general.	3.3.-
3.2.2.-	Foto satelital.	3.4.-
3.2.3.-	Fotografías de terreno	3.5.-
3.3.-	Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia. .	3.9.-
3.4.-	Modelo operacional y de negocios..	3.9.-
4.-	Hidrología y cálculos hidráulicos.	4.1.-.
4.1-	Hidrología.	4.2.-
4.2-	Cálculos hidráulicos	4.6.-.
4.2.1.-	Cálculo de capacidad del canal	4.6.-.
4.2.2.-	Pérdidas por infiltración	4.9.-
4.3.-	Caudales de generación o turbinables.	4.14.-
5.-	Topografía	5.1.-
5.1.-	Generalidades y contenidos	5.2.-
6.-	Prediseño de obras	6.1.-
6.1.-	Obras civiles.	6.2.-
6.1.1.-	Desarenadores, vertederos de carga y rejas.	6.2. -
6.1.1.1.-	Metodología de cálculo del desarenador	6.2. -
6.1.1.2.-	Metodología de cálculo de la reja	6.4.-
6.1.1.3.-	Metodología de cálculo del vertedero	6.5.-
6.1.2.-	Cámara de carga	6.6.-
6.1.3.-	Machones de anclaje	6.7.-
6.1.3.1.-	Dimensionamiento de machones de anclaje.	6.7.-
6.1.3.2.-	Consideraciones de diseño	6.12.-
6.1.3.3.-	Cálculo cubicación de machones de anclaje.	6.13.-
6.1.4.-	Determinación de diámetros de tubería y pérdidas de carga friccionales y singulares según Hazen Williams. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga.	6.15.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

INDICE

6.2.- Obras electromecánicas. 6.18.-
6.3.- Obras de transmisión 6.19.-
6.3.1.- Conexión a la red. 6.19.-
6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica 6.19.-
6.3.1.2.-Ubicación y caracterización de líneas más cercanas. . . . 6.20.-
6.3.1.3.-Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño . . 6.23.-
6.4.- Listado planos de prediseño conceptual y topografía . . . 6.28.-
6.5.- Cubicaciones y presupuesto 6.29.-

7.- Evaluación económica y financiera. 7.1.-
7.1.- Beneficios. 7.2.-
7.2.- Inversiones y costos. 7.3.-
7.3.- Evaluación económica. 7.5.-
7.3.1.- Potencia optimizada. 7.5.-
7.3.2.- Flujo económico anual. 7.6.-
7.3.3.- Sensibilizaciones. 7.10.-
7.4.- Análisis financiero. 7.14.-
7.4.1.- Parámetros del análisis financiero. 7.14.-
7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero. 7.17.-
7.5.- Resumen de parámetros económicos. 7.19.-

8.- Conclusiones y recomendaciones. 8.1.-

Anexos

Anexo A: Hidrología y caudales de generación

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos A-3.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A-3.-

A-2.- Escurrimiento en canales A-8.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A-8.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A-9.-

A.3.- Caudales de generación A-11.-

Anexo B: Evaluación económica y financiera

Anexo B.1.- Energía Mensual B-3.-

Anexo B.2.- Flujo Mensual B-10.-

Anexo B.3.- Análisis Financiero B-19.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

INDICE

Planos en álbum.

15-1 -Planta de ubicación canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km. 13.805 a km.14.500 – topografía
-Perfil longitudinal canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km.13.805 a km.14.500 – topografía
-Perfiles transversales canal Bio-Bio Sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km. 13.885 a km.14.500 – topografía

15-2 -Planta de ubicación canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km. 13.865 a km.14.500 situación proyectada
-Perfil longitudinal canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km. 13.865 a km.14.500 situación proyectada

15-3 -Perfil longitudinal tubería forzada
-Perfil longitudinal tubería de purga
-Perfiles transversales canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quiltraman Km. 14.060 a Km. 14.140 situación proyectada

15-4 -Planta obra de captación
-Planta cámara aquietadora para purga
-Planta disposición de turbina en casa de maquinas

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1.- Antecedentes Generales

1.1. Nombre del proyecto
1.2.- Región y comuna
1.3. Fuente hídrica
1.4.- Organización y regantes
1.5.- Informantes

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1.1.- Nombre del proyecto

Canal Bío-Bío Sur – Derivado Licura Munilque Sector Quitralman – Río Bío-Bío

1.2.- Región y Comuna.

Comuna Mulchén, Región del Bío-Bío

1.3.- Fuente hídrica.

Río Bío-Bío

1.4.- Organización y regantes.

Asociación Canal Bío-Bío Sur

1.5.- Informantes.

Gerente - Administrador	:	Claudio Rojas Foncilla
Dirección	:	Padre Manera 348 – Mulchén
Teléfono	:	43-562829
Celular	:	9-8834071 (del Administrador)
Correo Electrónico	:	abiobio.sur@gmail.com

2.- Carta de interés

2.1.- Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR)

2.2.- Respuesta de la organización.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

2.- Carta de interés

A continuación se presentan la carta de interés remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR) y la respuesta de la organización.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

2.1.-Carta remitida a la organización por parte de la Comisión Nacional de Riego (CNR).

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ORD. : Nº 648 .-

ANT. : "PROGRAMA DE FOMENTO DE MINICENTRALES HIDROELECTRICAS ASOCIADAS A OBRAS DE RIEGO COMPRENDIDAS ENTRE 2 Y 20 MW DE POTENCIA, ENTRE LAS REGIONES VII Y VIII".

MAT. : PETICIÓN CARTA DE COMPROMISO.

INCL. : LO INDICADO.

SANTIAGO, - 9 FEB 2010

DE : SECRETARIO EJECUTIVO (S) – COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO.

A : SR. AXEL WILHELM B. – PRESIDENTE, ASOCIACIÓN CANALISTAS CANAL BÍO BÍO SUR, LOS ÁNGELES, REGIÓN DEL BÍO BÍO.

Como es de su conocimiento, la Comisión Nacional de Riego en convenio con la Comisión Nacional de Energía están desarrollando desde el año 2006 un Programa de Fomento de Minicentrales Hidroeléctricas Asociadas a Obras de Riego comprendidas entre 2 y 20 MW de potencia. Dicho Programa se inició con el Estudio denominado "Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto", CNE – CNR, Octubre 2007, en que se ha detectado en principio un aprovechamiento hidroeléctrico utilizando las aguas e infraestructura de riego pertenecientes a su organización.

Como consecuencia del interés demostrado por muchas de las organizaciones de regantes de seguir avanzando en el estudio específico de sus eventuales aprovechamientos hidroeléctricos, pero ante la carencia de recursos económicos y conocimiento técnico manifestada, este Programa de Fomento de Minicentrales Hidroeléctricas ha decidido profundizar el Estudio de Octubre-2007 antes mencionado a través de un Estudio de Prefactibilidad que analizará quince (15) casos de aprovechamientos hidroeléctricos asociados a obras de riego entre las Regiones VII y VIII con una duración total de seis (6) meses.

Para estos efectos, se llamó a una Licitación Pública presentándose 9 (nueve) firmas consultoras. Después de un proceso de estudio y calificación de las propuestas presentadas, la firma Consultora Procivil Ingeniería Ltda., de vasta experiencia en proyectos de riego, se adjudicó la Licitación. Cabe señalar que como Jefe de Proyecto estará el Ingeniero Civil Sr. Juan. Carlos Croxatto O. y como contraparte técnica profesionales de ambas Comisiones. Es preciso destacar que se contará además con la asesoría de la Oficina de la Unión Europea en Chile, quienes nos aportarán expertos en Centrales Hidráulicas Pequeñas y participarán en la organización de una gira técnica, orientada a las organizaciones de regantes interesadas en aprovechamientos hidroeléctricos asociados a obras de riego, a países europeos con gran experiencia en este tipo de generación eléctrica.

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449 - 4º Piso
Teléfono: 425 79 00 - Fax: 425 79 01 - 425 79 02 - 425 79 03 - 425 79 05 - Casilla 424 - V, Correo 21 , Santiago - Chile
www.chileriego.cl

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Entre los casos que están pre-seleccionados para incluir en este Estudio de Prefactibilidad está considerado su Canal. La selección definitiva de los quince casos, se hará en conjunto con Procivil Ingeniería Ltda. En la fase inicial del Estudio, se exigirá como condición previa una Carta Compromiso de su Organización, la cual manifieste su real interés y más amplio compromiso de cooperación y participación en este Estudio. Al respecto, se adjunta un modelo de dicha "Carta Compromiso" la que rogamos hacer llegar firmada a la mayor brevedad.

Saluda atentamente a Ud.,

REPUBLICA DE CHILE * SECRETARIA EJECUTIVA * COMISION NACIONAL DE RIEGO

PEDRO LEÓN UGALDE ENRÍQUEZ
SECRETARIO EJECUTIVO (S)

RBA/VAR/MGS/spl
ORD036Pet.CartaCompromiso_P.Fom.Minicentrales.AWilhelm (mgs)
Archivo DED

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449 - 4º Piso
Teléfono: 425 79 00 - Fax: 425 79 01 - 425 79 02 - 425 79 03 - 425 79 05 - Casilla 424 - V. Correo 21 , Santiago - Chile
www.chileriego.cl

2.2.- Respuesta de la organización.

Los Ángeles, 15 de Febrero, 2010

Señor
Nelson Pereira Muñoz
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Riego
SANTIAGO

Muy Señor Nuestro:

La organización que represento ha tomado conocimiento de los objetivos del Estudio **"Evaluación técnica preliminar de proyectos de centrales hidroeléctricas de menos de 20 MW de potencia asociadas a obras de riego"**, que será ejecutado por la empresa PROCIVIL para la CNR y CNE y:

- Manifiesta su interés en apoyar la ejecución de este estudio, cooperando activamente poniendo a disposición de la firma consultora los antecedentes disponibles ya sean topográficos (planos, fotos, etc.), hidrológicos (caudales máximos, mínimos, medios, calidad físico químico, etc.), obras de arte (planos de bocatomas, sifones, canoas, marcos partidores, entregas, etc.) y cualquier otro anteproyecto hidroeléctrico realizado anteriormente.

- Manifiesta su interés en conocer los resultados del estudio, para las oportunidades que estén bajo la jurisdicción de esta organización, que entendemos será un apoyo para las conversaciones que decidamos emprender con posterioridad con diferentes inversionistas o empresas hidroeléctricas.

Agradeciendo la oportunidad, saluda atentamente a Ud.

Axel Wilhelm Bavestrello
Presidente
Asociación de Canalistas – Canal Bío Bío - Sur
Los Ángeles – Región del Bío Bío

2.5.-

3.- Antecedentes del proyecto

3.1.- Descripción
3.2.- Antecedentes gráficos de ubicación y fotos de terreno
3.3.- Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia
3.4.- Modelo operacional y de negocios

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.1.- Descripción

El objetivo de este proyecto es profundizar el diagnóstico de la central hidroeléctrica asociada al canal Bío Bio Sur, el que fue catastrado en el estudio "Estimación del potencial hidroeléctrico asociado a obras de riego existentes o en proyecto, CNR-CNE, 2007", mediante una mejor evaluación de su potencial y caracterización de proyectos seleccionados, con la finalidad de vincularlos con instrumentos de fomento existentes.

El Canal Bío-Bío Sur capta sus derechos en la ribera sur del rio Bío-Bío. La bocatoma es estable y se ubica aguas arriba del sector de Santa Bárbara, en Rucalhue.

El proyecto del canal está dividido en 3 etapas, en las primeras dos hasta el río Renaico pertenecen a la Asociación y sólo la última es del Estado y en proceso de traspaso a los privados. Esta organización está gestionando la generación en sus canales actualmente, sin embargo tienen varias otras alternativas de generación.

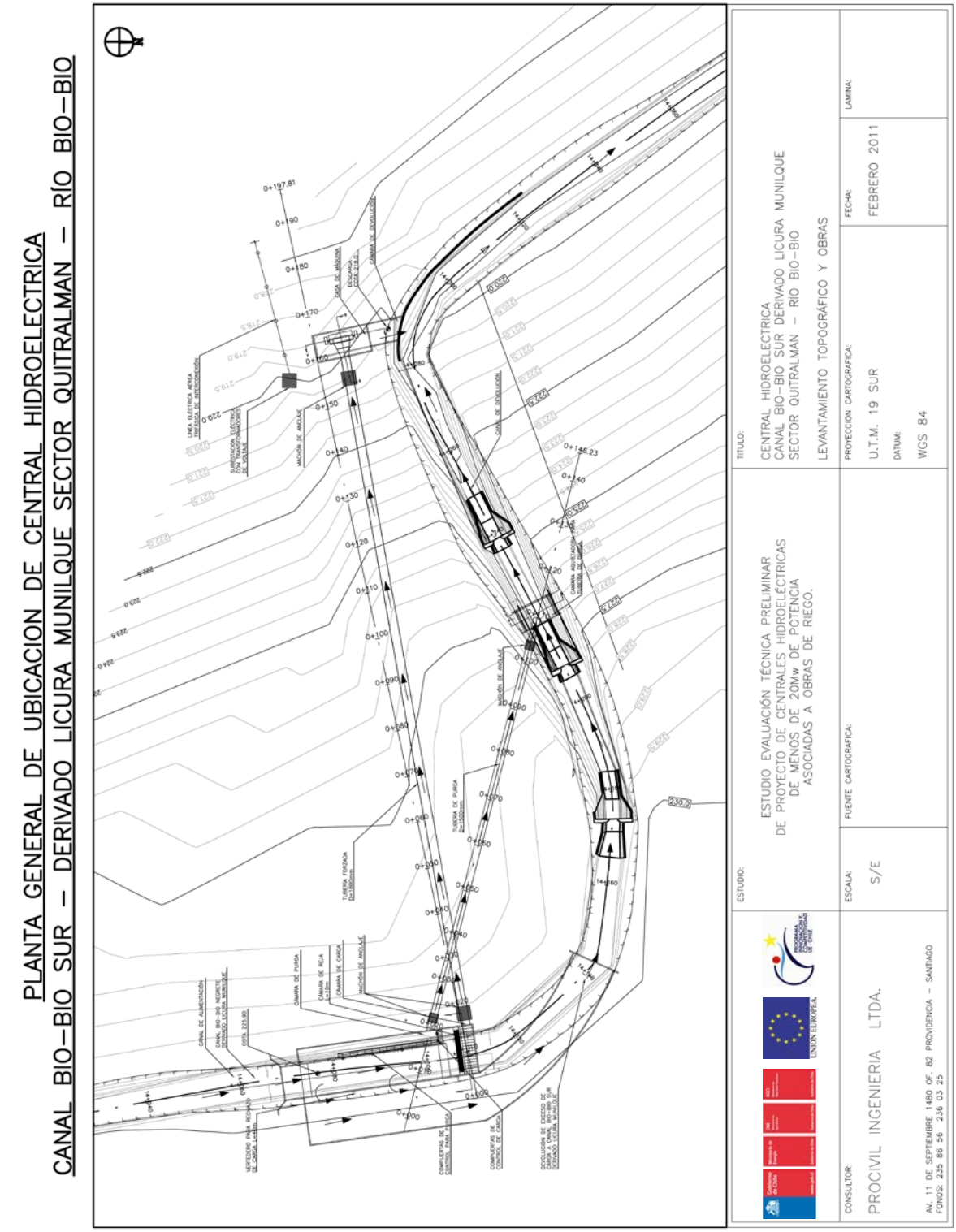
Las visitas fueron guiadas por el administrador Sr. Claudio Rojas y el Sr. Luis Arroyo Jefe del Departamento Técnico.

En el sector Quitralman, se tienen varias caídas o saltos para disipar energía. Existe una con tres saltos seguidos que presenta buenas características para generación. El consumo eléctrico podría ubicarse en el mismo predio agrícola sirviente del canal, que es la Viña Concha y Toro, en que se están realizando extensas plantaciones con riego tecnificado de unas 350ha y plantas industriales de tipo viníferas.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

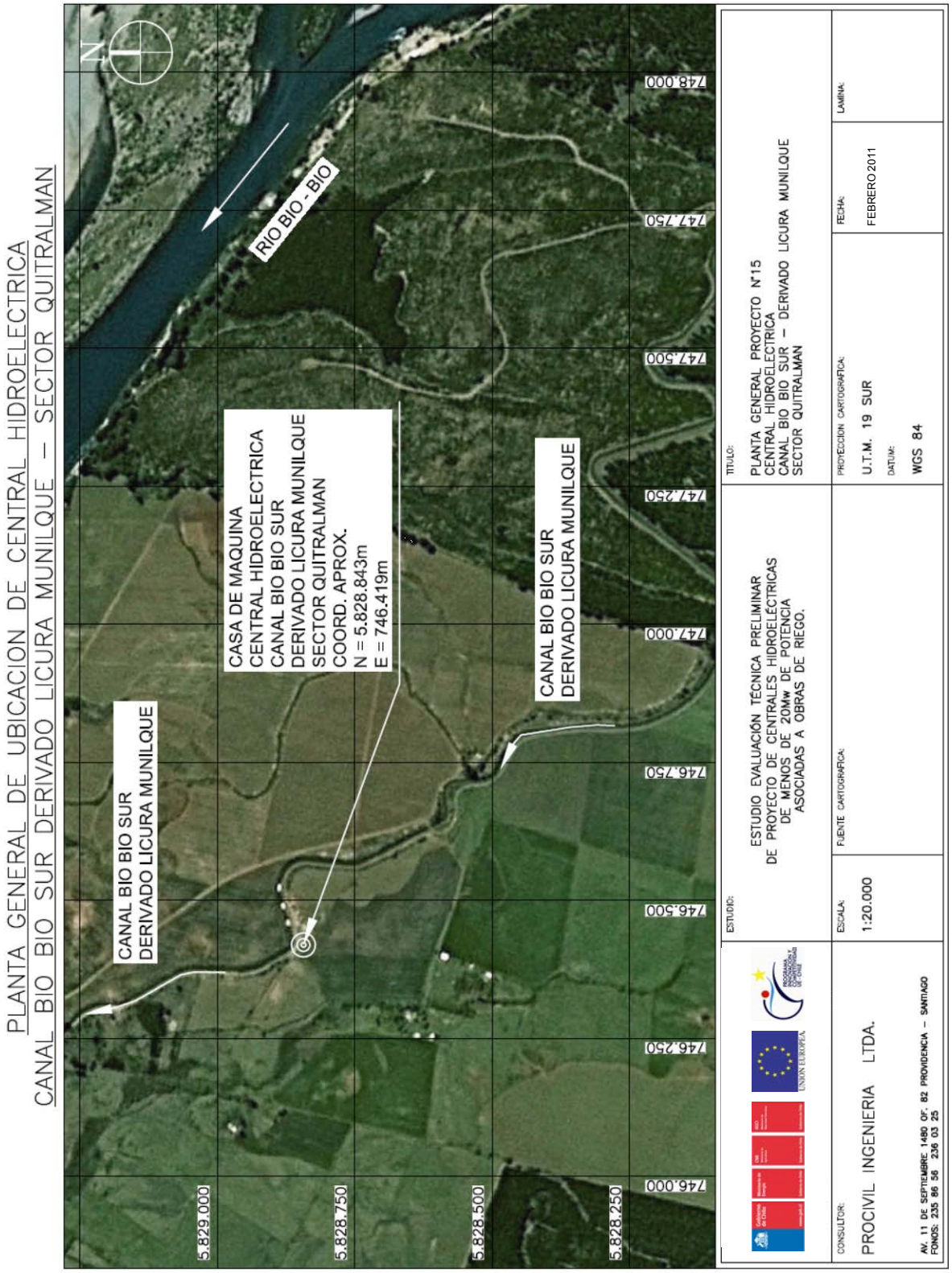
3.2.- Antecedentes Gráficos de ubicación y fotos de terreno

3.2.1.- Planta Topográfica general



3.3.-

3.2.2.- Foto Satelital



3.4.-

3.2.3.- Fotografías de terreno

A continuación se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno y una pequeña reseña del contenido de las mismas.

Foto Nº 1: Vista desde aguas abajo del tramo con 3 saltos de agua en el interior del canal Licura Munilque, derivado del Canal matriz Bio Bio Sur. Los tres saltos que se ubican uno a continuación del otro, podrían unificarse en una sola caída, para la generación de pasada.

Foto Nº 2: Vista desde aguas arriba, al sector agrícola plantado con viñas, aledaño al punto donde se podría ubicar la central.

Foto Nº 3: Vista desde aguas arriba, hacia el primer salto de agua.

Foto Nº 4: Aproximación hacia el primer salto de agua.

Foto Nº 5: Vista hacia aguas arriba de la aproximación del canal a la obra de disipación.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 1

FOTO Nº 2

FOTO Nº 3

FOTO Nº 4

FOTO Nº 5

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Foto Nº 6: Detalle desde aguas arriba de un salto de agua y la poza disipadora al pie.

Foto Nº 7: Vista hacia aguas arriba de los saltos de agua, en seco.

Foto Nº 8: Vista hacia aguas abajo, luego del último salto de agua, en un tramo en curva, que presenta revestimiento por su borde cóncavo.

Foto Nº 9: Vista hacia aguas arriba de los saltos. Los suelos en su estrato inferior son firmes con características de toscas.

Foto Nº 10: Vista hacia aguas arriba del tramo en curva, luego de la última caída, en que podría ubicarse la central, conectando su descarga al mismo canal.

Foto Nº 11: Vista hacia aguas abajo, desde la primera caída, en que el canal conduce un pequeño caudal.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

FOTO Nº 6

FOTO Nº 7

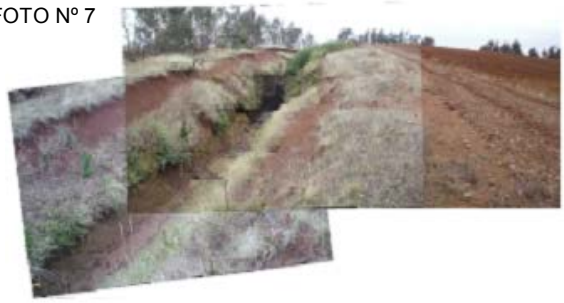


FOTO Nº 8

FOTO Nº 9

FOTO Nº 10

FOTO Nº 11

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

3.3.- Caudales, desniveles brutos y estimación preliminar de potencia

El canal Bío-Bío sur tiene asignados derechos de agua por un caudal de 40m^3/s, aunque podrían captarse 60m^3/s.

Los caudales turbinables de la Central varían según la hidrología del río Bío-Bío. El caudal máximo a turbinar corresponde a 5,5 m^3/s correspondiente a la capacidad del canal hasta este sector.

La caída estimada de acuerdo a topografía es de 7,9m, medida en las tres caídas.

Con la altura de caída bruta y el caudal máximo, permitiría generar con una potencia de hasta 0,4 Mw como máximo.

3.4.- Modelo operacional y de negocios

Esta central opera con los derechos de agua del canal Bío Bío Sur, de su derivado Licura Munilque y específicamente del sector denominado Quitralman. A través de un aforo encargado por la asociación, se establecieron los derechos de agua por 6.502 acciones del canal, el que entrega una dotación a nivel de predio de 0,84 l/s / acción según consta en sus estatutos. Estas acciones equivalen aproximadamente a 5,46 m^3/s.

La central opera todo el año con los derechos de agua indicados, es decir, se genera con hasta 5,46 m^3/s.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.- Hidrología y Cálculos Hidráulicos

4.1- Hidrología
4.2- Cálculos hidráulicos
4.3.- Caudales de generación o turbinables

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.1.-Hidrología

Se presenta la estadística de la estación fluviométrica "Río Bío Bío en Rucalhue", que muestra la Hidrología del río en el sector de la bocatoma del canal Bío Bío Sur.

CUADRO Nº4.1-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m³/s]
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RIO BÍO BÍO EN RUCALHUE
ESTADÍSTICA RELLENADA Y CORREGIDA - REGIÓN DEL BÍO BÍO

CUENCA	RIO BÍO BÍO	**SUB-CUENCA**	RIO BÍO BÍO	**FUENTE HÍDRICA**	RIO BÍO BÍO

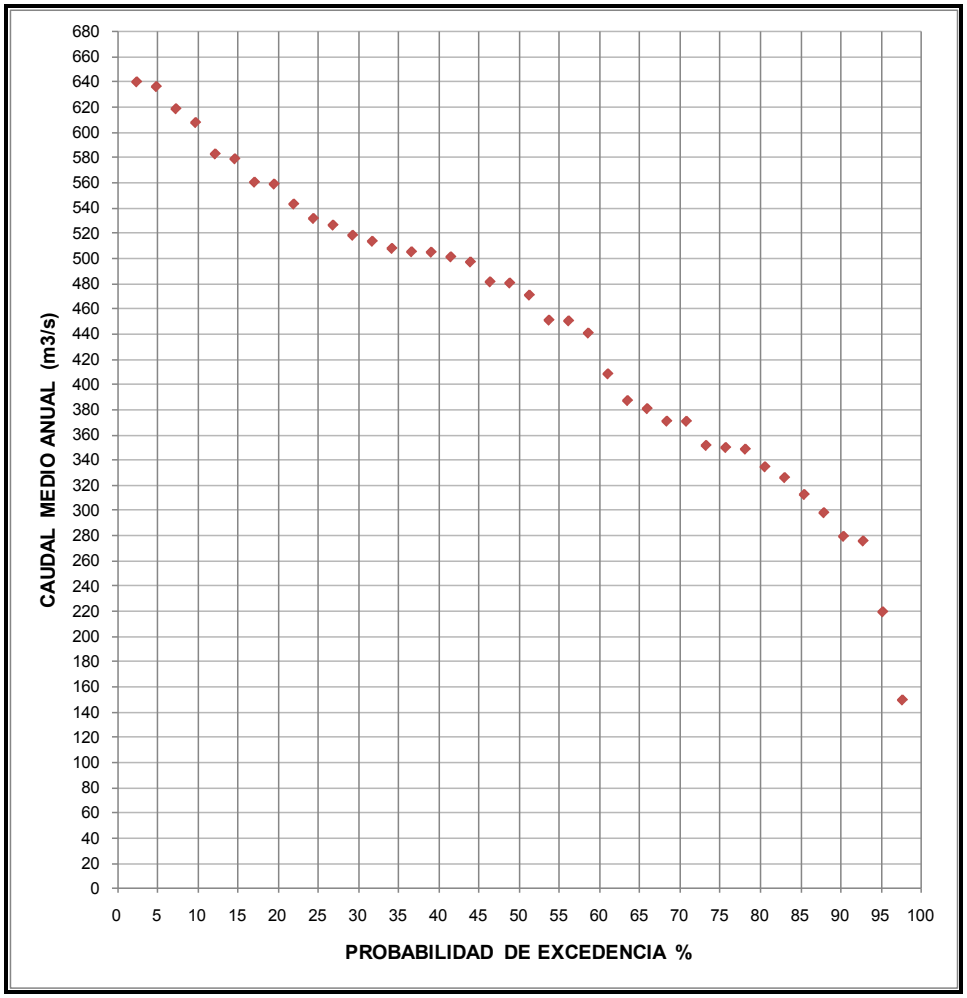
NOMBRE ESTACIÓN	RIO BÍO BÍO EN RUCALHUE	**CÓDIGO BNA**	08317001-0	**COORDENADAS UTM** [m] (Huso 18, Datum PSAD 56)	5.826.911 N	236.848 E
ALTITUD [msnm]	310					

ÁREA APORTANTE [Km^2]	7.044
PRECIPITACIÓN ANUAL [mm] (en baricentro de áreas)	2.502

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1960/61	168,00	191,00	756,00	638,00	442,00	478,00	985,00	687,00	397,00	291,00	183,00	189,00	450,417
2	1961/62	167,00	264,00	625,00	1247,90	704,00	921,00	1143,00	754,00	399,00	226,00	145,00	110,00	558,825
3	1962/63	86,00	98,10	298,00	250,00	749,00	500,00	440,00	284,00	315,00	107,00	100,00	84,50	275,967
4	1963/64	100,00	158,00	379,00	643,00	926,00	932,00	1022,00	1046,00	642,00	275,00	155,00	101,00	531,583
5	1964/65	99,50	160,00	349,00	301,00	401,00	739,00	524,00	448,00	444,00	208,00	120,00	121,00	326,208
6	1965/66	305,00	587,00	899,00	1008,00	1117,00	470,00	777,00	740,00	803,00	282,00	147,00	156,00	607,583
7	1966/67	186,00	352,00	616,00	1095,00	650,00	657,00	716,00	655,00	919,00	400,00	273,00	205,00	560,333
8	1967/68	188,00	432,00	460,00	543,00	791,00	747,00	803,00	701,00	485,00	246,00	185,00	195,00	481,333
9	1968/69	205,00	319,00	283,00	318,00	296,00	543,00	215,00	519,00	285,00	176,00	110,00	86,70	279,642
10	1969/70	134,00	418,00	1196,00	638,00	778,00	596,00	611,00	729,00	494,00	219,00	139,00	110,00	505,167
11	1970/71	142,00	181,00	609,00	520,00	531,00	457,00	591,00	644,00	546,00	305,00	234,00	141,00	408,417
12	1971/72	175,00	546,00	444,00	1026,00	775,00	557,00	649,00	610,00	585,00	286,00	180,00	132,00	497,083
13	1972/73	111,00	695,00	1312,00	716,00	1390,00	752,00	800,00	876,00	494,00	248,00	159,00	125,00	639,833
14	1973/74	98,40	325,00	560,00	643,00	458,00	402,00	715,00	532,00	290,00	244,40	167,20	135,20	380,850
15	1974/75	80,50	178,00	544,00	464,00	513,00	449,00	626,00	535,00	318,00	175,00	204,00	114,00	350,042
16	1975/76	222,00	496,00	768,00	604,00	473,00	475,00	535,00	593,00	569,00	267,00	164,00	123,00	440,750
17	1976/77	92,20	104,00	816,00	440,00	373,00	439,00	797,00	565,00	359,00	211,00	146,00	109,00	370,933
18	1977/78	139,00	611,00	697,00	944,00	637,00	803,00	1011,00	972,00	600,00	240,00	165,00	127,00	578,833
19	1978/79	81,50	252,00	445,00	1592,00	560,00	782,00	976,00	823,00	387,00	181,00	140,00	96,30	526,317
20	1979/80	78,60	235,00	202,00	520,00	1215,00	928,00	618,00	776,00	684,00	246,00	279,00	232,00	501,133
21	1980/81	444,00	1300,00	1283,00	941,00	871,00	507,00	466,00	387,00	264,00	244,40	164,00	121,00	582,700
22	1981/82	164,00	1339,00	788,00	843,00	641,00	509,00	464,00	346,00	182,00	135,00	129,00	110,00	470,833
23	1982/83	94,20	268,00	797,00	1387,00	697,00	1087,00	1022,00	783,00	630,00	340,00	192,00	125,00	618,517
24	1983/84	142,00	195,00	551,00	480,00	411,00	405,00	656,00	590,00	244,00	141,00	111,00	90,90	334,742
25	1984/85	80,00	422,00	400,00	975,00	388,00	673,00	1065,00	1001,00	640,00	299,00	159,00	117,00	518,250
26	1985/86	200,00	715,00	680,00	791,00	321,00	356,00	420,00	451,00	195,00	118,00	104,00	99,00	370,833
27	1986/87	196,00	676,00	1360,00	544,00	773,00	482,00	567,00	575,00	512,00	174,00	117,00	118,00	507,833
28	1987/88	102,00	150,00	518,00	744,00	737,00	545,00	771,00	507,00	220,00	146,00	102,00	105,00	387,250
29	1988/89	108,00	141,00	381,00	388,00	610,00	403,00	524,00	555,00	301,00	153,00	106,00	83,70	312,808
30	1989/90	69,80	65,70	352,00	378,00	547,00	530,00	557,00	334,00	384,00	152,00	107,00	104,00	298,375
31	1990/91	228,00	361,00	528,00	358,00	710,00	871,00	437,00	280,00	160,00	103,00	77,80	71,20	348,750
32	1991/92	170,00	994,00	704,00	825,00	464,00	611,00	457,00	394,00	350,00	205,00	123,00	115,00	451,000
33	1992/93	171,00	905,00	1173,00	565,00	356,00	528,00	665,00	709,00	465,00	252,00	149,00	120,00	504,833
34	1993/94	232,00	816,00	1389,00	1199,00	937,00	702,00	605,00	608,00	643,00	239,00	150,00	113,00	636,083
35	1994/95	176,00	285,00	755,00	1054,00	477,00	806,00	982,00	582,00	582,00	219,00	134,00	110,00	513,500
36	1995/96	150,00	158,00	867,00	929,00	691,00	843,00	691,00	679,00	347,00	163,00	121,00	126,00	480,417
37	1996/97	208,00	205,00	433,00	295,00	325,00	286,00	265,00	211,00	134,00	114,00	80,70	81,10	219,817
38	1997/98	286,00	481,00	992,00	740,00	972,00	853,00	657,00	641,00	379,00	293,00	125,00	96,90	542,992
39	1998/99	103,00	122,00	114,00	225,00	222,00	212,00	135,00	324,76	87,40	84,80	72,10	97,51	149,963
40	1999/00	138,17	238,12	488,00	249,00	270,00	935,00	722,00	492,00	224,00	138,00	197,00	129,00	351,691
Promedio		158,02	410,97	670,28	701,52	629,98	619,28	667,05	598,47	423,96	213,67	147,90	120,65	446,81
Desv. Std.		74,03	315,51	327,14	333,54	264,18	205,82	236,07	197,99	189,28	71,62	46,66	33,75	119,16
Coef. Var.		0,47	0,77	0,49	0,48	0,42	0,33	0,35	0,33	0,45	0,34	0,32	0,28	0,27

En el Cuadro Nº4.1-2 se presenta la curva de duración anual de la estación fluviométrica Río Bío Bío en Rucalhue.

CUADRO Nº4.1-2
CURVA DE DURACIÓN ANUAL
ESTACIÓN BÍO BÍO EN RUCALHUE - RÍO BÍO BÍO

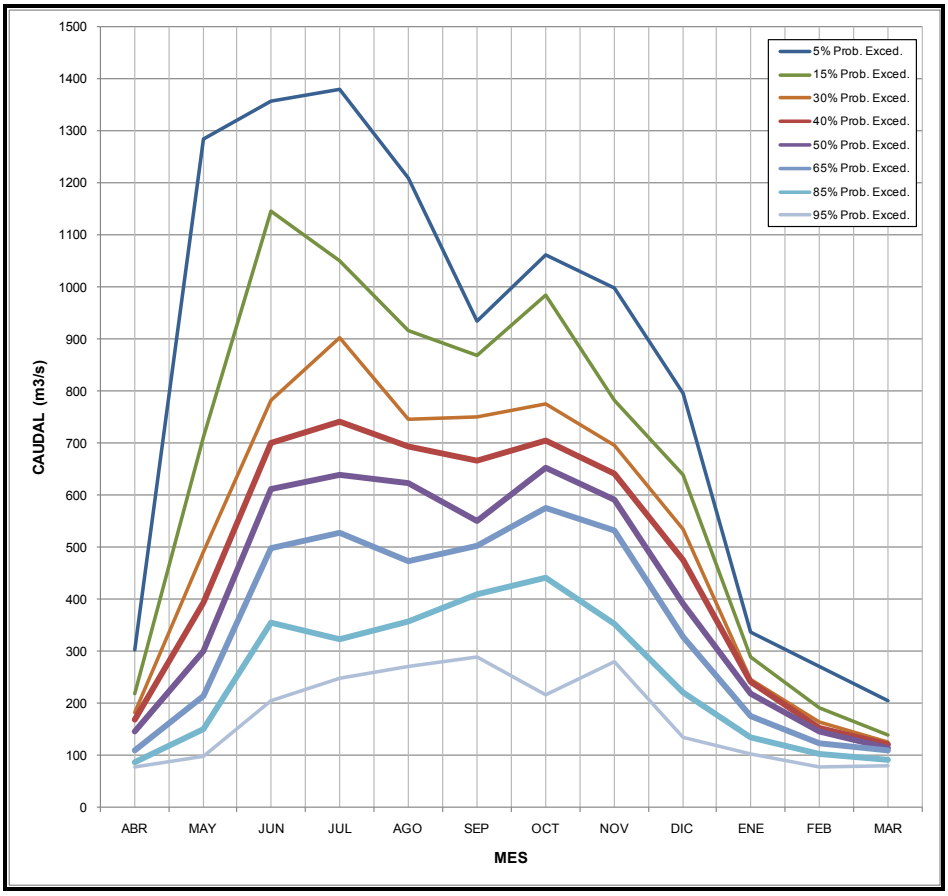


En el Cuadro Nº 4.1-3 se presenta la estadística de caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia de la estación fluviométrica de la DGA Río Bío Bío en Rucalhue y en el Cuadro Nº4.1-4 la curva de variación estacional.

CUADRO Nº4.1-3
ESTADÍSTICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m^3/s)
PARA DISTINTAS PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA
ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA RÍO BÍO BÍO EN RUCALHUE

Prob %	Caudal(m^3/s)											
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	304,05	1.284,70	1.357,60	1.380,05	1.210,10	934,85	1.062,85	999,55	797,05	338,25	271,05	204,50
10	231,60	896,10	1.274,30	1.188,60	968,50	927,30	1.020,90	870,70	642,90	298,40	203,30	185,70
15	219,90	712,00	1.145,85	1.049,80	917,75	868,30	984,55	781,95	638,50	290,25	190,95	140,13
20	204,00	663,00	892,60	1.001,40	788,40	835,60	941,40	751,20	597,00	280,60	182,40	131,40
25	194,00	576,75	811,25	943,25	774,50	797,75	799,25	724,00	578,75	263,25	166,65	126,75
30	183,00	491,50	782,00	903,20	745,40	750,50	775,20	696,80	535,80	247,40	164,00	125,00
35	173,60	428,50	755,65	813,10	707,90	726,05	719,90	670,60	494,00	245,44	159,00	122,30
40	169,20	395,20	701,20	742,40	694,60	666,60	705,40	642,80	477,00	242,64	153,00	120,60
45	165,65	339,85	655,25	683,15	645,95	604,25	661,40	609,10	423,75	233,15	148,10	117,55
50	146,00	302,00	612,50	640,50	623,50	551,00	652,50	591,50	392,00	219,00	145,50	114,50
55	140,35	265,80	555,05	619,30	552,85	535,85	621,60	578,15	381,25	209,35	139,45	111,35
60	135,67	243,67	534,40	552,40	520,20	516,60	607,40	559,00	353,60	190,60	131,00	110,00
65	109,05	215,50	498,50	528,05	474,40	502,45	575,40	533,05	328,15	175,35	123,70	109,35
70	102,60	194,00	445,30	484,80	462,80	478,90	538,30	511,50	304,30	166,00	120,90	104,90
75	99,63	178,75	435,75	446,00	418,75	471,25	524,00	461,25	286,25	152,25	112,50	99,50
80	95,04	158,40	384,80	380,00	390,60	450,60	464,40	404,80	248,00	142,00	107,60	97,02
85	86,93	151,20	356,05	324,00	358,55	410,10	442,55	352,15	220,60	135,45	104,30	91,71
90	80,60	123,90	303,10	295,60	321,40	402,10	421,70	325,68	183,30	114,40	100,20	84,72
95	78,67	98,40	206,05	249,05	271,30	289,50	217,50	280,20	135,30	103,20	77,95	81,23

CUADRO Nº4.1 -4
CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL
RÍO BÍO BÍO EN RUCALHUE - REGIÓN DEL BÍO BÍO



Como se puede apreciar de los antecedentes entregados, el río Bío Bío cuenta con los recursos suficientes para satisfacer la demanda de riego que en este caso correspondería al Canal Bío Bío Sur y sus derivados.

El Canal Bío Bío Sur según derechos de aprovechamiento estipulados en sus estatutos, extrae del Río Bío Bío 40.439,867 l/s que forman la dotación del Canal y que corresponden a los asociados, divididos en 37.688,6 acciones con una dotación de 0,84 l/s / acción.

En un año con probabilidad de excedencia de 85%, que se asemeja a un año seco, en temporada de riego, meses de noviembre a marzo, se tiene un caudal medio de 180,84 m^3/s con un mínimo en el mes de marzo de 91,71 m^3/s. En los meses de invierno, abril a octubre, se tiene un caudal medio de 304,2 m^3/s y un mínimo en el mes de abril de 86,93m^3/s.

El análisis anterior evidencia que los aproximadamente 41m^3/s que extrae el canal por derechos del Río Bío están disponibles durante todo el año, así como también en sus derivados, y en el caso de interés, en el derivado Licura Munilque con 12.384,2 acciones que corresponden a aproximadamente a 10,4 m^3/s.

El Canal derivado Licura Munilque, en el sector Quitralman considera 6.502,43 acciones de canal, correspondiente a 5,46 m^3/s, valor obtenido a través de aforos realizados en el canal y que se presenta en el Cuadro Nº4.2.1-6 del Capítulo Nº4.2.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

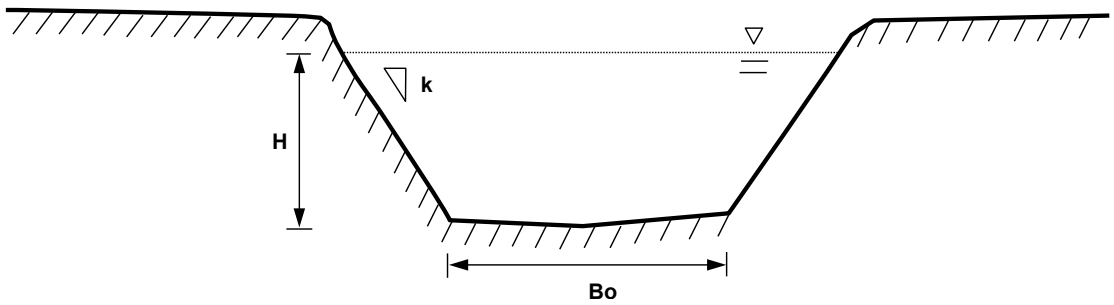
4.2- Cálculos Hidráulicos

4.2.1.- Cálculo de capacidad del canal

Para este caso, se calcula la capacidad del canal con los parámetros obtenidos de la topografía realizada en el tramo en estudio. Corresponde a un flujo uniforme y normal, por lo que se utilizó la Fórmula de Manning para calcular el escurrimiento.

La sección típica del tramo del canal se muestra en el Cuadro Nº4.2.1-1

CUADRO Nº4.2.1-1
SECCIÓN TÍPICA DEL CANAL



La topografía realizada entrega los antecedentes mostrados en el siguiente Cuadro Nº4.2.1-2

CUADRO Nº4.2.1-2
ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS CANAL BÍO BÍO SUR – DERIVADO LICURA MUNILQUE SECTOR QUITRALMAN – KM 11,4 A KM 14,4

Kilometraje		Cota Fondo		Cota Borde		Pendiente media i	Ancho basal medio Bo (m)	Talud medio k	Altura borde (m)
Inicio (m)	Término (m)	Inicio (m)	Término (m)	Inicio (m)	Término (m)				
13.865	14.120	227,72	227,64	229,82	229,49	0,0003	5,12	0,82	1,85

El Cuadro Nº4.2.1-3 muestra los antecedentes utilizados en el cálculo del escurrimiento tanto normal como crítico.

CUADRO Nº4.2.1-3
ANTECEDENTES PARA EL CÁLCULO DEL ESCURRIMIENTO

Revancha (m)	Ancho Basal del Canal Bo (m)	Taludes (H/V)	Rugosidad n			Pendiente i		
			n media en tramo	1,2 n	1/1,2 n	i media en tramo	1,2 i	1/1,2 i
0,4	5,12	0,820	0,03	0,036	0,025	0,0003	0,00036	0,00025

Notas: **1.-** Se considera sensibilización de +20% y -20% de los valores medios. **2.-** n = 0,03 corresponde a rugosidad media.

En el Cuadro Nº4.2.1-4 se presentan los cálculos realizados para escurrimiento normal y para escurrimiento crítico para el caso con pendiente y rugosidad media.

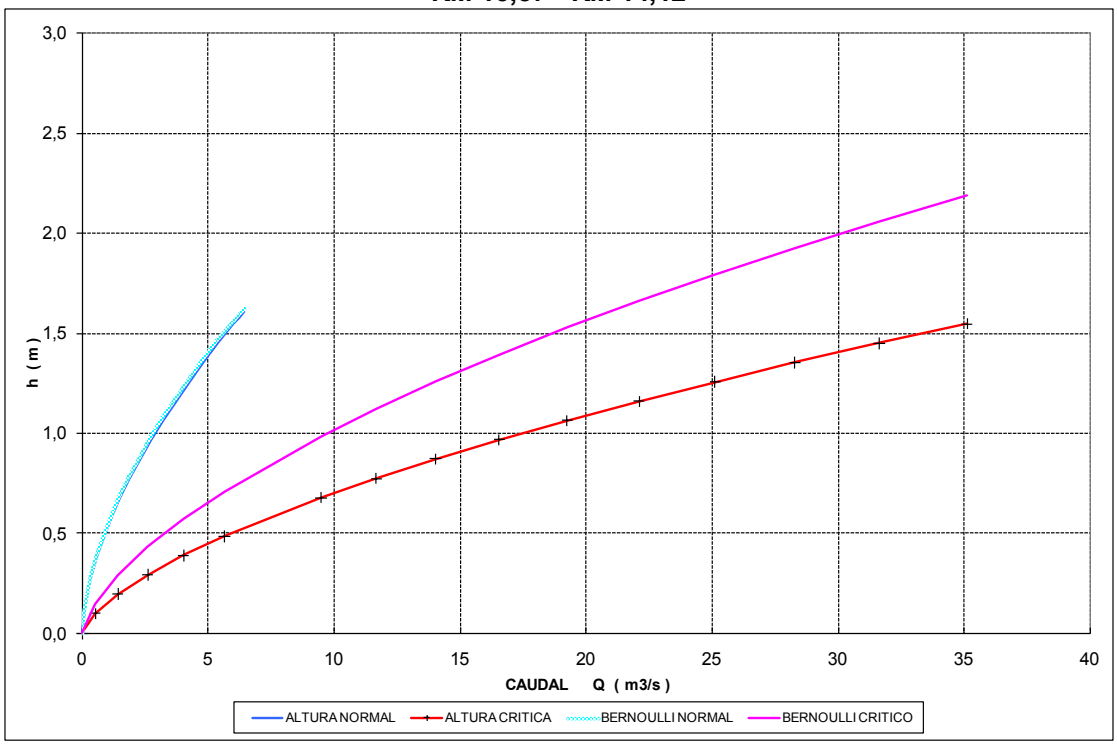
PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº4.2.1-4
RESUMEN CÁLCULO ESCURRIMIENTO NORMAL Y CRÍTICO
CASO CON PENDIENTE MEDIA Y RUGOSIDAD MEDIA

ALTURA AGUA H (m)	RUGOSIDAD n	PENDIENTE i	ANCHO BASAL Bo (m)	TALUD (H/V)	ESCURRIMIENTO NORMAL			ESCURRIMIENTO CRITICO		
					CAUDAL Q (m^3/s)	VEL. v (m/s)	BERNOULLI Bn (m)	CAUDAL Q (m^3/s)	VEL. v (m/s)	BERNOULLI Bc (m)
0,10	0,03	0,00030	5,12	0,82	0,063	0,12	0,10	0,511	0,98	0,15
0,20	0,03	0,00030	5,12	0,82	0,194	0,19	0,20	1,418	1,37	0,29
0,29	0,03	0,00030	5,12	0,82	0,376	0,24	0,30	2,602	1,66	0,43
0,39	0,03	0,00030	5,12	0,82	0,602	0,28	0,39	4,019	1,90	0,57
0,49	0,03	0,00030	5,12	0,82	0,868	0,32	0,49	5,647	2,11	0,71
0,58	0,03	0,00030	5,12	0,82	1,172	0,36	0,59	7,471	2,29	0,85
0,68	0,03	0,00030	5,12	0,82	1,511	0,39	0,69	9,479	2,46	0,99
0,78	0,03	0,00030	5,12	0,82	1,885	0,42	0,78	11,666	2,62	1,12
0,87	0,03	0,00030	5,12	0,82	2,291	0,45	0,88	14,024	2,76	1,26
0,97	0,03	0,00030	5,12	0,82	2,730	0,48	0,98	16,552	2,89	1,39
1,06	0,03	0,00030	5,12	0,82	3,200	0,50	1,08	19,244	3,02	1,53
1,16	0,03	0,00030	5,12	0,82	3,702	0,53	1,17	22,100	3,14	1,66
1,26	0,03	0,00030	5,12	0,82	4,234	0,55	1,27	25,118	3,25	1,80
1,35	0,03	0,00030	5,12	0,82	4,797	0,57	1,37	28,295	3,36	1,93
1,45	0,03	0,00030	5,12	0,82	5,391	0,59	1,47	31,632	3,46	2,06

El cálculo da como resultado un caudal Qo = 5,39 m^3/s de capacidad del canal hasta el km 14,4. En el siguiente Cuadro Nº4.2.1-5 se presenta la curva de descarga para escurrimiento normal y escurrimiento crítico.

CUADRO Nº4.2.1-5
CURVA DE DESCARGA ESCURRIMIENTO NORMAL y CRITICO
CASO PENDIENTE y RUGOSIDAD MEDIAS
CANAL BIO BIO SUR - DERIVADO LICURA MUNILQUE - SECTOR QUITRALMAN
KM 13,87 - KM 14,12



La Asociación ordenó la realización de aforos en el canal, cuyo resultado se muestra en el siguiente Cuadro Nº4.2.1-6.

CUADRO Nº4.2.1-6
AFORO EN CANAL BIO BIO SUR DERIVADO LICURA MUNILQUE
SECTOR QUITRALMAN

Anexo 080

ASOCIACIÓN DE CANALISTAS
CANAL BIOBIO SUR
Mulchen -Angol

Plantilla de aforos

Fecha: 11/12/09

Propietario	Asociacion de canalistas Bio Bio				Hora: 11:00
N° ACC		lts/seg		Deri.	Sub derivado Licura Munilque
Lugar	km 13800 puente				

X	ANCHO	3,2600	Y

BASE	3,2600

Operador: Domingo Bustos

Abcisa		Profundidad		Area	Tiempo en 10 vueltas	'velocidad		Caudal
Xo	X1	ho	h1			Observada	media	
			1,2500					
	1,6300	1,2500	1,2500	2,0375	1,1400	1,41350877	1,336272	2,7226541
					1,1900	1,35453782		
					1,3000	1,24076923		
1,6300	3,2600	1,2500	1,2500	2,0375	1,1700	1,37752137	1,344485	2,7393872
					1,2500	1,29		
					1,1800	1,3659322		
3,2600	4,8900	1,2500						

Caudal total	m3/s	5,4620413
Caudal total	lts/s	5462,0413
ACCIONES TOTALES		6502,4301

Observaciones:
70 cm de revancha en obra de arte puente.
Bocatoma de canal trabaja con 1 mt.
Canal trabajando al 100% según informacion de celador.
Aforo realizado para revisar acciones que pasan por el canal.

4.2.2.- Pérdidas por infiltración

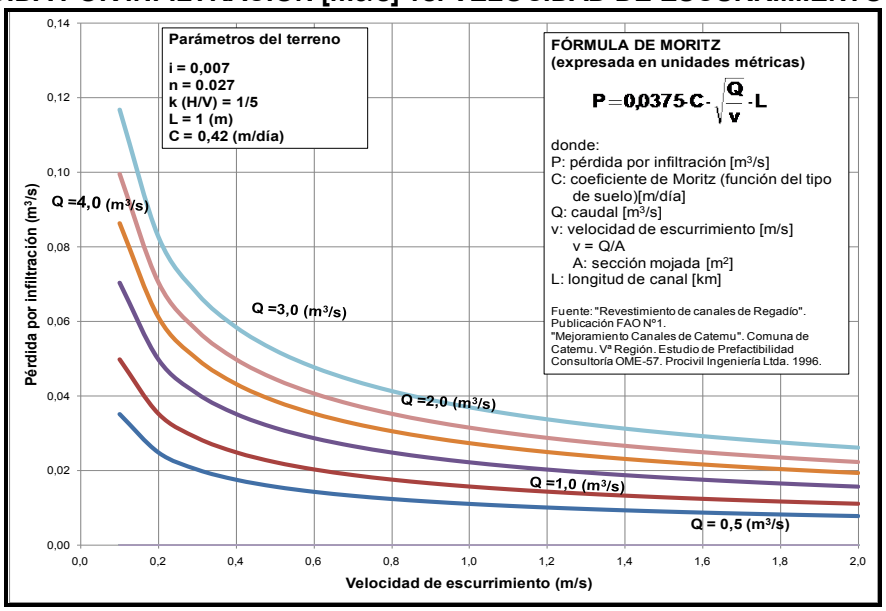
Las pérdidas de caudal por infiltración, en la conducción de un canal excavado en suelo natural, presenta la siguiente caracterización.

i).- A mayor perímetro mojado en la sección transversal del canal, mayor será la infiltración.
ii).- A menor velocidad media de escurrimiento, mayor será la infiltración.
iii).- A mayor caudal de porteo, mayor caudal de infiltración en valor absoluto y menor porcentaje de infiltración respecto al caudal captado en bocatoma.
iv).- A menor caudal de porteo, menor infiltración en valor absoluto, pero mayor porcentaje de infiltración respecto al caudal captado en bocatoma.
v).- La velocidad media de escurrimiento en un tramo de canal determinado, aumenta si se incrementa el caudal que portea.

El análisis de la pérdida por infiltración, requiere conocer previamente su comportamiento frente a las variaciones de los parámetros principales del escurrimiento. Uno de ellos es la velocidad media del agua, la cual altera el régimen de infiltración, según lo indicado en (ii). Para representar gráficamente el problema, se presenta la figura del Cuadro Nº4.2.2-1, que contiene una familia de curvas que representan diferentes caudales, relacionando la pérdida por infiltración en función de la velocidad de escurrimiento. Con este objeto se grafican estas relaciones empleando la expresión de Moritz, para un caso concreto de un canal con determinada pendiente, rugosidad, talud y longitud unitaria de 1 km. La relación entre los términos de Moritz de explican por sí mismos, según lo expresado en los puntos anteriores (i) a (v).

En el siguiente Cuadro Nº4.2.2-1 se entrega la variación de la pérdida por infiltración en m^3/s, respecto a la velocidad media del escurrimiento, para una familia de curvas de caudales de porteo, en un rango amplio de captación.

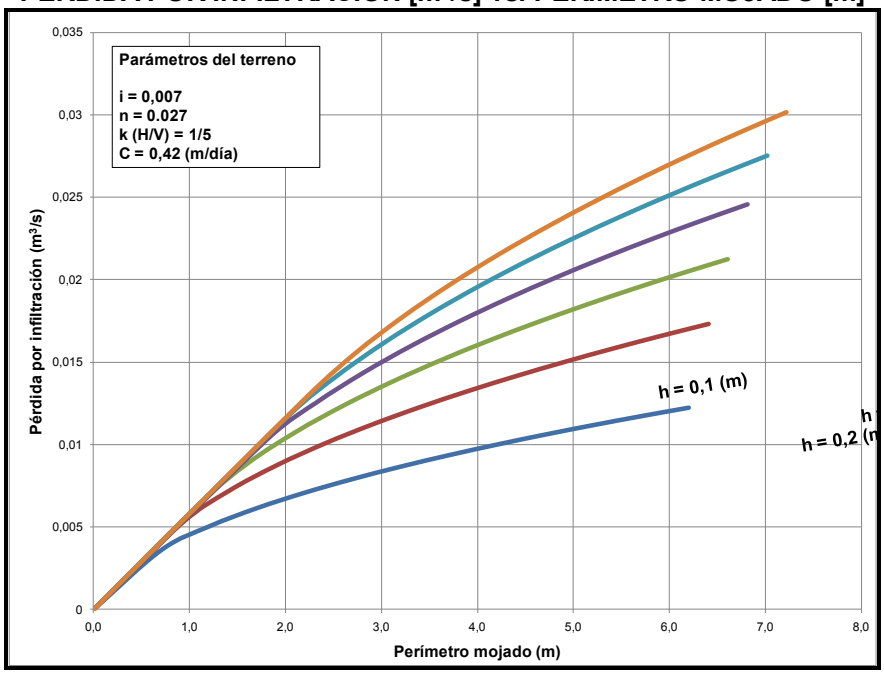
CUADRO Nº4.2.2-1
PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN [m3/s] vs. VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTO [m/s]



Se observa que el caudal de infiltración aumenta al disminuir la velocidad de escurrimiento, para un mismo caudal de porteo.

La pérdida por infiltración depende del perímetro mojado en la sección transversal del canal. La tendencia de esta relación entre el caudal de porteo y las pérdidas para distintos perímetros mojados tiene la forma que se presenta en el siguiente gráfico del Cuadro Nº4.2.2-2.

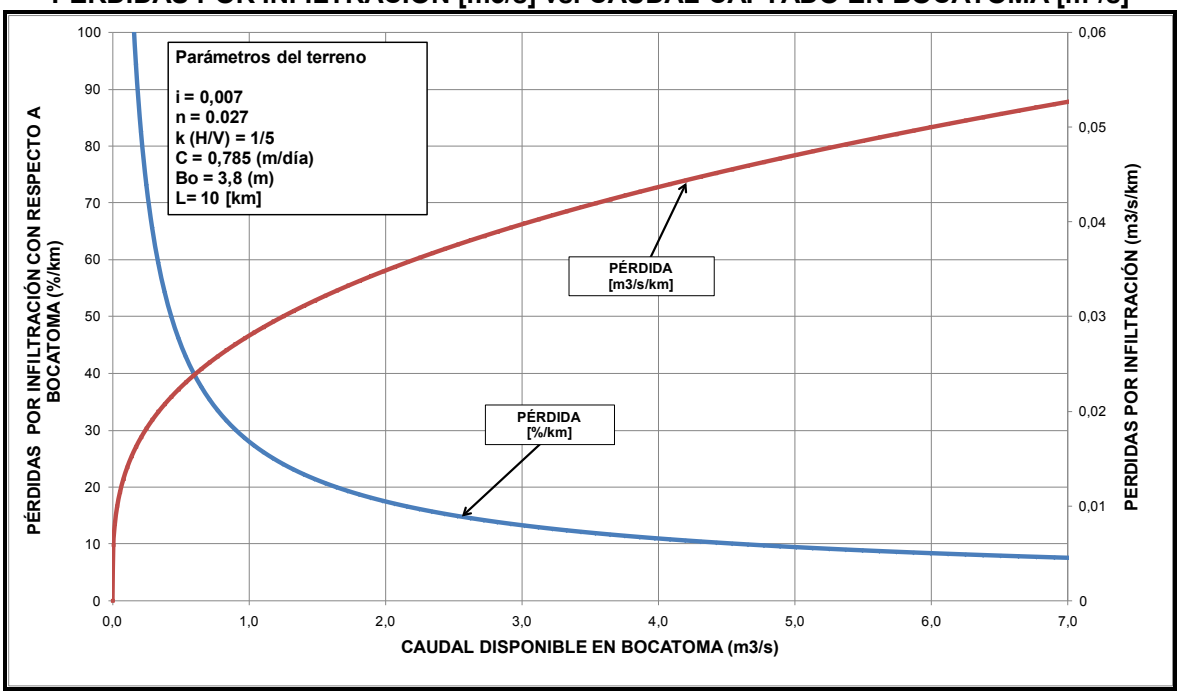
CUADRO Nº4.2.2-2
PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN [m^3/s] vs. PERÍMETRO MOJADO [m]



En el gráfico anterior se observa que en un canal sin revestir, la pérdida aumenta en función del perímetro mojado de la sección transversal del canal.

En el siguiente gráfico del Cuadro Nº4.2.2-3, se representa la variación de la infiltración en un tramo específico de canal sin revestir. La primera curva presenta en caudal perdido en unidades de valor absoluto ó m^3/s; y la segunda muestra la infiltración en términos de porcentaje (%) perdido respecto al caudal de porteo inicial. Como se observa, mientras el caudal perdido aumenta en valor absoluto con el monto del caudal de porteo, disminuye su pérdida porcentual. Es decir en años secos con poco caudal de porteo, la pérdida porcentual aumenta respecto a lo que ocurre en un año de hidrología normal. Este hecho orienta los diseños más adecuados para recuperar el agua de infiltración y para obtener los mejores parámetros económicos de evaluación de soluciones.

CUADRO Nº4.2.2-3
PERDIDAS POR INFILTRACIÓN [m3/s] vs. CAUDAL CAPTADO EN BOCATOMA [m^3/s]



Moritz.

Para el cálculo de las pérdidas por infiltración, uno de los métodos utilizados es mediante la Fórmula de Moritz, que se indica en la Ecuación Nº4.2-1 siguiente.

ECUACIÓN Nº4.2-1
FÓRMULA DE MORITZ

$$S = 0{,}0375 \times C \times \sqrt{\frac{Q}{v}} \times L$$

Donde:
P: pérdida por infiltración [m^3/s]
C: coeficiente de Moritz (función del tipo de suelo) [m/día]
Q: caudal [m^3/s]
v: velocidad de escurrimiento [m/s]
v = Q/A
A: sección mojada [m^2]
L: longitud de canal [km]

Para un canal de sección trapezoidal, como el mostrado en el Cuadro Nº4.2.2-4, se tienen los siguientes parámetros:

ECUACIÓN Nº4.2-2
PERÍMETRO MOJADO

$$P = Bo + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + k^2}$$

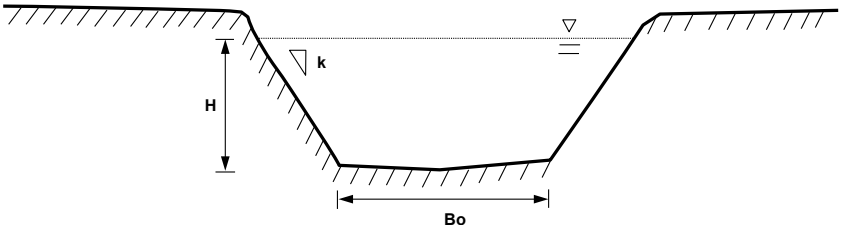
donde P se mide en (m).

ECUACIÓN Nº4.2-3
SECCIÓN MOJADA

$$A = (Bo + 2 \cdot k \cdot h) \cdot h$$

donde A se mide en (m^2)

CUADRO Nº4.2.2-4
CANAL DE SECCIÓN TRAPEZOIDAL



Moritz caracteriza el tipo de terreno a través de un coeficiente C. En el siguiente Cuadro Nº4.2.2-5 se presentan los valores de C según las caracterizaciones del tipo de suelo.

CUADRO Nº4.2.2-5
VALORES DE C PARA LA FÓRMULA DE MORITZ

Tipo se suelo	C
Grava cementada y tosca con arena	0,34
Suelo arcilloso	0,41
Légamo arenoso	0,66
Ceniza volcánica	0,68
Ceniza volcánica con arena	0,98
Arena y ceniza volcánica o arcilla	1,20
Suelo arenoso con roca	1,68
Suelo arenoso y de grava	2,20

Fuente: U.S. Bureau of Reclamation Service

Las pérdidas por infiltración dependen del tipo de suelo, pero también de la calidad de agua que transporta el canal.

Un agua con mayor sedimento, permite que en el suelo se forme una capa que actúa como impermeabilizante natural, disminuyendo las pérdidas por infiltración que serían mayores si se considerará solo el tipo de suelo original. En el caso de un canal que conduce agua más limpia no se considera el efecto producido por los sedimentos.

En relación a lo anterior, y para determinar el coeficiente C de Moritz, se utiliza un criterio de aproximar o ponderar los diferentes coeficientes mostrados en el Cuadro Nº4.2.2-5 con el fin de estimar el valor que más se acerque a lo existente.

El coeficiente de Moritz estimado para este caso se presenta en el Cuadro Nº4.2.2-6.

CUADRO Nº4.2.2-6
ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE C DE MORITZ PARA LOS CASOS SELECCIONADOS

TIPO SUELO SIMILAR O EQUIVALENTE	COEFICIENTE C DE MORITZ
Arcilloso	0,41

Los antecedentes de terreno para la estimación de las pérdidas por infiltración se presentan en el Cuadro Nº4.2.2-7 siguiente.

CUADRO Nº4.2.2-7
ANTECEDENTES TRAMO CANAL

Kilometraje		Long. del Tramo L (m)	Cota Fondo		Desnivel Bruto Δh (m)	Pend. Media i	Caudal Inicio Qo (m^3/s)	Talud medio k	Coef. De Rugos. Manning η	Ancho Basal Medio Bo (m)
Inicio (m)	Térm (m)		Inicio (m)	Térm (m)						
0	13.800	13.800	232,07	227,74	4,33	0,0003	5,20	0,82	0,030	5,12

Los parámetros para el escurrimiento, calculados con los antecedentes presentados en el cuadro anterior, se presentan en el Cuadro Nº4.2.2-8.

CUADRO Nº4.2.2-8
ESCURRIMIENTO

Altura Normal Hn (m)	Altura Crítica Hc (m)	Secc. Mojada A (m2)	Vel. Media v (m/s)	Per. Mojado P (m)
1,40	0,56	8,8	0,59	6,93

Las pérdidas por infiltración se calcularon con el método de Moritz y los resultados se muestran en el Cuadros Nº4.2.2-9.

CUADRO Nº4.2.2-9
PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN
MÉTODO DE MORITZ

Coef. de Moritz C	Pérdida Media Estimada (m^3/s)	Pérdida Porcentual por tramo %
0,41	0,629	12,09

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

4.3.- Caudales de generación o turbinables.

Los caudales de generación se obtienen de la hidrología del río Bío-Bío y ajustada a las acciones correspondientes al sector, obtenidas en el aforo realizado y presentado en el Cuadro Nº4.2.1-6.

En el Cuadro Nº4.3-1 se presentan los caudales de generación o turbinables obtenidos.

CUADRO Nº4.3-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE GENERACIÓN O TURBINABLES

Nº	AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES TURBINABLES [m^3/s]												Q medio anual [m^3/s]
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
1	1970-1971	2,22	2,83	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	4,76	3,65	2,20	4,49
2	1971-1972	2,73	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	4,47	2,81	2,06	4,65
3	1972-1973	1,73	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	3,87	2,48	1,95	4,48
4	1973-1974	1,54	5,07	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	4,53	3,82	2,61	2,11	4,37
5	1974-1975	1,26	2,78	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	4,97	2,73	3,19	1,78	4,12
6	1975-1976	3,47	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	4,17	2,56	1,92	4,65
7	1976-1977	1,44	1,62	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	3,29	2,28	1,70	4,05
8	1977-1978	2,17	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	3,75	2,58	1,98	4,51
9	1978-1979	1,27	3,93	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	2,83	2,19	1,50	4,16
10	1979-1980	1,23	3,67	3,15	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	3,84	4,36	3,62	4,39
11	1980-1981	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	4,12	3,82	2,56	1,89	4,67
12	1981-1982	2,56	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,40	2,84	2,11	2,01	1,72	4,12
13	1982-1983	1,47	4,18	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,31	3,00	1,95	4,51
14	1983-1984	2,22	3,04	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	3,81	2,20	1,73	1,42	3,93
15	1984-1985	1,25	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	4,67	2,48	1,83	4,49
16	1985-1986	3,12	5,46	5,46	5,46	5,01	5,46	5,46	5,46	3,04	1,84	1,62	1,55	4,08
17	1986-1987	3,06	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	2,72	1,83	1,84	4,43
18	1987-1988	1,59	2,34	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	3,44	2,28	1,59	1,64	3,80
19	1988-1989	1,69	2,20	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	4,70	2,39	1,66	1,31	3,89
20	1989-1990	1,09	1,03	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,22	5,46	2,37	1,67	1,62	3,81
21	1990-1991	3,56	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	4,37	2,50	1,61	1,21	1,11	3,93
22	1991-1992	2,65	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	3,20	1,92	1,80	4,44
23	1992-1993	2,67	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	3,93	2,33	1,87	4,54
24	1993-1994	3,62	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	3,73	2,34	1,76	4,60
25	1994-1995	2,75	4,45	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	3,42	2,09	1,72	4,39
26	1995-1996	2,34	2,47	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,42	2,55	1,89	1,97	4,12
27	1996-1997	3,25	3,20	5,46	4,61	5,07	4,47	4,14	3,29	2,09	1,78	1,26	1,27	3,32
28	1997-1998	4,47	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	4,57	1,95	1,51	4,68
29	1998-1999	1,61	1,90	1,78	3,51	3,47	3,31	2,11	5,07	1,36	1,32	1,13	1,52	2,34
30	1999-2000	2,16	3,72	5,46	3,89	4,22	5,46	5,46	5,46	3,50	2,15	3,08	2,01	3,88
Promedio		2,43	4,13	5,27	5,28	5,34	5,38	5,29	5,34	4,81	3,32	2,31	1,88	4,23

5. Topografía

5.1.- Generalidades 5.2.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

5.1.- Generalidades

Para efecto de determinar con mayor grado de precisión la información relativa a los desniveles hidráulicos disponibles para generación, se ordenó realizar en terreno los respectivos levantamientos topográficos.

Los levantamientos ejecutados se materializaron mediante los siguientes instrumentos o equipos: GPS geodésico, Estación Total, nivel topográfico automático, medidas a huincha, equipo de georeferenciación GPS Garmin, y uso de la herramienta Google Earth Plus para chequeo en la identificación de trazados.

Se presentan los levantamientos en los planos con los diseños preliminares, consistente en dibujos en AUTOCAD con vistas en planta, perfiles transversales y perfiles longitudinales. Las cotas son homologadas a IGM, pero con traslado mediante GPS geodésico desde un PR a la zona del proyecto. Se realizó un estacado en los tramos representativos que nivelados.

La topografía se indica en las láminas 15-1 del Álbum de planos.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.- Prediseño de Obras

6.- Prediseño de obras
6.1.- Obras civiles
6.2.- Obras electromecánicas
6.3.- Obras de transmisión
6.4.- Listado planos de prediseño conceptual y topografía
6.5.- Cubicaciones y presupuesto

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.1.- Obras civiles.

Las obras civiles propias para generación en una minicentral incluyen: cámara de carga, rejas, vertedero para rechazo de carga, desarenador y/o decantador, tuberías forzada y para purga, casa de máquina con el equipamiento hidro electro generador y puente grúa, obra de descarga de la turbina, obras de devolución de derechos al río y/o canal.

6.1.1.- Desarenadores, vertederos de carga y rejas

6.1.1.1.- Metodología de cálculo del desarenador

Para una altura de escurrimiento se determina el tiempo de s edimentación de u na partícula:

ECUACIÓN Nº6.1.1-1
TIEMPO DE SEDIMENTACIÓN

$$t = \frac{H}{w}$$

Donde:
H: altura de escurrimiento
w: velocidad de sedimentación

Conocida la velocidad de escurrimiento en el desarenador, se puede determinar el largo L del mismo, considerando el tiempo de sedimentación antes calculado.

ECUACIÓN Nº6.1.1-2
LONGITUD DEL DESARENADOR

$$L = t \cdot v = t \cdot \frac{Q}{A}$$

Donde:
t: tiempo de sedimentación
v: velocidad de escurrimiento
A: área de escurrimiento

Se debe considerar una velocidad entre 0,2 - 0,4m/s de modo de asegurar un flujo laminar que permita la sedimentación de los sólidos presentes en el agua.

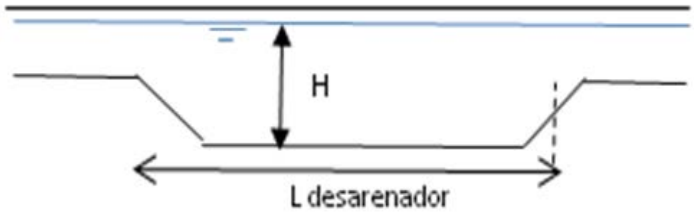
La sección del desarenador corresponde a una sección rectangular, en la que se incluye una cubeta para la decantación de las arenas. El área de esta sección es

ECUACIÓN Nº6.1.1-3
SECCIÓN DEL DESARENADOR

$$A = H \cdot b$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.1.1-1
DESARENADOR



Para este caso se tienen los siguientes antecedentes presentados en el Cuadro Nº6.1.1-2.

CUADRO Nº6.1.1-2
ANTECEDENTES

Q (m^3/s)	H (m)
5,5	1,4

Para la unidad de desarenación, se determina el ancho del desarenador y la profundidad donde decantarán las arenas, de modo de poder reducir la velocidad para la decantación

CUADRO Nº6.1.1-3
DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR

Q (m3/s)	h arena (m)	Ancho b (m)	Sección (m^2)	Velocidad (m/s)
5,5	1,7	7	21,7	0,25

Con la altura total del desarenador, correspondiente a la suma de la altura de escurrimiento en el canal y la profundidad para las arenas, se puede calcular el tiempo de decantación de las partículas.

CUADRO Nº6.1.1-4
CÁLCULO TIEMPO DE DECANTACIÓN DE LAS PARTÍCULAS

W (cm/s)	Htotal (m)	t dec (s)
2,5	3,1	124

Una vez calculado el tiempo de decantación, se obtiene el largo del desarenador, L, que corresponde al largo mínimo para que la totalidad de partículas con una velocidad de decantación w ≥ 2,5cm/s lleguen al fondo del desarenador. En la siguiente tabla se entrega un r esumen de las dimensiones del desarenador; altura total (altura de escurrimiento), ancho y largo.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.1.1-5
RESUMEN DE LAS DIMENSIONES DEL DESARENADOR

Q (m3/s)	ancho b (m)	H total (m)	L (m)
5,5	7	3,1	31,4

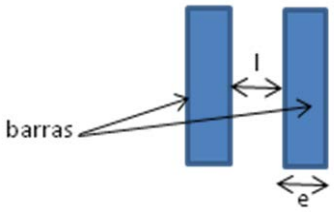
6.1.1.2.- Metodología de cálculo de la reja

Las rejas serán diseñadas con los siguientes parámetros:

Espesor de barras, e (mm)= 6 (pletinas de acero)

Luz de paso entre barras, l (mm) = 30

CUADRO Nº6.1.1-6
REJA



Con el objeto de atenuar las pérdidas de carga en la central, se considerarán bajas velocidades en la entrada a la reja del orden de 0,5m/s.

Conocida la altura de escurrimiento y la velocidad se puede determinar el caudal que pasa entre barras, q, del siguiente modo:

ECUACIÓN Nº6.1.1-4
CAUDAL ENTRE BARRAS

$$q = v \cdot h \cdot l$$

El número de espacios entre rejas necesarios para permitir el paso del caudal total, n, se calcula como:

ECUACIÓN Nº6.1.1-5
ESPACIOS ENTRE REJAS

$$n = \frac{Q}{q}$$

Entonces, el largo total de la reja, L, será:

ECUACIÓN Nº6.1.1-6
LONGITUD TOTAL REJA

$$L = n \cdot l + (n+1) \cdot e$$

Considerando que se necesita una barra más que el número de espacios de la reja.

En el Cuadro Nº6.1.1-7 se presenta un resumen con el dimensionamiento de la reja.

CUADRO Nº6.1.1-7
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO REJA

Q (m3/s)	Altura	Sección (m^2)	q	n	L reja
5,5	1,4	0,042	0,021	262	9,4

6.1.1.3.- Metodología de cálculo del vertedero

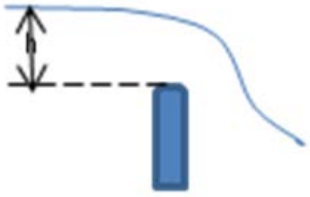
Para determinar la longitud del vertedero, se utilizará la fórmula de vertedero longitudinal.

ECUACIÓN Nº6.1.1-7
FORMULA VERTEDERO LONGITUDINAL

$$Q = m \cdot L \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

m = 0,40

CUADRO Nº6.1.1-8
VERTEDERO



De este modo se calculará la longitud del vertedero, considerando una altura que permita el adecuado vertimiento de las aguas en el caso de que la central rechace todo el caudal, y dejando una revancha entre la cota máxima sobre el vertedero y la cota del muro.

Los vertederos fueron diseñados como vertederos de carga frontal, calculados para la condición más desfavorable, que corresponde al rechazo de la carga por parte de la central, cuando el flujo en la cámara de carga se detiene y todo el flujo debe verter hacia la purga.

En el Cuadro Nº6.1.1-9 se presenta un resumen del dimensionamiento del vertedero de carga.

CUADRO Nº6.1.1-9
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO VERTEDERO DE CARGA

Q (m3/s)	H (m)	L (m)
5,5	0,25	24,8

6.1.2.- Cámara de carga

La cámara de carga remata el acueducto de aducción, y sirve de transición entre éste y las tuberías forzadas en presión. Está cámara consiste básicamente en un estanque que, en su sección de unión con las citadas tuberías, posee la profundidad necesaria para evitar que puedan formarse vórtices a través de los cuales entre aire hacia el interior de las tuberías, lo cual debe evitarse, ya que introduce una irregularidad en la rotación de la turbina. La cámara de carga incluye normalmente un sistema de compuertas de servicio y de emergencias que permiten cerrar el paso del agua. Estas compuertas se colocan en la entrada de la tubería forzada para poder realizar una inspección o trabajo de ésta.

La cámara de carga se prediseña de hormigón armado. Esta obra permite imponer una cota piezométrica muy estable frente a oscilaciones del caudal, como resultado de maniobras en la central.

La evacuación de las aguas que fluyen por la aducción cuando por alguna razón se detienen las unidades generadoras, es a través del vertedero ubicado próximo a l a cámara de carga para evacuar el caudal de exceso.

Se consultan en general cámaras de c arga ubicadas en el canal de riego, o inmediatamente al costado de éste. En este caso la cámara puede ser a la vez desarenador.

Para efecto del prediseño se consultan velocidades relativamente bajas en esta obra cercana a 1 m/s, para estabilizar al máximo el flujo, antes de entrar a la tubería forzada. Se aplican además consideraciones y recomendaciones típicas de sumergencia mínima.

Para el dimensionamiento de las cámaras de carga, se considerará el ancho igual al de la reja. La altura mínima de agua en su interior debe ser tal que evite la entrada de aire a las tuberías forzadas debido a la sumergencia. Esta altura se calcula con la siguiente fórmula:

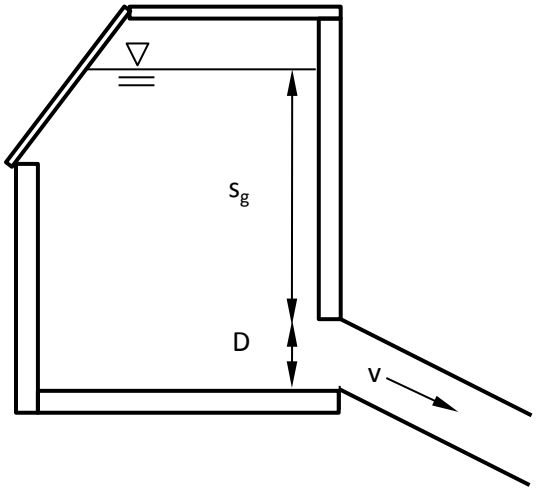
ECUACIÓN Nº6.1.2-1
FÓRMULA DE GORDON

$$s_g = 0{,}554 \cdot v \cdot \sqrt{D}$$

Donde:
Sg: sumergencia (m)
v: velocidad de escurrimiento en la tubería forzada (m)
D: diámetro de la tubería (m)

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº 6.1.2-1
CÁMARA DE CARGA



Entonces, la altura mínima del agua al interior de la cámara de carga deberá ser:

$$h_{min} = s_g + D$$

CUADRO Nº6.1.2-2
RESUMEN DIMENSIONAMIENTO CÁMARA DE CARGA

Q (m^3/s)	D (mm)	Dint (mm)	V (m/s)	Sg (m)	Altura agua min (m)
5,5	1800	1712	2,4	1,7	3,5

6.1.3.- Machones de anclaje

6.1.3.1.- Dimensionamiento de machones de anclaje

En el cálculo de los machones de anclaje, debe tenerse en cuenta que el machón debe ser emplazado en:

Cambios de dirección:
- Machón en puntos altos.
- Machón en puntos bajos.
- Machón en curvas horizontales.

Puntos de origen de extracciones:
- Cambios de sección.
- Puntos de apoyo.

Los machones se dimensionan de tal manera que las diferencias de presión no equilibradas sean equilibradas con el peso propio del machón, el roce de éste contra el terreno y el empuje pasivo del suelo en la cara de contacto del machón.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

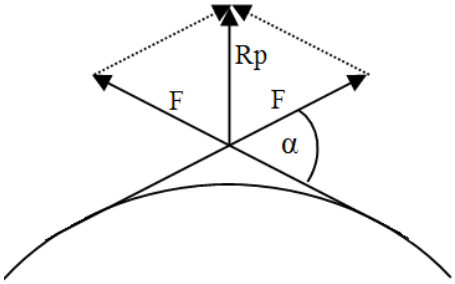
En todos los tipos de machones se analizará el caso cuando el suelo en contacto con la cara inferior del machón está resistiendo las fuerzas producidas por el peso del machón, el agua contenida en el tubo, el suelo sobre el machón y el peso de la tubería inserta en el machón, según corresponda.

Se considerará un factor de seguridad (FS), que será la razón entre las fuerzas resistentes y las solicitantes.

Además, para efectos de dimensionar el machón y de simplificar el cálculo se considerará uno de forma cúbica (de arista “a") y que en su interior corre una tubería la cual debe descontar su volumen y peso.

Cálculo de los distintos tipos de machones.

Machones para cambio de dirección (vertical u horizontal).



$$F_p = P \cdot A_{tub}$$

Donde:

F_P = fuerza debido a la presión.
P = presión en el punto.
A_{tub} = sección tubería

Además se debe incluir la componente de la velocidad, la cual genera una fuerza centrípeta:

$$F_v = A_{tub} \cdot \frac{2 \cdot v^2}{2 \cdot g} \cdot \gamma_{agua}$$

$$\gamma_{agua} = 1 \frac{ton}{m^3}$$

$$F_v = A_{tub} \cdot \frac{v^2}{g}$$

Donde:
v = es la velocidad del flujo.
g = la aceleración de gravedad.

Entonces la fuerza debido al flujo será:

$$F_{flujo} = F_p + F_v$$

$$F_{flujo} = p \cdot A_{tub} + A_{tub} \cdot \frac{v^2}{g}$$

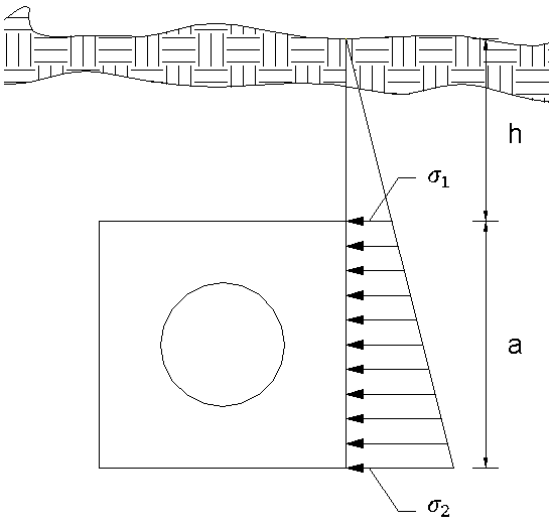
$$F_{flujo} = A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g} \right)$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Para el caso de la figura anterior tenemos:

$$F_{flujo\,total} = R_p = 2 \cdot F_{flujo} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 2 \cdot A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Otro caso de análisis es cuando tenemos el suelo en contacto con la cara lateral del machón y éste está resistiendo la fuerza generada por el flujo, en éste caso tenemos:



$$\sigma_1 = k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot h$$
$$\sigma_2 = k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (h + a)$$

Entonces el empuje pasivo generado por el suelo es:

$$E = \left[\frac{(\sigma_1 + \sigma_2) \cdot a}{2}\right] \cdot a$$
$$E = \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2}{2}$$

Machón en puntos altos.

La fuerza debido al flujo es resistida por el peso propio del machón en un eje y en el otro por la fuerza de roce que genera el machón más la otra componente de la fuerza del flujo. En este caso no se considera el empuje del suelo generado en la cara lateral del machón.

Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{x1} \leq \frac{F_{flujo} \cdot \cos(\alpha) + F_{roce}}{F_{flujo}}$$

$$\Rightarrow \quad FS_{x1} \leq \frac{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \cos(\alpha) + \left((a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon}\right) \cdot tg\left(\frac{2}{3} \cdot \emptyset\right)}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right)}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Peso\ machón}{F_{flujo} \cdot \sin(\alpha)} \quad \Rightarrow \quad FS_{y1} \leq \frac{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon}}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin(\alpha)}$$

$$FS_{y2} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow \; FS_{y2} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Machón en puntos bajos.

A la fuerza debido al flujo se le suma el peso propio del machón, el peso del agua contenida en la tubería, el suelo sobre el machón y el peso de la tubería inserta en el machón. En este caso el suelo es el que resiste las cargas solicitantes. La fuerza de roce no es considerada en este caso.

Es decir:

$$FS = \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{x1} \leq \frac{F_{flujo} \cdot \cos(\alpha) + E_{suelo}}{F_{flujo}}$$

$$\Rightarrow \; FS_{x1} \leq \frac{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \cos(\alpha) + k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right)}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{F_{flujo} \cdot \sin(\alpha) + Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow \; FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin(\alpha) + (a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Machón en curvas horizontales.

La fuerza debido al flujo es resistida por el suelo en contacto con la cara lateral del machón.

Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

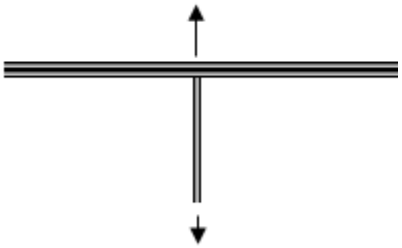
$$FS_{x1} \leq \frac{E_{suelo}}{F_{flujo\ total}} \quad \Rightarrow \quad FS_{x1} \leq \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{2 \cdot A_{tub} \cdot \left(p + \frac{v^2}{g}\right) \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow \; FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_{suelo}} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Puntos de origen de extracciones.

La fuerza que desequilibra en este caso corresponde a la presión en el punto de extracción por el área de la tubería que extrae la cual es resistida por el suelo en contacto con la cara lateral del machón.



Tubería de extracción

Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

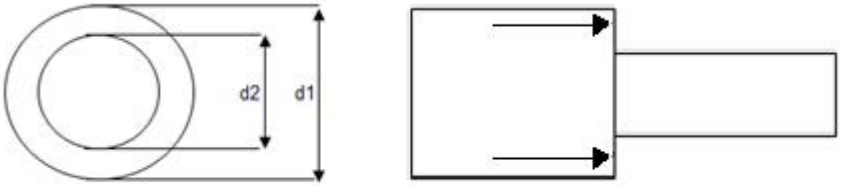
$$FS_{x1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{F} \Rightarrow FS_{x1} \leq \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{p \cdot A_{tub_extracción}}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Cambios de sección.

La fuerza que desequilibra en este caso corresponde a la presión en la diferencias de aéreas de las tuberías la cual es resistida por el suelo en contacto con la cara lateral del machón.



Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{x1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{F} \Rightarrow FS_{x1} \leq \frac{k_p \cdot \gamma_{suelo} \cdot (2 \cdot h + a) \cdot a^2 \cdot 0.5}{p \cdot (A_{tub_1} - A_{tub_2})}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería}$$

$$\Rightarrow FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_lineal_tub \cdot a}$$

Puntos de apoyo.

La capacidad del suelo debe ser mayor que las fuerzas que solicitan. Es decir:

$$FS \leq \frac{F.Resistentes}{F.Solicitantes}$$

$$FS_{y1} \leq \frac{Q_{adm_suelo}}{Peso\ machón + Peso\ agua + Peso\ suelo + Peso\ tubería + Empuje\ \Delta presión}$$

$$\Rightarrow \quad FS_{y1} \leq \frac{\sigma_{adm_suelo} \cdot a^2}{(a^3 - A_{tub} \cdot a) \cdot \gamma_{hgon} + A_{tub} \cdot a + a^2 \cdot h \cdot \gamma_{suelo} + p_{lineal_{tub}} \cdot a + A_{tub} \cdot \Delta p \cdot \sin(\alpha)}$$

Donde Δp corresponde al diferencial de presiones hidrostáticas entre puntos de apoyo

6.1.3.2.- Consideraciones de diseño

Se determinaron para cada central analizada los tipos de machones con los que cuenta, distinguiendo entre machones de apoyo, machón de punto alto, machón de punto bajo y machón en curva horizontal.

Se consideró un tamaño mínimo para cada machón de arista “a” como el diámetro de la tubería más 20cm, de modo que centrada la tubería en el machón, sobresalgan 10cm.
Para efectos de cálculo, se despreció el valor del peso de la tubería en el interior del machón.

Se utilizaron los siguientes valores como constantes, tanto del suelo como de las características de los materiales utilizados para la confección de los machones:

CUADRO Nº6.1.3-1
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y CONSTRUCTIVOS DE MACHONES DE ANCLAJE

kp suelo	1,8
γ suelo (ton/s)	2,2
Ø (º)	30
γ hgon (ton/s)	2,5
g (m/s2)	9,81
σ adm (kg/cm2)	3
golpe ariete (% est)	50

En los Cuadros Nº6.1.3-2 y 6.1.3-3 siguientes se presentan los antecedentes de l as tuberías forzada y de purga, respectivamente.

CUADRO Nº6.1.3-2
CAUDAL, CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS FORZADAS
Y VELOCIDADES DE ESCURRIMIENTO

Q(m3/s)	Tuberías Forzadas				
	Cantidad tuberías	D(mm)	D int(mm)	A(m2)	v(m/s)
5,5	1	1800	1712	2,30	2,39

CUADRO Nº6.1.3-3
CAUDAL, CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS DE PURGA
Y VELOCIDADES DE ESCURRIMIENTO

Q(m3/s)	Tuberías de Purga			
	D(mm)	D int(mm)	A(m2)	v(m/s)
5,5	1500	1500	1,77	3,11

En los Cuadros Nº6.1.3-4 a 6.1.3-11 se presentan los resultados del dimensionamiento de los machones

CUADRO Nº6.1.3-4
DIMENSIONAMIENTO DE MACHONES
DE APOYO DE TUBERÍAS FORZADAS

Arista machón (m)	Ángulo (º)	Peso suelo Sobre machón (ton)	Empuje (ton)	Fuerzas solicitantes (ton)	Carga admisible (ton)	Fuerzas resistentes (ton)	FS
2	2,28	0	0,49	72,29	120	120,00	1,7

CUADRO Nº6.1.3-5
DIMENSIONAMIENTO DE MACHONES
DE APOYO DE TUBERÍAS DE PURGA

Arista machón (m)	Ángulo (º)	Peso suelo sobre machón (ton)	Empuje (ton)	Fuerzas solicitantes (ton)	Carga admisible (ton)	Fuerzas resistentes (ton)	FS
1,7	2,28	20,66	0,38	28,82	86,7	86,70	3,0

6.1.3.3.- Memoria de cálculo cubicación de machones de anclaje

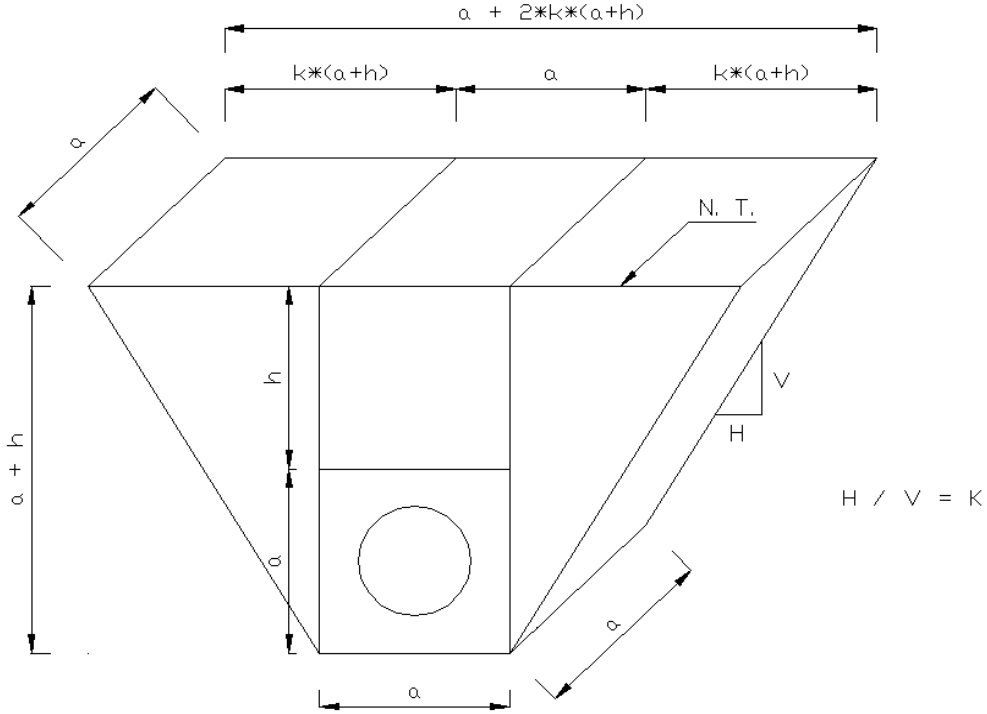
Los ítems a considerar en la cubicación de un machón de anclaje deben ser:

- Excavación.
- Hormigón Armado H-25.
- Moldaje.
- Relleno Común (compactación simple).

Al igual que la memoria de cálculo de los machones de anclaje, esta memoria se basara en machón cúbico de arista “a”.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.1.3-12
MACHON DE ARISTA "a"



Donde:
a = arista del machón.
h = altura desde el nivel de terreno al machón.
K = relación H / V.

- Excavación.

El volumen a escavar es el área frontal de la figura por la profundidad, es decir:

$$Volumen_{excavación} = \left(a + a + 2 * k * (a + h)\right) \cdot \frac{(a+h)}{2} \cdot a$$

$$Volumen_{excavación} = \left(a + k * (a + h)\right) * (a + h) \cdot a$$

- Hormigón Armado H-25.

El volumen de hormigón es el volumen del cubo menos el volumen de la tubería en su interior, es decir:

$$Volumen_{hormigón} = a^3 - a \cdot A_{tub}$$

- Moldaje

La cantidad de moldaje corresponde al área de 4 caras del machón, es decir:

$$Área_{moldaje} = a^2 \cdot 4$$

- Relleno Común (compactación simple).

El volumen de relleno corresponde a la resta entre el volumen excavado y el volumen del machón, es decir:

$$Volumen_{relleno} = Volumen_{excavación} - Volumen_{machón}$$
$$Volumen_{relleno} = \left(a + k * (a + h)\right) * (a + h) \cdot a - a^3$$

6.1.4.- Determinación de diámetros de tubería. Pérdidas de carga friccionales y singulares. Criterios de velocidades de flujo en tubería forzada y tubería de purga.

Para el cálculo de los diámetros de las tuberías se utiliza dos criterios según su función.

El primer criterio para determinación del diámetro en la tubería forzada, consiste en limitar la velocidad de escurrimiento al rango comprendido entre 2 y 2,5 m/s, de manera de tener las menores pérdidas de carga posible, tanto friccionales, como singulares.

El segundo criterio es para la determinación de la tubería de purga y/o descarga, en que se limita la velocidad a alrededor de 5 m/s, que es el máximo permitido en este tipo de material. Además, en el caso de la tubería de purga no es aplicable el criterio de minimizar las pérdidas de carga.

Según Hazen Williams, las pérdidas de de carga friccionales en una tubería están dadas por la Ecuación Nº6.1.4-1

ECUACIÓN Nº6.1.4-1
ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS

$$J = 10{,}655 \frac{Q^{1{,}852}}{C^{1{,}852} \cdot D^{4{,}869}}$$

Donde:
J: perdidas de carga friccionales (m/m)
Q: caudal porteado por la tubería (m^3/s)
C: coeficiente de Hazen Williams característico del material de la tubería
D: diámetro interior (m)

El diámetro queda determinado por la Ecuación Nº6.1.4-2

ECUACIÓN Nº6.1.4-2
DIÁMETRO DE LA TUBERÍA

$$D = \left(10{,}655 \frac{L \cdot Q^{1{,}852}}{(Dh - 10) \cdot C^{1{,}852}} \right)^{1/4{,}869}$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el Cuadro Nº6.1.4-1 se presentan los coeficientes de Hazen Williams más comunes para distintos materiales.

CUADRO Nº6.1.4-1
COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES

Material	C		Material	C	
Asbesto cemento	140		Hierro galvanizado	120	
Latón	130	140	Vidrio	140	
Ladrillo de saneamiento	100		Plomo	130	140
Hierro fundido, nuevo	130		Plástico (PE, PVC)	140	150
Hierro fundido, 10 años de edad	107	113	Tubería lisa nueva	140	
Hierro fundido, 20 años de edad	89	100	Acero nuevo	140	150
Hierro fundido, 30 años de edad	75	90	Acero	130	
Hierro fundido, 40 años de edad	64	83	Acero rolado	110	
Concreto	120	140	Lata	130	
Cobre	130	140	Madera	120	
Hierro dúctil	120		Hormigón	120	140

- Tubería Forzada

En el Cuadro Nº6.1.4-2 se presentan los antecedentes de topografía de la caída para generación

CUADRO Nº6.1.4-2
ANTECEDENTES TOPOGRAFÍA CAIDA

Kilometraje		Longitud Total	Cota		Dh Total	Qo
Inicio	Término		Inicio	Término		
(Km)	(Km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m^3/s)
0,00	0,14	144,34	229,15	221,25	7,90	5,40

El resumen de los cálculos se muestran en el Cuadro Nº6.1.4-3.

CUADRO Nº6.1.4-3
RESUMEN DE CÁLCULOS TUBERÍA FORZADA

Caudal	Coef. rugosidad de Hazen-Williams	Diámetro interior	Longitud tubería	Velocidad	Pérdida friccional unitaria	Pérdida friccional total	Pérdida singular	Pérdidas totales
Q	C	Di	L	v	J	JL	3*v^2/2g	
(m^3/s)		(m)	(m)	(m/s)	(m/m)	(m)	(m)	(m)
5,40	150	1,85	144	2,0	0,00112	0,161	0,61	0,77

Diámetro Nominal (exterior)	**1.800**	**mm**	
Diámetro interior	**1.712**	**mm**	
espesor =	44	mm	**TUBERÍA HDPE PECC 100 PN4**

2,3	0,00165	0,238	0,84	1,08

- Tubería de Purga

El resumen de los cálculos para la tubería de purga se muestran en el Cuadro Nº6.1.4-4.

CUADRO Nº6.1.4-4
RESUMEN DE CÁLCULOS TUBERÍA DE PURGA

Longitud Tubería	Cota		Dh	Caudal Entrada (Qo)	Pérdida de Carga	Diám.	Vel.
	Inicio	Término			JL	D	v
(m)	(m)	(m)	(m)	(m^3/s)	(m)	(m)	(m/s)
90	229,15	221,25	7,90	5,40	5,40	0,82	10,28

Los datos obtenidos se recalculan para valores comerciales de tuberías

CUADRO Nº6.1.4-5
RESUMEN DE CÁLCULOS TUBERÍA DE PURGA PARA VALORES COMERCIALES

Longitud Tubería	Cota		Dh	Caudal Entrada (Qo)	Pérdida de Carga	Diámetro Nominal (Exterior)	Espesor	Diám. Com. Int.	Vel.
	Inicio	Término			JL	Dnom		D	v
(m)	(m)	(m)	(m)	(m^3/s)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)
90	229,15	221,25	7,90	5,40	0,50	1.400	34,15	1332	3,88

Nota: Diám. Com. Int. = Diam. Com. Exterior - 2*espesor tubería

6.2.- Obras electromecánicas

Las obras electromecánicas se ubican en la casa de máquina, y corresponden a los equipos propios de generación entre las más importantes se consideran la turbina y el generador.

En este caso se consulta una turbina Francis de origen chino, con una potencia nominal de 0,4 Mw en relación a los parámetros de altura de caída y caudal indicados. Asociada a esta turbina, se considera un generador tipo sincrónico. Además se incluyen sistemas de regulación, tableros de control y protección del generador.

En cuanto a equipos mecánicos, se utilizan válvulas tipo mariposa con actuador hidráulico entre la tubería forzada y la turbina.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.3.- Obras de transmisión

En los subcapítulos siguientes se utilizan las abreviaturas que a continuación se señalan.

CDEC: Centro de Despacho Económico de Carga.
SIC: Sistema Interconectado Central.
SSTx: Sistema de Subtransmisión Eléctrica
SDx: Sistema de Distribución Eléctrica
MT: Media Tensión.
BT: Baja Tensión.
LMT: Línea de Media Tensión
LAT: Línea de Alta Tensión
CNR: Comisión Nacional de Riego.
S/E: Subestación.
13,2 KV, 13,8 KV, 15 KV, 23 KV, 66 KV: Niveles de tensión expresados en Kilo Volts.
CGED: Compañía General de Electricidad Distribución.
CGET: Compañía General de Electricidad Transmisión.
SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
COOPELAN: Cooperativa Rural Eléctrica Los Ángeles.
SAESA: Sociedad Austral de Electricidad S.A.
FRONTEL: Empresa Eléctrica de la Frontera
EMETAL: EMELECTRIC Talca

Las obras de transmisión que incluyen: subestación elevadora de tensión (transformador de poder tipo elevador, interruptores, transformadores de potencial y de corriente, medidor de energía, protección multifuncional, sala de control, líneas de media tensión (LMT) de interconexión (incluye postes y estructuras), paño de interconexión (reconectador, equipo de medida, transformador de servicios auxiliares (SS/AA))

6.3.1.- Conexión a la Red.

6.3.1.1.-Restricciones físicas y de interconexión eléctrica

Uno de los aspectos de r elevancia en la evaluación de un pr oyecto de generación eléctrica lo constituye el análisis de los potenciales puntos de conexión al sistema eléctrico existente, para ser utilizados como medio de evacuación de la energía eléctrica generada, de manera de asegurar este aspecto específico sobre la viabilidad y desarrollo del proyecto.

En efecto, existe la normativa que permite el libre acceso de los actores que deseen ingresar al mercado eléctrico chileno, a los sistemas eléctricos. Estos sistemas eléctricos son los denominados: Sistemas de Distribución, Sistemas de Subtransmisión y la Transmisión Troncal.

Para este fin se realizó un levantamiento específico de información en terreno destinado a detectar la factibilidad de inyectar la energía generada al sistema eléctrico y sobre las posibles limitaciones físicas.

Para este efecto se ingresaron las solicitudes de conexión en la respectiva empresa eléctrica, que se acompañan en el punto 6.3.1.3.

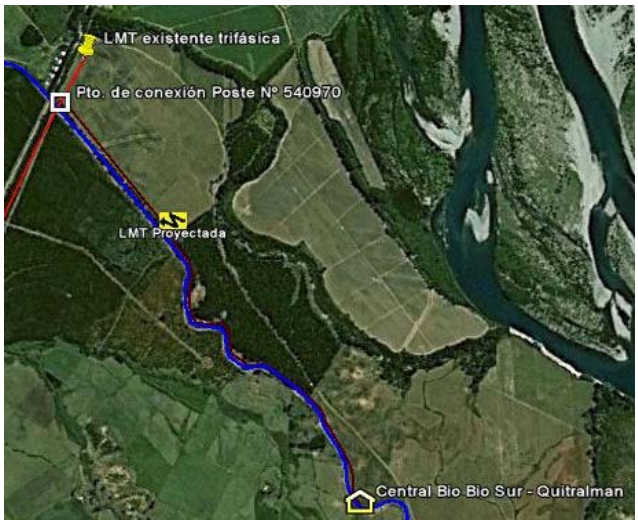
En los subcapítulos siguientes se indican referencialmente las características generales de los equipos primarios involucrados y de las líneas que se prediseñarán para la

inyección de energía, esquematizando el proceso desde el punto de la generación en la central hidroeléctrica, hasta el punto de conexión elegido.

6.3.1.2.- Ubicación y caracterización de líneas más cercanas

El proyecto está ubicado en la comuna de Mulchén, siendo el punto que presenta la mayor factibilidad de conexión eléctrica perteneciente a la empresa de distribución FRONTEL, cuya LMT es trifásica. El número de placa que identifica el potencial punto de conexión es el Nº550970. En las figuras siguientes se presenta el croquis general identificando los puntos de interés y trazado de LMT de interconexión de central generadora al SD

CUADRO Nº 6.3.1-1
PLANTA DE UBICACIÓN



CUADRO Nº6.3.1-2
PUNTO DE CONEXIÓN

- Subestación elevadora.

De acuerdo a la potencia de la central, el transformador a utilizar es de 0,75 MVA potencia del tipo elevador, 6,3/23 kV conexión ΔYn1. A continuación se presentan los equipos primarios que componen la S/E elevadora.

- Transformador de poder de 0,75 MVA, 6,3/23 kV, Conexión ΔYn1
- Interruptor trifásico lado MT
- Desconectadores tripolares lado MT/BT
- Transformador de potencial trifásico barra MT
- Transformador de corriente trifásico
- Transformador de SS/AA de 30 kVA
- Desconectadores fusibles transformador de SS/AA
- Postes de concreto, aisladores y estructuras
- Equipos de medida y protecciones eléctricas
- Sala de control y comando
- Pararrayos
- Barra MT
- Barra BT

- Línea de interconexión.

Interconecta desde la barra de MT de central a estructura ubicada en poste Nº550970 de red MT de FRONTEL. Sera trifásica del tipo aérea en conductor de aluminio de 33 mm^2 con una extensión aproximada de 2,2 km. La aislación y estructuras irán montadas en sus respectivas estructuras en postes de hormigón de 11,5 metros. La línea de MT se proyecta por borde oriente de canal de riego y en su tramo final por terreno particular del Fundo Quitralmán. De acuerdo a los antecedentes recopilados en la visita a terreno no se observa restricción técnica para realizar la interconexión de la central al SD.

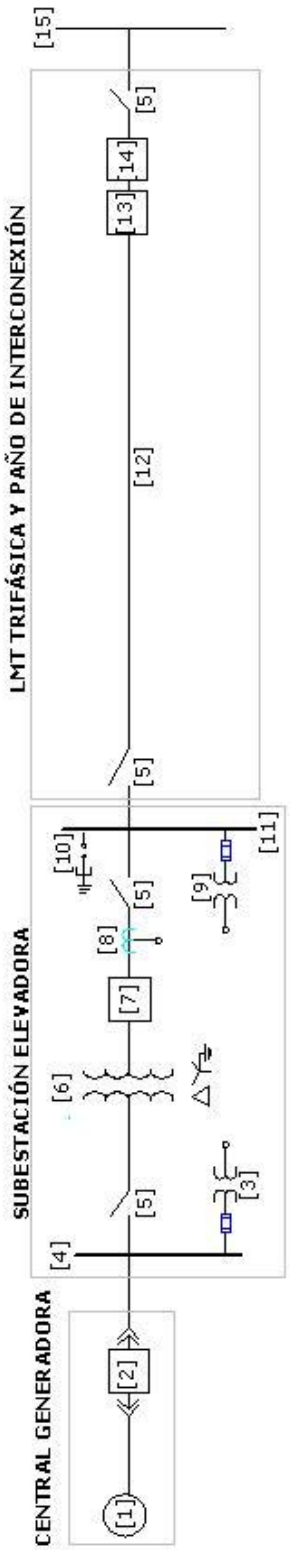
- Paño de interconexión al sistema eléctrico.

Corresponden a l os equipos que interconectaran la LMT particular al SD y está compuesto por los siguientes equipos primarios:

1.- Reconectador con caja de control y protecciones
2.- Equipo compacto de medida y medidor de energía
3.- Desconectadores fusibles
4.- Transformador de servicios auxiliares
5.- Desconectadores cuchillas.
6.- Postes de concreto de 11,5 metros, aisladores y estructuras

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº6.3.1-3
ESQUEMA GENERAL S/E ELEVADORA, LMT DE INTERCONEXIÓN Y PAÑO DE CONEXIÓN AL SD



[1] Generador Eléctrico
[2] Interruptor trifásico generador con sincronizador
[3] Transformador de servicios auxiliares
[4] Barra de Baja Tensión
[5] Desconectadores trifásicos tipo cuchillos
[6] Transformador de poder trifásico 0,75 MVA 6,3/23 kV tipo elevador
[7] Interruptor trifásico Media Tensión
[8] Transformador de corriente trifásico
[9] Transformador de potencial trifásico
[10] Pararrayos
[11] Barra de Media Tensión
[12] Linea de interconexión entre central generadora y sistema de distribución
[13] Equipo compacto de medida y medidor de energía eléctrica
[14] Interruptor de acoplamiento al SD (exigencia norma técnica PMGD)
[15] Sistema de distribución

Nota: La Central Generadora ha sido dibujada solo para identificar el punto de conexión con la Subestación elevadora. El nivel de tensión del lado secundario del transformador de poder y LMT serán confirmados una vez recepcionada la información de las empresas eléctricas, mismo caso para la definición de las capacidades de los demás equipos (amperes)

6.3.1.3.- Factibilidad preliminar de interconexión eléctrica y prediseño

INGESAGRO
INGENIEROS LTDA.

Los Ángeles, 19 de agosto 2010.

Señor
Héctor Bustos Cerda
Gerente General
Luz Parral S.A.
Aníbal Pinto 1101, Parral
Casilla 96, Parral
Región del Maule, Chile

REF.: Solicitud de Información para conexión de PMGD, Embalse Bullileo a SD.

De nuestra consideración:
Informamos a usted, como empresa Sociedad **Ingesagro Ingenieros Ltda.**, la intención de interconectar a vuestras redes de distribución (SD) el proyecto de generación calificado como Medio de Generación No Convencional (MGNC), el cual contempla una unidad de generación de 5,2 MW.

De acuerdo a la potencia instalada y al medio de evacuación de la energía generada (Línea de Media Tensión) la central proyectada califica como Pequeño Medio de Generación Distribuido (PMGD), calificación que se describe en el DS 244 el cual tiene relación con los MGNC.

Dado lo anterior y dando cumplimiento a lo estipulado en el DS 244 y en "Norma técnica de conexión y operación de PMGD en instalaciones de Media Tensión" es que adjuntamos a usted Solicitud de Información según Formulario Nº 1, en donde solicitamos el envío de la información detallada, la cual será utilizada para realizar los estudios respectivos que permitirán la futura conexión y operación de la central

Se despide atentamente de usted.

Sara Fuentes Morales
Ingesagro Ingenieros Ltda.
energia@ingesagro.cl
www.ingesagro.cl
Casilla 707 Los Ángeles
7 – 9580327

LUZ PARRAL S.A.
20 AGO. 2010
RECIBIDO - PARRAL

CC: Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC)

FORMULARIO 1: SOLICITUD DE INFORMACIÓN

IDENTIFICACIÓN DEL INTERESADO

Nombre	Ingesagro Ingenieros Ltda	Teléfono	79580327
Dirección	Casilla 707 Los Ángeles	Fax	
Ciudad	Los Ángeles	mail	energia@ingesagro.cl

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto	Embalse Bullileo
Dirección	Sector Bullileo
Comuna	Parral
Ciudad	Parral

Datos de Conexión	Potencia Activa a Inyectar			5,2	MW
	Predicción de Energía Anual			26.957	MWh
Energético Primario	Eolico	☐	Biomasa	☐	Desechos ☐
	Hidro	☑	Gas	☐	Otros ☐
	Fotovoltaica	☐	Diesel/Fuel oil	☐	

Empresa Distribuidora o la Empresa con Instalaciones de Distribución, en su caso: **Luz Parral**

Punto de Conexión Deseado:

Placa Poste Nº 92

Alimentador seleccionado: Por confirmar Nivel de Tensión 13200 V

INFORMACION A SOLICITAR

- ☑ Secciones y tipos de conductor existentes en cada segmento del trazado de la red
- ☑ Demanda de diseño del alimentador en la cabecera, y la última lectura de demanda máxima anual verificada o estimada
- ☑ Capacidad de cortocircuito de la Subestación que abastece al alimentador
- ☑ Plano referenciado geograficamente del alimentador seleccionado
- ☑ Descripción de equipos de protección y maniobra ubicados en el alimentador seleccionado
- ☑ Descripción de los equipos de compensación de reactivos
- ☑ Información de proyectos futuros en el alimentador
- ☑ Descripción de otras unidades de generación operando en el alimentador
- ☑ Otra información que se considere necesaria

Especificar:

- Ubicación equipos protección y compensación de reactivos (condensadores. Reguladores de voltage etc)
- Bloques de demanda mínima, media y máxima.
- Ratificar nivel de tensión de punto de conexión.
- Incluir nombre de Alimentador

Lugar, Fecha	Firma:	Recibido:
Los Ángeles, 19 de Agosto de 2010		

LUZ PARRAL S.A. 20 AGO. 2010 RECIBIDO - PARRAL

OSORNO, 5 octubre 2010.

Señora
Sara Fuentes Morales
Ingesagro Ingenieros Ltda.
Casilla 707, Los Ángeles

REF.: ENVÍO FORMULARIO Nº2 PMGD CENTRAL DE PASADA

De nuestra consideración

En relación a la solicitud de información para el desarrollo de los proyectos Rihue, Puertas Blancas y Quitralmán, realizada el 13 de agosto de 2010, de acuerdo al artículo 15 del Decreto Supremo 244/2005, "Reglamento para Medios de Generación no Convencionales y Pequeños Medios de Generación", informamos que dicha solicitud fue respondida el día 3 de septiembre de 2010 a través del Formulario Nº2, mediante correo electrónico dirigido a Sara Fuentes al mail energia@ingesagro.cl con todos los antecedentes requeridos para cada proyecto en los plazos correspondientes según lo estipulado en el artículo 17 Decreto antes señalado.

Saludan atentamente a Ud.,

EMPRESA ELECTRICA DE LA FORNTERA S.A.

Héctor Avilés Cornejo
Jefe Área Estudios Comerciales

Adj.: Formulario Nº2 PMGD Rihue
Formulario N°2 PMGD Puertas Blancas
Formulario N°2 PMGD Quitralman

A continuación se presenta el prediseño y valorización de las componentes del proyecto eléctrico correspondientes a la S/E Elevadora, Línea Eléctrica de Interconexión al sistema, Paño de interconexión, ya sea en SD o SSTx y obras adicionales.

Resumen técnico proyecto y SD

Nombre Proyecto	CH Quitralman
Potencia a Inyectar (MW)	0,3
Energía Anual (MWh)	1.577
Ubicación	Quitralman, Mulchén
Empresa Propietaria SD	FRONTEL
Punto de conexión a SD	Poste Nº 540970

Información Técnica SD empresa FRONTEL

			LMT Pto. Conexión		Cortocircuito* MVA	Demanda Min/Med/Max MVA
S/E Primaria	Alimentador	Tensión kV	1F, 2F, 3F	Conductor		
Negrete	Mulchén	23	3F	Cu 3x13,3 mm^2	14,5	2,7/4.0/5.4

*Punto de repercusión

Diagrama Unilineal SD hasta punto de conexión

Tipos de conductores por tramo

Tramo 1: 35,2 kilómetros conductor de cobre de 33,6 mm2
Tramo 2: 2,70 kilómetros conductor de cobre de 42,3 mm2
Tramo 3: 7,60 kilómetros conductor de cobre de 13,3 mm2

Equipos Primarios Conexión PMGD

Item	Descripción	Cantidad
1	**S/E Elevadora**	
1.1	Transformador de poder de 0,5 MVA 6,3/23 kV, tipo elevador conexión ΔYn1	1
1.2	Interruptor trifásico, 23 kV Inominal/capacidad de ruptura 30/12500 amperes	1
1.3	Transformador de potencial trifásico 23/0,12 kV	1
1.4	Transformador de corriente trifásico 30/5 amperes	1
1.5	Transformador de servicio auxiliares 23/0,4 kV con desconectadores fusibles, 30 kVA	1
1.6	Medidor de energía clase 0,2	1
1.7	Protección multifuncional	1
1.8	Sala de control y comando tipo container	1
1.9	Obras civiles	1

Equipos Primarios Conexión PMGD (cont.)

Item	Descripción	Cantidad
2	**LMT de Interconexión**	
2.1	Línea aérea trifásica en conductor de Al de 33 mm^2, incluye postes y estructuras	2,2 kms
3	**Paño de Interconexión**	
3.1	Reconectador Nova con control F6, 23 kV, Inominal/capacidad de ruptura 30/12500 ampres	1
3.2	Equipo compacto de medida TTPP 23/0.4 kV, TT/CC 30/5	1
3.3	Transformador de SS/AA reconectador 5 kVA bifásico 23/0,4 kV	1

Obras adicionales SD

Valor cortocircuito punto de repercusión (kVA)	16.570
Potencia aparente Central (kVA)	300
Factor K Factibilidad Obras adicionales	**55,23**

Dado que el factor K es mayor a 20 no se requiere realizar obras adicionales de refuerzo de conductor en el SD.

Valorización Obras
(Valores referenciales) 1 USD = $ 491.78 (29.10.10)

Descripción	Unidad [M$]
S/E Elevadora	90.418
LMT interconexión	26.400
Servidumbre de paso LMT	21.120
Paño Interconexión	59.000
Gestión y permisos	5.000
Estudios Sistémicos	25.000
Imprevistos (5%)	11.347
Total	**238.285**

Total USD =	**484.536**

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.4.- Planos de prediseño conceptual y topografía

Lámina	Contenido
15-1	-Planta de ubicación canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km. 13.805 a km.14.500 – topografía -Perfil longitudinal canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km.13.805 a km.14.500 – topografía -Perfiles transversales canal Bio-Bio Sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km. 13.885 a km.14.500 – topografía
15-2	-Planta de ubicación canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km. 13.865 a km.14.500 situación proyectada -Perfil longitudinal canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km. 13.865 a km.14.500 situación proyectada
15-3	-Perfil longitudinal tubería forzada -Perfil longitudinal tubería de purga -Perfiles transversales canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quiltraman Km. 14.060 a Km. 14.140 situación proyectada
15-4	-Planta obra de captación -Planta cámara aquietadora para purga -Planta disposición de turbina en casa de maquinas

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

6.5.- Cubicaciones y presupuesto

CUADRO Nº6.5-1
PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN DE PREDISEÑOS

CÁMARA DE CARGA				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
REJA	kg	1.246	2.207	2.750.509
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS Y LOSAS)	m3	25	135.022	3.341.243
EXCAVACIÓN	m3	167	2.131	355.996
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3		5.800	0
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	33	2.320	77.674
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	174	1.081	187.692
SERVIDUMBRE	m2		650	0
			TOTAL ($)	**6.713.113**

TUBERÍA FORZADA				
ÍTEM	**UNI.**	**CANT.**	**P.U.**	**SUB. TOTAL**
			$/UNI	**$**
TUBERÍA FORZADA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1800mm, e = 43mm)	ml	144	474.388	68.311.905
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MACHONES)	m3	7	135.022	945.151
EXCAVACIÓN	m3	1.038	2.131	2.212.084
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	509	5.800	2.950.975
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	259	2.320	601.871
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	1.012	1.081	1.094.062
			TOTAL ($)	**76.116.047**

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

DESARENADOR				
ÍTEM	UNI.	CANT.	P.U.	SUB. TOTAL
			$/UNI	$
COMPUERTAS (COMPUERTA Y MARCO)	kg	374	2.002	748.896
MECANISMO COMPUERTA	gl	5	725.001	3.625.005
HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS, LOSAS Y MACHONES)	m3	404	135.022	54.551.887
EXCAVACIÓN	m3	6.280	2.131	13.384.228
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	191	5.800	1.106.305
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	2.616	2.320	6.069.098
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	4.763	1.081	5.149.225
SERVIDUMBRE	m2	1.376	650	894.491
TUBERÍA PURGA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1200mm, e = 29mm)	ml	90	224.465	20.089.652
			TOTAL ($)	**105.618.787**

CASA DE MÁQUINA				
ÍTEM	UNI.	CANT.	P.U.	SUB. TOTAL
			$/UNI	$
HORMIGÓN ARMADO H-25 (LOSAS, MUROS, VIGAS, PILARES , FUNDACIONES Y DESAGÜE)	m3	79	162.190	12.767.399
EXCAVACIÓN	m3	289	2.131	615.704
RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	m3	223	5.800	1.292.367
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3		2.320	0
TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	m3	376	1.081	405.991
SERVIDUMBRE	m2	178	650	115.629
CASA DE MÁQUINA (PERFILES DE ACERO Y AISLACIÓN)	gl	1	-	3.036.504
EQUIPO HIDROELÉCTRO GENERADOR (1 TURBINA Francis 0,4 MW - 1 GENERADOR SINCRÓNICO 0,34 Mw - SISTEMAS DE REGULACIÓN - TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCIÓN GENERADOR	gl	1	48.435.274	48.435.274
PUENTE GRÚA (INCLUYE TECLE)	gl	1	17.600.000	17.600.000
ACTUADOR HIDRÁULICO HB-HV PN 10 (INCLUYE VÁLVULA MARIPOSA, Dn = 1800 mm)	gl	1	11.541.741	11.541.741
VÁLVULA DE VENTOSA Dn 200 PN 10	gl	0	560.000	0
			TOTAL ($)	**95.810.609**

CUADRO Nº6.5-2
RESUMEN COSTO DIRECTO CONSTRUCCIÓN CENTRAL

Nº	ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO COMP. NAC. CN Mill $	COSTO COMP. EXTR. CE Mill $	COSTO TOTAL CN+CE Mill $
1.-	**INSTALACION DE FAENAS Y OBRAS PROVISIONALES (1 año de construcción)**	**1**	**gl**	**8**		**8**
2.-	**CÁMARA DE CARGA**	**1**	**gl**	**7**	**-**	**7**
2.1.-	REJA	1.246	kg	2,8		**2,8**
2.2.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS Y LOSAS)	25	m3	3,3		**3,3**
2.3.-	EXCAVACIÓN	167	m3	0,4		**0,4**
2.4.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	33	m3	0,1		**0,1**
2.5.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	174	m3	0,2		**0,2**
3.-	**TUBERÍA FORZADA**	**1**	**gl**	**76**	**-**	**76**
3.1.-	TUBERÍA FORZADA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1800mm, e = 43mm)	144	ml	68		**68**
3.2.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MACHONES)	7	m3	0,9		**1**
3.3.-	EXCAVACIÓN	1.038	m3	2,2		**2,2**
3.4.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	509	m3	3,0		**3,0**
3.5.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	259	m3	0,6		**0,60**
3.6.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	1.012	m3	1,1		**1,09**
4.-	**DESARENADOR**	**1**	**gl**	**106**	**-**	**106**
4.1.-	COMPUERTAS (COMPUERTA Y MARCO)	374	kg	0,7		**0,7**
4.2.-	MECANISMO COMPUERTA	5	gl	3,6		**4**
4.3.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (MUROS, LOSAS Y MACHONES)	404	m3	54,6		**55**
4.4.-	EXCAVACIÓN	6.280	m3	13,4		**13,4**
4.5.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	191	m3	1,1		**1**
4.6.-	RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	2.616	m3	6,1		**6,1**
4.7.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	4.763	m3	5,1		**5,1**
4.8.-	SERVIDUMBRE	1.376	m2	1		**1**
4.9.-	TUBERÍA PURGA HDPE PECC100 PN 4 (Dn = 1200mm, e = 29mm)	90	ml	20,1		**20**
5.-	**CASA DE MÁQUINA**	**1**	**gl**	**36**	**60**	**96**
5.1.-	HORMIGÓN ARMADO H-25 (LOSAS, MUROS, VIGAS, PILARES , FUNDACIONES Y DESAGÜE)	79	m3	12,8		**13**
5.2.-	EXCAVACIÓN	289	m3	0,6		**0,6**
5.3.-	RELLENO ESTRUCTURAL (SELECCIONADO Y COMPACTADO)	223	m3	1,3		**1**
5.4.-	TRANSPORTE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN	376	m3	0,4		**0,4**
5.5.-	SERVIDUMBRE	178	m2	0,1		**0,1**
5.6.-	CASA DE MÁQUINA (PERFILES DE ACERO Y AISLACIÓN)	1	gl	3,0		**3,0**
5.7.-	EQUIPO HIDROELÉCTRO GENERADOR (1 TURBINA Francis 0,4 MW - 1 GENERADOR SINCRÓNICO 0,34 Mw - SISTEMAS DE REGULACIÓN - TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCIÓN GENERADOR	1	gl		48,4	**48**
5.8.-	PUENTE GRUA (INCLUYE TECLE)	1	gl	17,6		**18**
5.9.-	ACTUADOR HIDRÁULICO HB-HV PN 10 (INCLUYE VÁLVULA MARIPOSA, Dn = 1800 mm)	1	gl		11,5	**12**
6.-	**OBRAS DE TRANSMISIÓN**	**1**	**gl**	**137**	**-**	**137**
6.1.-	S/E ELEVADORA	1	gl			**-**
6.2.-	LMT INTERCONEXIÓN	1	gl	26,4		**26**
6.3.-	SERVIDUMBRE DE PASO LMT	1	gl	21,1		**21**
6.4.-	PAÑO INTERCONEXIÓN	1	gl	59,0		**59**
6.5.-	OBRAS ADICIONALES SD (REEMPLAZO CONDUCTOR)	1	gl	-		**-**
6.6.-	GESTIÓN Y PERMISOS	1	gl	5,0		**5**
6.7.-	ESTUDIOS SISTEMICOS	1	gl	25,0		**25**
7.-	**CAMINO DE ACCESO**	**1**	**gl**			**-**
8.-	**MONTAJE DEL EQUIPO HIDRO ELECTRO GENERADOR**	**1**	**gl**	**19,0**	**5,4**	**24**

NOTA: estos precios no incluyen: utilidades, gastos generales del contratista e IVA.

7.- Evaluación Económica y Financiera

7.1.- Beneficios
7.2.- Inversiones y costos
7.3.- Evaluación económica
7.4.- Análisis financiero
7.5.- Resumen de parámetros económicos

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.1.- Beneficios

Los beneficios de los proyectos de minicentral hidroeléctrica evaluados son aquellos asociados a los ingresos por venta de potencia y energía.

Los ingresos por venta de energía se calculan con la energía generada mensualmente. Esta energía se obtiene a través de los caudales medios mensuales provenientes de la hidrología y de la simulación operacional. El precio de venta de la energía corresponde al indicado en la resolución que fija precios de nudo para suministros de electricidad de fecha 29 de octubre de 2010 y publicada en el diario oficial el 12 de febrero de 2011.

Los ingresos por venta de potencia corresponden a la venta de potencia firme que es la de suficiencia, la cual se calcula con el 80% del promedio de los caudales estadísticos correspondientes a los dos años y dos meses de menor disponibilidad hídrica.

En el caso en estudio, se tienen lo siguiente:

Nodo: Charrúa
Precio Base de la energía: 40,87 $/kWh
Precio Base de la Potencia de Punta: 95,06 US$/kW/mes

La tasa de cambio utilizada en la evaluación económica corresponde al valor del dólar con fecha 29 de octubre de 2010, con un valor de 491,76 $/US$.

En el Cuadro Nº7.1-1 siguiente se presenta el resumen de los valores de venta de potencia y energía.

CUADRO Nº7.1-1
VALORIZACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA
EN 30 AÑOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Energía		Potencia	
GWh	mill. $	MW	mill. $
63	3.744	0,1	293

En Anexo B se presenta un cuadro con valores mensuales de venta de potencia y energía.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

7.2.- Inversiones y costos

Entre los costos asociados al proyecto de minicentral, se pueden destacar: inversión inicial, costos de mantención y operación, costos administrativos, comercialización y representación, imprevistos, seguros, depreciaciones e impuestos.

- Inversión Inicial

La inversión inicial corresponde al costo total de construcción de la minicentral. Está compuesta por el costo directo de obras, gastos de i ngeniería extranjera y nacional, gastos de inspección extranjera y nacional, imprevistos equipos extranjeros, imprevistos equipos/obras nacional, derechos de internación y gastos portuarios y fletes de equipos extranjeros, gastos generales y utilidad del contratista e IVA.

El costo directo es la valorización de todas las obras asociadas a la construcción de la central y que se indican en el Capítulo 6. Además incluye el costo por instalación de faenas, caminos de servicio y montaje del equipo hidro-electro-generador.

Los gastos de ingeniería extranjera y nacional corresponden al 1,5% y al 4% del costo directo respectivamente.

Los gastos de inspección extranjera y nacional corresponden respectivamente al 3% y al 5% del costo directo.

Los imprevistos equipos extranjeros e imprevistos equipos/obras nacional corresponden al 10% del costo directo cada uno.

Los derechos de internación corresponden al 6% del valor CIF de los equipos importados y los gastos portuarios y fletes de equipos extranjeros el 6% del valor CIF de los mismos.

Los gastos generales y utilidad del contratista nacional ascienden al 20% del costo directo.

El IVA, que corresponde a un 19%, se calcula sobre el costo neto total de obras, que es la suma de los costos indicados anteriormente.

Finalmente, el costo total de construcción es la suma total de los costos.

En el Cuadro Nº7.2.1-1 se indican los costos para esta central.

CUADRO Nº7.2.1-1
RESUMEN COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN MINICENTRAL

ÍTEM	COSTO COMP. NAC. CN Mill $	COSTO COMP. EXTR. CE Mill $	COSTO TOTAL CN+CE Mill $
COSTO DIRECTO (mil. $)	388	65	**453**
GASTOS DE ING. EXTRANJERA (1,5% Costo Directo) (mill. $)		1	**1**
GASTOS DE ING. NACIONAL (4% Costo Directo) (mill. $)	16		**16**
GASTOS DE INSPECC. EXTRANJERA (3% Costo Directo) (mill. $)		2	**2**
GASTOS DE INSPECC. NACIONAL (5% Costo Directo) (mill. $)	19		**19**
IMPREV. EQUIP. MON EXTRANJERA (10% Costo Directo) (mill. $)		7	**7**
IMPREV. EQUIP. /OBRAS NACIONAL (10% Costo Directo) (mill. $)	39		**39**
DERECHOS DE INTERNACIÓN (derecho ad valorem: 6% sobre valor CIF) (mill. $)		4	**4**
GASTOS PORT. Y FLETES (6% sobre valor CIF) (mill. $)		4	**4**
GASTOS GRAL. Y UTIL. CONTRATISTA NACIONAL (20% Costo Directo) (mill. $)	78		**78**
SUB TOTAL COSTO NETO DE OBRAS (mill. $)	**539**	**83**	**622**
IVA (19 % Subtotal Costo Neto de Obras) (mill. $)	102	16	**118**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mill. de $)			**740**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (mill. US$)			**1,5**
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN POR MW DE POTENCIA INSTALADA (mill.$/MW)			**4,4**

- Costos de mantención y operación

Los costos de mantención se calculan en función de la energía mensual generada. Estos corresponden a 1,5 US$ / MWh.

Los costos de operación consideran lo siguiente: 5 operadores, 1 administrativo y 1 jefe de central. Lo anterior se valoriza anualmente en 84.701 US$.

- Costos administrativos, comercialización y representación.

Los costos administrativos, de comercialización y representación se evalúan en conjunto, y corresponden al 5% de los ingresos totales mensuales.

- Seguros, depreciaciones e impuestos

Los seguros por los activos de la inversión se consideran anualmente, y a un valor de 8 US$ / kw / año.

Se considerará depreciación acelerada según indica la "Resolución Exenta Nº43 del 26 de diciembre del 2002", que "Fija vida útil normal a los bienes físicos del activo inmovilizado para los efectos de su depreciación". En todos los casos se considerará depreciación acelerada. Las servidumbres y las expropiaciones no se deprecian, por ser bienes raíces inmuebles.

Los impuestos corresponden al 19%, que es el IVA. Se considerará la recuperación del IVA cuando las rentas brutas sean negativas, es decir, cuando los ingresos brutos sean

menores que los costos (mantención y operación + administración, comercialización y representación + seguros + imprevistos) incluyendo la depreciación.

- Imprevistos

Los imprevistos corresponden al 5% de los costos mensuales. Los costos incluyen posibles egresos por pago de peajes eléctricos, costos de mantención y operación, costos administrativos, comercialización y representación y los seguros contratados.

7.3.- Evaluación económica

7.3.1.- Potencia optimizada

La evaluación económica de la minicentral se realiza para la potencia optimizada. Esta potencia es la que maximiza el VAN del proyecto. Con esto, se impone que la alternativa seleccionada presente los mejores parámetros posibles.

El procedimiento para la optimización de la potencia está asociado a una planilla de cálculo de flujos hidroeléctricos. Dicho procedimiento se describe a continuación:

- Con el caudal de diseño obtenido a través de la hidrología (caudales factibles de generación), se calcula el diámetro de la tubería forzada. Este diámetro determinará las pérdidas de carga en la misma, a través de la fórmula de Hazen-Williams, indicada en el Anexo C.

- Las pérdidas de carga permiten calcular el desnivel neto de generación, el que se calcula como el desnivel bruto o geométrico (obtenido de la topografía) menos las pérdidas de carga.

- El caudal de diseño y el desnivel neto permiten calcular la potencia de diseño.

- Una vez obtenida la potencia de diseño, se eligen dentro de ese rango seis potencias, las que una por una se evalúan para obtener los parámetros económicos más relevantes (Io, Io/P, VAN, TIR, Factor de Planta). Conviene aclarar que cada una de las potencias presenta un flujo distinto, donde el parámetro más relevante corresponde al equipo hidro- electro-mecánico. El costo del equipo se calcula para cada potencia evaluada, y depende del costo de la cotización y de la potencia de diseño, calculado con la siguiente relación:

$$\text{Costo equipo hidro} = \text{Costo equipo cotizado} \cdot \frac{\text{Potencia evaluada}}{\text{Potencia de diseño}}$$

- De las potencias evaluadas, se selecciona aquella que maximice el VAN, denominando a esa potencia, potencia optimizada. Con esta potencia optimizada, es posible calcular también el caudal optimizado.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

En el Cuadro Nº7.3.1-1 se presentan los cálculos de parámetros obtenidos paca cada una de las potencias evaluadas.

CUADRO Nº7.3.1-1
CALCULO DE PARÁMETROS ECONÓMICOS PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA
ANÁLISIS CON PRECIO ENERGÍA BASE DE NUDO= 40,87 $/kWh

POTENCIA Mw	VAN mill $	TIR %	Io mill US$/MW	FACTOR DE PLANTA CALCULADO
0,10	-677	-	13,7	1,0
0,20	-320	5,9	7,1	0,9
0,30	-55	9,0	4,9	0,8
0,40	32	9,9	3,8	0,7
0,50	4	9,6	3,2	0,5
0,60	-23	9,3	2,7	0,5

Finalmente, en el Cuadro Nº7.3.1-2 se presenta el resultado para la potencia optimizada.

CUADRO Nº7.3.1-2
PARÁMETROS DE POTENCIA ÓPTIMA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL DE 30 AÑOS X 12 MESES
VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30

POTENCIA OPTIMIZADA Mw	VAN mill $	TIR %	Io mill US$/Mw	FACTOR DE PLANTA CALCULADO	PRECIO MONÓMICO DE ENERGÍA $/kWh
0,3	47	10,0	4,4	0,79	42,4

7.3.2.- Flujo económico anual

Se presenta la evaluación económica de la central tanto a precios de mercado como a precios sociales para la potencia optimizada calculada según el procedimiento anterior. Para los precios de mercado se considera una tasa de descuento del 10% similar a la tasa bancaria; en el caso de la evaluación a precios sociales se adopta la tasa recomendada por Mideplan de 6%.

En el Cuadro Nº7.3.1-1 se presenta el flujo anual para 30 años a precios de mercado.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº7.3.1-1
RESUMEN DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL MENSUAL DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN 30 AÑOS DE ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA – PRECIOS MERCADO

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL lo (4,4 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**740**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGIA (REGIONAL) $/kWh	**40,87**			**T.I.R. % (después de impuestos)**	**10,05**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**0,34**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	**TASA DE INTERES ANUAL (%)**	**10,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,14**	**INVERSION NETA (mill. $)**	**829**	**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,06**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**111**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**491,76**	**TASA IMPTOS RENTA %**	**17,0**	**IVA INVERSION (mill. $)**	**141**
DIAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**11**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6				7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										F LUJO DE CAJA (mill. $)						
AÑO	ENERGIA	POTENCIA	EGRESOS PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGUROS ACT INV	IMPREVISTOS	DEPREC.	RENTAS BRUTAS	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVERSION INICIAL	RECUPER. IVA	INGRESO NETO	ANUAL	ACUMUL.	Saldo por depreciar	Valor Presente
0													829			-829	-829	829	-829
1	92	7	0	99	43	5	1	2	95	-39	0	-39	0	11	66	66	-762	733	63
2	98	7	0	105	43	5	1	2	95	-34	0	-34	0	12	73	73	-689	638	63
3	97	7	0	104	43	5	1	2	42	18	0	18	0	12	72	72	-617	596	57
4	97	7	0	104	43	5	1	2	32	29	0	29	0	12	73	73	-544	564	52
5	94	7	0	101	43	5	1	2	32	26	0	26	0	11	69	69	-475	532	45
6	108	8	0	115	43	6	1	3	32	40	0	40	0	14	86	86	-390	501	51
7	97	8	0	105	43	5	1	2	18	44	0	44	0	12	73	73	-316	483	39
8	110	8	0	118	43	6	1	3	18	57	0	57	0	14	89	89	-227	465	44
9	105	8	0	113	43	6	1	2	18	52	0	52	0	13	83	83	-144	447	37
10	113	8	0	121	43	6	1	3	18	60	0	60	0	15	93	93	-51	429	37
11	121	9	0	129	43	6	1	3	18	68	0	68	0	16	102	102	51	411	38
12	111	9	0	120	43	6	1	3	18	59	0	59	0	0	77	77	128	393	26
13	125	9	0	134	43	7	1	3	18	73	0	73	0	0	91	91	219	375	28
14	112	9	0	121	43	6	1	3	0	78	0	78	0	0	78	78	296	375	22
15	131	9	0	141	43	7	1	3	0	97	0	97	111	0	97	-14	283	375	-5
16	121	10	0	131	43	7	1	3	0	88	0	88	0	0	88	88	370	375	20
17	135	10	0	145	43	7	1	3	0	101	0	101	0	0	101	101	472	375	21
18	119	10	0	130	43	6	1	3	0	87	0	87	0	0	87	87	558	375	16
19	125	10	0	136	43	7	1	3	0	93	0	93	0	0	93	93	651	375	16
20	126	11	0	137	43	7	1	3	0	94	0	94	0	0	94	94	744	375	15
21	132	11	0	143	43	7	1	3	0	99	0	99	0	0	99	99	844	375	14
22	153	11	0	164	43	8	1	3	0	121	0	121	0	0	121	121	965	375	16
23	161	11	0	172	43	9	1	3	0	129	0	129	0	0	129	129	1.094	375	15
24	166	12	0	178	43	9	1	3	0	134	0	134	0	0	134	134	1.228	375	14
25	163	12	0	175	43	9	1	3	0	132	0	132	0	0	132	132	1.360	375	13
26	157	12	0	169	43	8	1	3	0	126	0	126	0	0	126	126	1.486	375	11
27	129	13	0	142	43	7	1	3	0	99	0	99	0	0	99	99	1.585	375	8
28	186	13	0	199	43	10	1	3	0	155	0	155	0	0	155	155	1.740	375	11
29	96	13	0	110	43	5	1	2	0	67	0	67	0	0	67	67	1.808	375	4
30	164	14	0	177	43	9	1	3	0	134	0	134	0	0	134	134	1.942	375	8
																			77

Valor residual : 10 veces el margén del año 30 (mill. $): 1.341

Margén del año 30 (mill. $): 134 **VAN: 47**

Actualización a valor presente del valor residual (mill. $): 77

1 AÑO DEL ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS x 12 MESES = 360 MESES

2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = P x HORAS DE GENERACIÓN (ENERGIA MENSUAL POR PRECIO DE ENERGÍA)

3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = P x (POTENCIA DE SUFICIENCIA)

4 EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) :INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

6 GASTOS ANUALES = SE CONSIDERARÁ EL COSTO DE ADMINISTRACIÓN DE LA MINICENTRAL MÁS LOS GASTOS ANUALES POR SERVIDUMBRE.

7 DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

8 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7)

9 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

10 BENEFICIO NETO = (8) - (9)

11 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA

12 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE

13 INGRESO NETO = (5) - (6) + (9) - (12)

14 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (11)

15 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJ

16 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONS

Para la evaluación social, se consideraron los factores de corrección señalados por Mideplan sobre los ítems señalados en el Cuadro Nº7.3.1-2

CUADRO Nº7.3.1-2
FACTORES DE CORRECCIÓN PRECIOS SOCIALES

Calificación parámetro	Factor de ajuste precios sociales
Mano de obra calificada MO-C	0,98
Mano de obra semi calificada MO-SC	0,68
Mano de obra no calificada MO-NC	0,62
Divisa	1,01

En el Cuadro Nº7.3.1-3 se presenta el flujo anual para 30 años a precios sociales.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

CUADRO Nº7.3.1-3
RESUMEN DE LA SIMULACIÓN OPERACIONAL MENSUAL DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN 30 AÑOS DE ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA – PRECIOS SOCIALES

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL lo (4,3 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**724**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGIA (REGIONAL) $/kWh	**40,87**			**T.I.R. % (después de impuestos)**	**10,25**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**0,34**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	**TASA DE INTERES ANUAL (%)**	**6,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,14**	**INVERSION NETA (mill. $)**	**810**	**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,06**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**109**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**491,76**	**TASA IMPTOS RENTA %**	**17,0**	**IVA INVERSION (mill. $)**	**137**
DIAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**11**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6				7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										F LUJO DE CAJA (mill. $)						
AÑO	ENERGIA	POTENCIA	EGRESOS PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGUROS ACT INV	IMPREVISTOS	DEPREC.	RENTAS BRUTAS	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVERSION INICIAL	RECUPER. IVA	INGRESO NETO	ANUAL	ACUMUL.	Saldo por depreciar	Valor Presente
0													810			-810	-810	810	-810
1	92	7	0	99	43	5	1	2	92	-36	0	-36	0	11	66	66	-744	719	64
2	98	7	0	105	43	5	1	2	92	-30	0	-30	0	12	73	73	-671	627	67
3	97	7	0	104	43	5	1	2	42	19	0	19	0	12	72	72	-599	585	62
4	97	7	0	104	43	5	1	2	31	30	0	30	0	12	73	73	-526	554	59
5	94	7	0	101	43	5	1	2	31	27	0	27	0	11	69	69	-457	523	53
6	108	8	0	115	43	6	1	3	31	41	0	41	0	14	86	86	-371	492	62
7	97	8	0	105	43	5	1	2	18	44	0	44	0	12	73	73	-298	474	50
8	110	8	0	118	43	6	1	3	18	57	0	57	0	14	89	89	-209	456	58
9	105	8	0	113	43	6	1	2	18	52	0	52	0	13	83	83	-126	438	51
10	113	8	0	121	43	6	1	3	18	60	0	60	0	15	93	93	-33	421	53
11	121	9	0	129	43	6	1	3	18	68	0	68	0	13	99	99	66	403	54
12	111	9	0	120	43	6	1	3	18	59	0	59	0	0	77	77	143	385	39
13	125	9	0	134	43	7	1	3	18	73	0	73	0	0	91	91	234	367	44
14	112	9	0	121	43	6	1	3	0	78	0	78	0	0	78	78	311	367	35
15	131	9	0	141	43	7	1	3	0	97	0	97	109	0	97	-11	300	367	-6
16	121	10	0	131	43	7	1	3	0	88	0	88	0	0	88	88	388	367	36
17	135	10	0	145	43	7	1	3	0	101	0	101	0	0	101	101	489	367	39
18	119	10	0	130	43	6	1	3	0	87	0	87	0	0	87	87	576	367	31
19	125	10	0	136	43	7	1	3	0	93	0	93	0	0	93	93	668	367	31
20	126	11	0	137	43	7	1	3	0	94	0	94	0	0	94	94	762	367	30
21	132	11	0	143	43	7	1	3	0	99	0	99	0	0	99	99	861	367	30
22	153	11	0	164	43	8	1	3	0	121	0	121	0	0	121	121	982	367	35
23	161	11	0	172	43	9	1	3	0	129	0	129	0	0	129	129	1.111	367	35
24	166	12	0	178	43	9	1	3	0	134	0	134	0	0	134	134	1.246	367	34
25	163	12	0	175	43	9	1	3	0	132	0	132	0	0	132	132	1.377	367	32
26	157	12	0	169	43	8	1	3	0	126	0	126	0	0	126	126	1.504	367	29
27	129	13	0	142	43	7	1	3	0	99	0	99	0	0	99	99	1.603	367	21
28	186	13	0	199	43	10	1	3	0	155	0	155	0	0	155	155	1.758	367	31
29	96	13	0	110	43	5	1	2	0	67	0	67	0	0	67	67	1.825	367	13
30	164	14	0	177	43	9	1	3	0	134	0	134	0	0	134	134	1.959	367	24
																			233

Valor residual : 10 veces el margén del año 30 (mill. $): 1.341

Margén del año 30 (mill. $): 134

Actualización a valor presente del valor residual (mill. $): 233

VAN: 620

1 AÑO DEL ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS x 12 MESES = 360 MESES

2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = P x HORAS DE GENERACIÓN (ENERGIA MENSUAL POR PRECIO DE ENERGÍA)

3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = P x (POTENCIA DE SUFICIENCIA)

4 EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) :INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

6 GASTOS ANUALES = SE CONSIDERARÁ EL COSTO DE ADMINISTRACIÓN DE LA MINICENTRAL MÁS LOS GASTOS ANUALES POR SERVIDUMBRE.

7 DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

8 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7)

9 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

10 BENEFICIO NETO = (8) - (9)

11 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA

12 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE

13 INGRESO NETO = (5) - (6) + (9) - (12)

14 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (11)

15 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJ

16 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONS

7.3.3.- Sensibilizaciones

Se realizó una sensibilización de los parámetros con mayor incidencia en los resultados de la evaluación económica, los cuales son: la tasa de descuento, el precio de la energía y la inversión inicial.

La metodología para la sensibilización de parámetros consiste en ir evaluando paralelamente a la optimización de la potencia descrita en el punto 7.3.1 los diferentes indicadores económicos del proyecto.

Las sensibilizaciones realizadas son las siguientes:

- Sensibilización del VAN en función de la tasa de descuento (i):9%, 10% y 11%

CUADRO Nº7.3.3-1
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
EN FUNCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO (i)

P	Sensibilización	
	i = 9%	i = 11%
Mw	VAN mill $	VAN mill $
0,1	-658	-692
0,2	-260	-369
0,3	35	-129
0,4	132	-52
0,5	105	-80
0,6	78	-107

- Sensibilización del VAN con respecto a un incremento del precio base de la energía en 10%

CUADRO Nº7.3.3-2
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
CON RESPECTO A UN INCREMENTO DEL PRECIO BASE DE LA ENERGÍA EN 10%
Po +10% = 44,952 $/kWh

P	VAN	TIR
Mw	mill $	%
0,1	-626	1,6
0,2	-234	6,9
0,3	58	10,2
0,4	155	11,1
0,5	128	10,8
0,6	101	10,5

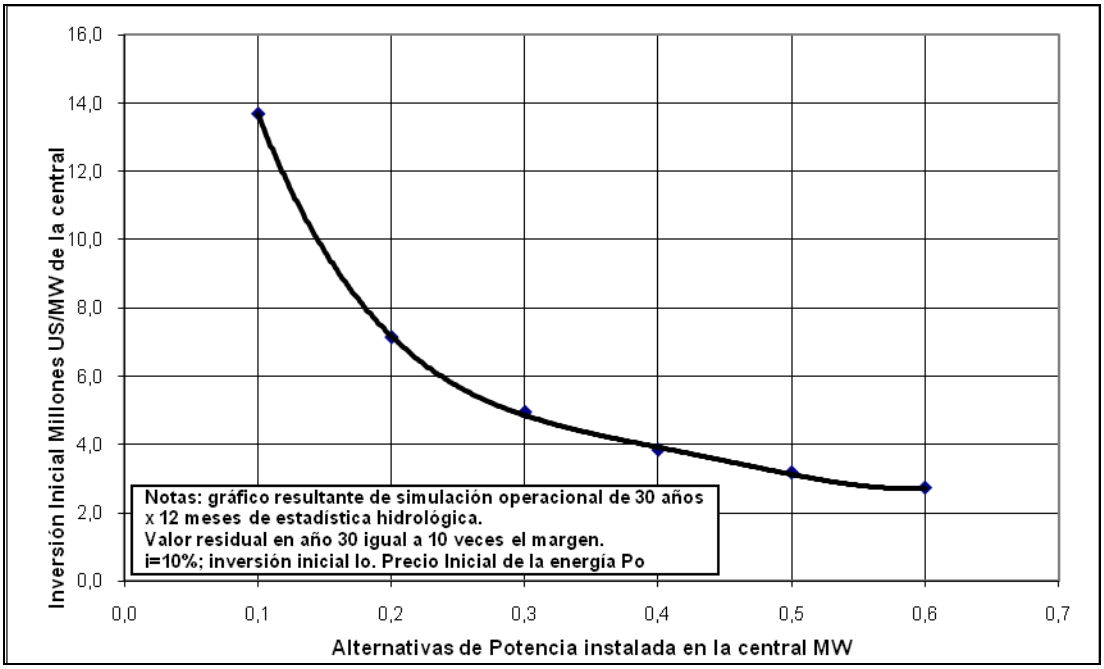
- Sensibilización del van con respecto a variación de inversión inicial Io en intervalo de 30%: -30%; +30%

CUADRO Nº7.3.3-3
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN
CON RESPECTO A VARIACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL Io EN INTERVALO DE 30%

P	Sensibilización	
	Io+30%	Io-30%
(Mw)	VAN millones $	VAN millones $
0,1	-911	-443
0,2	-558	-84
0,3	-297	184
0,4	-217	277
0,5	-254	258
0,6	-289	240

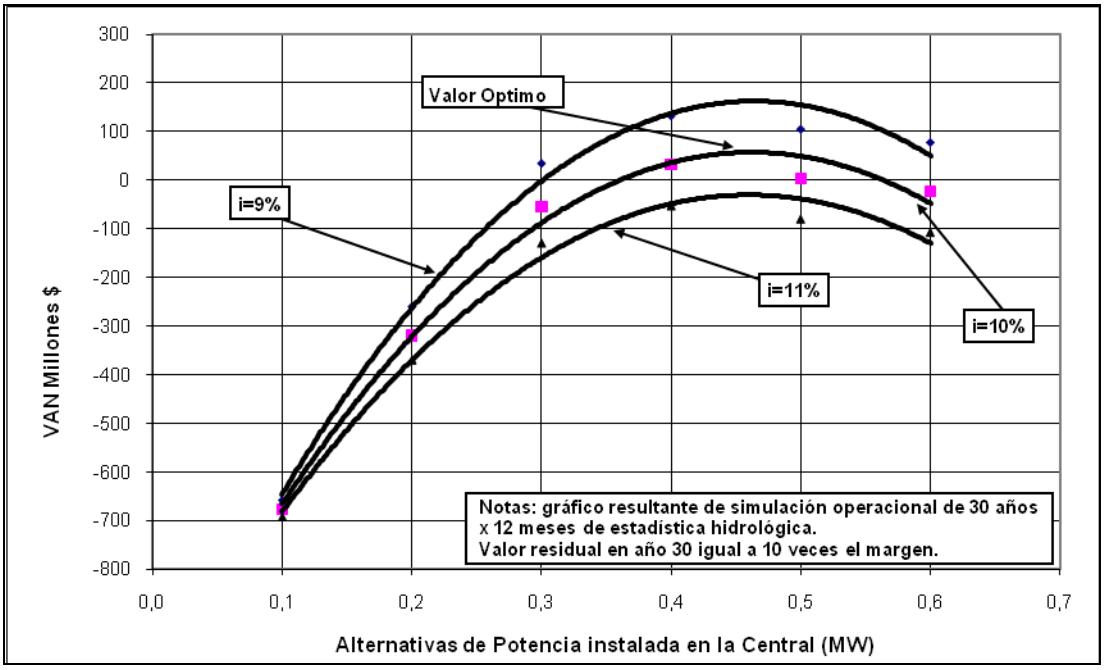
Los gráficos resultantes de la sensibilización se presentan en los Cuadros Nº al Nº

CUADRO Nº7.3.3-4
INVERSIÓN INICIAL ESTIMADA POR MW
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL

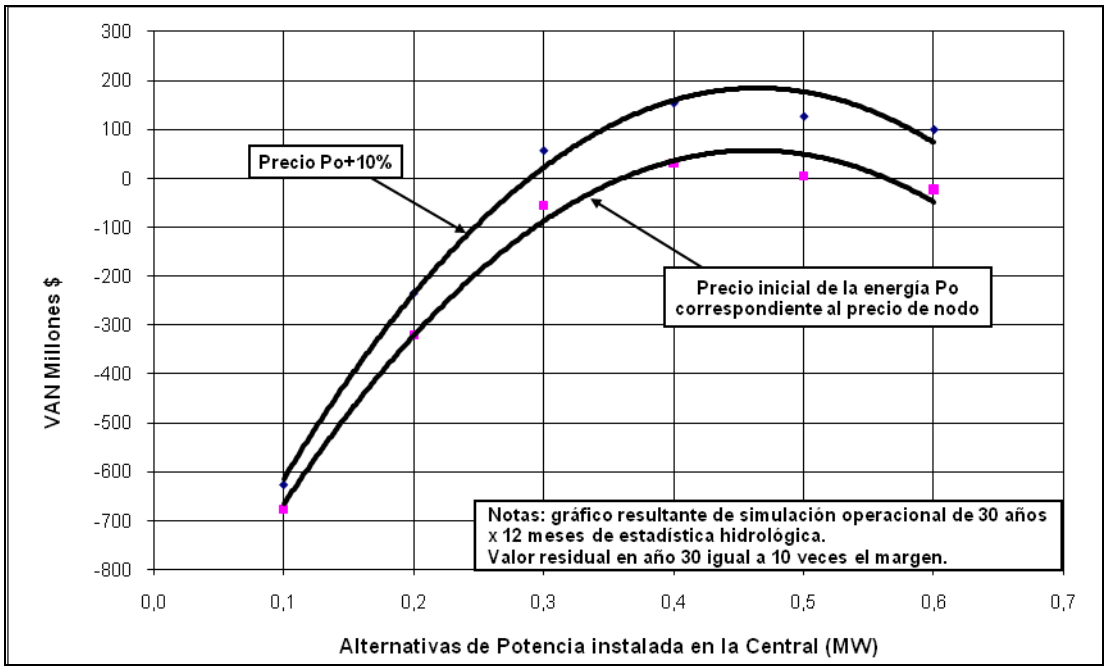


PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

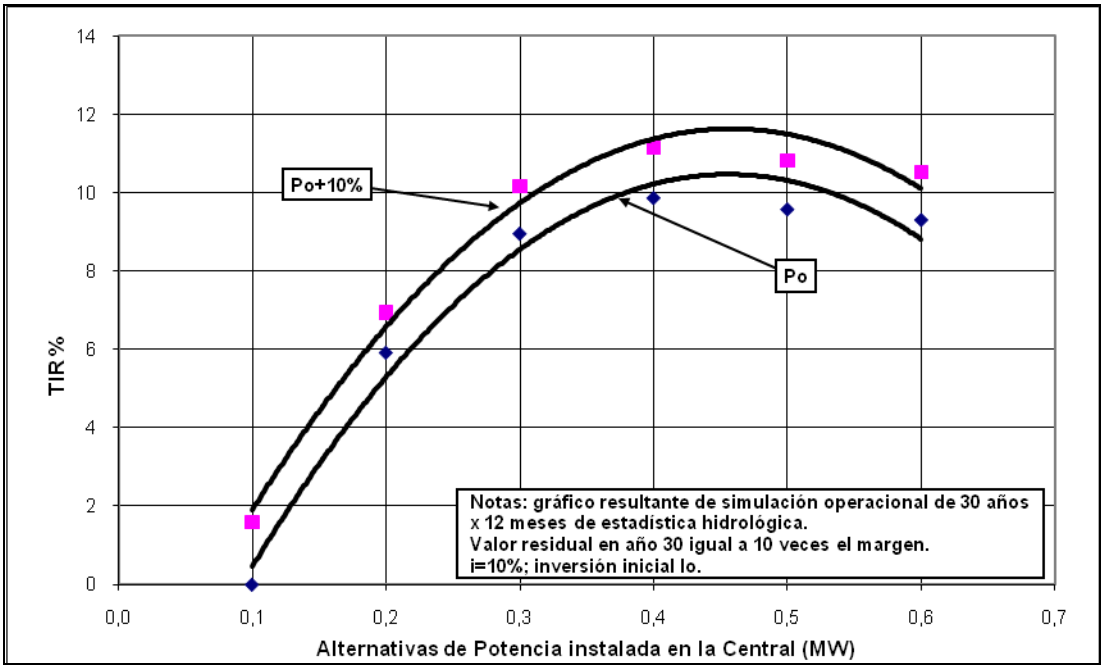
CUADRO Nº7.3.3-5
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN EN LA TASA DE DESCUENTO i



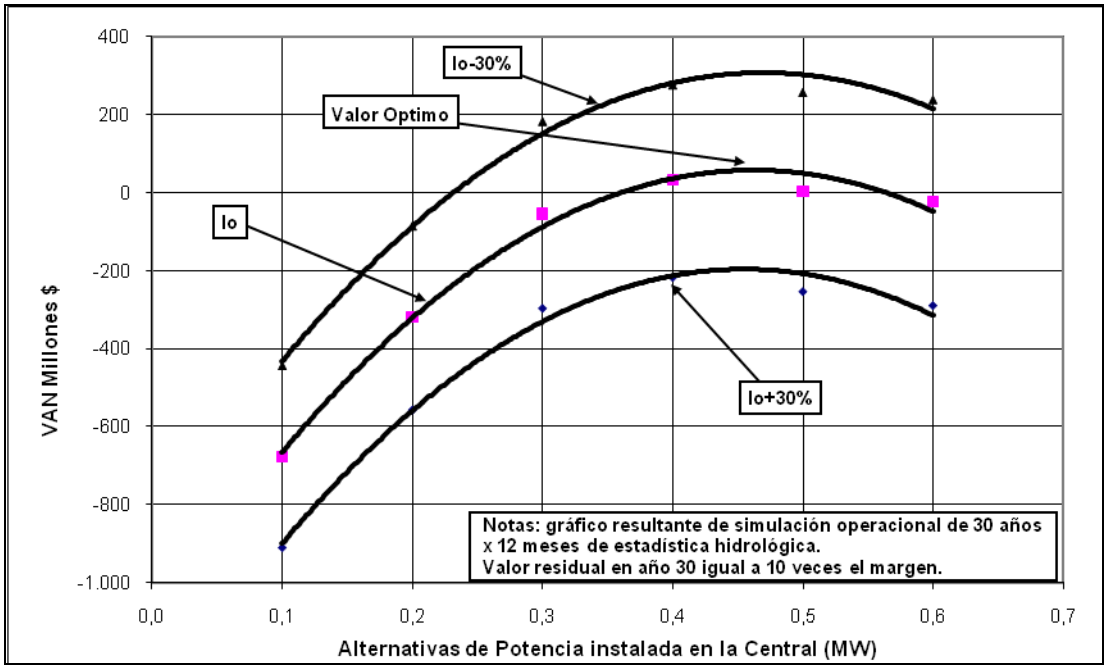
CUADRO Nº7.3.3-6
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN PARA UN INCREMENTO DEL 10% EN EL PRECIO BASE DE LA ENERGÍA



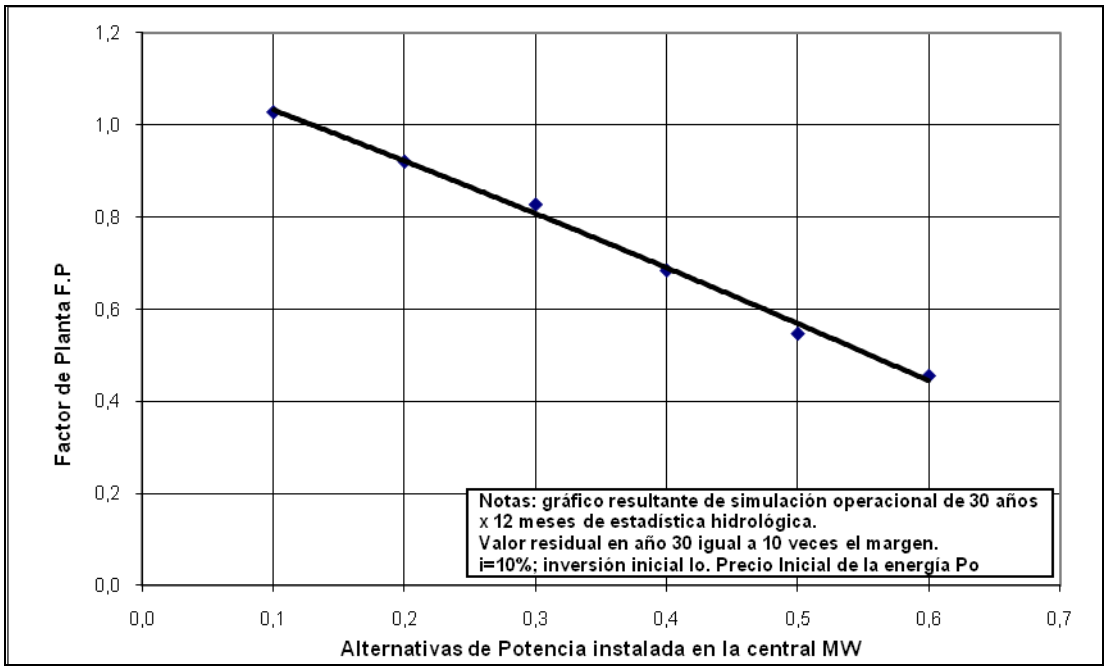
CUADRO Nº7.3.3-7
TASA INTERNA DE RETORNO TIR
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL
SENSIBILIZACIÓN EN EL PRECIO DE LA ENERGÍA Po



CUADRO Nº7.3.3-8
VALOR ACTUAL NETO VAN
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA EN LA CENTRAL.
SENSIBILIZACIÓN DEL VAN EN LA INVERSIÓN INICIAL Io



CUADRO Nº7.3.3-9
FACTOR DE PLANTA DETERMINADO EN PRIMERA APROXIMACIÓN.
PARA DISTINTAS ALTERNATIVAS DE POTENCIA INSTALADA DE LA CENTRAL.



7.4.- Análisis Financiero

7.4.1.- Parámetros del análisis financiero.

Mediante un análisis financiero es posible determinar la capacidad de pago del crédito correspondiente a la inversión inicial en obras de cada central hidroeléctrica.

Los flujos anuales de costos e ingresos del análisis, permiten establecer la liquidez anual y acumulada. La capacidad de pago queda definida a partir del año en que la liquidez presenta superávit de caja, esta capacidad se representa en la columna Nº16 de las planillas de cálculo de flujos del análisis financiero, presentadas en el Anexo B y se denomina “Capacidad de Pago Acumulada”.

Estos flujos anuales, se construyen mensualmente a partir del caudal medio mensual disponible para generación, los cuales se presentan en el Anexo A y cuya suma mensual permite obtener un valor anual, en el cual se considera los siguientes valores:

- Ingresos por venta de energía y potencia.
- Costos de mantención y operación.
- Costos de administración, comercialización y representación.
- Costos de seguros anuales por activos de la inversión e imprevistos.

Además considera lo siguiente:
- Impuesto a la renta, mediante el cálculo de la depreciación anual del SII.
- Ingreso por recuperación de IVA.

Dentro de los flujos se considera el **EBITDA** ("Earnings Before Interest, Taxes, Depreciations and Amortizations") que es una medida de la utilidad antes de descontar los intereses, los impuestos, las depreciaciones y las amortizaciones. Esta resulta útil como medida de los beneficios económicos generados a partir de la actividad operacional durante un determinado período, ya que no considera aspectos financieros, de impuestos y de gastos contables que no implican pagos efectivos. El EBITDA es una medida del flujo operacional de gran interés para los inversionistas.

Se asumen que el crédito se pagaría a 15 años, incluyendo 3 años de gracia, con lo cual se establecen 12 años efectivos para pago anual, entre los años 3º y 15º del flujo.

La tasa de interés (i) anual media considerada en el flujo es de 10%, incluyendo una sensibilización de 8% y 12% anual. Para el cálculo de los intereses se considera interés simple.

A continuación se explica brevemente cada columna que compone el análisis de flujos anuales, en que los conceptos económicos y financieros se explican en los puntos Nº7.1 al 7.3 y los financieros en este punto Nº7.4:

(1) **Ingresos por concepto de venta de energía y potencia.**
(2) **Egresos por concepto de peajes eléctricos (0).**
(3) **Ingresos brutos = (1) - (3):** ingresos por energía y potencia - egreso por peajes.
(4) **Costos mantención y operación =** 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente).
(**5**) **Costos administración, comercialización y representación =** 5% * (**3**) (Ingresos totales).
(6) **Seguros por activos de la inversión =** 8 US$ / kw / año.
(7) **Imprevistos =** 5% * [(**2**) + (**4**) + (**5**) + (**6**)]
(8) **EBITDA =** Ganancia antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones (acumulado).
(9) **Depreciación =** Se deprecia usando reglas del SII para cada tipo de obra, en forma acelerada (egreso contable solamente).
(10) **Rentas brutas =** (**3**) - [(**4**) + (**5**) + (**6**) + (**7**) + (**9**)]
(11) **Impuestos renta =** Tasa impuestos a la renta (17%) x rentas brutas.
Si rentas brutas < 0 ==> Impuesto = 0
(**12**) **Recuperación del IVA** por concepto del balance final.
(**13**) **Ingreso neto =** (**3**) - [(**4**) + (**5**) + (**6**) + (**7**)] + (**12**) - (**11**)
(14) **Liquidez anual (financiera)=** (**13**)
(15) **Capacidad de pago anual=** (**14**)
(16) **Capacidad de pago acumulada=** balance año a año.
(17) **Saldo antes del servicio a la deuda=** (**15**) aumentado en (**25**) del año anterior.
(18) **Inversión en obras civiles (Io).**
(19) **Interés total=** Interés de (**21**)
(20) **Principal a ser amortizado=** Inversión inicial (**18**) - Amortización principal (**22**)
(21) **Deuda total=** (**19**) + (**20**)
(22) **Amortización del principal=** (**20**), después del pago de intereses. (**24**) - (**23**)
(23) **Pago de intereses del crédito =** Io x (**20**) del período e pago correspondiente
(24) **Total servicio de la deuda=** Valor cuota anual, calculado a través del procedimiento explicado en el ejemplo.
(25) **Saldo después del servicio a la deuda=** (**17**) - (**24**)

El procedimiento para el cálculo del servicio a la deuda consiste en determinar cuánto es

la cuota anual a pagar con la inversión inicial (Io), tasa de interés (i) y el período efectivo de pago (n). Esta cuota se determina a través de la fórmula presentada en la Ecuación Nº7.4-1.

ECUACIÓN Nº7.4-1
VALOR CUOTA ANUAL

$$\text{CUOTA ANUAL} = Io \cdot \frac{i}{1-(1+i)^{-n}}$$

Caso de ejemplo de central.

Si se considera una tasa de interés (i) anual de 10%, una inversión inicial (Io) de $ 10.391 mill. y un período de pago de 15 años, con 3 años de gracia, se tiene que:

$$\text{CUOTA ANUAL} = 10.391 \cdot \frac{0.1}{1-(1+0,1)^{-12}} = \frac{1039,1}{1-0,318}\,\text{mill.\$}$$

CUOTA ANUAL = 1.525 mill. $

El crédito se empieza a pagar al término del período de gracia acordado. Para este análisis en particular se considera un período de gracia de 3 años.

La cuota anual calculada mediante la Ecuación Nº7.4-1 tiene dos componentes, la amortización del principal o capital y la amortización de intereses de la deuda.

Con los mismos antecedentes del ejemplo anterior, se calcula el capital e intereses del año cuatro, que es el de inicio efectivo de pago de la deuda.

Si se descompone la deuda del año cuatro en capital e intereses, que corresponde a la cuota 1, hay que calcular el número de cuotas faltantes, como no se han pagado cuotas, esto es:
12 - 0 = 12.

Posteriormente se calcula el saldo de capital adeudado del período anterior, es decir el año 3 donde no hay pago de deuda. Por lo tanto, se trae a valor presente la deuda completa.

Las cuotas faltantes al valor presente al final del año 3 son:

$$P3 = 1.525 \cdot \frac{((1-(1+0,1)^{-12})}{0,1}\,\text{mill.\$}$$

$$P3 = 1.525 \cdot 6,814 = 10.391\,\text{mill.\$}$$

Se puede apreciar que las cuotas faltantes al año 3 corresponden al total del capital adeudado y corresponden a la columna (20) del flujo.

Al valor calculado anteriormente, se le calculan los intereses, lo que resulta:

$$I4 = i\% \cdot P3$$

$$I4 = 0,1 \cdot 10.391 = 1.039\,\text{mill.\$}$$

Calculando ahora el abono al capital:
Abono al capital = Valor Cuota – Intereses

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Abono al capital = 1.525 – 1.039 = 486 mill. $

Resumiendo:
El valor de la cuota número 1 para una serie uniforme de pagos de un crédito solicitado a una entidad financiera por $10.391 mill., a una tasa de interés del 10% y con un período de gracia de tres (3) años, corresponde a $1.525 mill. El valor anterior está compuesto por: $1.039 mill de intereses y $486 mill de abono al capital.

Es importante recordar que en el período de gracia no se paga la deuda, es decir, no se paga ni abono a capital ni intereses, por los que estos últimos se van acumulando a la tasa de interés acordada. Al término del período de gracia se empieza a pagar la deuda, incluidos los intereses acumulados en ese período. Lo anterior queda reflejado en las columnas (19), (20) y (21) de los flujos financieros.

En el Anexo B, se presentan los flujos resultantes del análisis financiero. Los flujos se calculan, como se indicó anteriormente, para la tasa de interés del 10% y con las sensibilizaciones 8% y 12%.

Además se incluye un gráfico en que figura el EBITDA acumulado del proyecto y el **FCF** ó flujo libre de caja, por central y alternativa, para cada tasa de interés. El **FCF** ("Free Cash Flow"), indica el efectivo generado en el período y se obtiene descontando del EBITDA las depreciaciones, los impuestos y la deuda financiera.

7.4.2.- Tablas de resultados del análisis financiero.

Se presentan los gráficos de los cuadros de cálculo, en que se visualizan los flujos y resultados financieros, correspondientes a las alternativas de centrales con los mejores indicadores del análisis efectuado.

Uno de los indicadores corresponde al año en que el flujo después del servicio a la deuda es positivo. En el Cuadro Nº7.4.2-1 se presenta dicha información.

CUADRO Nº7.4.2-1
AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO (FCF) DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
18	20	22

El flujo acumulado después del servicio a la deuda (FCF) en el año 15, que es el último año de pago de deuda, se muestra en el Cuadro Nº7.4.2-2.

CUADRO Nº7.4.2-2
FCF ACUMULADO AL AÑO 15
(mill. $)

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
-202	-326	-457

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

El FCF acumulado en el año 30, es decir, al término del período de evaluación del proyecto se presenta en el Cuadro Nº7.4.2-3.

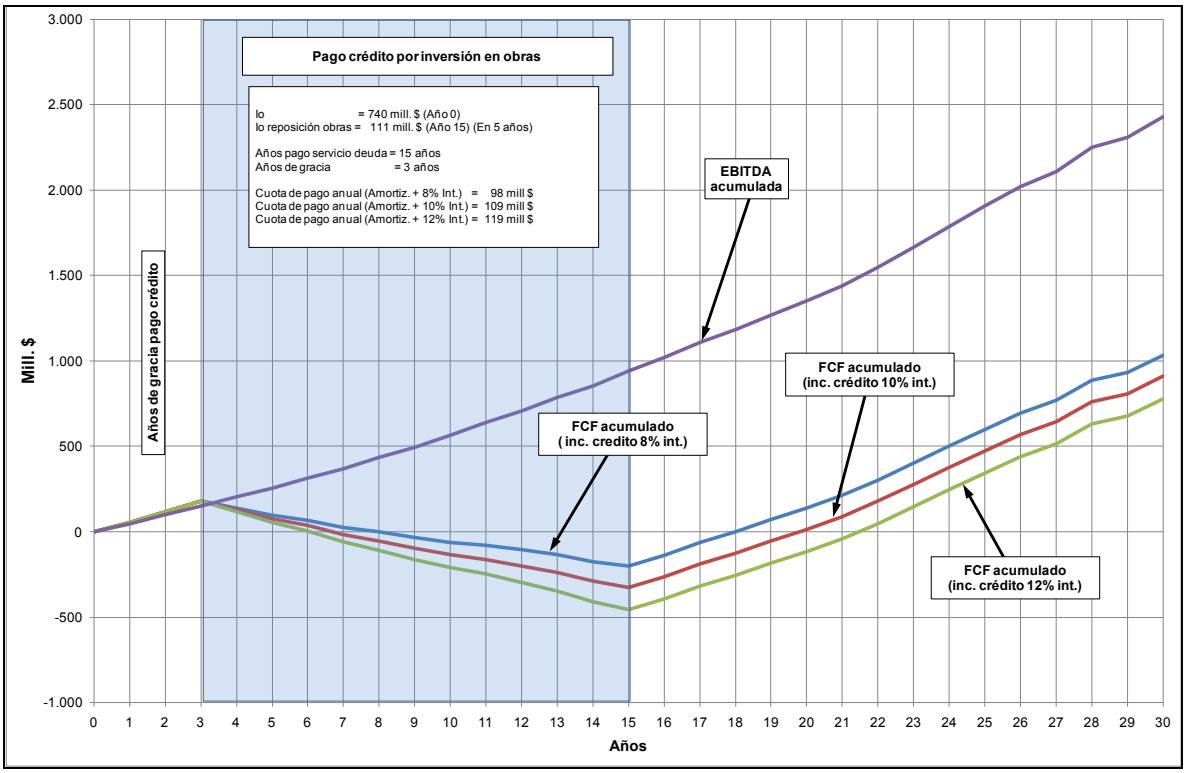
CUADRO Nº7.4.2-3
FCF ACUMULADO AL AÑO 30
(mill. $)

Tasa de interés		
8%	**10%**	**12%**
1.035	910	780

En el punto Nº7.3.1 se presentaron los parámetros de la evaluación económica del proyecto de central. En período de recuperación de l a inversión resultante de esa evaluación es de 11 años.

En el Cuadro Nº7.4.2-4 se presenta un gráfico con el resumen del análisis financiero

CUADRO Nº7.4.2-4
FLUJOS ANUALES



7.5.- Resumen de parámetros económicos

Los parámetros económicos resultantes de la evaluación de la central se presentan resumidos en el Cuadro Nº7.5-1 para precios de mercado y en el Cuadro Nº7.5-2 para precios sociales.

CUADRO Nº7.5-1
RESUMEN DE PARÁMETROS DE POTENCIA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL OPTIMIZADA DE 30 AÑOS x 12 MESES
(VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30 - PRECIOS MERCADO)

Desnivel Neto	Caudal Optimizado	Potencia Optimizada	Energía generada	Factor de planta calculado	Precio monómico de la energía	Potencia de suficiencia	Io	Io/P	VAN	TIR
m	m^3/s	MW	Gwh		$/kWh	Mw	mill. $	mill US$/Mw	mill $	%
7,7	5,5	0,3	63	0,79	42,4	0,14	740	4	47	10,0

CUADRO Nº7.5-2
RESUMEN DE PARÁMETROS DE POTENCIA
DETERMINADA EN LA SIMULACIÓN OPERACIONAL OPTIMIZADA DE 30 AÑOS x 12 MESES
(VALOR RESIDUAL IGUAL A 10 VECES EL MARGEN DEL AÑO 30 - PRECIOS SOCIALES)

Desnivel Neto	Caudal Optimizado	Potencia Optimizada	Energía generada	Factor de planta calculado	Precio monómico de la energía	Potencia de suficiencia	Io	Io/P	VAN	TIR
m	m^3/s	MW	Gwh		$/kWh	Mw	mill. $	mill US$/Mw	mill $	%
7,7	5,5	0,3	63	0,79	66,9	0,14	724	4,3	620	10,2

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

8.- Conclusiones y recomendaciones

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

8.- Conclusiones y Recomendaciones

El presente proyecto con 0,3 Mw de potencia, presenta escasa rentabilidad y fue necesario especificar equipos de turbinas de origen chinos, debido a l a rentabilidad negativa que presentó con equipos europeos.

Si se elaboran futuras etapas a nivel de proyecto avanzado, deberá analizarse el mercado de tuberías y equipos de menor costo.

La distribuidora eléctrica Empresa Eléctrica de la Frontera (SAESA), ha manifestado su favorable acogida para este nuevo suministro energético, lo cual facilitará este aspecto importante del proyecto. También es importante que a futuro se indague el interés en la energía de la empresa Concha y Toro, dueña de los terrenos en que se ubica la central, con grandes extensiones de viñas con riego tecnificado.

El futuro inversionista deberá aclarar con la organización del canal, los aspectos legales para negociar el multiuso de las aguas y las obras comuneras de riego en generación, que en este caso presenta una adecuada compatibilidad.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ANEXO A

HIDROLOGÍA Y CAUDALES DE GENERACIÓN

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos. A.2.-
A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos. . A.2.-

A.2.- Escurrimiento en canales A.7.-
A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme. A.7.-
A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado. A.8.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.1.- Cálculos de rendimientos hídricos

A.1.1.- Determinación de caudales en fuentes sin registros fluviométricos

Una cuenca sin registros es una cuenca no controlada y por tanto la única forma de conocer sus caudales es a través de la generación de éstos mediante métodos indirectos.

Los métodos más comúnmente utilizados son:

- Métodos basados en datos fluviométricos
- Métodos basados en datos pluviométricos
- Métodos basados en datos fisiográficos
- Métodos de simulación

a.- Métodos basados en datos fluviométricos

En caso de disponer de registros fluviométricos de estaciones localizadas en cuencas vecinas al área en estudio, y que presentan características similares a su geomorfología, cobertura vegetal, clima y suelo, los caudales medios podrán ser determinados en base a la aplicación de métodos de transposición de caudales o correlación entre estaciones.

a.1.- Transposición de caudales

Este método supone que los gastos por unidad de área y precipitación entre cuencas vecinas con características similares, son aproximadamente iguales para un período de tiempo considerado.

Para el caso de transposición de caudales medios mensuales desde una estación fluviométrica hacia una bocatoma, el procedimiento es el siguiente:

i.- Se igualan rendimientos entre base y objetivo utilizando la Ecuación NºA.1-1

ECUACIÓN NºA.1-1
RENDIMIENTO ESPECÍFICO

$$R = \frac{Q}{A \cdot P}$$

ii.- De la igualdad anterior se obtiene la Ecuación NºA.1-2

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ECUACIÓN NºA.1-2
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA BASE A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = Q_{BASE_{i,j}} \cdot \left(\frac{A_n}{A_{BASE}}\right) \cdot \left(\frac{P_n}{P_{BASE}}\right)$$

iii.- La Ecuación NºA.1-2 se escribe en función de un factor de transposición FT_n definido como:

ECUACIÓN NºA.1-3
FACTOR DE TRANSPOSICIÓN

$$FT_n = ft_{An} \cdot ft_{Pn}$$

donde $ft_{An} = \frac{A_n}{A_{BASE}}$ y $ft_{Pn} = \frac{P_n}{P_{BASE}}$

Finalmente se obtiene:

ECUACIÓN NºA.1-4
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA BASE A OBJETIVO

$$Qn_{i,j} = Q_{BASE_{i,j}} \cdot FT_n$$

Donde:
R : Rendimiento específico [m^3/mm/km^2]
$Q_{BASE\ i,j}$: Caudal en la estación fluviométrica base, en mes "i", año "j" [m^3/s]
$Q_{n\ i,j}$: Caudal a determinar en la cabecera del cauce, en mes "i", año "j" [m^3/s]
A_{BASE} : Área aportante a estación fluviométrica base [Km^2]
A_n : Área aportante a cabecera de cauce [Km^2]
P_{BASE} : Precipitación media anual en baricentro de área aportante a la estación fluviométrica base [mm]
P_n : Precipitación media anual en baricentro de área aportante a la cabecera de cauce [mm]
ft_{An} : Factor de transposición de áreas desde estación base a cabecera de cauce
ft_{Pn} : Factor de transposición de precipitación desde estación base a cabecera de cauce
FT_n : Factor de transposición desde estación base a cabecera de cauce

Para el caso de transposición de caudales medios mensuales desde más de una estación fluviométrica hacia una bocatoma, el procedimiento consiste en sumar los aportes de todas las estaciones, es decir:

ECUACIÓN NºA.1-5
TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE VARIAS ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS A OBJETIVO

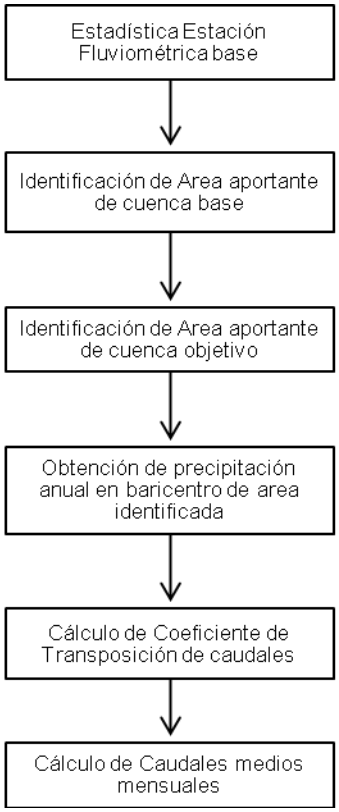
$$Qn_{i,j} = \sum Q_{BASEk_{i,j}} \cdot FT_n$$

Donde:
$Q_{BASEk\ i,j}$: Caudal en la estación fluviométrica base "k", en mes "i", año "j" [m^3/s]

Para áreas aportantes con cota sobre los 2.500 m, se distinguirán entre aportes pluviales y aportes nivales, es decir, sobre 2.500 m se consideran aportes nivales y bajo 2.500 m aportes nivales. Dado lo anterior, los aportes nivales serán considerados solo durante los meses de verano (noviembre a abril) y los aportes pluviales solo durante los meses de invierno (mayo a octubre).

La metodología utilizada se resume en el diagrama del Cuadro NºA.1.1-1

CUADRO NºA.1.1-.1
METODOLOGÍA TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES



a.2.- Correlación entre estaciones

Este método supone que los rendimientos ($\bar{Q}$/unidad de superficie) entre las cuencas a correlacionar son similares para un período de tiempo considerado. Su aplicación requiere de una estación patrón que disponga de registros fluviométricos confiables y suficientemente largos para el cumplimiento del objetivo deseado (15 ó 30 años).

El método consiste en establecer una correlación entre la estación patrón y la estación de la cuenca en estudio, a través de la realización de aforos simultáneos. Una vez establecida la correlación y comprobada su calidad, se determina la función que relaciona los valores de ambas estaciones. Los caudales medios de la estación en estudio son obtenidos a través de la función, en base a los caudales medios mensuales.

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

b.- Relación precipitación-escorrentía

Esta metodología hace uso de relaciones precipitación-escorrentía ampliamente difundida en la literatura especializada. En su caso más general y para períodos de tiempo prolongados, esta relación puede escribirse como:

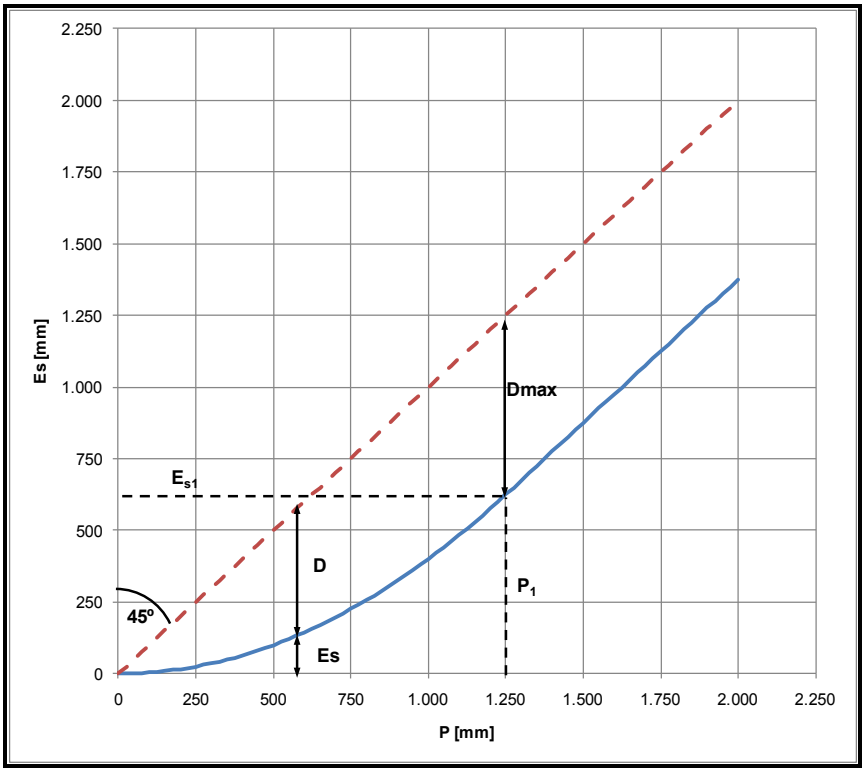
ECUACIÓN NºA.1-6
FORMA GENERAL RELACIÓN PRECIPITACIÓN ESCORRENTÍA

$$E_S = P - D$$

Donde:
Es : escorrentía [mm]
P : precipitaciones [mm]
D : déficit de escorrentía [mm]

En forma gráfica, lo anterior se puede representar como se muestra en el Cuadro NºA.1.1-2.

CUADRO NºA.1.1-2
RELACIÓN PRECIPITACIÓN - ESCORRENTÍA



Cuando se alcanza P_1, el déficit de escorrentía se hace máximo y se indica con D_{max}.

Existen diversas fórmulas empíricas para determinar la escorrentía de una cuenca, en este caso se utilizó la fórmula de Grunsky, que se muestra en la Ecuación NºA.1-7 siguiente.

ECUACIÓN NºA.1-7
FÓRMULA DE GRUNSKY

$$E_S = 0{,}4 \cdot P^2 \text{ para P} < 1{,}25 \text{ m}$$
$$E_S = P - 0{,}625 \text{ para P} \geq 1{,}25 \text{m}$$

Donde D_{max}=625 [mm]

La relación entre escorrentía y caudal queda establecida en la Ecuación NºA.1-8 siguiente:

ECUACIÓN NºA.1-8
RELACIÓN CAUDAL - ESCORRENTÍA

$$Q = \frac{E_S \cdot A}{t} \quad [m^3/s]$$

Donde: Q: caudal medio anual [m^3/s]
Es: escorrentía cuenca [m]
A: área aportante [m^2]
T: tiempo [s /año] = 86.400*365 = 31.536.000 seg.

Para realizar la distribución anual de caudales, se define el Factor de Distribución Medio Anual como se indica en la Ecuación NºA.1-9.

ECUACIÓN NºA.1-9
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO ANUAL (F.D.M.A.)

$$\text{F.D.M.A.} = \frac{\text{Promedio anual año i}}{\text{Promedio total}}$$

Para realizar la distribución mensual de caudales, se define el Factor de Distribución Medio Mensual como se indica en la Ecuación NºA.1-10.

ECUACIÓN NºA.1-10
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN MEDIO MENSUAL (F.D.M.M.)

$$\text{F.D.M.M.} = \frac{\text{Promedio mensual mes i}}{\text{Promedio anual}}$$

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.2.- Escurrimiento en canales

Las metodologías de cálculo utilizadas para la estimación del escurrimiento son las siguientes:

- Escurrimiento con Flujo Uniforme, utilizando la conocida Fórmula de Manning
- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado.

A.2.1.- Escurrimiento con Flujo Uniforme.

Este tipo de escurrimiento se caracteriza porque el canal no presenta variaciones en su trazado.

Bajo estas condiciones, la pérdida de energía es igual a la pendiente de fondo del canal y a la pendiente de la superficie del agua. Se puede suponer que las distribuciones de velocidad son iguales.

Se utiliza la Fórmula de Manning indicada en la Ecuación NºA.2-1.

ECUACIÓN NºA.2-1
FÓRMULA DE MANNING

$$Q = \frac{\sqrt{i}}{n} A \cdot R^{2/3}$$

Donde:

Q : caudal [m^3/s]
I : pendiente del canal
n : coeficiente de rugosidad de Manning
$R = \frac{A}{Pm}$: radio hidráulico [m]
A : sección mojada [m^2]
Pm : perímetro mojado [m]

Cuando el canal es regular, con una sección definida y sin obstrucciones, permite representar en forma adecuada el eje hidráulico del canal, con una adecuada estimación del coeficiente de rugosidad.

Los valores típicos para *n* se presentan en el siguiente Cuadro NºA.2.1-1.

CUADRO NºA.2.1-1
VALORES TÍPICOS PARA EL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING EN CANALES

TIPO DE CANAL	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
En tierra con bordes irregulares	0,045
Excavado en tierra	0,030
Revestido con hormigón	0,018
Revestido con albañilería de piedras.	0,025

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

A.2.2.- Escurrimiento con Flujo Gradualmente Variado.

El flujo gradualmente variado (FGV) es el flujo permanente cuya profundidad varía de manera gradual a lo largo de la longitud del canal. Lo anterior implica que el flujo es permanente, es decir, las características hidráulicas del flujo permanecen constantes en el intervalo de tiempo considerado y que las líneas de corriente son prácticamente paralelas, esto es, que la distribución hidrostática de la presión prevalece sobre la sección del canal.

El flujo gradualmente variado se puede representar por la siguiente ecuación:

ECUACIÓN NºA.2-2
REPRESENTACIÓN FLUJO GRADUALMENTE VARIADO

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{S_0 - S_f}{1 - F_r^{\,2}}$$

Donde:
S_0 : pendiente de fondo del canal
S_f : pendiente de fricción
F_r : número de Froude

En que:

ECUACIÓN NºA.2-3
PENDIENTE DE FRICCIÓN

$$S_f = \frac{Q^2 n^2}{A^2 R^{2/3}}$$

ECUACIÓN NºA.2-4
NÚMERO DE FROUDE

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

La ecuación del flujo gradualmente variado requiere condiciones de borde para su solución.

En régimen subcrítico (Río, Fr<1), las condiciones de borde están dadas aguas abajo y el escurrimiento tiende a un flujo uniforme hacia aguas arriba. En régimen supercrítico (Torrente, Fr>1), las condiciones de borde están dadas aguas arriba y el escurrimiento tiende a flujo uniforme hacia aguas abajo.

Bajo condiciones de régimen subcrítico, la velocidad de escurrimiento es menor que en régimen supercrítico.

Para el cálculo del eje hidráulico, se utiliza la metodología propuesta en el estudio “Estudio de Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego Canal Almahue”, CNR, Procivil Ing. Ltda., 2010.

El eje hidráulico se calcula mediante el método escalonado adecuado para canales

prismáticos. A partir de una sección de parámetros conocidos, esto es: altura de agua y dimensiones transversales, se determina la distancia hacia aguas arriba o hacia aguas abajo, a la cual se produce una altura dada, realizando un balance energético.

Las ecuaciones generales son las siguientes ("Hidráulica", F.J. Domínguez IVª edición, pág. 680):

ECUACIÓN NºA.2-5
DISTANCIA ENTRE DOS SECCIONES

$$x = \frac{B_0 - B_1}{J_m - i}$$

ECUACIÓN NºA.2-6
BERNOULLI

$$B = h + \frac{v^2}{2g}$$

ECUACIÓN NºA.2-7
CARGA

$$J = \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}}$$

ECUACIÓN NºA.2-8
PENDIENTE DE LA ENERGÍA DE ESCURRIMIENTO

$$J_m = \frac{J_0 + J_1}{2}$$

Donde:
Los subíndices 0 y 1 indican respectivamente la sección de cálculo y la sección anterior cuyos parámetros son conocidos.

B : Bernoulli en una sección del escurrimiento (m)
Jm : pendiente de la energía del escurrimiento entre las dos secciones
i : pendiente de fondo del canal
x : distancia calculada entre dos secciones (m)
v : velocidad media en una sección (m/s)
R : radio hidráulico (m)
h : altura del pelo de agua (m)
n : coeficiente de rugosidad de Manning

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

ANEXO B

EVALUACIÓN ECONÓMICA

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.1.- Energía Mensual. B.3.-

Anexo B.2.- Flujo Mensual. B.10.-

Anexo B.3.- Análisis Financiero. B.20.-

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo B.1.- Energía Mensual

PRECIO DE LA ENERGÍA, INGRESOS NETOS POR VENTA DE ENERGÍA
CANAL BIO-BIO SUR DERIVADO LICURA MUNILQUE – QUITRALMAN, RÍO BIO BIO

PRECIO ENERGÍA SIN PEAJE $/kWh	**40,9**		
DESCUENTO PORCENTUAL AL PRECIO DE LA ENERGÍA POR CONCEPTO DE PEAJE	**0,00**	**%**	
PRECIO NETO DE LA ENERGÍA INCLUIDO EL PEAJE	**40,9**	**$/kWh**	
PRECIO POR NO CUMPLIMIENTO $/kWh	**0,00**		0
Días generando	**330**	**días**	
% del año generando	**90,4**	**%**	
Potencia INSTALADA Mw	**0,3**	**MW**	
Energía Total Generada	**63**	**Gwh**	

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
1	1	ABR	0,1	0,85	93	40,9	3,8	0,2	0,0	3,8
2		MAY	0,2		119	40,9	4,8	0,2	0,0	4,8
3		JUN	0,4		229	40,9	9,4	0,0	0,0	9,4
4		JUL	0,4		229	40,9	9,4	0,0	0,0	9,4
5		AGO	0,4		229	40,9	9,4	0,0	0,0	9,4
6		SEP	0,4		229	40,9	9,4	0,0	0,0	9,4
7		OCT	0,4		229	40,9	9,4	0,0	0,0	9,4
8		NOV	0,4		229	40,9	9,4	0,0	0,0	9,4
9		DIC	0,4		229	40,9	9,4	0,0	0,0	9,4
10		ENE	0,3		200	40,9	8,2	0,0	0,0	8,2
11		FEB	0,2		153	40,9	6,3	0,1	0,0	6,3
12		MAR	0,1		92	40,9	3,8	0,2	0,0	3,8
13	2	ABR	0,2	0,88	114	41,9	4,8	0,2	0,0	4,8
14		MAY	0,4		229	41,9	9,6	0,0	0,0	9,6
15		JUN	0,4		229	41,9	9,6	0,0	0,0	9,6
16		JUL	0,4		229	41,9	9,6	0,0	0,0	9,6
17		AGO	0,4		229	41,9	9,6	0,0	0,0	9,6
18		SEP	0,4		229	41,9	9,6	0,0	0,0	9,6
19		OCT	0,4		229	41,9	9,6	0,0	0,0	9,6
20		NOV	0,4		229	41,9	9,6	0,0	0,0	9,6
21		DIC	0,4		229	41,9	9,6	0,0	0,0	9,6
22		ENE	0,3		187	41,9	7,8	0,1	0,0	7,8
23		FEB	0,2		118	41,9	4,9	0,2	0,0	4,9
24		MAR	0,1		86	41,9	3,6	0,2	0,0	3,6
25	3	ABR	0,1	0,85	73	42,9	3,1	0,2	0,0	3,1
26		MAY	0,4		230	42,9	9,9	0,0	0,0	9,9
27		JUN	0,4		230	42,9	9,9	0,0	0,0	9,9
28		JUL	0,4		230	42,9	9,9	0,0	0,0	9,9
29		AGO	0,4		230	42,9	9,9	0,0	0,0	9,9
30		SEP	0,4		230	42,9	9,9	0,0	0,0	9,9
31		OCT	0,4		230	42,9	9,9	0,0	0,0	9,9
32		NOV	0,4		230	42,9	9,9	0,0	0,0	9,9
33		DIC	0,4		230	42,9	9,9	0,0	0,0	9,9
34		ENE	0,3		163	42,9	7,0	0,1	0,0	7,0
35		FEB	0,2		104	42,9	4,5	0,2	0,0	4,5
36		MAR	0,1		82	42,9	3,5	0,2	0,0	3,5
37	4	ABR	0,1	0,83	65	44,0	2,8	0,2	0,0	2,8
38		MAY	0,3		214	44,0	9,4	0,0	0,0	9,4
39		JUN	0,4		230	44,0	10,1	0,0	0,0	10,1
40		JUL	0,4		230	44,0	10,1	0,0	0,0	10,1
41		AGO	0,4		230	44,0	10,1	0,0	0,0	10,1

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
42		SEP	0,4		230	44,0	10,1	0,0	0,0	10,1
43		OCT	0,4		230	44,0	10,1	0,0	0,0	10,1
44		NOV	0,4		230	44,0	10,1	0,0	0,0	10,1
45		DIC	0,3		191	44,0	8,4	0,1	0,0	8,4
46		ENE	0,2		161	44,0	7,1	0,1	0,0	7,1
47		FEB	0,2		110	44,0	4,8	0,2	0,0	4,8
48		MAR	0,1		89	44,0	3,9	0,2	0,0	3,9
49		ABR	0,1		53	45,1	2,4	0,3	0,0	2,4
50		MAY	0,2		117	45,1	5,3	0,2	0,0	5,3
51		JUN	0,4		230	45,1	10,4	0,0	0,0	10,4
52		JUL	0,4		230	45,1	10,4	0,0	0,0	10,4
53		AGO	0,4		230	45,1	10,4	0,0	0,0	10,4
54	5	SEP	0,4	0,78	230	45,1	10,4	0,0	0,0	10,4
55		OCT	0,4		230	45,1	10,4	0,0	0,0	10,4
56		NOV	0,4		230	45,1	10,4	0,0	0,0	10,4
57		DIC	0,3		209	45,1	9,4	0,0	0,0	9,4
58		ENE	0,2		115	45,1	5,2	0,2	0,0	5,2
59		FEB	0,2		134	45,1	6,0	0,1	0,0	6,0
60		MAR	0,1		75	45,1	3,4	0,2	0,0	3,4
61		ABR	0,2		145	46,2	6,7	0,1	0,0	6,7
62		MAY	0,4		228	46,2	10,5	0,0	0,0	10,5
63		JUN	0,4		228	46,2	10,5	0,0	0,0	10,5
64		JUL	0,4		228	46,2	10,5	0,0	0,0	10,5
65		AGO	0,4		228	46,2	10,5	0,0	0,0	10,5
66	6	SEP	0,4	0,88	228	46,2	10,5	0,0	0,0	10,5
67		OCT	0,4		228	46,2	10,5	0,0	0,0	10,5
68		NOV	0,4		228	46,2	10,5	0,0	0,0	10,5
69		DIC	0,4		228	46,2	10,5	0,0	0,0	10,5
70		ENE	0,3		174	46,2	8,0	0,1	0,0	8,0
71		FEB	0,2		107	46,2	4,9	0,2	0,0	4,9
72		MAR	0,1		80	46,2	3,7	0,2	0,0	3,7
73		ABR	0,1		61	47,4	2,9	0,3	0,0	2,9
74		MAY	0,1		68	47,4	3,2	0,2	0,0	3,2
75		JUN	0,4		230	47,4	10,9	0,0	0,0	10,9
76		JUL	0,4		230	47,4	10,9	0,0	0,0	10,9
77		AGO	0,4		230	47,4	10,9	0,0	0,0	10,9
78	7	SEP	0,4	0,77	230	47,4	10,9	0,0	0,0	10,9
79		OCT	0,4		230	47,4	10,9	0,0	0,0	10,9
80		NOV	0,4		230	47,4	10,9	0,0	0,0	10,9
81		DIC	0,4		230	47,4	10,9	0,0	0,0	10,9
82		ENE	0,2		139	47,4	6,6	0,1	0,0	6,6
83		FEB	0,1		96	47,4	4,5	0,2	0,0	4,5
84		MAR	0,1		72	47,4	3,4	0,2	0,0	3,4
85		ABR	0,1		91	48,6	4,4	0,2	0,0	4,4
86		MAY	0,4		229	48,6	11,1	0,0	0,0	11,1
87		JUN	0,4		229	48,6	11,1	0,0	0,0	11,1
88		JUL	0,4		229	48,6	11,1	0,0	0,0	11,1
89		AGO	0,4		229	48,6	11,1	0,0	0,0	11,1
90	8	SEP	0,4	0,86	229	48,6	11,1	0,0	0,0	11,1
91		OCT	0,4		229	48,6	11,1	0,0	0,0	11,1
92		NOV	0,4		229	48,6	11,1	0,0	0,0	11,1
93		DIC	0,4		229	48,6	11,1	0,0	0,0	11,1
94		ENE	0,2		157	48,6	7,6	0,1	0,0	7,6
95		FEB	0,2		108	48,6	5,3	0,2	0,0	5,3
96		MAR	0,1		83	48,6	4,0	0,2	0,0	4,0
97	9	ABR	0,1	0,79	54	49,8	2,7	0,3	0,0	2,7
98		MAY	0,3		166	49,8	8,2	0,1	0,0	8,2

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada	Factor De planta	Energía	Precio neto de la energía	Venta de energía	Déficit de potencia	Gasto por compra de energía	Ingreso neto mensual por generación
			MW		MWh/mes	$/kWh	Mill $	MW	Mill $	Mill $
99		JUN	0,4		230	49,8	11,4	0,0	0,0	11,4
100		JUL	0,4		230	49,8	11,4	0,0	0,0	11,4
101		AGO	0,4		230	49,8	11,4	0,0	0,0	11,4
102		SEP	0,4		230	49,8	11,4	0,0	0,0	11,4
103		OCT	0,4		230	49,8	11,4	0,0	0,0	11,4
104		NOV	0,4		230	49,8	11,4	0,0	0,0	11,4
105		DIC	0,4		230	49,8	11,4	0,0	0,0	11,4
106		ENE	0,2		119	49,8	5,9	0,2	0,0	5,9
107		FEB	0,1		92	49,8	4,6	0,2	0,0	4,6
108		MAR	0,1		63	49,8	3,2	0,2	0,0	3,2
109		ABR	0,1		52	51,0	2,6	0,3	0,0	2,6
110		MAY	0,2		154	51,0	7,9	0,1	0,0	7,9
111		JUN	0,2		133	51,0	6,8	0,1	0,0	6,8
112		JUL	0,4		230	51,0	11,7	0,0	0,0	11,7
113		AGO	0,4		230	51,0	11,7	0,0	0,0	11,7
114	10	SEP	0,4	0,83	230	51,0	11,7	0,0	0,0	11,7
115		OCT	0,4		230	51,0	11,7	0,0	0,0	11,7
116		NOV	0,4		230	51,0	11,7	0,0	0,0	11,7
117		DIC	0,4		230	51,0	11,7	0,0	0,0	11,7
118		ENE	0,2		162	51,0	8,3	0,1	0,0	8,3
119		FEB	0,3		183	51,0	9,4	0,1	0,0	9,4
120		MAR	0,2		153	51,0	7,8	0,1	0,0	7,8
121		ABR	0,3		225	52,3	11,8	0,0	0,0	11,8
122		MAY	0,3		225	52,3	11,8	0,0	0,0	11,8
123		JUN	0,3		225	52,3	11,8	0,0	0,0	11,8
124		JUL	0,3		225	52,3	11,8	0,0	0,0	11,8
125		AGO	0,3		225	52,3	11,8	0,0	0,0	11,8
126	11	SEP	0,3	0,87	225	52,3	11,8	0,0	0,0	11,8
127		OCT	0,3		225	52,3	11,8	0,0	0,0	11,8
128		NOV	0,3		225	52,3	11,8	0,0	0,0	11,8
129		DIC	0,3		170	52,3	8,9	0,1	0,0	8,9
130		ENE	0,2		157	52,3	8,2	0,1	0,0	8,2
131		FEB	0,2		105	52,3	5,5	0,2	0,0	5,5
132		MAR	0,1		78	52,3	4,1	0,2	0,0	4,1
133		ABR	0,2		107	53,6	5,8	0,2	0,0	5,8
134		MAY	0,4		229	53,6	12,3	0,0	0,0	12,3
135		JUN	0,4		229	53,6	12,3	0,0	0,0	12,3
136		JUL	0,4		229	53,6	12,3	0,0	0,0	12,3
137		AGO	0,4		229	53,6	12,3	0,0	0,0	12,3
138	12	SEP	0,4	0,78	229	53,6	12,3	0,0	0,0	12,3
139		OCT	0,4		229	53,6	12,3	0,0	0,0	12,3
140		NOV	0,3		226	53,6	12,1	0,0	0,0	12,1
141		DIC	0,2		119	53,6	6,4	0,2	0,0	6,4
142		ENE	0,1		88	53,6	4,7	0,2	0,0	4,7
143		FEB	0,1		84	53,6	4,5	0,2	0,0	4,5
144		MAR	0,1		72	53,6	3,9	0,2	0,0	3,9
145		ABR	0,1		62	55,0	3,4	0,2	0,0	3,4
146		MAY	0,3		176	55,0	9,7	0,1	0,0	9,7
147		JUN	0,4		230	55,0	12,6	0,0	0,0	12,6
148		JUL	0,4		230	55,0	12,6	0,0	0,0	12,6
149		AGO	0,4		230	55,0	12,6	0,0	0,0	12,6
150	13	SEP	0,4	0,86	230	55,0	12,6	0,0	0,0	12,6
151		OCT	0,4		230	55,0	12,6	0,0	0,0	12,6
152		NOV	0,4		230	55,0	12,6	0,0	0,0	12,6
153		DIC	0,4		230	55,0	12,6	0,0	0,0	12,6
154		ENE	0,3		223	55,0	12,3	0,0	0,0	12,3
155		FEB	0,2		126	55,0	6,9	0,2	0,0	6,9

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
156		MAR	0,1		82	55,0	4,5	0,2	0,0	4,5
157		ABR	0,1		93	56,3	5,2	0,2	0,0	5,2
158		MAY	0,2		128	56,3	7,2	0,1	0,0	7,2
159		JUN	0,4		229	56,3	12,9	0,0	0,0	12,9
160		JUL	0,4		229	56,3	12,9	0,0	0,0	12,9
161		AGO	0,4		229	56,3	12,9	0,0	0,0	12,9
162	14	SEP	0,4	0,75	229	56,3	12,9	0,0	0,0	12,9
163		OCT	0,4		229	56,3	12,9	0,0	0,0	12,9
164		NOV	0,4		229	56,3	12,9	0,0	0,0	12,9
165		DIC	0,2		160	56,3	9,0	0,1	0,0	9,0
166		ENE	0,1		92	56,3	5,2	0,2	0,0	5,2
167		FEB	0,1		73	56,3	4,1	0,2	0,0	4,1
168		MAR	0,1		60	56,3	3,4	0,3	0,0	3,4
169		ABR	0,1		53	57,7	3,0	0,3	0,0	3,0
170		MAY	0,4		230	57,7	13,3	0,0	0,0	13,3
171		JUN	0,4		230	57,7	13,3	0,0	0,0	13,3
172		JUL	0,4		230	57,7	13,3	0,0	0,0	13,3
173		AGO	0,4		230	57,7	13,3	0,0	0,0	13,3
174	15	SEP	0,4	0,85	230	57,7	13,3	0,0	0,0	13,3
175		OCT	0,4		230	57,7	13,3	0,0	0,0	13,3
176		NOV	0,4		230	57,7	13,3	0,0	0,0	13,3
177		DIC	0,4		230	57,7	13,3	0,0	0,0	13,3
178		ENE	0,3		197	57,7	11,3	0,0	0,0	11,3
179		FEB	0,2		105	57,7	6,0	0,2	0,0	6,0
180		MAR	0,1		77	57,7	4,4	0,2	0,0	4,4
181		ABR	0,2		131	59,2	7,7	0,1	0,0	7,7
182		MAY	0,4		228	59,2	13,5	0,0	0,0	13,5
183		JUN	0,4		228	59,2	13,5	0,0	0,0	13,5
184		JUL	0,4		228	59,2	13,5	0,0	0,0	13,5
185		AGO	0,3		210	59,2	12,4	0,0	0,0	12,4
186	16	SEP	0,4	0,77	228	59,2	13,5	0,0	0,0	13,5
187		OCT	0,4		228	59,2	13,5	0,0	0,0	13,5
188		NOV	0,4		228	59,2	13,5	0,0	0,0	13,5
189		DIC	0,2		127	59,2	7,5	0,1	0,0	7,5
190		ENE	0,1		77	59,2	4,6	0,2	0,0	4,6
191		FEB	0,1		68	59,2	4,0	0,2	0,0	4,0
192		MAR	0,1		65	59,2	3,8	0,2	0,0	3,8
193		ABR	0,2		128	60,7	7,8	0,1	0,0	7,8
194		MAY	0,4		228	60,7	13,9	0,0	0,0	13,9
195		JUN	0,4		228	60,7	13,9	0,0	0,0	13,9
196		JUL	0,4		228	60,7	13,9	0,0	0,0	13,9
197		AGO	0,4		228	60,7	13,9	0,0	0,0	13,9
198	17	SEP	0,4	0,84	228	60,7	13,9	0,0	0,0	13,9
199		OCT	0,4		228	60,7	13,9	0,0	0,0	13,9
200		NOV	0,4		228	60,7	13,9	0,0	0,0	13,9
201		DIC	0,4		228	60,7	13,9	0,0	0,0	13,9
202		ENE	0,2		114	60,7	6,9	0,2	0,0	6,9
203		FEB	0,1		76	60,7	4,6	0,2	0,0	4,6
204		MAR	0,1		77	60,7	4,7	0,2	0,0	4,7
205		ABR	0,1		67	62,2	4,2	0,2	0,0	4,2
206		MAY	0,2		99	62,2	6,1	0,2	0,0	6,1
207		JUN	0,4		230	62,2	14,3	0,0	0,0	14,3
208	18	JUL	0,4	0,72	230	62,2	14,3	0,0	0,0	14,3
209		AGO	0,4		230	62,2	14,3	0,0	0,0	14,3
210		SEP	0,4		230	62,2	14,3	0,0	0,0	14,3
211		OCT	0,4		230	62,2	14,3	0,0	0,0	14,3
212		NOV	0,4		230	62,2	14,3	0,0	0,0	14,3

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
213		DIC	0,2		145	62,2	9,0	0,1	0,0	9,0
214		ENE	0,1		96	62,2	6,0	0,2	0,0	6,0
215		FEB	0,1		67	62,2	4,2	0,2	0,0	4,2
216		MAR	0,1		69	62,2	4,3	0,2	0,0	4,3
217		ABR	0,1		71	63,7	4,5	0,2	0,0	4,5
218		MAY	0,1		93	63,7	5,9	0,2	0,0	5,9
219		JUN	0,4		230	63,7	14,6	0,0	0,0	14,6
220		JUL	0,4		230	63,7	14,6	0,0	0,0	14,6
221		AGO	0,4		230	63,7	14,6	0,0	0,0	14,6
222		SEP	0,4		230	63,7	14,6	0,0	0,0	14,6
223	19	OCT	0,4	0,74	230	63,7	14,6	0,0	0,0	14,6
224		NOV	0,4		230	63,7	14,6	0,0	0,0	14,6
225		DIC	0,3		198	63,7	12,6	0,0	0,0	12,6
226		ENE	0,2		100	63,7	6,4	0,2	0,0	6,4
227		FEB	0,1		70	63,7	4,4	0,2	0,0	4,4
228		MAR	0,1		55	63,7	3,5	0,3	0,0	3,5
229		ABR	0,1		46	65,3	3,0	0,3	0,0	3,0
230		MAY	0,1		43	65,3	2,8	0,3	0,0	2,8
231		JUN	0,4		230	65,3	15,0	0,0	0,0	15,0
232		JUL	0,4		230	65,3	15,0	0,0	0,0	15,0
233		AGO	0,4		230	65,3	15,0	0,0	0,0	15,0
234		SEP	0,4		230	65,3	15,0	0,0	0,0	15,0
235	20	OCT	0,4	0,73	230	65,3	15,0	0,0	0,0	15,0
236		NOV	0,3		220	65,3	14,3	0,0	0,0	14,3
237		DIC	0,4		230	65,3	15,0	0,0	0,0	15,0
238		ENE	0,2		100	65,3	6,5	0,2	0,0	6,5
239		FEB	0,1		70	65,3	4,6	0,2	0,0	4,6
240		MAR	0,1		68	65,3	4,5	0,2	0,0	4,5
241		ABR	0,2		148	67,0	9,9	0,1	0,0	9,9
242		MAY	0,3		228	67,0	15,3	0,0	0,0	15,3
243		JUN	0,3		228	67,0	15,3	0,0	0,0	15,3
244		JUL	0,3		228	67,0	15,3	0,0	0,0	15,3
245		AGO	0,3		228	67,0	15,3	0,0	0,0	15,3
246		SEP	0,3		228	67,0	15,3	0,0	0,0	15,3
247	21	OCT	0,3	0,74	228	67,0	15,3	0,0	0,0	15,3
248		NOV	0,3		182	67,0	12,2	0,1	0,0	12,2
249		DIC	0,2		104	67,0	7,0	0,2	0,0	7,0
250		ENE	0,1		67	67,0	4,5	0,2	0,0	4,5
251		FEB	0,1		51	67,0	3,4	0,3	0,0	3,4
252		MAR	0,1		46	67,0	3,1	0,3	0,0	3,1
253		ABR	0,2		111	68,6	7,6	0,2	0,0	7,6
254		MAY	0,4		229	68,6	15,7	0,0	0,0	15,7
255		JUN	0,4		229	68,6	15,7	0,0	0,0	15,7
256		JUL	0,4		229	68,6	15,7	0,0	0,0	15,7
257		AGO	0,4		229	68,6	15,7	0,0	0,0	15,7
258		SEP	0,4		229	68,6	15,7	0,0	0,0	15,7
259	22	OCT	0,4	0,84	229	68,6	15,7	0,0	0,0	15,7
260		NOV	0,4		229	68,6	15,7	0,0	0,0	15,7
261		DIC	0,4		229	68,6	15,7	0,0	0,0	15,7
262		ENE	0,2		134	68,6	9,2	0,1	0,0	9,2
263		FEB	0,1		80	68,6	5,5	0,2	0,0	5,5
264		MAR	0,1		75	68,6	5,2	0,2	0,0	5,2
265		ABR	0,2		112	70,4	7,9	0,2	0,0	7,9
266		MAY	0,4		229	70,4	16,1	0,0	0,0	16,1
267	23	JUN	0,4	0,86	229	70,4	16,1	0,0	0,0	16,1
268		JUL	0,4		229	70,4	16,1	0,0	0,0	16,1
269		AGO	0,4		229	70,4	16,1	0,0	0,0	16,1

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
270		SEP	0,4		229	70,4	16,1	0,0	0,0	16,1
271		OCT	0,4		229	70,4	16,1	0,0	0,0	16,1
272		NOV	0,4		229	70,4	16,1	0,0	0,0	16,1
273		DIC	0,4		229	70,4	16,1	0,0	0,0	16,1
274		ENE	0,3		165	70,4	11,6	0,1	0,0	11,6
275		FEB	0,1		97	70,4	6,9	0,2	0,0	6,9
276		MAR	0,1		79	70,4	5,5	0,2	0,0	5,5
277		ABR	0,2		151	72,1	10,9	0,1	0,0	10,9
278		MAY	0,3		228	72,1	16,4	0,0	0,0	16,4
279		JUN	0,3		228	72,1	16,4	0,0	0,0	16,4
280		JUL	0,3		228	72,1	16,4	0,0	0,0	16,4
281		AGO	0,3		228	72,1	16,4	0,0	0,0	16,4
282	24	SEP	0,3	0,87	228	72,1	16,4	0,0	0,0	16,4
283		OCT	0,3		228	72,1	16,4	0,0	0,0	16,4
284		NOV	0,3		228	72,1	16,4	0,0	0,0	16,4
285		DIC	0,3		228	72,1	16,4	0,0	0,0	16,4
286		ENE	0,2		156	72,1	11,2	0,1	0,0	11,2
287		FEB	0,2		98	72,1	7,0	0,2	0,0	7,0
288		MAR	0,1		74	72,1	5,3	0,2	0,0	5,3
289		ABR	0,2		115	73,9	8,5	0,2	0,0	8,5
290		MAY	0,3		186	73,9	13,8	0,1	0,0	13,8
291		JUN	0,4		229	73,9	16,9	0,0	0,0	16,9
292		JUL	0,4		229	73,9	16,9	0,0	0,0	16,9
293		AGO	0,4		229	73,9	16,9	0,0	0,0	16,9
294	25	SEP	0,4	0,83	229	73,9	16,9	0,0	0,0	16,9
295		OCT	0,4		229	73,9	16,9	0,0	0,0	16,9
296		NOV	0,4		229	73,9	16,9	0,0	0,0	16,9
297		DIC	0,4		229	73,9	16,9	0,0	0,0	16,9
298		ENE	0,2		143	73,9	10,6	0,1	0,0	10,6
299		FEB	0,1		88	73,9	6,5	0,2	0,0	6,5
300		MAR	0,1		72	73,9	5,3	0,2	0,0	5,3
301		ABR	0,2		98	75,8	7,4	0,2	0,0	7,4
302		MAY	0,2		104	75,8	7,8	0,2	0,0	7,8
303		JUN	0,4		229	75,8	17,4	0,0	0,0	17,4
304		JUL	0,4		229	75,8	17,4	0,0	0,0	17,4
305		AGO	0,4		229	75,8	17,4	0,0	0,0	17,4
306	26	SEP	0,4	0,78	229	75,8	17,4	0,0	0,0	17,4
307		OCT	0,4		229	75,8	17,4	0,0	0,0	17,4
308		NOV	0,4		229	75,8	17,4	0,0	0,0	17,4
309		DIC	0,3		227	75,8	17,2	0,0	0,0	17,2
310		ENE	0,2		107	75,8	8,1	0,2	0,0	8,1
311		FEB	0,1		79	75,8	6,0	0,2	0,0	6,0
312		MAR	0,1		83	75,8	6,3	0,2	0,0	6,3
313		ABR	0,2		136	77,7	10,5	0,1	0,0	10,5
314		MAY	0,2		134	77,7	10,4	0,1	0,0	10,4
315		JUN	0,4		228	77,7	17,7	0,0	0,0	17,7
316		JUL	0,3		192	77,7	14,9	0,0	0,0	14,9
317		AGO	0,3		212	77,7	16,5	0,0	0,0	16,5
318	27	SEP	0,3	0,63	187	77,7	14,5	0,1	0,0	14,5
319		OCT	0,3		173	77,7	13,4	0,1	0,0	13,4
320		NOV	0,2		138	77,7	10,7	0,1	0,0	10,7
321		DIC	0,1		87	77,7	6,8	0,2	0,0	6,8
322		ENE	0,1		74	77,7	5,8	0,2	0,0	5,8
323		FEB	0,1		53	77,7	4,1	0,3	0,0	4,1
324		MAR	0,1		53	77,7	4,1	0,3	0,0	4,1
325	28	ABR	0,3	0,88	185	79,6	14,7	0,1	0,0	14,7
326		MAY	0,3		227	79,6	18,0	0,0	0,0	18,0

1	2	3	4		5		6	7	8	9
Nº	Año	Mes	Potencia generada MW	Factor De planta	Energía MWh/mes	Precio neto de la energía $/kWh	Venta de energía Mill $	Déficit de potencia MW	Gasto por compra de energía Mill $	Ingreso neto mensual por generación Mill $
327		JUN	0,3		227	79,6	18,0	0,0	0,0	18,0
328		JUL	0,3		227	79,6	18,0	0,0	0,0	18,0
329		AGO	0,3		227	79,6	18,0	0,0	0,0	18,0
330		SEP	0,3		227	79,6	18,0	0,0	0,0	18,0
331		OCT	0,3		227	79,6	18,0	0,0	0,0	18,0
332		NOV	0,3		227	79,6	18,0	0,0	0,0	18,0
333		DIC	0,3		227	79,6	18,0	0,0	0,0	18,0
334		ENE	0,3		190	79,6	15,1	0,1	0,0	15,1
335		FEB	0,1		81	79,6	6,4	0,2	0,0	6,4
336		MAR	0,1		63	79,6	5,0	0,2	0,0	5,0
337		ABR	0,1		68	81,6	5,5	0,2	0,0	5,5
338		MAY	0,1		80	81,6	6,5	0,2	0,0	6,5
339		JUN	0,1		75	81,6	6,1	0,2	0,0	6,1
340		JUL	0,2		148	81,6	12,1	0,1	0,0	12,1
341		AGO	0,2		146	81,6	11,9	0,1	0,0	11,9
342	29	SEP	0,2	0,45	139	81,6	11,4	0,1	0,0	11,4
343		OCT	0,1		89	81,6	7,2	0,2	0,0	7,2
344		NOV	0,3		213	81,6	17,4	0,0	0,0	17,4
345		DIC	0,1		57	81,6	4,7	0,3	0,0	4,7
346		ENE	0,1		56	81,6	4,5	0,3	0,0	4,5
347		FEB	0,1		47	81,6	3,9	0,3	0,0	3,9
348		MAR	0,1		64	81,6	5,2	0,2	0,0	5,2
349		ABR	0,1		91	83,6	7,6	0,2	0,0	7,6
350		MAY	0,2		156	83,6	13,1	0,1	0,0	13,1
351		JUN	0,4		229	83,6	19,2	0,0	0,0	19,2
352		JUL	0,3		163	83,6	13,7	0,1	0,0	13,7
353		AGO	0,3		177	83,6	14,8	0,1	0,0	14,8
354	30	SEP	0,4	0,74	229	83,6	19,2	0,0	0,0	19,2
355		OCT	0,4		229	83,6	19,2	0,0	0,0	19,2
356		NOV	0,4		229	83,6	19,2	0,0	0,0	19,2
357		DIC	0,2		147	83,6	12,3	0,1	0,0	12,3
358		ENE	0,1		90	83,6	7,6	0,2	0,0	7,6
359		FEB	0,2		129	83,6	10,8	0,1	0,0	10,8
360		MAR	0,1		85	83,6	7,1	0,2	0,0	7,1
				0,79						

NOTAS.-

1 Nº: valor correlativo, se desarrolla el análisis para 360 meses= 12meses x 30 años.-
2 AÑO: correlativo de los años de análisis.-
3 MES: el año se comienza a contabilizar en el mes de ABRIL.-
4 POTENCIA: valor real generable producto de la hidrología mensual.-
5 ENERGÍA: valor de energía generada en el mes.-
6 VENTA DE ENERGÍA: ingreso por la venta de la energía generada: (5) x PRECIO de venta kWh.-
7 DÉFICIT DE POTENCIA: potencia contratada - (4); es la potencia que no se suple con la hidrología mensual.-
8 GASTO POR COMPRA DE ENERGÍA: (6) x Precio por no cumplimiento de la potencia contratada.-
(se supone que el valor por no cumplimiento es el doble del valor de la energía)
9 INGRESO NETO POR GENERACIÓN: (5) - (7); venta de energía - gasto por no cumplimiento.-

Anexo B.2.- Flujo Mensual

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 235656-2360325

FLUJO MENSUAL PARA 30 AÑOS DE OPERACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

REFERENCIA DE PRECIOS	**Oct-10**	**INV. INICIAL Io (4,8 mill. US$/Mw TURBINA) (mill. $)**	**740**	**AÑOS FLUJO CAJA**	**30**
PRECIO ENERGÍA (REGIONAL) $/kWh	**40,9**	**INTERESES INTERCALARES EN 1 AÑO DE CONSTRUCCIÓN (%)**	**12,0**	T.I.R. % (después de impuestos)	**10,05**
POTENCIA INSTALADA OPTIMIZADA (MW)	**0,3**	**INVERSIÓN NETA (mill. $)**	**829**	**TASA DE DESCUENTO ANUAL (%)**	**10,0**
POTENCIA DE SUFICIENCIA (MW)	**0,1**			**TASA IVA %**	**19**
PRECIO POTENCIA (REGIONAL) US$/kW/AÑO	**95,1**	**REPOSICIÓN OBRAS (AÑO 15)**	**111**		
TASA DE CAMBIO (OCT - 2010) : $ / US$	**491,8**	**TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA %**	**17,0**	**IVA INVERSIÓN**	**141**
DÍAS DE OPERACIÓN POR AÑO	**330**			**AÑO COMIENZO FLUJO POSITIVO**	**11**
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO POT %	**2,5**				
INCREM. PROYECC. ANUAL PRECIO ENERG%	**2,5**				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
0													829			-829	-829	829
1	4	1	0	4	4	0	0,05	0,19	8	-7	0	-7		0	1	1	-828	821
2	5	1	0	5	4	0	0,06	0,19	8	-6	0	-6		0	2	2	-825	813
3	9	1	0	10	4	0	0,12	0,21	8	-2	0	-2		1	7	7	-818	805
4	9	1	0	10	4	0	0,12	0,21	8	-2	0	-2		1	7	7	-811	797
5	9	1	0	10	4	0	0,12	0,21	8	-2	0	-2		1	7	7	-803	789
6	9	1	0	10	4	0	0,12	0,21	8	-2	0	-2		1	7	7	-796	781
7	9	1	0	10	4	0	0,12	0,21	8	-2	0	-2		1	7	7	-788	773
8	9	1	0	10	4	0	0,12	0,21	8	-2	0	-2		1	7	7	-781	765
9	9	1	0	10	4	0	0,12	0,21	8	-2	0	-2		1	7	7	-773	757
10	8	1	0	9	4	0	0,10	0,21	8	-3	0	-3		1	6	6	-767	749
11	6	1	0	7	4	0	0,08	0,20	8	-5	0	-5		1	4	4	-763	741
12	4	1	0	4	4	0	0,05	0,19	8	-7	0	-7		0	1	1	-762	733
13	5	1	0	5	4	0	0,06	0,19	8	-6	0	-6		0	2	2	-760	725
14	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	8	-1	0	-1		1	8	8	-752	717
15	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	8	-1	0	-1		1	8	8	-745	710
16	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	8	-1	0	-1		1	8	8	-737	702
17	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	8	-1	0	-1		1	8	8	-729	694
18	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	8	-1	0	-1		1	8	8	-721	686
19	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	8	-1	0	-1		1	8	8	-714	678
20	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	8	-1	0	-1		1	8	8	-706	670
21	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	8	-1	0	-1		1	8	8	-698	662
22	8	1	0	8	4	0	0,09	0,21	8	-3	0	-3		1	6	6	-692	654
23	5	1	0	6	4	0	0,06	0,19	8	-6	0	-6		0	2	2	-690	646
24	4	1	0	4	4	0	0,04	0,19	8	-7	0	-7		0	1	1	-689	638
25	3	1	0	4	4	0	0,04	0,19	4	-3	0	-3		0	0	0	-689	635
26	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	4	3	0	3		1	8	8	-681	631
27	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	4	3	0	3		1	8	8	-673	627

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
28	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	4	3	0	3		1	8	8	-665	624
29	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	4	3	0	3		1	8	8	-657	620
30	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	4	3	0	3		1	8	8	-649	617
31	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	4	3	0	3		1	8	8	-640	613
32	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	4	3	0	3		1	8	8	-632	610
33	10	1	0	10	4	1	0,12	0,21	4	3	0	3		1	8	8	-624	606
34	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	4	0	0	0		1	5	5	-620	603
35	4	1	0	5	4	0	0,05	0,19	4	-2	0	-2		0	2	2	-618	599
36	4	1	0	4	4	0	0,04	0,19	4	-3	0	-3		0	1	1	-617	596
37	3	1	0	3	4	0	0,03	0,19	3	-3	0	-3		0	0	0	-617	593
38	9	1	0	10	4	0	0,11	0,21	3	4	0	4		1	8	8	-610	590
39	10	1	0	11	4	1	0,12	0,21	3	4	0	4		1	8	8	-601	588
40	10	1	0	11	4	1	0,12	0,21	3	4	0	4		1	8	8	-593	585
41	10	1	0	11	4	1	0,12	0,21	3	4	0	4		1	8	8	-584	582
42	10	1	0	11	4	1	0,12	0,21	3	4	0	4		1	8	8	-576	580
43	10	1	0	11	4	1	0,12	0,21	3	4	0	4		1	8	8	-567	577
44	10	1	0	11	4	1	0,12	0,21	3	4	0	4		1	8	8	-559	574
45	8	1	0	9	4	0	0,10	0,21	3	3	0	3		1	6	6	-553	572
46	7	1	0	8	4	0	0,08	0,20	3	1	0	1		1	5	5	-548	569
47	5	1	0	5	4	0	0,06	0,19	3	-1	0	-1		0	2	2	-546	567
48	4	1	0	5	4	0	0,04	0,19	3	-2	0	-2		0	1	1	-544	564
49	2	1	0	3	4	0	0,03	0,18	3	-3	0	-3		0	-1	-1	-545	561
50	5	1	0	6	4	0	0,06	0,20	3	0	0	0		0	3	3	-542	559
51	10	1	0	11	4	1	0,12	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-533	556
52	10	1	0	11	4	1	0,12	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-525	553
53	10	1	0	11	4	1	0,12	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-516	551
54	10	1	0	11	4	1	0,12	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-507	548
55	10	1	0	11	4	1	0,12	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-498	545
56	10	1	0	11	4	1	0,12	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-490	543
57	9	1	0	10	4	1	0,11	0,21	3	4	0	4		1	8	8	-482	540
58	5	1	0	6	4	0	0,06	0,20	3	0	0	0		0	3	3	-479	538
59	6	1	0	7	4	0	0,07	0,20	3	0	0	0		1	4	4	-476	535
60	3	1	0	4	4	0	0,04	0,19	3	-2	0	-2		0	1	1	-475	532
61	7	1	0	7	4	0	0,07	0,20	3	1	0	1		1	4	4	-471	530
62	11	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-462	527
63	11	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-453	524
64	11	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-444	522
65	11	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-435	519
66	11	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-426	516
67	11	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-417	514
68	11	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-408	511
69	11	1	0	11	4	1	0,11	0,22	3	5	0	5		1	9	9	-399	509
70	8	1	0	9	4	0	0,09	0,21	3	2	0	2		1	6	6	-393	506
71	5	1	0	6	4	0	0,05	0,19	3	-1	0	-1		0	2	2	-391	503
72	4	1	0	4	4	0	0,04	0,19	3	-2	0	-2		0	1	1	-390	501
73	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	1	-1	0	-1		0	0	0	-390	499

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
74	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	1	-1	0	-1		0	0	0	-389	498
75	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	6	0	6		2	9	9	-380	496
76	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	6	0	6		2	9	9	-370	495
77	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	6	0	6		2	9	9	-361	493
78	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	6	0	6		2	9	9	-352	492
79	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	6	0	6		2	9	9	-342	490
80	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	6	0	6		2	9	9	-333	489
81	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	6	0	6		2	9	9	-323	487
82	7	1	0	7	4	0	0,07	0,20	1	2	0	2		1	4	4	-319	486
83	5	1	0	5	4	0	0,05	0,19	1	0	0	0		0	2	2	-317	484
84	3	1	0	4	4	0	0,04	0,19	1	-1	0	-1		0	1	1	-316	483
85	4	1	0	5	4	0	0,05	0,19	1	0	0	0		0	2	2	-315	481
86	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-305	480
87	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-295	478
88	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-285	477
89	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-276	475
90	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-266	474
91	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-256	472
92	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-247	471
93	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-237	469
94	8	1	0	8	4	0	0,08	0,20	1	3	0	3		1	6	6	-231	468
95	5	1	0	6	4	0	0,05	0,20	1	1	0	1		0	3	3	-229	466
96	4	1	0	5	4	0	0,04	0,19	1	0	0	0		0	1	1	-227	465
97	3	1	0	3	4	0	0,03	0,19	1	-2	0	-2		0	0	0	-227	463
98	8	1	0	9	4	0	0,08	0,21	1	4	0	4		1	6	6	-221	462
99	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-211	460
100	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-201	459
101	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-191	457
102	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-181	456
103	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-170	454
104	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-160	453
105	11	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-150	451
106	6	1	0	7	4	0	0,06	0,20	1	2	0	2		1	4	4	-147	450
107	5	1	0	5	4	0	0,05	0,19	1	0	0	0		0	2	2	-145	448
108	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	1	-1	0	-1		0	0	0	-144	447
109	3	1	0	3	4	0	0,03	0,19	1	-2	0	-2		0	0	0	-144	445
110	8	1	0	9	4	0	0,08	0,20	1	4	0	4		1	6	6	-138	444
111	7	1	0	7	4	0	0,07	0,20	1	2	0	2		1	5	5	-134	442
112	12	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-123	441
113	12	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-113	440
114	12	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-102	438
115	12	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-92	437
116	12	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-81	435
117	12	1	0	12	4	1	0,12	0,22	1	7	0	7		2	10	10	-71	434
118	8	1	0	9	4	0	0,08	0,21	1	4	0	4		1	6	6	-65	432
119	9	1	0	10	4	1	0,09	0,21	1	5	0	5		1	8	8	-57	431

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
120	8	1	0	8	4	0	0,08	0,20	1	3	0	3		1	6	6	-51	429
121	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	1	7	0	7		2	11	11	-41	428
122	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	1	7	0	7		2	11	11	-30	426
123	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	1	7	0	7		2	11	11	-20	425
124	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	1	7	0	7		2	11	11	-9	423
125	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	1	7	0	7		2	11	11	1	422
126	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	1	7	0	7		2	11	11	12	420
127	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	1	7	0	7		2	11	11	22	419
128	12	1	0	12	4	1	0,11	0,22	1	7	0	7		2	11	11	33	417
129	9	1	0	10	4	0	0,09	0,21	1	5	0	5		1	7	7	40	416
130	8	1	0	9	4	0	0,08	0,21	1	4	0	4		1	6	6	46	414
131	6	1	0	6	4	0	0,05	0,20	1	1	0	1		1	3	3	50	413
132	4	1	0	5	4	0	0,04	0,19	1	0	0	0		0	1	1	51	411
133	6	1	0	6	4	0	0,05	0,20	1	1	0	1		0	3	3	54	410
134	12	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	9	9	63	408
135	12	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	9	9	73	407
136	12	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	9	9	82	405
137	12	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	9	9	91	404
138	12	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	9	9	101	402
139	12	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	9	9	110	401
140	12	1	0	13	4	1	0,11	0,22	1	8	0	8		0	9	9	119	399
141	6	1	0	7	4	0	0,06	0,20	1	2	0	2		0	4	4	123	398
142	5	1	0	5	4	0	0,04	0,19	1	0	0	0		0	2	2	125	396
143	5	1	0	5	4	0	0,04	0,19	1	0	0	0		0	2	2	126	395
144	4	1	0	5	4	0	0,04	0,19	1	0	0	0		0	1	1	128	393
145	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	1	-1	0	-1		0	1	1	128	392
146	10	1	0	10	4	1	0,09	0,21	1	5	0	5		0	7	7	135	390
147	13	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	10	10	145	389
148	13	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	10	10	155	387
149	13	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	10	10	164	386
150	13	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	10	10	174	384
151	13	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	10	10	184	383
152	13	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	10	10	194	381
153	13	1	0	13	4	1	0,12	0,22	1	8	0	8		0	10	10	203	380
154	12	1	0	13	4	1	0,11	0,22	1	8	0	8		0	9	9	213	378
155	7	1	0	8	4	0	0,06	0,20	1	3	0	3		0	4	4	217	377
156	5	1	0	5	4	0	0,04	0,19	1	0	0	0		0	2	2	219	375
157	5	1	0	6	4	0	0,05	0,19	0	2	0	2		0	2	2	221	375
158	7	1	0	8	4	0	0,06	0,20	0	4	0	4		0	4	4	225	375
159	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	235	375
160	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	245	375
161	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	256	375
162	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	266	375
163	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	276	375
164	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	286	375
165	9	1	0	10	4	0	0,08	0,21	0	6	0	6		0	6	6	292	375

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
166	5	1	0	6	4	0	0,05	0,19	0	2	0	2		0	2	2	294	375
167	4	1	0	5	4	0	0,04	0,19	0	1	0	1		0	1	1	296	375
168	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	296	375
169	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	0	0	0	0	111	0	0	-111	186	375
170	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	196	375
171	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	206	375
172	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	217	375
173	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	227	375
174	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	238	375
175	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	248	375
176	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	259	375
177	13	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	10	0	10		0	10	10	269	375
178	11	1	0	12	4	1	0,10	0,22	0	9	0	9		0	9	9	278	375
179	6	1	0	7	4	0	0,05	0,20	0	3	0	3		0	3	3	281	375
180	4	1	0	5	4	0	0,04	0,19	0	2	0	2		0	2	2	283	375
181	8	1	0	9	4	0	0,07	0,20	0	5	0	5		0	5	5	287	375
182	14	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	298	375
183	14	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	309	375
184	14	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	320	375
185	12	1	0	13	4	1	0,11	0,22	0	10	0	10		0	10	10	329	375
186	14	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	340	375
187	14	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	350	375
188	14	1	0	14	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	361	375
189	8	1	0	8	4	0	0,06	0,20	0	5	0	5		0	5	5	366	375
190	5	1	0	5	4	0	0,04	0,19	0	2	0	2		0	2	2	368	375
191	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	369	375
192	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	370	375
193	8	1	0	9	4	0	0,06	0,20	0	5	0	5		0	5	5	375	375
194	14	1	0	15	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	386	375
195	14	1	0	15	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	397	375
196	14	1	0	15	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	408	375
197	14	1	0	15	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	419	375
198	14	1	0	15	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	430	375
199	14	1	0	15	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	441	375
200	14	1	0	15	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	453	375
201	14	1	0	15	4	1	0,12	0,22	0	11	0	11		0	11	11	464	375
202	7	1	0	8	4	0	0,06	0,20	0	4	0	4		0	4	4	468	375
203	5	1	0	5	4	0	0,04	0,19	0	2	0	2		0	2	2	470	375
204	5	1	0	6	4	0	0,04	0,19	0	2	0	2		0	2	2	472	375
205	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	473	375
206	6	1	0	7	4	0	0,05	0,20	0	3	0	3		0	3	3	477	375
207	14	1	0	15	4	1	0,12	0,23	0	11	0	11		0	11	11	488	375
208	14	1	0	15	4	1	0,12	0,23	0	11	0	11		0	11	11	500	375
209	14	1	0	15	4	1	0,12	0,23	0	11	0	11		0	11	11	511	375
210	14	1	0	15	4	1	0,12	0,23	0	11	0	11		0	11	11	523	375
211	14	1	0	15	4	1	0,12	0,23	0	11	0	11		0	11	11	534	375

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
212	14	1	0	15	4	1	0,12	0,23	0	11	0	11		0	11	11	546	375
213	9	1	0	10	4	0	0,07	0,21	0	6	0	6		0	6	6	552	375
214	6	1	0	7	4	0	0,05	0,20	0	3	0	3		0	3	3	555	375
215	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	557	375
216	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	2	0	2		0	2	2	558	375
217	5	1	0	5	4	0	0,04	0,19	0	2	0	2		0	2	2	560	375
218	6	1	0	7	4	0	0,05	0,20	0	3	0	3		0	3	3	563	375
219	15	1	0	16	4	1	0,12	0,23	0	12	0	12		0	12	12	575	375
220	15	1	0	16	4	1	0,12	0,23	0	12	0	12		0	12	12	587	375
221	15	1	0	16	4	1	0,12	0,23	0	12	0	12		0	12	12	599	375
222	15	1	0	16	4	1	0,12	0,23	0	12	0	12		0	12	12	611	375
223	15	1	0	16	4	1	0,12	0,23	0	12	0	12		0	12	12	623	375
224	15	1	0	16	4	1	0,12	0,23	0	12	0	12		0	12	12	634	375
225	13	1	0	13	4	1	0,10	0,22	0	10	0	10		0	10	10	644	375
226	6	1	0	7	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	648	375
227	4	1	0	5	4	0	0,04	0,19	0	2	0	2		0	2	2	650	375
228	4	1	0	4	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	651	375
229	3	1	0	4	4	0	0,02	0,19	0	0	0	0		0	0	0	651	375
230	3	1	0	4	4	0	0,02	0,19	0	0	0	0		0	0	0	651	375
231	15	1	0	16	4	1	0,12	0,23	0	12	0	12		0	12	12	664	375
232	15	1	0	16	4	1	0,12	0,23	0	12	0	12		0	12	12	676	375
233	15	1	0	16	4	1	0,12	0,23	0	12	0	12		0	12	12	688	375
234	15	1	0	16	4	1	0,12	0,23	0	12	0	12		0	12	12	700	375
235	15	1	0	16	4	1	0,12	0,23	0	12	0	12		0	12	12	713	375
236	14	1	0	15	4	1	0,11	0,23	0	12	0	12		0	12	12	724	375
237	15	1	0	16	4	1	0,12	0,23	0	12	0	12		0	12	12	737	375
238	7	1	0	7	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	740	375
239	5	1	0	5	4	0	0,04	0,19	0	2	0	2		0	2	2	742	375
240	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	2	0	2		0	2	2	744	375
241	10	1	0	11	4	1	0,07	0,21	0	7	0	7		0	7	7	751	375
242	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	764	375
243	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	777	375
244	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	789	375
245	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	802	375
246	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	814	375
247	15	1	0	16	4	1	0,11	0,23	0	13	0	13		0	13	13	827	375
248	12	1	0	13	4	1	0,09	0,22	0	10	0	10		0	10	10	836	375
249	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	840	375
250	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	2	0	2		0	2	2	842	375
251	3	1	0	4	4	0	0,03	0,19	0	1	0	1		0	1	1	843	375
252	3	1	0	4	4	0	0,02	0,19	0	1	0	1		0	1	1	844	375
253	8	1	0	9	4	0	0,06	0,20	0	5	0	5		0	5	5	849	375
254	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	862	375
255	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	875	375
256	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	888	375
257	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	901	375

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
258	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	914	375
259	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	927	375
260	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	940	375
261	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	953	375
262	9	1	0	10	4	1	0,07	0,21	0	7	0	7		0	7	7	959	375
263	6	1	0	6	4	0	0,04	0,19	0	3	0	3		0	3	3	962	375
264	5	1	0	6	4	0	0,04	0,19	0	3	0	3		0	3	3	965	375
265	8	1	0	9	4	0	0,06	0,20	0	5	0	5		0	5	5	970	375
266	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	983	375
267	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	997	375
268	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	1.010	375
269	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	1.024	375
270	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	1.037	375
271	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	1.051	375
272	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	1.064	375
273	16	1	0	17	4	1	0,12	0,23	0	13	0	13		0	13	13	1.077	375
274	12	1	0	13	4	1	0,08	0,22	0	9	0	9		0	9	9	1.086	375
275	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	1.091	375
276	6	1	0	6	4	0	0,04	0,19	0	3	0	3		0	3	3	1.094	375
277	11	1	0	12	4	1	0,08	0,21	0	8	0	8		0	8	8	1.102	375
278	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.116	375
279	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.129	375
280	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.143	375
281	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.157	375
282	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.171	375
283	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.184	375
284	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.198	375
285	16	1	0	17	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.212	375
286	11	1	0	12	4	1	0,08	0,21	0	9	0	9		0	9	9	1.221	375
287	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	4	0	4		0	4	4	1.225	375
288	5	1	0	6	4	0	0,04	0,19	0	3	0	3		0	3	3	1.228	375
289	9	1	0	10	4	0	0,06	0,20	0	6	0	6		0	6	6	1.234	375
290	14	1	0	15	4	1	0,09	0,22	0	11	0	11		0	11	11	1.245	375
291	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.259	375
292	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.274	375
293	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.288	375
294	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.302	375
295	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.316	375
296	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.331	375
297	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.345	375
298	11	1	0	12	4	1	0,07	0,21	0	8	0	8		0	8	8	1.353	375
299	6	1	0	7	4	0	0,04	0,20	0	4	0	4		0	4	4	1.357	375
300	5	1	0	6	4	0	0,04	0,19	0	3	0	3		0	3	3	1.360	375
301	7	1	0	8	4	0	0,05	0,20	0	5	0	5		0	5	5	1.365	375
302	8	1	0	9	4	0	0,05	0,20	0	5	0	5		0	5	5	1.370	375
303	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	15	0	15		0	15	15	1.385	375

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
304	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	15	0	15		0	15	15	1.399	375
305	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	15	0	15		0	15	15	1.414	375
306	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	15	0	15		0	15	15	1.429	375
307	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	15	0	15		0	15	15	1.444	375
308	17	1	0	18	4	1	0,12	0,23	0	15	0	15		0	15	15	1.458	375
309	17	1	0	18	4	1	0,11	0,23	0	15	0	15		0	15	15	1.473	375
310	8	1	0	9	4	0	0,05	0,20	0	6	0	6		0	6	6	1.479	375
311	6	1	0	7	4	0	0,04	0,20	0	4	0	4		0	4	4	1.482	375
312	6	1	0	7	4	0	0,04	0,20	0	4	0	4		0	4	4	1.486	375
313	11	1	0	12	4	1	0,07	0,21	0	8	0	8		0	8	8	1.494	375
314	10	1	0	11	4	1	0,07	0,21	0	8	0	8		0	8	8	1.502	375
315	18	1	0	19	4	1	0,11	0,23	0	15	0	15		0	15	15	1.517	375
316	15	1	0	16	4	1	0,10	0,23	0	12	0	12		0	12	12	1.529	375
317	16	1	0	18	4	1	0,11	0,23	0	14	0	14		0	14	14	1.543	375
318	14	1	0	16	4	1	0,09	0,22	0	12	0	12		0	12	12	1.555	375
319	13	1	0	14	4	1	0,09	0,22	0	11	0	11		0	11	11	1.566	375
320	11	1	0	12	4	1	0,07	0,21	0	8	0	8		0	8	8	1.574	375
321	7	1	0	8	4	0	0,04	0,20	0	4	0	4		0	4	4	1.579	375
322	6	1	0	7	4	0	0,04	0,20	0	3	0	3		0	3	3	1.582	375
323	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	2	0	2		0	2	2	1.584	375
324	4	1	0	5	4	0	0,03	0,19	0	2	0	2		0	2	2	1.585	375
325	15	1	0	16	4	1	0,09	0,22	0	12	0	12		0	12	12	1.597	375
326	18	1	0	19	4	1	0,11	0,24	0	15	0	15		0	15	15	1.613	375
327	18	1	0	19	4	1	0,11	0,24	0	15	0	15		0	15	15	1.628	375
328	18	1	0	19	4	1	0,11	0,24	0	15	0	15		0	15	15	1.644	375
329	18	1	0	19	4	1	0,11	0,24	0	15	0	15		0	15	15	1.659	375
330	18	1	0	19	4	1	0,11	0,24	0	15	0	15		0	15	15	1.675	375
331	18	1	0	19	4	1	0,11	0,24	0	15	0	15		0	15	15	1.690	375
332	18	1	0	19	4	1	0,11	0,24	0	15	0	15		0	15	15	1.706	375
333	18	1	0	19	4	1	0,11	0,24	0	15	0	15		0	15	15	1.721	375
334	15	1	0	16	4	1	0,10	0,23	0	13	0	13		0	13	13	1.734	375
335	6	1	0	8	4	0	0,04	0,20	0	4	0	4		0	4	4	1.738	375
336	5	1	0	6	4	0	0,03	0,19	0	3	0	3		0	3	3	1.740	375
337	6	1	0	7	4	0	0,03	0,19	0	3	0	3		0	3	3	1.743	375
338	7	1	0	8	4	0	0,04	0,20	0	4	0	4		0	4	4	1.748	375
339	6	1	0	7	4	0	0,04	0,20	0	4	0	4		0	4	4	1.751	375
340	12	1	0	13	4	1	0,07	0,22	0	10	0	10		0	10	10	1.761	375
341	12	1	0	13	4	1	0,07	0,22	0	9	0	9		0	9	9	1.770	375
342	11	1	0	12	4	1	0,07	0,21	0	9	0	9		0	9	9	1.779	375
343	7	1	0	8	4	0	0,04	0,20	0	5	0	5		0	5	5	1.784	375
344	17	1	0	19	4	1	0,11	0,23	0	15	0	15		0	15	15	1.799	375
345	5	1	0	6	4	0	0,03	0,19	0	2	0	2		0	2	2	1.801	375
346	5	1	0	6	4	0	0,03	0,19	0	2	0	2		0	2	2	1.803	375
347	4	1	0	5	4	0	0,02	0,19	0	1	0	1		0	1	1	1.805	375
348	5	1	0	6	4	0	0,03	0,19	0	3	0	3		0	3	3	1.808	375
349	8	1	0	9	4	0	0,05	0,20	0	5	0	5		0	5	5	1.813	375

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	INGRESOS (mill. $)		ESTADOS DE PERDIDAS Y GANANCIAS (mill. $)										FLUJO DE CAJA (mill. $)					
MES	ENERGÍA	POTENCIA	EGRES. PEAJES ELEC	INGRES. BRUTOS	COSTOS MANT. Y OP.	COSTOS ADM, COM Y REP	SEGURO ACT INV	IMPREV.	DEPREC.	RENT. BRUT.	IMPTOS. RENTA	BENEF NETO	INVER. INICIAL	RECUP IVA	INGR NETO	MENSUAL	ACUM.	saldo por depreciar
350	13	1	0	14	4	1	0,08	0,22	0	11	0	11		0	11	11	1.823	375
351	19	1	0	20	4	1	0,12	0,24	0	17	0	17		0	17	17	1.840	375
352	14	1	0	15	4	1	0,08	0,22	0	11	0	11		0	11	11	1.851	375
353	15	1	0	16	4	1	0,09	0,22	0	12	0	12		0	12	12	1.864	375
354	19	1	0	20	4	1	0,12	0,24	0	17	0	17		0	17	17	1.880	375
355	19	1	0	20	4	1	0,12	0,24	0	17	0	17		0	17	17	1.897	375
356	19	1	0	20	4	1	0,12	0,24	0	17	0	17		0	17	17	1.914	375
357	12	1	0	13	4	1	0,07	0,22	0	10	0	10		0	10	10	1.923	375
358	8	1	0	9	4	0	0,05	0,20	0	5	0	5		0	5	5	1.929	375
359	11	1	0	12	4	1	0,07	0,21	0	8	0	8		0	8	8	1.937	375
360	7	1	0	8	4	0	0,04	0,20	0	5	0	5		0	5	5	1.942	375

Márgen del año 30: **134** millones

Valor residual : 10 veces el margén del año 30: **1.341** millones

actualización a valor presente del valor residual: **77**

NOTAS:

1 MES DE ANALISIS: SON 30 AÑOS DE ANALISIS X 12 MESES = 360 MESES
2 INGRESO POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGIA = ENERGIA MENSUAL POR PRECIO BASE DE LA ENERGÍA
3 INGRESO POR CONCEPTO DE POTENCIA INSTALADA = POTENCIA FIRME POR PRECIO BASE DE LA POTENCIA DE PUNTA
4 EGRESOS POR PEAJES ELÉCTRICOS
5 INGRESOS BRUTOS = (2) + (3) - (4) INGRESO POR ENERGIA + INGRESO POR POTENCIA - EGRESO POR PEAJES
6 COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mwh + 84.071 US$/año (respectivamente)
7 COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (5) (INGRESOS TOTALES)
8 SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw/ año
9 IMPREVISTOS = 5% * [(4)+(6)+(7)+(8)+(9)]
10 DEPRECIACIÓN = INVERSIÓN INICIAL / CANTIDAD DE AÑOS PARA DEPRECIAR LA INVERSIÓN INICIAL. SE PRORATEA EN FORMA MENSUAL.-
11 RENTAS BRUTAS = (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10)
12 IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0
13 BENEFICIO NETO = (11) - (12)
14 EGRESOS POR INVERSIÓN (INVERSIÓN NETA + IVA DE LA INVERSIÓN)
15 RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL (SE RECUPERA IVA CUANDO EXISTEN UTILIDADES NEGATIVAS)
16 INGRESO NETO = (5) - (6) + (12) - (15)
17 RESULTADO DEL FLUJO ANUAL = INGRESO NETO - (14)
18 FLUJO ACUMULADO = FLUJO ACUMULADO AÑO i-1 - FLUJO ANUAL DEL AÑO i
19 SALDO POR DEPRECIAR = SALDO POR DEPRECIAR AÑO (i - 1) - (10)

INVERSIÓN NETA = COSTO NETO x INTERESES INTERCALARES (12%)

INTERESES INTERCALARES = INTERESES AGREGADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, SE CONSTRUYE POR LO MENOS EN 3 AÑOS

SE DEBE AGREGAR UN VALOR RESIDUAL HASTA LOS 40 AÑOS DE VIDA UTIL (INFORME DE LAS NACIONES UNIDAS PAG 160)

Anexo B.3.- Análisis Financiero

A continuación se presentan las planillas de cálculo del análisis financiero para la tasa de interés de 10% y la sensibilización con tasas 8% y 12%.

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 8,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL BIO BIO SUR DERIVADO LICURA MUNILQUE SECTOR QUITRALMAN - RIO BIO BIO

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	8,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	706
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	740	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	98
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	111	PERÍODO EFECTIVO PAGO DEUDA (n)	(Años) =	12			
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	141			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0								0						0	0	0	0	740	0	740	740	0	0	0	0
1	99	0	99	43	5	1	2	47	95	-48	0	9	56	56	56	56	56	0	59	740	799	0	0	0	56
2	105	0	105	43	5	1	2	100	95	-43	0	10	62	62	62	119	119	0	64	740	804	0	0	0	119
3	104	0	104	43	5	1	2	152	42	9	2	10	60	60	60	179	179	0	64	740	804	0	0	0	179
4	104	0	104	43	5	1	2	204	32	21	3	10	59	59	59	237	237	0	64	740	804	39	59	98	139
5	101	0	101	43	5	1	2	253	32	18	3	9	56	56	56	293	195	0	5	701	706	42	56	98	97
6	115	0	115	43	6	1	3	316	32	31	5	12	69	69	69	362	166	0	0	659	659	45	53	98	68
7	105	0	105	43	5	1	2	368	18	35	6	10	57	57	57	419	125	0	0	613	613	49	49	98	26
8	118	0	118	43	6	1	3	434	18	48	8	12	70	70	70	489	96	0	0	564	564	53	45	98	-2
9	113	0	113	43	6	1	2	494	18	43	7	11	65	65	65	554	63	0	0	511	511	57	41	98	-35
10	121	0	121	43	6	1	3	563	18	51	9	13	73	73	73	627	38	0	0	454	454	62	36	98	-61
11	129	0	129	43	6	1	3	639	18	58	10	14	80	80	80	707	20	0	0	392	392	67	31	98	-79
12	120	0	120	43	6	1	3	706	18	49	8	13	71	71	71	778	-7	0	0	325	325	72	26	98	-105
13	134	0	134	43	7	1	3	786	18	63	11	0	70	70	70	848	-35	0	0	253	253	78	20	98	-134
14	121	0	121	43	6	1	3	854	0	68	12	0	57	57	57	905	-77	0	0	175	175	84	14	98	-175
15	141	0	141	43	7	1	3	941	0	86	15	0	72	72	72	977	-103	22	0	91	91	91	7	98	-202
16	131	0	131	43	7	1	3	1.018	0	78	13	0	64	64	64	1.041	-137	22	0	0	0	0	0	0	-137
17	145	0	145	43	7	1	3	1.109	0	91	15	0	75	75	75	1.116	-62	22	0	0	0	0	0	0	-62
18	130	0	130	43	6	1	3	1.185	0	77	13	0	64	64	64	1.180	1	22	0	0	0	0	0	0	1
19	136	0	136	43	7	1	3	1.268	0	82	14	0	68	68	68	1.248	70	22	0	0	0	0	0	0	70
20	137	0	137	43	7	1	3	1.351	0	83	14	0	69	69	69	1.317	139	0	0	0	0	0	0	0	139
21	143	0	143	43	7	1	3	1.440	0	89	15	0	74	74	74	1.391	212	0	0	0	0	0	0	0	212
22	164	0	164	43	8	1	3	1.549	0	109	19	0	91	91	91	1.481	303	0	0	0	0	0	0	0	303
23	172	0	172	43	9	1	3	1.665	0	116	20	0	97	97	97	1.578	400	0	0	0	0	0	0	0	400
24	178	0	178	43	9	1	3	1.787	0	122	21	0	101	101	101	1.679	501	0	0	0	0	0	0	0	501
25	175	0	175	43	9	1	3	1.906	0	119	20	0	99	99	99	1.778	600	0	0	0	0	0	0	0	600
26	169	0	169	43	8	1	3	2.020	0	114	19	0	95	95	95	1.872	694	0	0	0	0	0	0	0	694
27	142	0	142	43	7	1	3	2.109	0	89	15	0	74	74	74	1.946	768	0	0	0	0	0	0	0	768
28	199	0	199	43	10	1	3	2.250	0	141	24	0	117	117	117	2.063	885	0	0	0	0	0	0	0	885
29	110	0	110	43	5	1	2	2.309	0	59	10	0	49	49	49	2.112	934	0	0	0	0	0	0	0	934
30	177	0	177	43	9	1	3	2.430	0	122	21	0	101	101	101	2.213	1.035	0	0	0	0	0	0	0	1.035

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA

(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)

(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)

(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año

(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]

(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)

(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]

(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL

(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)

(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)

(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)

(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO

(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR

(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES

(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL

(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)

(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)

(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.

(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE

(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL

(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 10,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL BIO BIO SUR DERIVADO LICURA MUNILQUE SECTOR QUITRALMAN - RIO BIO BIO

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	10,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	713
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	740	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	109
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	111						
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	141			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0														0	0	0	0	740	0	740	740	0	0	0	0
1	99	0	99	43	5	1	2	47	95	-48	0	9	56	56	56	56	56	0	74	740	814	0	0	0	56
2	105	0	105	43	5	1	2	100	95	-43	0	10	62	62	62	119	119	0	81	740	821	0	0	0	119
3	104	0	104	43	5	1	2	152	42	9	2	10	60	60	60	179	179	0	82	740	822	0	0	0	179
4	104	0	104	43	5	1	2	204	32	21	3	10	59	59	59	237	237	0	82	740	822	35	74	109	129
5	101	0	101	43	5	1	2	253	32	18	3	9	56	56	56	293	185	0	8	705	713	38	71	109	76
6	115	0	115	43	6	1	3	316	32	31	5	12	69	69	69	362	145	0	1	667	668	42	67	109	37
7	105	0	105	43	5	1	2	368	18	35	6	10	57	57	57	419	93	0	0	625	625	46	63	109	-15
8	118	0	118	43	6	1	3	434	18	48	8	12	70	70	70	489	55	0	0	579	579	51	58	109	-54
9	113	0	113	43	6	1	2	494	18	43	7	11	65	65	65	554	11	0	0	529	529	56	53	109	-98
10	121	0	121	43	6	1	3	563	18	51	9	13	73	73	73	627	-25	0	0	473	473	61	47	109	-133
11	129	0	129	43	6	1	3	639	18	58	10	14	80	80	80	707	-53	0	0	412	412	67	41	109	-162
12	120	0	120	43	6	1	3	706	18	49	8	13	71	71	71	778	-90	0	0	344	344	74	34	109	-199
13	134	0	134	43	7	1	3	786	18	63	11	0	70	70	70	848	-129	0	0	270	270	82	27	109	-238
14	121	0	121	43	6	1	3	854	0	68	12	0	57	57	57	905	-181	0	0	188	188	90	19	109	-290
15	141	0	141	43	7	1	3	941	0	86	15	0	72	72	72	977	-218	22	0	99	99	99	10	109	-326
16	131	0	131	43	7	1	3	1.018	0	78	13	0	64	64	64	1.041	-262	22	0	0	0	0	0	0	-262
17	145	0	145	43	7	1	3	1.109	0	91	15	0	75	75	75	1.116	-187	22	0	0	0	0	0	0	-187
18	130	0	130	43	6	1	3	1.185	0	77	13	0	64	64	64	1.180	-123	22	0	0	0	0	0	0	-123
19	136	0	136	43	7	1	3	1.268	0	82	14	0	68	68	68	1.248	-55	22	0	0	0	0	0	0	-55
20	137	0	137	43	7	1	3	1.351	0	83	14	0	69	69	69	1.317	14	0	0	0	0	0	0	0	14
21	143	0	143	43	7	1	3	1.440	0	89	15	0	74	74	74	1.391	88	0	0	0	0	0	0	0	88
22	164	0	164	43	8	1	3	1.549	0	109	19	0	91	91	91	1.481	178	0	0	0	0	0	0	0	178
23	172	0	172	43	9	1	3	1.665	0	116	20	0	97	97	97	1.578	275	0	0	0	0	0	0	0	275
24	178	0	178	43	9	1	3	1.787	0	122	21	0	101	101	101	1.679	376	0	0	0	0	0	0	0	376
25	175	0	175	43	9	1	3	1.906	0	119	20	0	99	99	99	1.778	475	0	0	0	0	0	0	0	475
26	169	0	169	43	8	1	3	2.020	0	114	19	0	95	95	95	1.872	569	0	0	0	0	0	0	0	569
27	142	0	142	43	7	1	3	2.109	0	89	15	0	74	74	74	1.946	643	0	0	0	0	0	0	0	643
28	199	0	199	43	10	1	3	2.250	0	141	24	0	117	117	117	2.063	760	0	0	0	0	0	0	0	760
29	110	0	110	43	5	1	2	2.309	0	59	10	0	49	49	49	2.112	809	0	0	0	0	0	0	0	809
30	177	0	177	43	9	1	3	2.430	0	122	21	0	101	101	101	2.213	910	0	0	0	0	0	0	0	910

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA

(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)

(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)

(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año

(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]

(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)

(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]

(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL

(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)

(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)

(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)

(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO

(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR

(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES

(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL

(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)

(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)

(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.

(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE

(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL

(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANÁLISIS FINANCIERO: CÁLCULO CAPACIDAD DE PAGO Y SERVICIO DE LA DEUDA

PARA TASA DE INTERÉS ANUAL = 12,0 % **(EN MILLONES DE $)**

CENTRAL CANAL BIO BIO SUR DERIVADO LICURA MUNILQUE SECTOR QUITRALMAN - RIO BIO BIO

TASA DE INT. ANUAL - CRÉDITO POR INV. EN O. CIVILES (i)	(%) =	12,0	PERÍODO PAGO SERVICIO DEUDA	(Años) =	15	TOTAL DEUDA CIVIL EN AÑO 5	(Mill $) =	721
TOTAL INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES EN EL AÑO "0" (IVA Inc.) (Io)	(Mill. $) =	740	AÑOS DE GRACIA	(Años) =	3	CUOTA DE PAGO (Inc. Intereses y Principal)	(Mill $) =	119
COSTO TOTAL REPOSICIÓN OBRAS AÑO "15" (IVA Inc.)	(Mill. $) =	111	PERÍODO EFECTIVO PAGO DEUDA (n)	(Años) =	12			
TASA IMPTOS SOBRE RENTA BRUTA	(%) =	17	TASA IVA	(%) =	19			
			IVA INVERSION	(Mill. $) =	141			

AÑOS	(1) INGRESOS	(2) EGRESOS PEAJES ELEC.	(3) INGRES. BRUTOS	(4) COSTOS MANT. Y OP.	(5) COSTOS ADM, COM Y REP	(6) SEG ACT INV	(7) IMPREV.	(8) EBITDA ACUM	(9) DEPREC.	(10) RENTAS BRUTAS	(11) IMPTOS. RENTA	(12) RECUPER. IVA	(13) INGRESO NETO	(14) LIQUIDEZ ANUAL	(15) CAPAC. DE PAGO ANUAL	(16) CAPAC. DE PAGO ACUM	(17) SALDO ANTES SERVICIO DEUDA (15)+(25)	(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES	(19) INT TOTAL i%*(21)	(20) PRINC A SER AMORT. (18)-(22)	(21) DEUDA TOTAL (19)+(20)	(22) AMORT. DEL PRINC. (24)-(23)	(23) AMORT DE INT. i%*(20)	(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA	(25) SALDO DESPUÉS SERVICIO DEUDA (17)-(24)
0														0	0	0	0	740	0	740	740	0	0	0	0
1	99	0	99	43	5	1	2	47	95	-48	0	9	56	56	56	56	56	0	89	740	829	0	0	0	56
2	105	0	105	43	5	1	2	100	95	-43	0	10	62	62	62	119	119	0	99	740	839	0	0	0	119
3	104	0	104	43	5	1	2	152	42	9	2	10	60	60	60	179	179	0	101	740	841	0	0	0	179
4	104	0	104	43	5	1	2	204	32	21	3	10	59	59	59	237	237	0	101	740	841	31	89	119	118
5	101	0	101	43	5	1	2	253	32	18	3	9	56	56	56	293	174	0	12	709	721	34	85	119	54
6	115	0	115	43	6	1	3	316	32	31	5	12	69	69	69	362	123	0	1	675	676	38	81	119	4
7	105	0	105	43	5	1	2	368	18	35	6	10	57	57	57	419	61	0	0	636	637	43	76	119	-59
8	118	0	118	43	6	1	3	434	18	48	8	12	70	70	70	489	11	0	0	593	593	48	71	119	-108
9	113	0	113	43	6	1	2	494	18	43	7	11	65	65	65	554	-43	0	0	545	545	54	65	119	-163
10	121	0	121	43	6	1	3	563	18	51	9	13	73	73	73	627	-90	0	0	491	491	61	59	119	-209
11	129	0	129	43	6	1	3	639	18	58	10	14	80	80	80	707	-129	0	0	431	431	68	52	119	-249
12	120	0	120	43	6	1	3	706	18	49	8	13	71	71	71	778	-177	0	0	363	363	76	44	119	-297
13	134	0	134	43	7	1	3	786	18	63	11	0	70	70	70	848	-227	0	0	287	287	85	34	119	-346
14	121	0	121	43	6	1	3	854	0	68	12	0	57	57	57	905	-290	0	0	202	202	95	24	119	-409
15	141	0	141	43	7	1	3	941	0	86	15	0	72	72	72	977	-337	22	0	107	107	107	13	119	-457
16	131	0	131	43	7	1	3	1.018	0	78	13	0	64	64	64	1.041	-392	22	0	0	0	0	0	0	-392
17	145	0	145	43	7	1	3	1.109	0	91	15	0	75	75	75	1.116	-317	22	0	0	0	0	0	0	-317
18	130	0	130	43	6	1	3	1.185	0	77	13	0	64	64	64	1.180	-254	22	0	0	0	0	0	0	-254
19	136	0	136	43	7	1	3	1.268	0	82	14	0	68	68	68	1.248	-186	22	0	0	0	0	0	0	-186
20	137	0	137	43	7	1	3	1.351	0	83	14	0	69	69	69	1.317	-116	0	0	0	0	0	0	0	-116
21	143	0	143	43	7	1	3	1.440	0	89	15	0	74	74	74	1.391	-43	0	0	0	0	0	0	0	-43
22	164	0	164	43	8	1	3	1.549	0	109	19	0	91	91	91	1.481	48	0	0	0	0	0	0	0	48
23	172	0	172	43	9	1	3	1.665	0	116	20	0	97	97	97	1.578	144	0	0	0	0	0	0	0	144
24	178	0	178	43	9	1	3	1.787	0	122	21	0	101	101	101	1.679	245	0	0	0	0	0	0	0	245
25	175	0	175	43	9	1	3	1.906	0	119	20	0	99	99	99	1.778	344	0	0	0	0	0	0	0	344
26	169	0	169	43	8	1	3	2.020	0	114	19	0	95	95	95	1.872	439	0	0	0	0	0	0	0	439
27	142	0	142	43	7	1	3	2.109	0	89	15	0	74	74	74	1.946	513	0	0	0	0	0	0	0	513
28	199	0	199	43	10	1	3	2.250	0	141	24	0	117	117	117	2.063	630	0	0	0	0	0	0	0	630
29	110	0	110	43	5	1	2	2.309	0	59	10	0	49	49	49	2.112	679	0	0	0	0	0	0	0	679
30	177	0	177	43	9	1	3	2.430	0	122	21	0	101	101	101	2.213	780	0	0	0	0	0	0	0	780

EXPLICACIÓN DE CADA ELEMENTO DE CÁLCULO:

(1) INGRESOS POR CONCEPTO DE VENTA DE ENERGÍA Y POTENCIA

(2) EGRESOS POR CONCEPTO DE PEAJES ELECTRICOS DE SUBTRANSMISIÓN.

(3) INGRESOS BRUTOS = (1) - (3) :INGRESOS POR ENERGIA Y POTENCIA - EGRESO POR PEAJES

(4) COSTOS MANTENCIÓN Y OPERACIÓN = 1,5 US$/Mw h + 84.071 US$/año (respectivamente)

(5) COSTOS ADMINISTRACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN = 5% * (3) (INGRESOS TOTALES)

(6) SEGUROS POR ACTIVOS DE LA INVERSIÓN = 8 US$/kw / año

(7) IMPREVISTOS = 5% * [(2)+(4)+(5)+(6)]

(8) EBITDA = GANANCIA ANTES DE INTERESES, IMPUESTOS, DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES (ACUMULADO)

(9) DEPRECIACIÓN = SE DEPRECIA USANDO REGLAS DEL SII PARA CADA TIPO DE OBRA EN FORMA ACELERADA.

(10) RENTAS BRUTAS = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7) + (9)]

(11) IMPUESTOS RENTA = TASA IMPUESTOS A LA RENTA (15%) x RENTAS BRUTAS si rentas brutas <0 ==> impuesto = 0

(12) RECUPERACIÓN DEL IVA POR CONCEPTO DEL BALANCE FINAL

(13) INGRESO NETO = (3) - [(4) + (5) + (6) + (7)] + (12) - (11)

(14) LIQUIDEZ ANUAL: (13)

(15) CAPACIDAD DE PAGO ANUAL: (14)

(16) CAPACIDAD DE PAGO ACUMULADA: BALANCE AÑO A AÑO

(17) SALDO ANTES DEL SERVICIO A LA DEUDA: (15) AUMENTADO EN (25) DEL AÑO ANTERIOR

(18) INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES

(19) INTERÉS TOTAL: INTERÉS DE (21) DEUDA TOTAL

(20) PRINCIPAL A SER AMORTIZADO: INVERSIÓN INICIAL (18) - AMORTIZACIONES PRINCIPAL (22)

(21) DEUDA TOTAL: (19) + (20)

(22) AMORTIZACIÓN DEL PRINCIPAL (20), DESPUÉS DEL PAGO DE INTERESES.

(23) PAGO DE INTERESES: i%x(20) DEL PERIODO DE PAGO CORRESPONDIENTE

(24) TOTAL SERVICIO DE LA DEUDA: CUOTA ANUAL

(25) SALDO DESPUÉS DEL SERVICIO A LA DEUDA: (17) - (24)

ANEXO C

PLANOS

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325

Anexo C: Planos

Lámina	Contenido
15-1	-Planta de ubicación canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km. 13.805 a km.14.500 – topografía -Perfil longitudinal canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km.13.805 a km.14.500 – topografía -Perfiles transversales canal Bio-Bio Sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km. 13.885 a km.14.500 – topografía
15-2	-Planta de ubicación canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km. 13.865 a km.14.500 situación proyectada -Perfil longitudinal canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quitralman km. 13.865 a km.14.500 situación proyectada
15-3	-Perfil longitudinal tubería forzada -Perfil longitudinal tubería de purga -Perfiles transversales canal Bio-Bio sur derivado Licura Munilque sector Quiltraman Km. 14.060 a Km. 14.140 situación proyectada
15-4	-Planta obra de captación -Planta cámara aquietadora para purga -Planta disposición de turbina en casa de maquinas

PROCIVIL ING. LTDA Dir.: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF.82 PROVIDENCIA SANTIAGO FONOS: 2358656-2360325