

REF.: Rectifica Informe Técnico Aprobado por Resolución Exenta CNE N° 701 de 29 de diciembre de 2014, en la forma que indica; y Aprueba Informe Técnico de "Estudio de Planificación y Tarificación de los Sistemas Medianos de Aysén, General Carrera y Palena"

Santiago, 23 de enero de 2015

RESOLUCION EXENTA N° 39

VISTOS:

- a) Lo dispuesto en el Artículo 9°, letra h) del D.L. 2.224, de 1978, modificado por la Ley N° 20.402 que crea el Ministerio de Energía, estableciendo modificaciones al D.L. N° 2.224 de 1978, y a otros cuerpos legales;
- b) Lo establecido en los artículos 85° y 173° al 180°, todos del Decreto con Fuerza de Ley N° 4, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, de 2006, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley N° 1 del Ministerio de Minería, de 1982, Ley General de Servicios Eléctricos, en adelante, "la Ley";
- c) Lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 229 de 2005, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprueba el Reglamento de Valorización y Expansión de los Sistemas Medianos establecidos en la Ley General de Servicios Eléctricos, en adelante "Reglamento de Sistemas Medianos";
- d) La Resolución Exenta N° 779 del 11 de diciembre de 2013, que Aprueba Bases Definitivas para la Realización de los Estudios de los Sistemas Medianos de Aysén, Palena, General Carrera, Punta Arenas, Puerto Natales, Porvenir, Puerto Williams, Cochamó y Hornopirén, en adelante "las Bases";
- e) Las cartas de EDELAYSEN S.A. N°925260 de fecha 17 de septiembre de 2014, N°938864 de fecha 04 de noviembre de 2014; y N°947447 de fecha 1 de diciembre de 2014;

- f) La Resolución Exenta CNE N° 701 de fecha 29 de diciembre que aprueba Informe Técnico de “Estudio de Planificación y Tarificación de los Sistemas Medianos de Aysén, General Carrera y Palena”;
- g) La carta de EDELAYSEN S.A. N° 963556, de fecha 22 de Enero de 2015 y sus antecedentes y;
- h) La Resolución N° 1600 de 2008 de Contraloría General de la República.

CONSIDERANDO:

- a) Que, se debe dar curso progresivo al proceso de determinación de los precios a nivel de generación y transmisión, así como el establecimiento de planes de expansión en los Sistemas Medianos de Aysén, General Carrera y Palena;
- b) Que, mediante Res. Ex. CNE N° 701 del 29 de Diciembre de 2014, se aprobó el Informe Técnico de “Estudio de Planificación y Tarificación de los Sistemas Medianos de Aysén, General Carrera y Palena”, en adelante “Informe Técnico”;
- c) Que, por carta citada en el literal g) de vistos la empresa Edelayesen S.A. ha solicitado una nueva revisión de los valores asignados a la Central Monreal ubicada en el Sistema Mediano de Aysén; y
- d) Que, si bien esta Comisión tuvo a la vista todas las presentaciones antes señaladas, para emitir el “Informe Técnico” de fecha 29 de diciembre pasado, Edelayesen S.A. mediante carta N° 963556 de 22 de Enero de 2015, ha adjuntado antecedentes suficientemente respaldados y de tal magnitud, que justificaron, que esta Comisión realizara una nueva revisión de los antecedentes; en términos de concluir que corresponde realizar rectificación al Informe Técnico, en específico al Sistema de Aysén, respecto de los valores asignados a la Central Monreal.

RESUELVO:

Artículo Primero: Rectifícase Informe Técnico de "Estudio de Planificación y Tarificación de los Sistemas Medianos de Aysén, General Carrera y Palena" reemplazando en el Sistema Mediano de Aysén el Costo Total de largo Plazo, el Costo Incremental de Desarrollo y sus Fórmulas de Indexación.

Artículo Segundo: Que, en mérito de lo expuesto se remite Informe Técnico de "Estudio de Planificación y Tarificación de los Sistemas Medianos de Aysén, General Carrera y Palena" para efectos de que EDELAYSEN S.A. formalice su acuerdo o desacuerdo con la Comisión, y en caso de no alcanzar acuerdo, se hace presente que los antecedentes serán enviados al Panel de Expertos.

Artículo Tercero: Comuníquese a EDELAYSEN S.A., River Consultores Limitada y a Inversiones Talavera Limitada, mediante carta certificada.


ANDRÉS ROMERO CELEDÓN
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Energía



Inc.: Documento con observaciones que se indican

Distribución:

1. Destinatario.
2. River Consultores Limitada.
3. Inversiones Talavera Limitada.
2. Archivo Gabinete Secretaría Ejecutiva, CNE
3. Archivo Depto. Jurídico, CNE
4. Archivo Depto. Eléctrico, CNE
5. Archivo Depto. Regulación Económica, CNE
6. Archivo Oficina de Partes, CNE



INFORME TÉCNICO

**PLANIFICACIÓN Y TARIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS
MEDIANOS DE AYSÉN, PALENA Y GENERAL
CARRERA**

CUADRIENIO 2014-2018

Enero de 2015

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS.....	5
2.1	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE INSTALACIONES.....	6
2.1.1	Identificación y Caracterización de Instalaciones de Generación.....	6
2.1.2	Identificación y Caracterización de Instalaciones de Transmisión.....	8
2.2	DEMANDA HISTÓRICA DE ENERGÍA Y POTENCIA	9
2.3	EVOLUCIÓN DE PRECIOS DE NUDO.....	10
3	ESTUDIO REALIZADO POR EDELAYSÉN.....	11
3.1	CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LA EMPRESA.....	11
3.1.1	CARACTERIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES.....	11
3.1.2	VALORIZACIÓN DE INSTALACIONES	13
3.2	PROYECCIÓN DE DEMANDA.....	18
3.3	PLAN DE EXPANSIÓN ÓPTIMO.....	19
3.3.1	Sistema de Aysén	19
3.3.2	Sistema de Palena	19
3.3.3	Sistema de General Carrera	20
3.4	COSTO INCREMENTAL DE DESARROLLO CID	20
3.4.1	SISTEMA AYSÉN	20
3.4.2	SISTEMA PALENA	20
3.4.3	SISTEMA GENERAL CARRERA	21
3.5	PROYECTO DE REPOSICIÓN EFICIENTE.....	21
3.5.1	SISTEMA AYSÉN	21
3.5.2	SISTEMA PALENA	21
3.5.3	SISTEMA GENERAL CARRERA	21
3.6	COSTO TOTAL DE LARGO PLAZO CTLP.....	22
3.6.1	SISTEMA AYSÉN	22
3.6.2	SISTEMA PALENA	22
3.6.3	SISTEMA GENERAL CARRERA	22
3.7	FÓRMULAS DE INDEXACIÓN	22
3.7.1	SISTEMA AYSÉN	23
3.7.2	SISTEMA PALENA	24
3.7.3	SISTEMA GENERAL CARRERA	24
4	ANÁLISIS Y CORRECCIONES REALIZADAS POR LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA.....	25

4.1	ASPECTOS GENERALES.....	25
4.2	CORRECCIONES.....	25
4.2.1	VALORIZACIÓN.....	25
4.2.2	RECARGOS.....	27
4.2.3	ESTRUCTURA DE PERSONAL Y GASTOS FIJOS ANUALES DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN.....	28
4.2.4	MÓDULOS TÉRMICOS, HIDRÁULICOS Y EÓLICOS.....	28
4.2.5	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA UTILIZADA.....	29
4.2.6	PLAN DE EXPANSIÓN ÓPTIMO.....	31
4.2.7	COSTO INCREMENTAL DE DESARROLLO (CID).....	31
4.2.8	PLAN DE REPOSICIÓN EFICIENTE.....	32
4.2.9	COSTO TOTAL DE LARGO PLAZO (CTLP).....	33
4.2.10	FÓRMULAS DE INDEXACIÓN DEL CID Y CTLP.....	34
5		37
	FÓRMULAS Y ESTRUCTURAS TARIFARIAS.....	37
5.1	FÓRMULAS PARA INGRESO ANUAL EQUIVALENTE DE ENERGÍA Y POTENCIA.....	38
5.2	COSTO DE DESARROLLO DE LA POTENCIA.....	¡Error! Marcador no definido.
5.3	FÓRMULAS PARA PRECIOS DE NUDO DE ENERGÍA Y POTENCIA.....	39
5.4	PRECIOS DE NUDO DE ENERGÍA Y POTENCIA RESULTANTES.....	40
5.4.1	COSTO INCREMENTAL DE DESARROLLO INDEXADO A 2014.....	41
5.4.2	COSTO TOTAL DE LARGO PLAZO INDEXADO A 2014.....	41
5.4.3	PROYECCIÓN DE DEMANDA 2014-2018.....	41
5.4.4	PRECIOS DE NUDO ENERGÍA.....	42
5.4.5	PRECIOS DE NUDO POTENCIA.....	42
5.5	FÓRMULAS DE INDEXACIÓN PARA PRECIOS DE NUDO DE ENERGÍA Y POTENCIA.....	43
5.5.1	INDEXACIÓN PRECIO DE NUDO DE LA ENERGÍA.....	43
5.5.2	INDEXACIÓN PRECIO DE NUDO DE LA POTENCIA.....	45

1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 173° del Decreto con Fuerza de Ley N° 4 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, de 2006, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley N° 1 del Ministerio de Minería, de 1982, Ley General de Servicios Eléctricos, en adelante e indistintamente “la Ley”, en los sistemas eléctricos cuya capacidad instalada de generación sea inferior a 200 [MW] y superior a 1.500 [kW], en adelante “SSMM”, se deberá propender al desarrollo óptimo de las inversiones, así como operar las instalaciones de modo de preservar la seguridad del servicio en el sistema eléctrico, y garantizar la operación más económica para el conjunto de las instalaciones del sistema eléctrico.

De esta manera, a través de la Resolución Exenta N°394, de fecha 2 de julio de 2013, la Comisión Nacional de Energía, en adelante “la Comisión”, declaró abierto el proceso para formar el Registro de Usuarios e Instituciones Interesadas en el proceso de tarificación en generación y transmisión de los Sistemas Medianos de Aysén, Palena, General Carrera, Punta Arenas, Puerto Natales, Porvenir, Puerto Williams, Cochamó y Hornopirén y estableció sus plazos y condiciones. Aprobándose el Registro Definitivo de Usuarios e Instituciones Interesadas, mediante Resolución CNE Exenta N°511, de fecha 14 de agosto de 2013, para los señalados sistemas.

Posteriormente, en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley y el DS N°229 de 2005, Reglamento de Valorización y Expansión para los SSMM, en adelante “el Reglamento”, por Resolución Exenta N°683, de fecha 30 de octubre de 2013, esta Comisión aprobó las Bases Preliminares para la Realización de los Estudios de los Sistemas Medianos señalados. Así, aprobadas las observaciones formuladas por las empresas, a nuestras Bases Preliminares, se dictó la Resolución Exenta N°751, de fecha 29 de noviembre de 2013, que aprobó las Bases Definitivas para la Realización de los Estudios de los SSMM.

A partir de lo expuesto, y considerando que las empresas no presentaron discrepancias ante el Panel de Expertos, de conformidad al Art.14 del Reglamento, la Comisión mediante Resolución Exenta N°779, de fecha 11 de diciembre de 2013, aprobó las Bases Definitivas para la Realización de los Estudios de los SSMM.

Finalmente, mediante carta N°888305 del 27 de mayo de 2014, la Empresa Eléctrica de Aysén S.A. (Edelaysen) envió a la Comisión el informe Final del Estudio de tarificación de los Sistemas Medianos de Aysén, Palena y General Carrera.

De esta manera y de acuerdo a lo establecido en el inciso quinto del Art. 177 de la Ley y Art. 43 del Reglamento, la Comisión expone a continuación Informe revisado y corregido para los Sistemas Medianos de Aysén, Palena y General Carrera.

2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS

La empresa Edelaysén, del Grupo SAESA, entrega suministro de energía eléctrica a clientes pertenecientes a las provincias de Coyhaique, Aysén, Capitán Prat y General Carrera en la XI Región Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, y además a la provincia de Palena ubicada en la X Región de Los Lagos. De acuerdo al censo del año 2002, la provincia de Aysén tiene 22.353 habitantes y la provincia de Coyhaique tiene 50.041 habitantes, las que en su conjunto representan un 80% de la población total de la XI Región.

Edelaysén desarrolla en la zona actividades de generación, transporte, distribución y suministro de energía eléctrica, disponiendo para ello de unidades generadoras hidráulicas, eólicas y térmicas a petróleo, además es propietaria y operadora de los sistemas eléctricos de Aysén, Palena y General Carrera, además de los sistemas eléctricos de Puerto Cisne e Islas Huichas de capacidad instalada menor a 1.500 [KW]. De acuerdo al informe final presentado por Edelaysen, al 31 de diciembre de 2012, el Sistema de Aysén tiene una potencia total instalada de 42.153 [kW], el Sistema de Palena tiene una potencia total instalada de 2.184 [kW] y el Sistema de General Carrera tiene una potencia total instalada de 2.470 [kW].

La potencia instalada en cada uno de los sistemas en estudio se entrega en la siguiente tabla:

Tabla 1: Potencia Instalada por Sistema, en kW

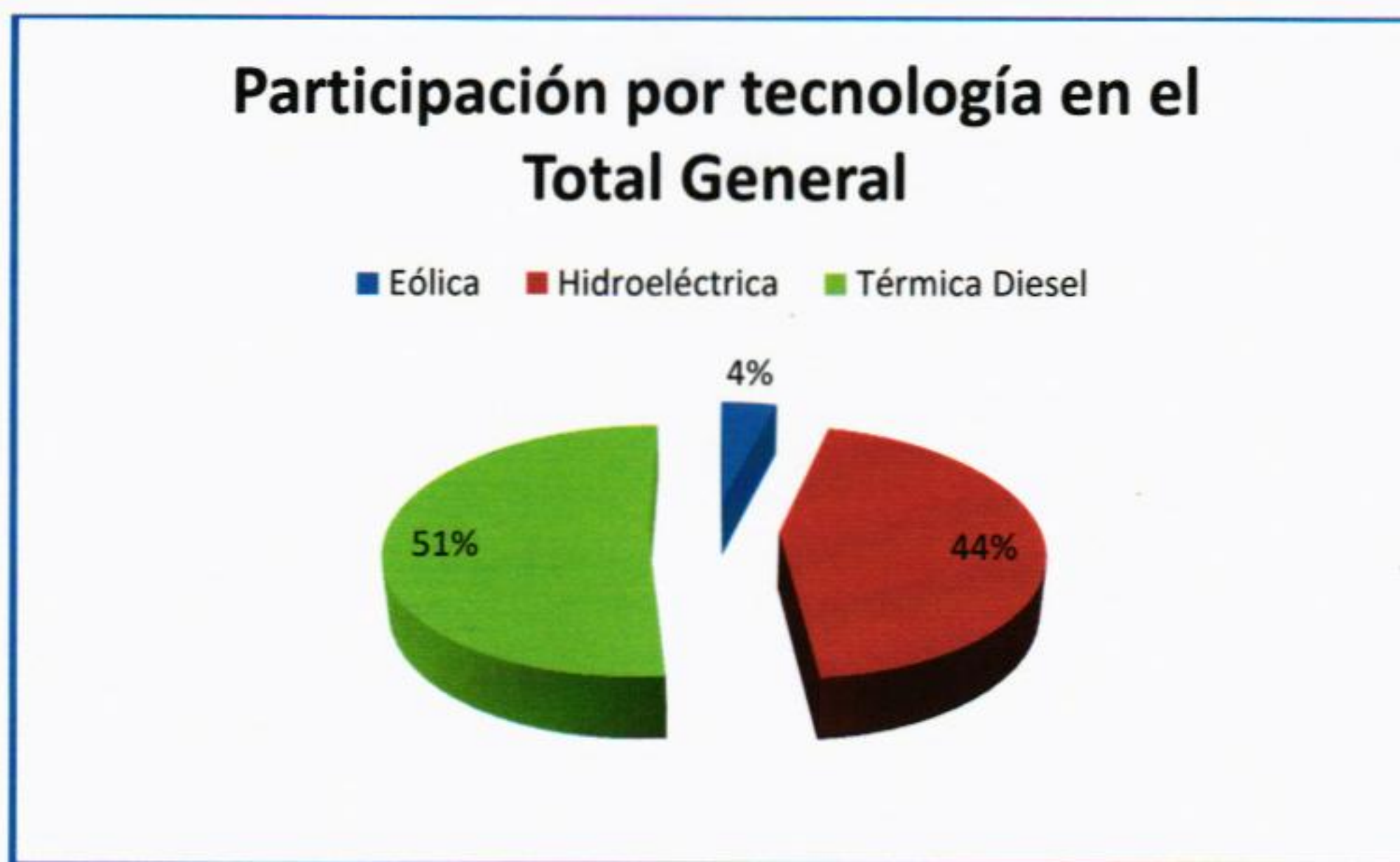
Sistema	Eólica	Hidroeléctrica	Térmica Diesel	Total general	Participación del Sistema en el Total General
Aysén	1.980	19.600	21.398	42.978	88,3%
General Carrera	---	640	1.994	2.634	5,4%
Palena	---	1.400	1.688	3.088	6,3%
Total general	1.980	21.640	25.080	48.700	100,0%
Participación por tecnología en el Total General	4,1%	44,4%	51,5%	100,0%	

Fuente: Estudio Edelaysen

Se puede apreciar que el Sistema Aysén posee casi el 90% de la capacidad instalada en la zona.

En la figura siguiente se muestra la capacidad instalada de generación por tipo de combustible en los Sistemas Medianos de Aysén, Palena y General Carrera.

Figura 1: Capacidad Instalada por Tipo de Combustible
Sistemas Eléctricos de Aysén – Palena – Gral. Carrera



Fuente: Estudio Edelayén

2.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE INSTALACIONES

2.1.1 Identificación y Caracterización de Instalaciones de Generación

El sistema eléctrico de Aysén tiene instalaciones de generación hidráulicas, térmicas y eólicas, mientras que los sistemas eléctricos de Palena y General Carrera sólo cuentan con generación hidráulica y térmica.

La diversidad de instalaciones es reflejo del desarrollo histórico aislado de cada sistema el que con el tiempo se ha convertido en un sistema mediano en beneficio de la comunidad y que se uniforma aún en el uso de diesel como combustible único.

En las siguientes Tablas se identifican las instalaciones de generación que componen cada central, indicando las características técnicas más relevantes del parque generador existente al 31 de diciembre del año 2012.

Tabla 2: Instalaciones de Generación Existentes en el Sistema de Aysén

Central	Generador	Propietario	Tipo Unidad Generadora	Capacidad [MW]
Alto Baguales	Unidad 14	EDELAYSÉN	Eólica	0,660
Alto Baguales	Unidad 15	EDELAYSÉN	Eólica	0,660
Alto Baguales	Unidad 16	EDELAYSÉN	Eólica	0,660
Chacabuco	Unidad 13	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	2,500
Chacabuco	Unidad 12	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	1,400
Chacabuco	Unidad 11	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	1,400
Puerto Aysén	Unidad 7	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	1,200
Chacabuco	Unidad 8	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	1,200
Chacabuco	Unidad 9	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	1,200
Chacabuco	Unidad 10	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	1,400
Mañihuales	Unidad 1	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,825
Tehuelche	Unidad 6	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	1,400
Tehuelche	Unidad 5	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	1,825
Tehuelche	Unidad 1	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	1,915
Tehuelche	Unidad 2	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	1,915
Tehuelche	Unidad 3	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	2,350
Tehuelche	Unidad 4	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,708
Puerto Ibáñez	Unidad 13	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,160
Puerto Aysén Hidro	Unidad 19	EDELAYSÉN	Hidroeléctrica	2,000
Puerto Aysén Hidro	Unidad 20	EDELAYSÉN	Hidroeléctrica	3,000
Puerto Aysén Hidro	Unidad 21	EDELAYSÉN	Hidroeléctrica	0,900
Puerto Aysén Hidro	Unidad 22	EDELAYSÉN	Hidroeléctrica	2,700
Lago Atravesado	Unidad 17	EDELAYSÉN	Hidroeléctrica	5,500
Lago Atravesado	Unidad 18	EDELAYSÉN	Hidroeléctrica	5,500

Fuente: Estudio Edelaysen

Tabla 3: Instalaciones de Generación Existentes en el Sistema de Palena

Central	Generador	Propietario	Tipo Unidad Generadora	Capacidad [MW]
Futaleufú	Unidad 5	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,230
Futaleufú	Unidad 6	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,256
Lago Verde	Unidad 10	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,150
Palena	Unidad 8	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,180
Palena	Unidad 7	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,292
Puyuhuapi	Unidad 9	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,292
La Junta	Unidad 11	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,288
Río Azul	Unidad 1	EDELAYSÉN	Hidroeléctrica	0,350
Río Azul	Unidad 2	EDELAYSÉN	Hidroeléctrica	0,350

Río Azul	Unidad 3	EDELAYSÉN	Hidroeléctrica	0,350
Río Azul	Unidad 4	EDELAYSÉN	Hidroeléctrica	0,350

Fuente: Estudio Edelaysen

Tabla 4: Instalaciones de Generación Existentes en el Sistema de General Carrera

Central	Generador	Propietario	Tipo Unidad Generadora	Capacidad [MW]
Chile Chico	Unidad 1 5120	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,282
Chile Chico	Unidad 4 5118	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,288
Chile Chico	Unidad 5 5542	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,292
Chile Chico	Unidad 2 5622	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,440
Chile Chico	Unidad 3 5121	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,400
El Traro	Unidad 5 5541	EDELAYSÉN	Térmica Diesel	0,292
El Traro Hidro	Unidad 7	EDELAYSÉN	Hidroeléctrica	0,320
El Traro Hidro	Unidad 8	EDELAYSÉN	Hidroeléctrica	0,320

Fuente: Estudio Edelaysen

2.1.2 Identificación y Caracterización de Instalaciones de Transmisión

Sólo el Sistema Aysén dispone de instalaciones de transmisión, dado que en los sistemas Palena y General Carrera las centrales se conectan directamente al sistema de distribución.

Las instalaciones de transmisión del Sistema Aysén se pueden agrupar en:

- Equipos y líneas en 33 kV. Abarca la línea que une Chacabuco, Puerto Aysén hasta llegar a Alto Baguales. Adicionalmente dispone de arranques que conectan a Mañihuales, Ñirehuao, y clientes que se encuentran en el trazado de la línea. En general, son redes trifásicas aéreas sostenidas en postes de hormigón armado o estructuras simples de fierro dispuestas en un trazado que cruza principalmente zonas rurales con accesos bastante complicados. Las redes se han construido conforme a la norma chilena y se observan muy bien mantenidas.
- Línea de evacuación de la generación de la Central Lago Atravesado en la barra Tehuelche en 23 kV.

El detalle de las líneas pertenecientes al Sistema Aysén:

Tabla 5: Sistema de Transmisión del Sistema de Aysén

Tramo	Longitud [Km]	Tensión [kV]
Alto Baguales – Villa Ortega	45,6	
Alto Baguales – Villa Ortega	45,6	33
Chacabuco – Puerto Aysen	32,5	
Chacabuco – E2	6,7	33
E1 – E2	6,0	33

E2 – Puerto Aysen	13,4	33
Farellones – E1	6,4	33
Coyhaique – Puerto Aysen	95,6	
Puerto Aysen – Alto Baguales	85,1	33
S/E Baguales – Alto Baguales	2,5	33
S/E Baguales – Coyhaique	8,0	23
Lago Atravesado – Tehuelche	43,2	
Lago Atravesado – Tehuelche 1	21,6	23
Lago Atravesado – Tehuelche 2	21,6	23
Villa Ortega – Mañiguales	53,1	
Villa Ortega – Mañiguales	53,1	33
Villa Ortega – Ñireguao	32,1	
Villa Ortega – Ñireguao	32,1	33
Ñireguao – El Gato	41,8	
Ñireguao – El Gato	41,8	33
Total general	343, 9	

Fuente: Estudio Edelayesen

2.2 DEMANDA HISTÓRICA DE ENERGÍA Y POTENCIA

A continuación se presenta la demanda histórica de energía y potencia de los sistemas de Aysén, Palena y General Carrera.

Si se revisa la evolución de la Energía y Demanda Máxima ingresada a distribución de cada uno de los Sistemas Medianos en estudio, se observa principalmente:

- Grandes crecimientos hasta el año 2007, con un marcado descenso los años 2008 y 2009, producto principalmente de la crisis económica y del virus ISA que ha afectado fuertemente al sector salmonero. No obstante, al observar las tasas promedio para ventanas de 5 y 10 años, éstas resultan ser bastante más moderadas
- Alta volatilidad en la tasa de crecimiento interanual. Esto se debe principalmente al tamaño de los sistemas, lo que implica que la conexión y/o desconexión de algún cliente industrial afecte la tasa global del Sistema.
- En el caso del Sistema Palena, se produjo un descenso de un 29% en la Energía el año 2008, producto de la erupción del volcán Chaitén.

Tabla 6: Previsión de Energía y Potencia

Año	Energía (MWh)			Demanda Máxima (kW)		
	Aysén	Palena	Carrera	Aysén	Palena	Carrera
1999	66.837	4.441	4.141	13.400	1.105	1.020
2000	71.211	5.113	4.318	13.750	1.210	1.010
2001	74.725	5.764	4.301	13.850	1.350	995

2002	82.959	6.073	4.567	15.200	1.370	1.045
2003	85.838	6.233	5.032	16.450	1.395	1.120
2004	92.732	6.493	5.431	17.550	1.410	1.175
2005	103.340	7.150	6.032	19.400	1.400	1.220
2006	114.979	7.513	6.471	20.650	1.485	1.312
2007	120.156	8.358	7.077	20.900	1.600	1.470
2008	117.716	5.930	7.392	20.350	1.698	1.470
2009	114.492	5.412	7.373	19.700	1.120	1.410
2010	114.690	5.721	7.641	20.350	1.170	1.460
2011	124.662	6.783	8.140	21.100	1.405	1.550
2012	127.282	7.482	8.799	22.350	1.506	1.660
2013	131.503	8.361	9.231	21.900	1.676	1.755

Fuente: Estudio Edelayén

2.3 EVOLUCIÓN DE PRECIOS DE NUDO

En la figura se muestra la evolución histórica del Precio de Nudo de Energía y Potencia en el Sistema de Aysén. Para el sistema de Aysén se cuenta con datos de fijación de precios de nudo, desde Octubre de 1982 hasta la última indexación en Marzo de 2010. Los sistemas de Palena y General Carrera no cuentan con datos históricos de precio de nudo debido a que la presente fijación de tarifas.

Figura 2: Evolución Histórica del Precio de Nudo Nominal de Energía
Valores Reales Período 1984-2013

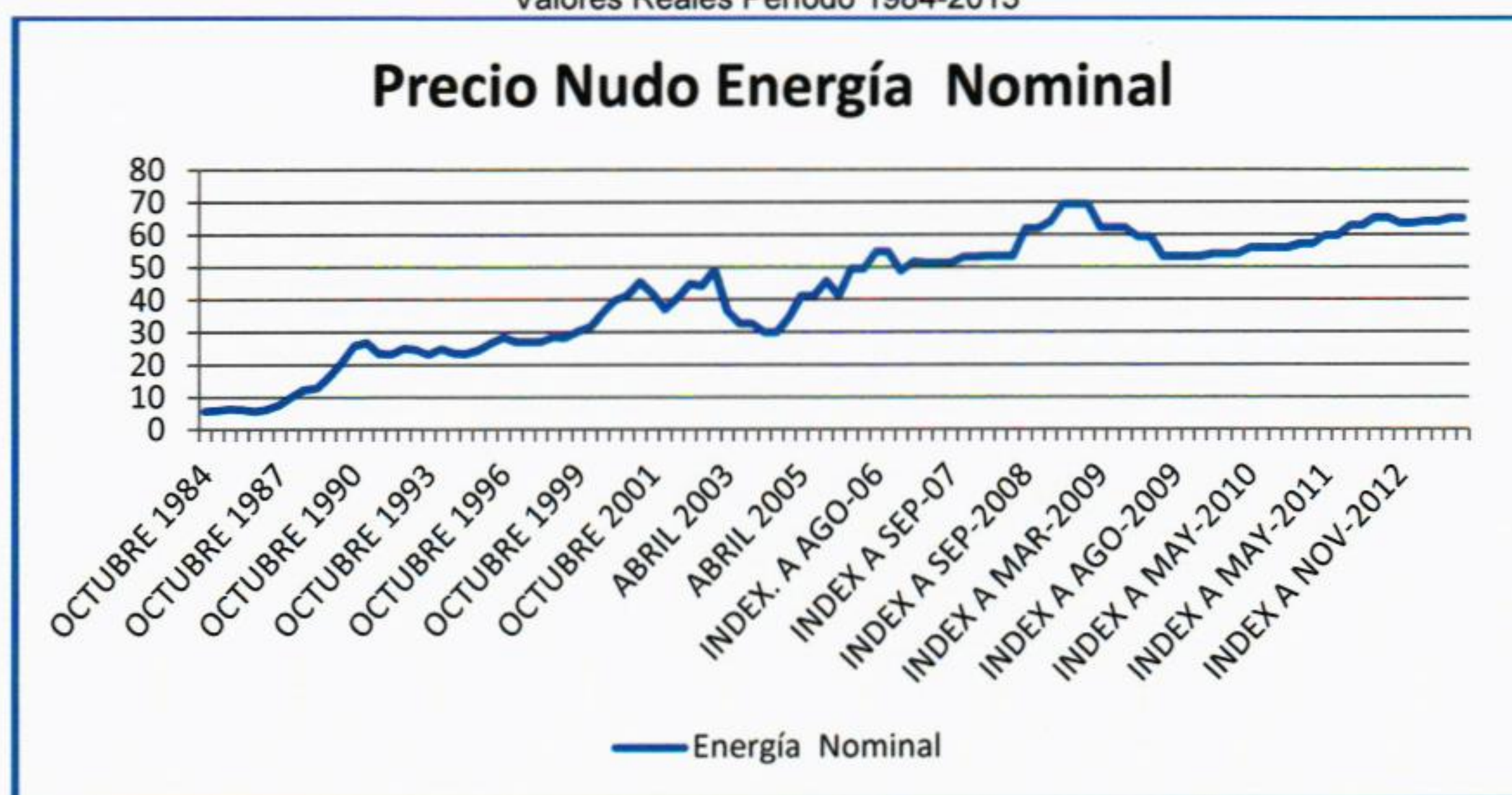
Fuente: www.cne.cl.

Figura 3: Evolución Histórica del Precio de Nudo Nominal de Potencia
Valores Reales Período 1984-2009



Fuente: www.cne.cl.

3 ESTUDIO REALIZADO POR EDELAYSÉN

A continuación se describen los principales contenidos y resultados del Informe final del nuevo estudio de costos y expansión de los Sistemas Medianos de Aysén, Palena y General Carrera, entregado por Edelaysén a la Comisión.

3.1 CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LA EMPRESA

3.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

A continuación se presenta un resumen de las principales características de las unidades generadoras existentes en cada uno de los sistemas eléctricos de Aysén, Palena y General Carrera.

Tabla 7: Unidades Generadoras Sistema de Aysén¹

Central	Tipo Unidad Generadora	Capacidad [MW]	Consumo Específico (l/kWh)	CVNC (US\$/MWh)
Alto Baguales	Eólica	0,660	NA	13,5
Alto Baguales	Eólica	0,660	NA	13,5
Alto Baguales	Eólica	0,660	NA	13,5
Chacabuco	Térmica Diesel	2,500	0,23	7,4
Chacabuco	Térmica Diesel	1,400	0,26	8,6
Chacabuco	Térmica Diesel	1,400	0,27	9,0
Puerto Aysén	Térmica Diesel	1,200	0,26	10,5
Chacabuco	Térmica Diesel	1,200	0,26	10,5
Chacabuco	Térmica Diesel	1,200	0,27	10,5
Chacabuco	Térmica Diesel	1,400	0,27	9,0

¹ Información entregada en el Estudio.

Mañihuales	Térmica Diesel	0,825	0,28	11,4
Tehuelche	Térmica Diesel	1,400	0,26	8,1
Tehuelche	Térmica Diesel	1,825	0,26	7,1
Tehuelche	Térmica Diesel	1,915	0,26	6,7
Tehuelche	Térmica Diesel	1,915	0,26	6,7
Tehuelche	Térmica Diesel	2,350	0,26	7,8
Tehuelche	Térmica Diesel	0,708	0,27	9,4
Puerto Ibáñez	Térmica Diesel	0,160	0,39	30,0
Puerto Aysén Hidro	Hidroeléctrica	2,000	NA	4,9
Puerto Aysén Hidro	Hidroeléctrica	3,000	NA	3,7
Puerto Aysén Hidro	Hidroeléctrica	0,900	NA	7,8
Puerto Aysén Hidro	Hidroeléctrica	2,700	NA	3,8
Lago Atravesado	Hidroeléctrica	5,500	NA	2,8
Lago Atravesado	Hidroeléctrica	5,500	NA	2,8

Fuente: Estudio Edelayen

Tabla 8: Unidades Generadoras Sistema de Palena²

Central	Tipo Unidad Generadora	Capacidad [MW]	Consumo Específico (l/kWh)	CVNC (US\$/MWh)
Futaleufú	Térmica Diesel	0,230	0,35	16,1
Futaleufú	Térmica Diesel	0,256	0,35	16,1
Lago Verde	Térmica Diesel	0,150	0,81	30,0
Palena	Térmica Diesel	0,180	0,31	11,3
Palena	Térmica Diesel	0,292	0,25	70,1
Puyuhuapi	Térmica Diesel	0,292	0,29	47,7
La Junta	Térmica Diesel	0,288	0,31	221,4
Río Azul	Hidroeléctrica	0,350	NA	14,9
Río Azul	Hidroeléctrica	0,350	NA	14,9
Río Azul	Hidroeléctrica	0,350	NA	14,9
Río Azul	Hidroeléctrica	0,350	NA	14,9

Fuente: Estudio Edelayen

Tabla 9: Unidades Generadoras Sistema de Gral. Carrera³

Central	Tipo Unidad Generadora	Capacidad [MW]	Consumo Específico (l/kWh)	CVNC (US\$/MWh)
Chile Chico	Térmica Diesel	0,282	0,33	17,7
Chile Chico	Térmica Diesel	0,288	0,33	17,7
Chile Chico	Térmica Diesel	0,292	0,33	17,7
Chile Chico	Térmica Diesel	0,440	0,33	17,7
Chile Chico	Térmica Diesel	0,400	0,33	17,7

² Información entregada en el Estudio.³ Información entregada en el Estudio.

El Traro	Térmica Diesel	0,292	0,33	17,7
El Traro Hidro	Hidroeléctrica	0,320	NA	17,7
El Traro Hidro	Hidroeléctrica	0,320	NA	17,7

Fuente: Estudio Edelayen

3.1.2 VALORIZACIÓN DE INSTALACIONES

3.1.2.1 Precios unitarios de las instalaciones de generación

El Estudio presenta el procedimiento seguido para la valorización de las unidades generadoras. En general, los costos unitarios para los principales componentes, insumos y servicios, identificados que se informan, son el resultado de cotizaciones y análisis realizados por el Consultor. En algunos casos se han incorporado precios de adquisiciones recientes tanto de la empresa como de proyectos similares de otras empresas.

A partir de lo anterior, el Estudio presenta los siguientes precios unitarios de generación:

Tabla 10: Valorización de Instalaciones de Generación Existentes (MUSD)

Central	Equipo Hidromecánico	Equipos Generación	Gastos Legales y Ambientales	Elementos Menores	Otros	Terreno	Obras Civiles Gen.	Total general
Aysén	1.227	23.929	1.753	55	207	15.580	23.165	65.916
Alto Baguales		5.571		6		605	51	6.233
Chacabuco		2.855		6	83	100	955	3.999
Lago Atravesado	711	5.371	1.040	6		93	7.065	14.285
Puerto Aysén Hidro	516	6.272	713	6		14.492	11.462	33.461
Puerto Aysén Térmico		381		6	45	47	765	1.243
Puerto Ibañez		55		5			10	69
Tehuelche		3.158		22	42	218	2.761	6.202
Mañihuales		266			36	25	97	424
General Carrera	89	1.813	224	15		37	1.544	3.722
Chile Chico		591		4		26	245	866
El Traro		98		5		3	61	168
El Traro Hidro	89	1.124	224	6		9	1.237	2.687
Palena	87	2.299	271	34	42	820	4.709	8.262
Futaleufú		164		7		50	105	326
Lago Verde		52		6	42	5	78	183
Palena		160		8		26	215	408
Puyuhuapi		98		4		34	119	255
Río Azul	87	1.729	271	6		668	4.074	6.834
La Junta		97		4		36	119	255
Total general	1.403	28.041	2.248	104	249	16.438	29.418	77.900

Fuente: Estudio Edelayen

La valorización antes presentada considera una vida útil de 20 años para las unidades generadoras térmicas, 20 años para las unidades generadoras eólicas y 50 años para las unidades hidráulicas.

Por su parte el valor de la unidades generadoras consideradas en el Estudio como candidatas se presenta en la siguiente Tabla:

Tabla 11: Valorización Módulos Térmicos (MUSD)

Partida	Etap	1600 kW - Aysén	1600 kW - Chacabuco	1600 kW - Tehuelche	400 kW Carrera	800 kW Carrera	400 kW Palena
Estanque y red de combustible general	1	129,5	129,5	129,5	105,7		105,7
Estanque y red de combustible individual	1	27,5	27,5	27,5	23,1		23,1
Obras Civiles	1	407,1	407,1	407,1	409,6		409,6
Motor-generator	1	501,7	501,7	501,7	132,6		132,6
Contenedor	1	74,5	74,5	74,5	74,5		74,5
Equipos eléctricos	1	185,4	184,6	184,6	137		137
Terreno	1	6,8	7,8	33,3	33,2		33,2
TOTAL MÓDULO 1 [MUS\$]		1.332,50	1.332,60	1.358,10	915,50		915,50
VIDA ÚTIL MÓDULO 1		20,25	20,26	20,43	20,3		20,3
Estanque y Red combustible individual	2	27,5	27,5	27,5	23,1	27,5	23,1
Obras civiles	2	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6
Motor-Generador	2	501,7	501,7	501,7	132,6	257,9	132,6
Contenedor	2	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5
Equipos eléctricos	2	104,8	104,8	104,8	62,1	98,8	62,1
TOTAL MÓDULO 2 [MUS\$]		719,1	719,1	719,1	302,9	469,3	302,9
VIDA ÚTIL MÓDULO 2		22,03	22,03	22,03	24,48	23,25	24,48

Fuente: Estudio Edelayen

Tabla 12: Valorización Módulo Hidroeléctrico

Nombre	3.000 kW Hidro
Costo Etapa I (MUS\$)	10.174,3
Vida Útil Etapa I (años)	41,1

Fuente: Estudio Edelayen

3.1.2.2 Valorización de las instalaciones de transmisión

En los SSMM se presentan los siguientes datos para la valoración de inversión en transmisión:

Tabla 13: Valorización de las instalaciones de transmisión

Tramo	Longitud (km)	MUS\$/km
Alto Baguales - Villa Ortega	45,6	56,9
Chacabuco - E2	6,7	86,0
E1 - E2	6,0	62,7
E2 - Puerto Aisen	13,4	79,5
Farellones - E1	6,4	61,5
Puerto Aisen - Alto Baguales	85,1	60,0
S/E Baguales - Alto Baguales	2,5	74,5

S/E Baguales - Coihaique	8,0	67,9
Lago Atravesado - Tehuelche 1	21,6	36,5
Lago Atravesado - Tehuelche 2	21,6	42,6
Villa Ortega - Mañihuales	53,1	55,3
Villa Ortega - Ñireguao	32,1	59,4
Ñireguao - El Gato	41,8	56,2
Total general	343,9	57,4

Fuente: Estudio Edelayesen

3.1.2.3 Valorización de Terrenos

Tabla 14: Valorización Terrenos

Sistema	Superficie real (m ²)	Costo Total (US\$)	Costo unitario (US\$/m ²)
Palena	340.230	832.575	2,447
Aysén	6.241.650	10.599.812	2,406
Carrera	66.000	45.755	0,693
Total	6.647.880	15.894.283	2,391

Fuente: Estudio Edelayesen

3.1.2.4 RECARGOS

3.1.2.4.1 Unidades Existentes

Tabla 15: Sistema Mediano de Aysén

Unidad	Tipo	Potencia (KW)	Flete SSMM	Montaje Mecánico	Montaje Eléctrico	Obras Civiles + Materiales	Ingeniería	Puesta en Marcha	Gastos Generales	Intereses Intercalarios
Alto Baguales	Eólica	660	22%	0%	0%	1%	12%	1%	7%	6%
Alto Baguales	Eólica	660	22%	0%	0%	1%	12%	1%	7%	6%
Alto Baguales	Eólica	660	22%	0%	0%	1%	12%	1%	7%	6%
Chacabuco	Térmica Diesel	2500	27%	2%	10%	31%	16%	1%	9%	8%
Chacabuco	Térmica Diesel	1400	27%	2%	10%	31%	16%	1%	9%	8%
Chacabuco	Térmica Diesel	1400	27%	2%	10%	31%	16%	1%	9%	8%
Puerto Aysén	Térmica Diesel	1200	60%	24%	10%	195%	37%	2%	21%	18%
Chacabuco	Térmica Diesel	1200	26%	2%	10%	30%	16%	1%	9%	8%
Chacabuco	Térmica Diesel	1200	26%	2%	10%	30%	16%	1%	9%	8%
Chacabuco	Térmica Diesel	1400	27%	2%	10%	31%	16%	1%	9%	8%
Mañihuales	Térmica Diesel	825	28%	6%	10%	42%	18%	1%	10%	9%
Tehuelche	Térmica Diesel	1400	37%	12%	10%	74%	22%	1%	13%	11%
Tehuelche	Térmica Diesel	1825	38%	12%	10%	75%	22%	1%	13%	11%
Tehuelche	Térmica Diesel	1915	38%	12%	10%	75%	22%	1%	13%	11%
Tehuelche	Térmica Diesel	1915	38%	12%	10%	75%	22%	1%	13%	11%
Tehuelche	Térmica Diesel	2350	38%	12%	10%	76%	23%	1%	13%	11%

Tehuelche	Térmica Diesel	708	36%	12%	10%	72%	22%	1%	12%	11%
Puerto Ibáñez	Térmica Diesel	160	21%	2%	10%	23%	15%	1%	9%	7%
Puerto Aysén Hidro	Hidroeléctrica	2000	22%	2%	24%	217%	23%	1%	8%	20%
Puerto Aysén Hidro	Hidroeléctrica	3000	26%	2%	28%	260%	28%	1%	9%	23%
Puerto Aysén Hidro	Hidroeléctrica	900	15%	1%	17%	151%	16%	1%	5%	14%
Puerto Aysén Hidro	Hidroeléctrica	2700	25%	2%	27%	248%	27%	1%	9%	22%
Lago Atravesado	Hidroeléctrica	5500	13%	3%	25%	191%	21%	1%	7%	18%
Lago Atravesado	Hidroeléctrica	5500	13%	3%	25%	191%	21%	1%	7%	18%

Fuente: Estudio Edelayen

Tabla 16: Sistema Mediano de Sistema Mediano de General Carrera

Unidad	Tipo	Potencia (KW)	Flete SSMM	Montaje Mecánico	Montaje Eléctrico	Obras Civiles + Materiales	Ingeniería	Puesta en Marcha	Gastos Generales	Intereses Intercalarios
Chile Chico	Térmica Diesel	282	27%	6%	10%	33%	17%	1%	10%	8%
Chile Chico	Térmica Diesel	288	28%	6%	10%	34%	17%	1%	10%	9%
Chile Chico	Térmica Diesel	292	21%	5%	8%	25%	13%	1%	7%	6%
Chile Chico	Térmica Diesel	440	31%	7%	12%	38%	19%	1%	11%	10%
Chile Chico	Térmica Diesel	400	28%	7%	10%	34%	18%	1%	10%	9%
El Traro	Térmica Diesel	292	34%	8%	10%	56%	20%	1%	11%	10%
El Traro Hidro	Hidroeléctrica	320	10%	2%	25%	161%	20%	1%	6%	16%
El Traro Hidro	Hidroeléctrica	320	10%	2%	25%	161%	20%	1%	6%	16%

Fuente: Estudio Edelayen

Tabla 17: Sistema Mediano de Sistema Mediano de Palena

Unidad	Tipo	Potencia (KW)	Flete SSMM	Montaje Mecánico	Montaje Eléctrico	Obras Civiles + Materiales	Ingeniería	Puesta en Marcha	Gastos Generales	Intereses Intercalarios
Futaleufú	Térmica Diesel	230	39%	4%	10%	56%	20%	1%	11%	10%
Futaleufú	Térmica Diesel	256	38%	4%	10%	55%	20%	1%	11%	10%
Lago Verde	Térmica Diesel	150	99%	27%	10%	191%	41%	2%	23%	20%
Palena	Térmica Diesel	180	33%	9%	6%	75%	18%	1%	10%	9%
Palena	Térmica Diesel	292	84%	22%	16%	193%	45%	2%	26%	22%
Puyuhuapi	Térmica Diesel	292	50%	11%	10%	108%	27%	1%	15%	13%
La Junta	Térmica Diesel	288	51%	11%	10%	109%	27%	1%	15%	13%
Río Azul	Hidroeléctrica	350	18%	3%	25%	300%	29%	2%	10%	24%
Río Azul	Hidroeléctrica	350	18%	3%	25%	300%	29%	2%	10%	24%
Río Azul	Hidroeléctrica	350	18%	3%	25%	300%	29%	2%	10%	24%
Río Azul	Hidroeléctrica	350	18%	3%	25%	300%	29%	2%	10%	24%

Fuente: Estudio Edelayen

3.1.2.4.2 Unidades Candidatas

Tabla 18: Sistema Mediano de Aysén

Unidad	Tipo	Potencia (KW)	Módulo	Flete	Bodega	Montaje Mecánico	Montaje Eléctrico	Ingeniería	Gastos Generales	Intereses	Bienes Intangibles	Costo de Explotación
Monreal	Hidráulica	3000	1	2,1%	0,2%	13,7%	0,2%	10,0%	1,6%	4,6%	1,6%	0,8%
Aysén	Diésel	1600	1	11,7%	11,6%	10,4%	2,2%	13,5%	7,3%	6,4%	3,1%	1,5%
Aysén	Diésel	1600	2	4,7%	11,8%	8,2%	2,2%	12,7%	6,9%	6,0%	2,9%	1,5%
Chacabuco	Diésel	1600	1	7,0%	6,9%	6,2%	1,3%	8,0%	4,4%	3,8%	1,9%	0,9%
Chacabuco	Diésel	1600	2	3,0%	7,5%	5,2%	1,4%	8,1%	4,4%	3,8%	1,9%	0,9%
Tehuelche	Diésel	1600	1	6,8%	6,8%	6,1%	1,3%	7,9%	4,3%	3,8%	1,9%	0,9%
Tehuelche	Diésel	1600	2	3,0%	7,5%	5,2%	1,4%	8,1%	4,4%	3,8%	1,9%	0,9%

Fuente: Estudio Edelayen

Tabla 19: Sistema Mediano de Carrera

Sistema Mediano	Tipo	Potencia (KW)	Módulo	Flete	Bodega	Montaje Mecánico	Montaje Eléctrico	Ingeniería	Gastos Generales	Intereses	Bienes Intangibles	Costo de Explotación
Carrera	Diésel	400	1	14,3%	11,0%	10,7%	2,4%	13,2%	7,2%	6,4%	3,2%	1,5%
Carrera	Diésel	400	2	6,0%	11,8%	7,0%	3,0%	12,8%	7,0%	6,0%	3,0%	1,4%
Carrera	Diésel	800	3	6,0%	11,8%	7,3%	3,1%	12,9%	7,0%	6,0%	3,0%	1,4%

Fuente: Estudio Edelayen

Tabla 20: Sistema Mediano de Palena

Sistema Mediano	Tipo	Potencia (KW)	Módulo	Flete	Bodega	Montaje Mecánico	Montaje Eléctrico	Ingeniería	Gastos Generales	Intereses	Bienes Intangibles	Costo de Explotación
Palena	Diésel	400	1	14,3%	11,0%	10,7%	2,4%	13,2%	7,2%	6,4%	3,2%	1,5%
Palena	Diésel	400	2	6,0%	11,8%	7,0%	3,0%	12,8%	7,0%	6,0%	3,0%	1,4%

Fuente: Estudio Edelayen

3.1.2.5 Estructura de personal y gastos fijos anuales de operación, mantenimiento administración y comercialización

Tabla 21: Fijos Operación, Mantenimiento, Administración y Comercialización año 2012 (M\$)

	C.F.I. (USD\$/año)	C.F.D. (USD\$/año)	Total (USD\$/año)
Aysén	1.583.660	2.073.563	3.657.223
Carrera	108.585	312.720	421.305
Palena	91.463	592.417	683.880
Total	1.783.708	2.978.700	4.762.408

Fuente: Estudio Edelayen

3.2 PROYECCIÓN DE DEMANDA

En todos los Sistemas se consideró el caso con y sin el año 2009. En el Sistema Palena, se sustrajo adicionalmente el año 2008, producto de la erupción del volcán Chaitén. No obstante, en los casos en los que no se consideró el año 2009, se ajustó la curva al valor real en dicho año, de modo de recuperar la tendencia de la serie a partir del valor real registrado.

Tabla 22: Proyección de Energía y Demanda Máxima

Año	Sistema Aysén		Sistema Carrera		Sistema Palena	
	Energía (MWh)	Demanda Máxima (kW)	Energía (MWh)	Demanda Máxima (kW)	Energía (MWh)	Demanda Máxima (kW)
2013	131.503	22.814	9.335	1.815	8.361	1.777
2014	133.739	23.202	9.968	1.938	9.414	2.001
2015	136.815	23.736	10.576	2.056	10.591	2.251
2016	142.698	24.756	11.213	2.180	11.925	2.534
2017	146.408	25.400	11.895	2.313	13.357	2.838
2018	153.874	26.695	12.624	2.455	14.999	3.187
2019	162.165	28.134	13.405	2.606	16.246	3.452
2020	171.035	29.673	14.240	2.769	17.596	3.739
2021	180.527	31.319	15.134	2.943	19.058	4.050
2022	190.683	33.081	16.090	3.128	20.641	4.386
2023	201.549	34.966	17.113	3.327	22.357	4.751
2024	213.177	36.984	18.208	3.540	24.214	5.146
2025	225.618	39.142	19.379	3.768	26.227	5.573
2026	238.930	41.452	20.633	4.012	28.406	6.036
2027	253.174	43.923	21.974	4.273	30.766	6.538

Fuente: Estudio Edelayen

Para llevar la proyección anual a nivel mensual se empleó la estacionalidad promedio ocurrida en el período 1999 – 2013. Por otro lado, en el cálculo de la proyección de la demanda de potencia se utilizó el promedio de los factores de carga históricos del período 2007 – 2012 parejo en términos anuales.

Tabla 23: Estacionalidad y factor de carga mensual

Mes	Estacionalidad Sistema Aysén	Estacionalidad Sistema Carrera	Estacionalidad Sistema Palena
ene	8,24%	8,24%	8,24%
feb	7,32%	7,32%	7,32%
mar	8,04%	8,04%	8,04%
abr	7,91%	7,91%	7,91%
may	8,50%	8,50%	8,50%
jun	8,60%	8,60%	8,60%
jul	8,87%	8,87%	8,87%
ago	8,84%	8,84%	8,84%

sep	8,07%	8,07%	8,07%
oct	8,45%	8,45%	8,45%
nov	8,39%	8,39%	8,39%
dic	8,77%	8,77%	8,77%
Factor de Carga	0,658	0,587	0,537

Fuente: Estudio Edelayen

3.3 PLAN DE EXPANSIÓN ÓPTIMO

3.3.1 Sistema de Aysén

El plan de expansión presentado por la empresa es el siguiente:

Tabla 24: Plan de Expansión óptimo de Generación SM Aysén

Año	Tipo/Cap (MW)			
	Monreal	Tehuelche	Chacabuco	Aysén
2013	CHN1, 3,0 MW	CTN1, 1,6 MW / CTN2, 1,6 MW		
2014		CTN3, 1,6 MW		
2015				
2016				
2017		CTN4, 1,6 MW		
2018				
2019			CTN5, 1,6 MW	
2020			CTN6, 1,6 MW	
2021		CTN8, 1,6 MW		CTN7, 1,6 MW
2022		CTN9, 1,6 MW		
2023		CTN10, 1,6 MW		
2024			CTN11, 1,6 MW / CTN12, 1,6 MW	
2025				CTN13, 1,6 MW
2026		CTN14, 1,6 MW / CTN15, 1,6 MW		
2027		CTN16, 1,6 MW		CTN17, 1,6 MW

Fuente: Estudio Edelayen

3.3.2 Sistema de Palena

Tabla 25: Plan de Expansión óptimo de Generación SM Palena

Año	Tipo/Cap (MW)
2013	
2014	
2015	
2016	
2017	CTN1, 0,4 MW
2018	
2019	CTN2, 0,4 MW
2020	CTN3, 0,4 MW
2021	CTN4, 0,4 MW
2022	

2023	CTN5, 0,4 MW
2024	CTN6, 0,4 MW
2025	CTN7, 0,4 MW
2026	CTN8, 0,4 MW
2027	CTN9, 0,4 MW / CTN10, 0,4 MW

Fuente: Estudio Edelaysen

3.3.3 Sistema de General Carrera

Tabla 26: Plan de Expansión óptimo de Generación SM General Carrera

Año	Tipo/Cap (MW)
2013	CTN1, 0,4 MW
2014	CTN2, 0,4 MW
2015	
2016	
2017	CTN3, 0,8 MW
2018	
2019	
2020	CTN4, 0,4 MW
2021	
2022	CTN5, 0,4 MW
2023	
2024	CTN6, 0,4 MW
2025	CTN7, 0,4 MW
2026	
2027	CTN8, 0,4 MW

Fuente: Estudio Edelaysen

3.4 COSTO INCREMENTAL DE DESARROLLO CID

3.4.1 SISTEMA AYSÉN

El Costo Incremental de Desarrollo del Sistema Mediano de Aysén es US\$1.065 por MWh, el cual se desagrega en las barras del sistema como se indica a continuación:

Tabla 27 : CID por barra SM Aysén

Barra	CIDG [US\$/MWh]	CIDL [US\$/MWh]	CID [US\$/MWh]
Aysen23	166	5	172
Chacab33	166	7	173
Mañi33	177	6	182
Ñire33	177	5	183
Tehuel23	166	6	172
ElGato33	177	5	183

Fuente: Estudio Edelaysen

3.4.2 SISTEMA PALENA

El Costo Incremental de desarrollo del Sistema Mediano Palena es US\$203 por MWh.

Tabla 28 : CID SM Palena

Barra	CIDG (US\$/MWh)	CIDL (US\$/MWh)	CID (US\$/MWh)
Palena	203	0	203

Fuente: Estudio Edelaysen

3.4.3 SISTEMA GENERAL CARRERA

El Costo Incremental de desarrollo del Sistema Mediano de Aysén es US\$305 por MWh.

Tabla 29 : CID SM General Carrera

Barra	CIDG [US\$/MWh]	CIDL [US\$/MWh]	CID [US\$/MWh]
Carrera	305	0	305

Fuente: Estudio Edelaysen

3.5 PROYECTO DE REPOSICIÓN EFICIENTE

3.5.1 SISTEMA AYSÉN

Tabla 30: Instalaciones de reposición SM Aysén año base

Central	Total VI (MUS\$)
Alto Baguales	6.593
Chacabuco	5.463
Lago Atravesado	15.039
Puerto Aysén Hidro	33.136
Puerto Aysén Térmico	2.201
Tehuelche	7.324
Mañihuales	1.332
Total SM Aysén	71.089

Fuente: Estudio Edelaysen

3.5.2 SISTEMA PALENA

Tabla 31: Instalaciones de reposición SM Palena año base

Central	Total VI (MUS\$)
Futaleufú	916
Palena	916
Río Azul	7.119
Total SM Palena	8.951

Fuente: Estudio Edelaysen

3.5.3 SISTEMA GENERAL CARRERA

Tabla 32: Instalaciones de reposición SM Carrera del año base

Central	Total VI (MUS\$)
Chile Chico	1.324
El Traro	306
El Traro Hidro	2.845
Total SM Gral. Carrera	4.476

Fuente: Estudio Edelaysen

3.6 COSTO TOTAL DE LARGO PLAZO CTLP

3.6.1 SISTEMA AYSÉN

El CTLP del Sistema Mediano de Aysén se descompone de la siguiente manera:

Tabla 33: Costo Total de Largo Plazo Sistema Aysén

	CTLPG (MUS\$)	CTLPL (MUS\$)	CTLP (MUS\$)
SM Aysén	29.194	3.413	32.608

Fuente: Estudio Edelayesen

3.6.2 SISTEMA PALENA

El CTLP del Sistema Mediano de Palena se descompone de la siguiente manera:

Tabla 34: Costo Total de Largo Plazo Sistema Palena

	CTLPG (MUS\$)	CTLPL (MUS\$)	CTLP (MUS\$)
SM Palena	2.821	146	2.967

Fuente: Estudio Edelayesen

3.6.3 SISTEMA GENERAL CARRERA

El CTLP del Sistema Mediano de Palena se descompone de la siguiente manera:

Tabla 35: Costo Total de Largo Plazo Sistema General Carrera

	CTLPG (MUS\$)	CTLPL (MUS\$)	CTLP (MUS\$)
SM Palena	3.130	73	3.203

Fuente: Estudio Edelayesen

3.7 FÓRMULAS DE INDEXACIÓN

Las fórmulas de indexación se han diseñado tomando en consideración los pesos relativos de las partidas de costos de la determinación del CID y del CTLP. Respecto del CID se han considerado los valores presentes de todo el horizonte del estudio, mientras que para el CTLP se consideró el valor presente de los años a tarificar.

Por otro lado se agruparon las anualidades de los costos del CID y del CTLP según su incidencia en el costo de la potencia y de la energía:

- Potencia:
 - Costos de inversión nacionales e importados
 - Obras civiles
- Energía:
 - CVC
 - CVNC
 - Costos Fijos

$$V_t = V_0 \left(Coef_1 \times \frac{IMO_t}{IMO_0} + Coef_2 \times \frac{IPC_t}{IPC_0} + Coef_3 \times \frac{PPD_t}{PPD_0} + Coef_4 \times \frac{PPI_t}{PPI_0} \times \frac{1 + TAX_t}{1 + TAX_0} \times \frac{DOL_t}{DOL_0} \right)$$

Donde:

IMO_t : Índice Nominal Costo Mano de Obra, publicado por el Banco Central, correspondiente al segundo mes anterior al mes en que se aplique la indexación.

IMO_0 : Índice Nominal Costo Mano de Obra, publicado por el Banco Central, correspondiente al mes de octubre de 2012 (121,44).

IPC_t : Índice de Precios al Consumidor, publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas, correspondiente al último mes anterior al mes en que se aplique la indexación.

IPC_0 : Índice de Precios al Consumidor, publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas, correspondiente al mes de noviembre de 2012 (108,64).

PPD_t : Precio vigente del Petróleo Diesel en el SM correspondiente, informado por la Empresa, correspondiente al promedio de los últimos 6 meses anteriores al mes en que se aplique la indexación, en \$/litro.

PPD_0 : Precio vigente del Petróleo Diesel en SM correspondiente, informado por la Empresa, correspondiente al promedio del período junio de 2012 – noviembre de 2012 en Aysén: 443,73 \$/lt; Palena: 472,36 \$/lt y Gral. Carrera: 481,9 \$/lt..

PPI_t : Producer Price Index - Commodities publicados por el Bureau of Labor Statistics (www.bls.gov, WPU00000000) correspondiente al sexto mes anterior al cual se aplique la indexación.

PPI_0 : U.S. Producer Price Index, publicado por el Bureau of Labour Statistics - U.S. Department of Labour, correspondiente al mes de junio de 2012 (199,8).

TAX_t : Tasa arancelaria aplicable a la importación de equipos electromecánicos, correspondiente al último mes anterior al mes en que se aplique la indexación.

TAX_0 : Tasa arancelaria vigente, aplicable a la importación de equipos electromecánicos, correspondiente al mes de noviembre de 2012 (0,06).

DOL_t : Valor promedio del tipo de cambio observado del dólar en EE.UU., publicado por el Banco Central, correspondiente al último mes anterior al mes en que se aplique la indexación, en \$/US\$.

DOL_0 : Valor promedio del tipo de cambio observado del dólar en EE.UU., publicado por el Banco Central, correspondiente al mes de noviembre de 2012 (480,57 \$/US\$).

3.7.1 SISTEMA AYSÉN

Tabla 36: Coeficientes Aysén

Coef.	Índice	CID Ene	CID Pot	CID Tot	CTLP Ene	CTLP Pot	CTLP Tot
Coef ₁	IMO	12,00%	31,30%	20,27%	10,7%	24,8%	16,2%

Coef ₂	IPC	17,70%	33,40%	24,45%	9,6%	25,4%	15,6%
Coef ₃	PPD	67,70%	0,00%	38,68%	75,2%	0,0%	46,3%
Coef ₄	Imp	2,60%	35,30%	16,60%	4,5%	49,8%	21,9%

Fuente: Estudio Edelayesen

3.7.2 SISTEMA PALENA

Tabla 37: Coeficientes Palena

Coef.	Índice	CID Ene	CID Pot	CID Tot	CTLP Ene	CTLP Pot	CTLP Tot
Coef ₁	IMO	22,80%	49,20%	28,07%	30,5%	48,7%	39,5%
Coef ₂	IPC	11,50%	16,60%	12,49%	18,8%	27,0%	22,8%
Coef ₃	PPD	57,90%	0,00%	46,39%	31,9%	0,0%	16,2%
Coef ₄	Imp	7,80%	34,20%	13,05%	18,8%	24,3%	21,5%

Fuente: Estudio Edelayesen

3.7.3 SISTEMA GENERAL CARRERA

Tabla 38: Coeficientes General Carrera

Coef.	Índice	CID Ene	CID Pot	CID Tot	CTLP Ene	CTLP Pot	CTLP Tot
Coef ₁	IMO	26,70%	23,20%	25,33%	13,2%	30,2%	16,8%
Coef ₂	IPC	15,50%	11,40%	13,90%	6,8%	22,2%	10,1%
Coef ₃	PPD	57,10%	0,00%	35,06%	71,5%	0,0%	56,4%
Coef ₄	Imp	0,70%	65,40%	25,71%	8,5%	47,6%	16,7%

Fuente: Estudio Edelayesen

4 ANÁLISIS Y CORRECCIONES REALIZADAS POR LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA

4.1 ASPECTOS GENERALES

De la revisión efectuada al estudio, esta comisión estimó pertinente realizar modificaciones, las que se reflejan principalmente en cambio de criterios y correcciones en las metodologías aplicadas.

Se hace presente que los antecedentes de respaldo entregados a esta Comisión no permitieron reproducir a cabalidad los resultados del Estudio, esto debido a que parte de la información fue presentada sólo como dato, sin respaldo. Adicionalmente, se detectaron inconsistencias entre la metodología y valores descritos en el Estudio y la información empleada en la obtención de los resultados.

4.2 CORRECCIONES

A continuación se describen las correcciones realizadas por la Comisión al Estudio.

4.2.1 VALORIZACIÓN

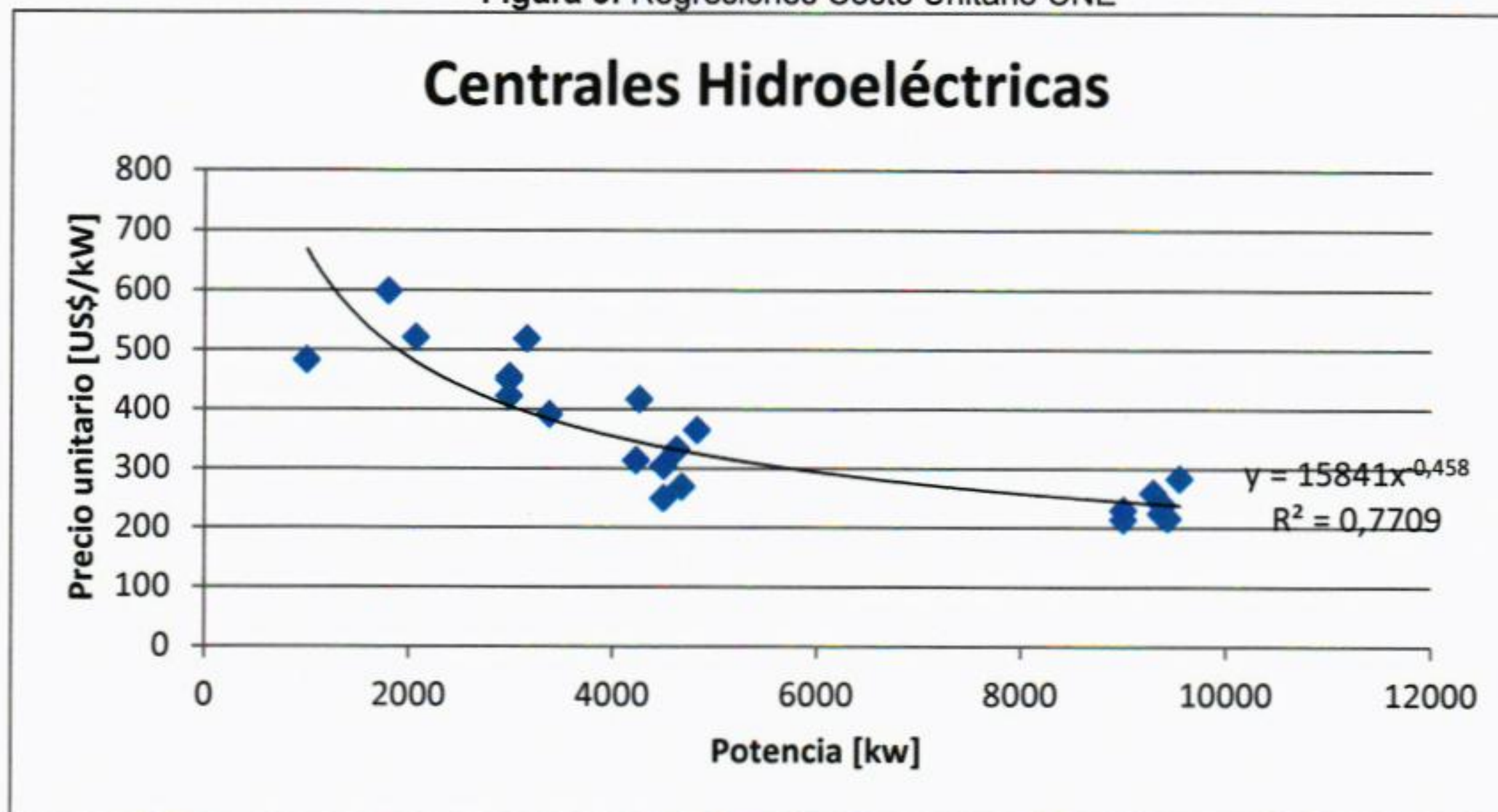
i) Turbinas Hidráulicas

Para estimar el valor FOB de las turbinas hidráulicas se realizaron nuevas regresiones, en estas se descontaron al precio de las cotizaciones por estar ya incluidos en los recargos, los siguientes ítems:

- Flete.
- Gastos de Supervisión y Puesta en Marcha.
- Transformador principal y de servicios auxiliares, los que fueron añadidos posteriormente con los restantes equipos eléctricos.

La regresión resultante de los cambios mencionados se muestra a continuación:

Figura 3: Regresiones Costo Unitario CNE



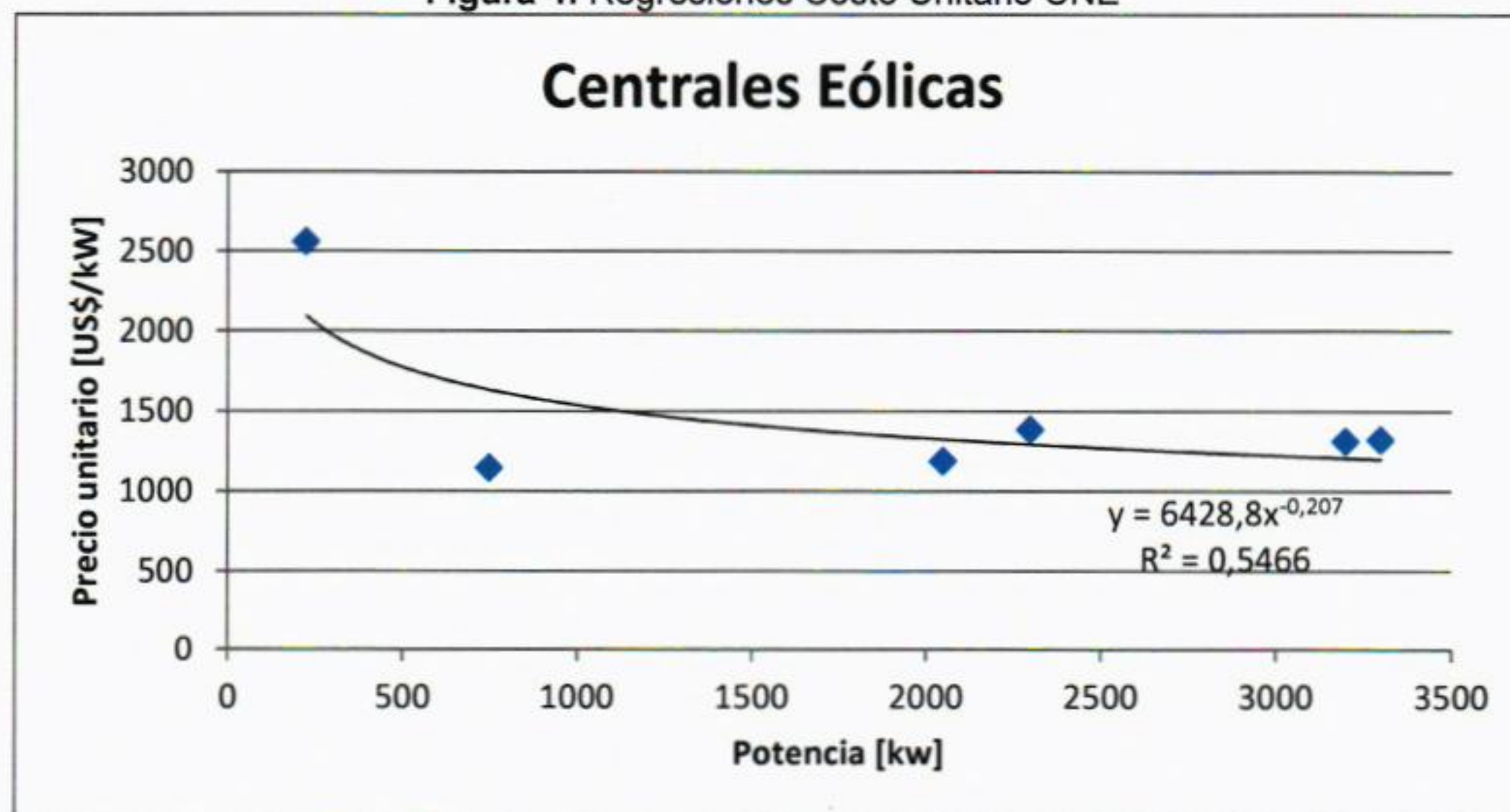
Fuente: Estudio CNE

ii) Centrales Eólicas

Para estimar el valor FOB de las turbinas eólicas se realizaron nuevas regresiones en las que se incluyeron nuevas cotizaciones, eligiendo como modelo curva potencial.

La regresión resultante de los cambios mencionados se muestra a continuación:

Figura 4: Regresiones Costo Unitario CNE



Fuente: Estudio CNE

4.2.2 RECARGOS

Se hace presente que la Comisión utilizó los mismos recargos tanto para las unidades existentes como para las unidades candidatas. Asimismo, se modificaron algunos criterios aportados por la empresa en los porcentajes de recargos que se incluyen:

TABLA 39.a: Recargos Utilizados Aysén

Tipo	UNIDAD	Potencia (KW)	Fletes	Seguros	Flete SSMM	Montaje Mecánico	Montaje Eléctrico	Obras Civiles + Materiales	Ingeniería	Puesta en Marcha	Gastos Generales	Intereses Intercalarios
Eólica	Alto Baguales	660	5,0%	2,0%	8,5%	0,0%	0,4%	1,5%	8,2%	0,4%	4,7%	2,7%
Eólica	Alto Baguales	660	5,0%	2,0%	8,5%	0,0%	0,4%	1,5%	8,2%	0,4%	4,7%	2,7%
Eólica	Alto Baguales	660	5,0%	2,0%	8,5%	0,0%	0,4%	1,5%	8,2%	0,4%	4,7%	2,7%
Térmica Diesel	Chacabuco	2.500	0,0%	0,0%	7,4%	0,0%	20,9%	32,1%	11,3%	0,6%	6,5%	2,7%
Térmica Diesel	Chacabuco	1.400	0,0%	0,0%	7,3%	0,0%	20,5%	31,4%	11,1%	0,6%	6,3%	2,7%
Térmica Diesel	Chacabuco	1.400	0,0%	0,0%	7,3%	0,0%	20,5%	31,4%	11,1%	0,6%	6,3%	2,7%
Térmica Diesel	Puerto Aysén Térmico	1.200	0,0%	0,0%	11,9%	0,0%	20,1%	60,2%	13,4%	0,7%	7,6%	2,7%
Térmica Diesel	Chacabuco	1.200	0,0%	0,0%	7,2%	0,0%	20,3%	31,2%	11,0%	0,6%	6,3%	2,7%
Térmica Diesel	Chacabuco	1.200	0,0%	0,0%	7,2%	0,0%	20,3%	31,2%	11,0%	0,6%	6,3%	2,7%
Térmica Diesel	Chacabuco	1.400	0,0%	0,0%	7,3%	0,0%	20,5%	31,4%	11,1%	0,6%	6,3%	2,7%
Térmica Diesel	Mañihuales	825	0,0%	0,0%	6,7%	0,0%	23,4%	22,3%	10,6%	0,6%	6,1%	2,7%
Térmica Diesel	Tehuelche	1.400	0,0%	0,0%	7,0%	0,0%	11,5%	35,9%	10,7%	0,6%	6,1%	2,7%
Térmica Diesel	Tehuelche	1.825	0,0%	0,0%	7,1%	0,0%	11,6%	36,3%	10,8%	0,6%	6,2%	2,7%
Térmica Diesel	Tehuelche	1.915	0,0%	0,0%	7,1%	0,0%	11,7%	36,4%	10,8%	0,6%	6,2%	2,7%
Térmica Diesel	Tehuelche	1.915	0,0%	0,0%	7,1%	0,0%	11,7%	36,4%	10,8%	0,6%	6,2%	2,7%
Térmica Diesel	Tehuelche	2.350	0,0%	0,0%	7,2%	0,0%	11,7%	36,7%	10,9%	0,6%	6,2%	2,7%
Térmica Diesel	Tehuelche	708	0,0%	0,0%	6,8%	0,0%	11,2%	34,9%	10,4%	0,5%	5,9%	2,6%
Térmica Diesel	Puerto Ibáñez	160	0,0%	0,0%	7,1%	0,0%	35,9%	6,2%	10,4%	0,5%	5,9%	2,7%
Hidroeléctrica	Puerto Aysén Hidro	2.000	3,6%	1,4%	17,8%	2,1%	25,9%	146,4%	34,9%	1,8%	28,6%	3,8%
Hidroeléctrica	Puerto Aysén Hidro	3.000	3,6%	1,4%	21,5%	2,5%	31,2%	176,3%	42,0%	2,2%	34,4%	4,0%
Hidroeléctrica	Puerto Aysén Hidro	900	3,6%	1,4%	12,4%	1,4%	18,0%	101,5%	24,2%	1,3%	19,8%	3,4%
Hidroeléctrica	Puerto Aysén Hidro	2.700	3,6%	1,4%	20,4%	2,4%	29,7%	168,0%	40,1%	2,1%	32,8%	4,0%
Hidroeléctrica	Lago Atravesado	5.500	3,6%	1,4%	10,7%	3,4%	27,3%	90,9%	44,0%	2,3%	17,0%	3,8%
Hidroeléctrica	Lago Atravesado	5.500	3,6%	1,4%	10,7%	3,4%	27,3%	90,9%	44,0%	2,3%	17,0%	3,8%

Fuente: Estudio CNE

TABLA 39.b: Recargos Utilizados General Carrera

Tipo	UNIDAD	Potencia (KW)	Fletes	Seguros	Flete SSMM	Montaje Mecánico	Montaje Eléctrico	Obras Civiles + Materiales	Ingeniería	Puesta en Marcha	Gastos Generales	Intereses Intercalarios
Térmica Diesel	Chile Chico	288	0,00%	0,00%	12,93%	0,00%	47,56%	12,95%	12,04%	0,63%	6,87%	2,66%
Térmica Diesel	Chile Chico	288	0,00%	0,00%	12,93%	0,00%	47,56%	12,95%	12,04%	0,63%	6,87%	2,66%
Térmica Diesel	Chile Chico	292	0,00%	0,00%	12,94%	0,00%	47,59%	12,96%	12,05%	0,63%	6,88%	2,66%
Térmica Diesel	Chile Chico	440	0,00%	0,00%	13,15%	0,00%	48,38%	13,17%	12,25%	0,64%	6,99%	2,68%
Térmica Diesel	Chile Chico	400	0,00%	0,00%	13,10%	0,00%	48,19%	13,12%	12,20%	0,64%	6,96%	2,68%
Térmica Diesel	El Traro	292	0,00%	0,00%	4,65%	0,00%	11,17%	13,88%	9,04%	0,48%	5,16%	2,67%
Hidroeléctrica	El Traro Hidro	320	3,56%	1,42%	13,32%	2,06%	29,68%	84,50%	42,88%	2,26%	18,28%	3,82%
Hidroeléctrica	El Traro Hidro	320	3,56%	1,42%	13,32%	2,06%	29,68%	84,50%	42,88%	2,26%	18,28%	3,82%

Fuente: Estudio CNE

TABLA 39.a: Recargos Utilizados Palena

Tipo	UNIDAD	Potencia (KW)	Fletes	Seguros	Flete SSMM	Montaje Mecánico	Montaje Eléctrico	Obras Civiles + Materiales	Ingeniería	Puesta en Marcha	Gastos Generales	Intereses Intercalarios
Térmica Diesel	Futaleufú	230	0,00%	0,00%	8,44%	0,00%	12,25%	31,63%	10,61%	0,56%	6,05%	2,67%
Térmica Diesel	Futaleufú	256	0,00%	0,00%	8,47%	0,00%	12,30%	31,77%	10,65%	0,56%	6,08%	2,67%
Térmica Diesel	Lago Verde	150	0,00%	0,00%	7,29%	0,00%	11,97%	19,95%	9,71%	0,51%	5,54%	2,67%
Térmica Diesel	Palena	180	0,00%	0,00%	15,00%	0,00%	28,79%	44,92%	13,08%	0,69%	7,46%	2,65%
Térmica Diesel	Palena	292	0,00%	0,00%	15,30%	0,00%	29,35%	45,80%	13,33%	0,70%	7,61%	2,68%
Térmica Diesel	Puyuhuapi	292	0,00%	0,00%	21,69%	0,00%	49,36%	57,94%	15,97%	0,84%	9,11%	2,67%
Térmica Diesel	La Junta	288	0,00%	0,00%	22,12%	0,00%	49,94%	59,63%	16,16%	0,85%	9,22%	2,67%
Hidroeléctrica	Río Azul	350	3,56%	1,42%	16,11%	0,96%	34,79%	133,39%	35,27%	1,86%	27,43%	3,87%
Hidroeléctrica	Río Azul	350	3,56%	1,42%	16,11%	0,96%	34,79%	133,39%	35,27%	1,86%	27,43%	3,87%
Hidroeléctrica	Río Azul	350	3,56%	1,42%	16,11%	0,96%	34,79%	133,39%	35,27%	1,86%	27,43%	3,87%
Hidroeléctrica	Río Azul	350	3,56%	1,42%	16,11%	0,96%	34,79%	133,39%	35,27%	1,86%	27,43%	3,87%

Fuente: Estudio CNE

4.2.3 ESTRUCTURA DE PERSONAL Y GASTOS FIJOS ANUALES DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

En este punto la Comisión en estricto apego a los formatos y criterios establecidos por Bases, debió reorganizar y sistematizar la información presentada por la empresa.

Así, por ejemplo, en lo que respecta a valorización de inversiones se realizó una nueva clasificación de costos, que implica un traspaso y un aumento directo en la valorización de los Costos de Operación Mantenimiento y Administración.

Por su parte, para el reconocimiento de costos fijos por la entrada de nuevas unidades, se estima una variación de éstos en proporción directa al requerimiento adicional de horas hombres que se genere para la empresa.

Tabla 40: Sistema Mediano de Aysén

C.F.I. (MUSD/año)	C.F.D. (MUSD/año)	Total (MUSD/año)
1.345	1.113	2.457

Fuente: Estudio CNE

Tabla 41: Sistema Mediano de General Carrera

C.F.I. (MUSD/año)	C.F.D. (MUSD/año)	Total (MUSD/año)
188	92	280

Fuente: Estudio CNE

Tabla 42: Sistema Mediano de Palena

C.F.I. (MUSD/año)	C.F.D. (MUSD/año)	Total (MUSD/año)
78	272	350

Fuente: Estudio CNE

4.2.4 MÓDULOS TÉRMICOS, HIDRÁULICOS Y EÓLICOS

El Estudio del Consultor sólo proponía la inclusión de módulos térmicos, sin embargo esta Comisión considero que dado que en la zona existen derechos de aguas otorgados asociados a instalaciones hidro de acuerdo a información publica disponible en la Dirección General de Aguas y que EDELAYSEN cuenta con la aprobación de ampliación de su central eólica Alto Baguales, incluir a demás de módulos térmicos, módulos hidráulicos y modulos eólicos.

Tabla 43: Costos Unitarios Módulos Térmicos

Sistema	Tipo	Capacidad Módulo (kW)	Costo Etapa (USD/kW)		
			1	2	Total
Aysén	Térmico	1600	485	320	402
	Térmico	2500	424	308	366
Palena	Térmico	400	1.123	443	783
	Térmico	800	727	386	556
Gral. Carrera	Térmico	400	1.123	443	783
	Térmico	800	727	386	556

Fuente: Estudio CNE

Tabla 44: Costos Unitarios Módulos Hidraulicos

Sistema	Tipo	Capacidad Módulo (kW)	Costo (USD/kW)
			Total
Aýsen	Hidro	3000	2.302
	Hidro	4000	1.979
Palena	Hidro	250	4.731
	Hidro	500	3.389
Gral. Carrera	Hidro	250	4.731
	Hidro	500	3.389

Fuente: Estudio CNE

Tabla 45: Costos Unitarios Módulos Eólicos

Sistema	Tipo	Capacidad Módulo (kW)	Costo (USD/kW)
			Total
Aýsen	Eólico	850	2.249
	Eólico	850	2.249

Fuente: Estudio CNE

4.2.5 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA UTILIZADA

De acuerdo a lo planteado en las bases, la elección del modelo para la proyección de demanda debía basarse en criterios estadísticos y econométricos.

La utilización de un tercer modelo diferente a los estipulados por las bases se consideraría, únicamente si se justificaba dado que los dos modelos de las bases no eran válidos y/o el nuevo modelo fuese mejor.

Se corrige el Inacer considerado por la empresa y se utiliza propuesta de consultor Quiroz & Asociados. Esto permite contar con un solo criterio para la proyección de demanda de los distintos modelos.

Dado que no se presentaron argumentos válidos para la aceptación del modelo de Quiroz, y basándose en los estadígrafos, la Comisión consideró el modelo de "Ajuste Parcial" para los tres sistemas como modelo de proyección.

Por último, se modificó el criterio considerado para el cálculo del Factor de Carga, utilizando el promedio para el período 2011-2013.

De esta manera, la proyección de demanda utilizada para el análisis es:

i) Sistema Mediano de Aysén

Tabla 46: Proyecciones de Demanda Utilizada

Año	Energía Bruta Generada (MWh)	Demanda Máxima (kW)
2013	135.600	23,10
2014	140.542	23,95
2015	144.579	24,63
2016	149.338	25,44
2017	155.964	26,57
2018	163.851	27,92

2019	172.420	29,38
2020	181.610	30,94
2021	191.446	32,62
2022	201.971	34,41
2023	213.233	36,33
2024	225.283	38,38
2025	238.177	40,58
2026	251.973	42,93
2027	266.735	45,45
Factor de Carga	0,670	

Fuente: Estudio CNE

ii) Sistema Mediano de Palena

Tabla 47 : Proyecciones de Demanda Utilizada

Año	Energía Bruta Generada (MWh)	Demanda Máxima (kW)
2013	7.471	1,51
2014	7.799	1,58
2015	9.843	2,00
2016	10.101	2,05
2017	10.363	2,10
2018	10.668	2,16
2019	10.933	2,22
2020	11.161	2,26
2021	11.389	2,31
2022	11.624	2,36
2023	11.868	2,41
2024	12.121	2,46
2025	12.384	2,51
2026	12.657	2,57
2027	12.940	2,62

Factor de Carga 0,563

Fuente: Estudio CNE

iii) Sistema Mediano de Carrera

Tabla 48: Proyecciones de Demanda Utilizada

Año	Energía Bruta Generada (MWh)	Demanda Máxima (kW)
2013	8.909	1,69
2014	9.263	1,76
2015	10.784	2,04
2016	11.146	2,11
2017	11.620	2,20
2018	12.199	2,31
2019	12.848	2,44
2020	13.553	2,57
2021	14.311	2,71
2022	15.124	2,87
2023	15.995	3,03
2024	16.927	3,21
2025	17.924	3,40
2026	18.991	3,60
2027	20.132	3,82

Factor de Carga 0,602

Fuente: Estudio CNE

4.2.6 PLAN DE EXPANSIÓN ÓPTIMO

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se obtuvieron los siguientes planes de expansión óptimos para generación:

I. Sistema Aysén

Tabla 49: Plan de Expansión de generación - Sistema Aysén

UNIDAD	Combustible	Potencia (kW)	AÑO INGRESO
Monreal_27_1	Hidro	3.000	2013
Ampliación Alto Baguales_30_2	Viento	850	2019
Ampliación Alto Baguales_31_3	Viento	850	2019
H4000_29_4	Hidro	4.000	2019
MDL1_26_5	Diesel	2.500	2026
MDL1_26_6	Diesel	2.500	2027

Fuente: Estudio CNE

II. Sistema Palena

Tabla 50: Plan de Expansión de generación - Sistema Palena

UNIDAD	Combustible	Potencia (kW)	AÑO INGRESO
MDR2_12	Diesel	400	2024

Fuente: Estudio CNE

III. Sistema General Carrera

Tabla 51: Plan de Expansión de generación - Sistema General Carrera

UNIDAD	Combustible	Potencia (kW)	AÑO INGRESO
MDR1_9_1	Diesel	400	2013
H500_12_2	Hidro	500	2019
H500_12_3	Hidro	500	2022
MDR1_9_4	Diesel	400	2025
MDR1_9_5	Diesel	400	2027

Fuente: Estudio CNE

4.2.7 COSTO INCREMENTAL DE DESARROLLO (CID)

Los costos incrementales de desarrollo obtenidos son los siguientes:

I. Sistema Aysén

Tabla 52: CID - Sistema Aysén

Ítem	AYSÉN
CIDG (\$/kWh)	37,42
CIDL (\$/kWh)	1,95
CID (\$/kWh)	39,37

Fuente: Estudio CNE

II. Sistema Palena

Tabla 53: CID - Sistema Palena

Ítem	PALENA
CIDG (\$/kWh)	40,16
CIDL (\$/kWh)	0,00
CID (\$/kWh)	40,16

Fuente: Estudio CNE

III. Sistema General Carrera

Tabla 54: CID - Sistema General Carrera

Ítem	GENERAL CARRERA
CIDG (\$/kWh)	70,23
CIDL (\$/kWh)	0,00
CID (\$/kWh)	70,23

Fuente: Estudio CNE

4.2.8 PLAN DE REPOSICIÓN EFICIENTE

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se obtuvieron los siguientes planes de reposición eficiente para generación:

I. Sistema Aysén

Tabla 55: Proyecto de Reposición de generación - Sistema Aysén

UNIDAD	Combustible	Potencia (kW)	AÑO INGRESO
Alto Baguales_1_1	Viento	660	2013
Alto Baguales_2_2	Viento	660	2013
Alto Baguales_3_3	Viento	660	2013
Puerto Aysén Hidro_20_4	Hidro	3.000	2013
Puerto Aysén Hidro_21_5	Hidro	900	2013
Puerto Aysén Hidro_22_6	Hidro	2.700	2013
Lago Atravesado_23_7	Hidro	5.500	2013
Lago Atravesado_24_8	Hidro	5.500	2013
MDL1_26_9	Diesel	2.500	2013
MDL1_26_10	Diesel	2.500	2013
MDL1_26_11	Diesel	2.500	2013
MDL1_26_12	Diesel	2.500	2013
Monreal_27_13	Hidro	3.000	2013
H3000_28_14	Hidro	3.000	2018
Ampliación Alto Baguales_30_15	Viento	850	2017
Ampliación Alto Baguales_31_16	Viento	850	2017
MDL1_26_17	Diesel	2.500	2015
MDL1_26_18	Diesel	2.500	2021
MDL1_26_19	Diesel	2.500	2022
MDL1_26_20	Diesel	2.500	2023
MDL1_26_21	Diesel	2.500	2024
MDL1_26_22	Diesel	2.500	2025
MDL1_26_23	Diesel	2.500	2026
Puerto Aysén Térmico_7_24	Diesel	1.200	2027

Fuente: Estudio CNE

II. Sistema Palena

Tabla 56: Proyecto de Reposición de generación - Sistema Palena

UNIDAD	Combustible	Potencia (kW)	AÑO INGRESO
Río Azul_8_1	Hidro	350	2013
Río Azul_9_2	Hidro	350	2013
Río Azul_10_3	Hidro	350	2013
Río Azul_11_4	Hidro	350	2013
MDR1_14_5	Diesel	400	2013
MDR1_14_6	Diesel	400	2013

H250_12_7	Hidro	250	2019
MDR1_14_8	Diesel	400	2015
MDR1_14_9	Diesel	400	2016
MDR1_14_10	Diesel	400	2027

Fuente: Estudio CNE

III. Sistema General Carrera

Tabla 57: Proyecto de Reposición de generación - Sistema General Carrera

UNIDAD	Combustible	Potencia (kW)	AÑO INGRESO
Chile Chico_4_1	Diesel	440	2013
Chile Chico_4_2	Diesel	440	2013
Chile Chico_4_3	Diesel	440	2013
Chile Chico_4_4	Diesel	440	2024
El Traro Hidro_7_5	Hidro	320	2013
El Traro Hidro_8_6	Hidro	320	2013
H500_12_7	Hidro	500	2018
MDR1_9_8	Diesel	400	2013
MDR1_9_9	Diesel	400	2021
MDR1_9_10	Diesel	400	2025
MDR1_9_11	Diesel	400	2027

Fuente: Estudio CNE

4.2.9 COSTO TOTAL DE LARGO PLAZO (CTLTP)

Considerando el Proyecto de Reposición Eficiente y en conformidad a lo establecido en las bases del Estudio, el valor del CTLTP es el siguiente:

I. Sistema Aysén

Tabla 58: CTLTP - Sistema Aysén

Ítem	AYSÉN
CTLPG (\$/año)	10.174.785.902
CTLPL (\$/año)	1.179.671.225
CTLTP (\$/año)	11.354.457.128

Fuente: Estudio CNE

II. Sistema Palena

Tabla 59: CTLTP - Sistema Palena

Ítem	PALENA
CTLPG (\$/año)	717.568.746
CTLPL (\$/año)	3.123.411
CTLTP (\$/año)	720.692.157

Fuente: Estudio CNE

III. Sistema General Carrera

Tabla 60: CTLP - Sistema General Carrera

Ítem	GENERAL CARRERA
CTLPG (\$/año)	1.307.978.452
CTLPL (\$/año)	3.064.534
CTLP (\$/año)	1.311.042.986

Fuente: Estudio CNE

4.2.10 FÓRMULAS DE INDEXACIÓN DEL CID Y CTLP

En virtud de las correcciones descritas precedentemente, los coeficientes que integran las fórmulas de indexación de los CID y CTLP deben ser actualizados. Asimismo, el Índice nominal de costo de Mano de Obra de Chile (IMO) ha sido descartado para su uso en la indexación de tarifas, ello debido a que contiene elementos que capturan el aumento de la productividad de la empresa eficiente; así, no todos los aumentos en salarios se traducen en aumentos de costos. En consecuencia se ha empleado el Índice de Precios al Consumidor (IPC) como indexador de los costos de Operación relacionados con remuneraciones.

El siguiente desglose permite determinar la participación de cada indexador en la fórmula de indexación del CID:

Indexación CID AYSÉN				
VP Incrementos Inversión	%	IPC	PPD	PPI
Equipos Importados	9,14%	0%	0%	100%
Equipos Nacionales	30,84%	100%	0%	0%
TOTAL (%)	39,97%	30,80%	0,00%	9,10%
VP Incrementos COMA	%	IPC	PPD	PPI
CVC	57,37%	0%	100%	0%
CVNC	2,65%	0%	0%	100%
Costos Fijos	0,00%	100%	0%	0%
TOTAL (%)	60,03%	0,00%	57,40%	2,70%
	%	IPC	PPD	PPI
VP Incrementos	100,00%	30,80%	57,40%	11,80%

Indexación CID PALENA				
VP Incrementos Inversión	%	IPC	PPD	PPI
Equipos Importados	0,60%	0%	0%	100%
Equipos Nacionales	1,01%	100%	0%	0%
TOTAL (%)	1,61%	1,01%	0,00%	0,60%
VP Incrementos COMA	%	IPC	PPD	PPI
CVC	79,23%	0%	100%	0%
CVNC	19,16%	0%	0%	100%
Costos Fijos	0,00%	100%	0%	0%
TOTAL (%)	98,39%	0,00%	79,23%	19,16%
	%	IPC	PPD	PPI
VP Incrementos	100,00%	1,01%	79,23%	19,76%

Indexación CID GENERAL CARRERA				
VP Incrementos Inversión	%	IPC	PPD	PPI
Equipos Importados	6,72%	0%	0%	100%
Equipos Nacionales	15,58%	100%	0%	0%
TOTAL (%)	22,31%	15,58%	0,00%	6,72%
VP Incrementos COMA	%	IPC	PPD	PPI
CVC	69,62%	0%	100%	0%
CVNC	8,07%	0%	0%	100%
Costos Fijos	0,00%	100%	0%	0%
TOTAL (%)	77,69%	0,00%	69,62%	8,07%
	%	IPC	PPD	PPI
VP Incrementos	100,00%	15,58%	69,62%	14,79%

Finalmente los ponderadores de la fórmula de indexación del CID son los siguientes:

Tabla 61: Indexadores CID - Sistema Aysén

IPC	0,30800
PPD	0,57400
PPI	0,11800

Fuente: Estudio CNE

Tabla 62: Indexadores CID - Sistema Palena

IPC	0,01011
PPD	0,79229
PPI	0,19760

Fuente: Estudio CNE

Tabla 63: Indexadores CID - Sistema General Carrera

IPC	0,15600
PPD	0,69600
PPI	0,14800

Fuente: Estudio CNE

Por su parte el siguiente desglose permite determinar la participación de cada indexador en la fórmula de indexación del CTLP:

Indexación CTLP AYSÉN				
VP Incrementos Inversión	%	IPC	PPD	PPI
Equipos Importados	15,74%	0%	0%	100%
Equipos Nacionales	21,54%	100%	0%	0%
TOTAL (%)	37,29%	21,54%	0,00%	15,74%
VP Incrementos COMA	%	IPC	PPD	PPI
CVC	48,02%	0%	100%	0%
CVNC	3,73%	0%	0%	100%
Costos Fijos	10,97%	100%	0%	0%
TOTAL (%)	62,71%	10,97%	48,02%	3,73%
	%	IPC	PPD	PPI
VP Incrementos	100,00%	32,51%	48,02%	19,47%

Indexación CTLP PALENA				
VP Incrementos Inversión	%	IPC	PPD	PPI
Equipos Importados	14,95%	0%	0%	100%
Equipos Nacionales	46,88%	100%	0%	0%
TOTAL (%)	61,83%	46,88%	0,00%	14,95%
VP Incrementos COMA	%	IPC	PPD	PPI
CVC	3,02%	0%	100%	0%
CVNC	10,88%	0%	0%	100%
Costos Fijos	24,27%	100%	0%	0%
TOTAL (%)	38,17%	24,28%	3,02%	10,88%
	%	IPC	PPD	PPI
VP Incrementos	100,00%	71,15%	3,02%	25,83%

Indexación CTLP GENERAL CARRERA				
VP Incrementos Inversión	%	IPC	PPD	PPI
Equipos Importados	5,33%	0%	0%	100%
Equipos Nacionales	11,40%	100%	0%	0%
TOTAL (%)	16,74%	11,40%	0,00%	5,30%
VP Incrementos COMA	%	IPC	PPD	PPI
CVC	65,27%	0%	100%	0%
CVNC	7,29%	0%	0%	100%
Costos Fijos	10,70%	100%	0%	0%
TOTAL (%)	83,26%	10,70%	65,30%	7,30%
	%	IPC	PPD	PPI
VP Incrementos	100,00%	22,10%	65,30%	12,60%

Finalmente los ponderadores de la fórmula de indexación del CTLP son los siguientes:

Tabla 64: Indexadores CTLP - Sistema Aysén

IPC	0,32511
PPD	0,48018
PPI	0,19471

Fuente: Estudio CNE

Tabla 65: Indexadores CTLP - Sistema Palena

IPC	0,71150
PPD	0,03020
PPI	0,25830

Fuente: Estudio CNE

Tabla 66: Indexadores CTLP - Sistema General Carrera

IPC	0,22100
PPD	0,65300
PPI	0,12600

Fuente: Estudio CNE

5 FÓRMULAS Y ESTRUCTURAS TARIFARIAS

A partir de la determinación del CID y el CTLP, incluidas las correcciones indicadas en la sección anterior, a continuación se presentan las fórmulas y estructuras tarifarias que permiten determinar los precios de nudo de energía y potencia en cada sistema, con sus correspondientes fórmulas de indexación.

5.1 FÓRMULAS PARA INGRESO ANUAL EQUIVALENTE DE ENERGÍA Y POTENCIA

A efectos de definir y formular las estructuras tarifarias, se define el ingreso anual equivalente de potencia esperado para el período tarifario de 4 años, IAP, como el valor anual equivalente constante que obtendría el sistema, al aplicar el costo de desarrollo de la potencia, determinado conforme se indica en la sección 5.2 del presente informe, a las demandas facturadas esperadas de potencia de punta anuales en cada uno de los nudos o barras de retiro del sistema, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$IAP = \left(\sum_{j=1}^{NB} IAP_j \right)$$

Donde:

$$IAP_j = \left(\sum_{t=1}^T \frac{12 \cdot CDP_j \cdot P_{jt}}{(1+r)^t} \right) \left(\frac{r \cdot (1+r)^T}{(1+r)^T - 1} \right)$$

NB : Número de barras o nudos del sistema.

IAP_j : Ingreso anual equivalente de potencia, en un período tarifario de 4 años, del sistema de generación y transmisión asociado al nudo o barra j , expresado en \$/año.

P_{jt} : Potencia de punta consumida en el nudo o barra j , en el año t , expresada en kW.

CDP_j : Costo de desarrollo de la potencia de punta en el sistema de generación y transmisión en el nudo o barra j , expresado en \$/kW/mes.

T : Número de años considerados en el período tarifario (4 años).

Análogamente, se definen los ingresos anuales equivalente de energía esperados para el período tarifario de 4 años, para los segmentos de generación, transmisión y para el sistema en su conjunto, IAEG, IAEL, e IAE, respectivamente, como el valor anual equivalente constante que obtendría cada segmento de generación o transmisión y el sistema en su conjunto, al aplicar los costos incrementales de desarrollo, determinados conforme a las Bases, a las demandas facturadas de energía esperadas en cada uno de los nudos o barras del sistema, de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$IAEG = \left(\sum_{j=1}^{NB} IAEG_j \right)$$

$$IAEL = \left(\sum_{j=1}^{NB} IAEL_j \right)$$

$$IAE = \left(\sum_{j=1}^{NB} IAE_j \right)$$

Donde:

$$IAEG_j = \left(\sum_{t=1}^T \frac{CIDG_j \cdot E_{jt}}{(1+r)^t} \right) \left(\frac{r \cdot (1+r)^T}{(1+r)^T - 1} \right)$$

$$IAEL_j = \left(\sum_{t=1}^T \frac{CIDL_j \cdot E_{jt}}{(1+r)^t} \right) \left(\frac{r \cdot (1+r)^T}{(1+r)^T - 1} \right)$$

$$IAE_j = \left(\sum_{t=1}^T \frac{CID_j \cdot E_{jt}}{(1+r)^t} \right) \left(\frac{r \cdot (1+r)^T}{(1+r)^T - 1} \right)$$

- NB : Número de barras o nudos del sistema.
- IAEG_j : Ingreso anual equivalente de energía, en un período tarifario de 4 años, del segmento de generación asociado al nudo o barra j, en \$/año.
- IAET_j : Ingreso anual equivalente de energía, en un período tarifario de 4 años, del segmento de transmisión asociado al nudo o barra j, en \$/año.
- IAE_j : Ingreso anual equivalente de energía, en un período tarifario de 4 años, del sistema en su conjunto asociado nudo o barra, en \$/año.

5.2 FÓRMULAS PARA PRECIOS DE NUDO DE ENERGÍA

Mediante las siguientes relaciones se determinan los precios de nudo de energía y potencia, y su desagregación en generación y transmisión, en cada nudo o barra j del sistema, los cuales serán constantes durante todo el período tarifario de 4 años.

$$PNEG_j = CIDG_j \cdot \alpha_{Gj}$$

$$PNEL_j = CIDL_j \cdot \alpha_{Lj}$$

$$PNE_j = PNEG_j + PNEL_j$$

- PNEG_j : Componente del precio de nudo de energía, asociada al segmento de generación, en el nudo j, expresada en \$/kWh.
- PNEL_j : Componente del precio de nudo de energía, asociada al segmento de transmisión, nudo j, expresada en \$/kWh.
- PNE_j : Precio de nudo de energía del sistema en el nudo j, expresado en \$/kWh.
- α_{Gj} : Factor de ajuste para la componente del precio de nudo de energía asociada al segmento de generación, en el nudo j.

α_{Lj} : Factor de ajuste para la componentes del precios de nudo de energía asociada al segmento de transmisión, en el nudo j.

Se define $MAXG_j$ como el mayor valor entre el costo total de largo plazo del segmento de generación asociado al nudo j, $CTLP_{Gj}$, y el ingreso anual equivalente de energía en el período tarifario del segmento de generación asociado al nudo j, $IAEG_j$.

Se define $MAXL_j$ como el mayor valor entre el costo total de largo plazo del segmento de transmisión asociado al nudo j, $CTLPL_j$, y el ingreso anual equivalente de energía en el período tarifario del segmento de transmisión asociado al nudo j, $IAEL_j$.

Los factores de ajuste α_{Gj} y α_{Lj} , para los precios de nudo de energía, se definen mediante las siguientes expresiones:

$$\alpha_{Gj} = \frac{MAXG_j \times (MAXG_j + MAXL_j - IAP_j)}{(MAXG_j + MAXL_j) \times IAEG_j}$$

$$\alpha_{Lj} = \frac{MAXL_j \times (MAXG_j + MAXL_j - IAP_j)}{(MAXG_j + MAXL_j) \times IAEL_j}$$

5.3 PRECIOS DE NUDO DE ENERGÍA Y POTENCIA RESULTANTES

A partir de las correcciones presentadas en la sección 4.3 del presente informe, y considerando el precio de nudo de la potencia obtenido del “ESTUDIO DE DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN Y COSTOS FIJOS DE OPERACIÓN DE LA UNIDAD DE PUNTA EN SISTEMAS SIC, SING Y SSMM” del 2012, los precios de nudo de energía y potencia resultantes para los sistemas antes mencionados se detallan en las secciones siguientes.

Para el caso del CID y CTLP, el valor obtenido conforme a lo indicado en las secciones precedentes, han sido indexados a Junio de 2014 mediante la fórmula de indexación presentada en la sección 3.7 y empleando los ponderadores específicos presentados en la sección 4.3.5, ambas del presente informe.

Para el caso de los indexadores del CID y CTLP, los valores base y a Junio de 2014 son los siguientes:

Tabla 67: Valores de indexadores utilizados – CID y CTLP

Fechas	IPC	PDiesel Aysén [\$/m3]	PDiesel Palena [\$/m3]	PDiesel General Carrera [\$/m3]	PPI	TAX	Dólar
31-12-2012	108,64	446.446	481.142	480.616	162,80	0,06	480,57
01-06-2014	114,27	484.212	549.378	533.633	165,60	0,06	554,64

Fuente: Estudio CNE

5.3.1 COSTO INCREMENTAL DE DESARROLLO INDEXADO A 2014

En virtud de lo anterior, el valor del CID base e indexado a Junio de 2014 son los siguientes:

Tabla 68: CID base – CID indexado Junio 2014

Actualización	CID (\$/kWh)						
Fechas	Aysen23	Chacab33	Mañi33	Ñire33	Tehuel23	Palena	General Carrera
31-12-2012	39,37	39,58	39,62	39,64	39,64	40,16	70,23
01-06-2014	42,72	42,94	42,99	43,01	43,01	46,07	78,01

Fuente: Estudio CNE

5.3.2 COSTO TOTAL DE LARGO PLAZO INDEXADO A 2014

En virtud de lo anterior, el valor del CTLP base e indexado a Junio de 2014 son los siguientes:

Tabla 69: CTLP base – CTLP indexado Junio 2014

Actualización	CTLP (\$/año)						
Fechas	Aysen23	Chacab33	Mañi33	Ñire33	Tehuel23	Palena	General Carrera
31-12-2012	2.548.240.705	2.622.514.516	159.489.762	23.149.254	6.001.062.890	720.692.157	1.311.042.986
01-06-2014	2.781.005.231	2.862.063.452	174.058.072	25.263.781	6.549.219.333	782.739.985	1.449.251.176

Fuente: Estudio CNE

5.3.3 PROYECCIÓN DE DEMANDA 2014-2018

Para la determinación de los ingresos esperados a que se refiere la sección 5.1 del presente informe, se ha utilizado la siguiente proyección de demanda:

i) Sistema Mediano de Aysén

Tabla 70: Demanda proyectada período 2014-2018

Año	Energía Bruta Generada (MWh)	Demanda Máxima (kW)
2014	140.542	23,95
2015	144.579	24,63
2016	149.338	25,44
2017	155.964	26,57
2018	163.851	27,92

Fuente: Estudio CNE

ii) Sistema Mediano de Palena

Tabla 71: Demanda proyectada período 2014-2018

Año	Energía Bruta Generada (MWh)	Demanda Máxima (kW)
2014	7.799	1,58
2015	9.843	2,00
2016	10.101	2,05
2017	10.363	2,10
2018	10.668	2,16

Fuente: Estudio CNE

iii) Sistema Mediano de Carrera

Tabla 72: Demanda proyectada período 2014-2018

Año	Energía Bruta Generada (MWh)	Demanda Máxima (kW)
2014	9.263	1,76
2015	10.784	2,04
2016	11.146	2,11
2017	11.620	2,20
2018	12.199	2,31

Fuente: Estudio CNE

5.3.4 PRECIOS DE NUDO ENERGÍA

Los precios de nudo resultantes para la energía son los que a continuación se indican:

Tabla 73: Precio de Nudo Energía

Barra	Precio de Nudo Energía (\$/kWh)
Aysen23	67,285
Chacab33	67,285
Mañi33	67,285
Ñire33	67,285
Tehuel23	67,285
Palena	53,082
General Carrera	96,736

Fuente: Estudio CNE

5.3.5 PRECIOS DE NUDO POTENCIA

Los precios de nudo resultantes para la potencia son los que a continuación se indican:

Tabla 74: Precio de Nudo Potencia

Barra	Precio de Nudo Potencia (\$/kW)
Aysen23	6.788,95
Chacab33	6.788,95
Mañi33	6.788,95
Ñire33	6.788,95
Tehuel23	6.788,95
Palena	9.680,62
General Carrera	13.438,93

Fuente: Estudio CNE

5.4 FÓRMULAS DE INDEXACIÓN PARA PRECIOS DE NUDO DE ENERGÍA Y POTENCIA

Las fórmulas de indexación para los precios de nudo de energía y potencia en cada sistema, con sus respectivos parámetros y condiciones de aplicación se describe en las secciones siguientes.

5.4.1 INDEXACIÓN PRECIO DE NUDO DE LA ENERGÍA

La fórmula de indexación del precio de nudo de la energía, así como la fuente y convención de cálculo de los índices se presenta a continuación:

$$\frac{PN_{Energía_i}}{PN_{Energía_0}} = \chi_E \cdot \left[\left(\alpha_{IPC_E} \cdot \frac{IPC_i}{IPC_0} + \alpha_{P_{DIESEL}} \cdot \frac{P_{DIESEL_i}}{P_{DIESEL_0}} \right) + \left(\alpha_{PPI} \cdot \frac{PPI_i}{PPI_0} \cdot \left(\frac{1+TAX_i}{1+TAX_0} \right) \cdot \left(\frac{DOL_i}{DOL_0} \right) \right) \right] + \chi_P \cdot \left[\left(\frac{DOL_i}{DOL_0} \right) \cdot \left(\alpha_{PPImot} \cdot \frac{PPImot_i}{PPImot_0} + \alpha_{PPI_P} \cdot \frac{PPI_i - P}{PPI_0 - P} \right) + \alpha_{IPC_P} \cdot \frac{IPC_i}{IPC_0} \right]$$

Donde:

- χ_E : Ponderador de la componente de costos variables y fijos asociado al precio de la energía.
- χ_P : Ponderador de la componente de inversión asociado al precio de la energía.
- IPC_i : Índice de Precios al Consumidor, publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas, correspondiente al segundo mes anterior a aquel en que se aplique la indexación.
- IPC_0 : Índice de Precios al Consumidor, publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas, correspondiente al mes de Abril de 2014 (114,27).
- P_{DIESEL_i} : Precio vigente del Petróleo Diesel en el Aysén, Palena y General Carrera, según corresponda, informado por la Empresa, correspondiente al promedio de los últimos 6 meses anteriores a aquel mes en que se aplique la indexación, en
- P_{DIESEL_0} : Precio vigente del petróleo diesel en Aysén, Palena y General Carrera, según corresponda, informado por la Empresa, correspondiente al promedio del periodo Diciembre de 2013 a Mayo de 2014 (484.212 \$/m3, 549.378 \$/m3 y 533.633 \$/m3, respectivamente).
- PPI_i : U.S. Producer Price Index (WPUSOP3200), publicado por el Bureau of Labour Statistics – U.S. Department of Labour, correspondiente al sexto mes anterior a aquel mes en que se aplique la indexación.
- PPI_0 : U.S. Producer Price Index (WPUSOP3200), publicado por el Bureau of Labour Statistics – U.S. Department of Labour, correspondiente al mes de Diciembre de 2013 (165.6,10 %/1).
- TAX_i : Tasa arancelaria aplicable a la importación de equipos electromecánicos a la zona franca de extensión de Aysén, correspondiente al mes anterior a aquel mes en que se aplique la indexación, en %/1.
- TAX_0 : Tasa arancelaria vigente, aplicable a la importación de equipos electromecánicos en la zona franca de Aysén, correspondiente al mes de Mayo de 2014 (0,06 %/1).

PPI _i _P	: Producer Price Index- Commodities publicados por el Bureau of Labor Statistics (www.bls.gov, WPU00000000) correspondiente al sexto mes anterior al cual se registre la indexación.
PPI0_P	: Producer Price Index- Commoditie publicados por el Bureau of Labor Statistics (www.bls.gov, WPU00000000) correspondiente al mes de diciembre de 2013 (202,00).
DOL _i	: Valor promedio del tipo de cambio observado del dólar en EE.UU., publicado por el Banco Central, correspondiente al segundo mes anterior a aquel mes en que se aplique la indexación, en \$/US\$.
DOL ₀	: Valor promedio del tipo de cambio observado del dólar en EE.UU., publicado por el Banco Central, correspondiente al mes de Abril de 2014 (554,64 \$/US\$).
PPI _{motor} _i	: Producer Price Index Industry Data: Motor and generator manufacturing (Serie PCU335312335312) publicados por el Bureau of Labor Statistics correspondiente al sexto mes anterior al cual se aplique la fijación.
PPI _{motor} ₀	: Producer Price Index Industry Data: Motor and generator manufacturing (Serie PCU335312335312) publicados por el Bureau of Labor Statistics correspondiente a diciembre 2013 (203,80).

Los precios de combustibles aplicables en las fórmulas de indexación del precio de nudo de la energía, serán los costos que informe EDELAYSÉN a la Comisión, netos de IVA.

Los ponderadores de cada uno de los índices que componen la fórmula indexación del precio de nudo de la energía, son los que a continuación se indican.

a) Sistema Aysén

Ponderador	Barras				
	Aysen23	Chacab33	Mañi33	Nire33	Tehuel23
%Index E	0,75844	0,75971	0,75599	0,75621	0,75433
%Index P	0,24156	0,24029	0,24401	0,24379	0,24567

$\alpha_{IPC\ E}$	0,17491
$\alpha_{PDIESEL}$	0,76566
α_{PPI}	0,05943
$\alpha_{PPI\ mot}$	0,30536
$\alpha_{IPC\ P}$	0,59444
$\alpha_{PPI\ P}$	0,10020

b) Sistema Palena:

Ponderador	Barra
	Palena
X_E	0,55125
X_P	0,44875

$\alpha_{IPC\ E}$	0,63591
$\alpha_{PDIESEL}$	0,07903
α_{PPI}	0,28506

$\alpha_{PPI_{mot}}$	0,23981
α_{IPC_P}	0,66635
α_{PPI_P}	0,09384

c) Sistema General Carrera:

Ponderador	Barra
	General Carrera
X_E	1,09599
X_P	-0,09599

α_{IPC_E}	0,12853
$\alpha_{PDIESEL}$	0,78392
α_{PPI}	0,08755
$\alpha_{PPI_{mot}}$	0,11197
α_{IPC_P}	0,80561
α_{PPI_P}	0,08242

5.4.2 INDEXACIÓN PRECIO DE NUDO DE LA POTENCIA

La fórmula de indexación, así como la estructura y valores base del cálculo del precio básico de la potencia, han sido determinados considerando el “ESTUDIO DE DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN Y COSTOS FIJOS DE OPERACIÓN DE LA UNIDAD DE PUNTA EN SISTEMAS SIC, SING Y SSMM” del 2012. Dicho estudio se enmarca dentro de lo estipulado en el Reglamento de Precio de Nudo, específicamente en su artículo 49°.

Los parámetros de la fórmula de indexación de la potencia representan el peso relativo de cada una de las componentes utilizadas en la determinación del precio básico de la potencia, y se obtienen y justifican a partir del valor de las derivadas parciales de dicho precio respecto a cada una de las variables utilizadas.

$$Pb[\$/kW/mes] = Pb_0 \cdot \left[\left(\frac{DOL_t}{DOL_0} \right) \cdot \left(\alpha_{PPI_{mot}} \frac{PPI_{mot,t}}{PPI_{mot,0}} + \alpha_{PPI_P} \cdot \frac{PPI_t - P}{PPI_0 - P} \right) + \alpha_{IPC_P} \cdot \frac{IPC_t}{IPC_0} \right]$$

Donde:

$PPI_{motor,t}$	Producer Price Index Industry Data: Motor and generator manufacturing (Serie PCU335312335312) publicados por el Bureau of Labor Statistics correspondiente al sexto mes anterior al cual se aplique la fijación.
$PPI_{motor,0}$	Producer Price Index Industry Data: Motor and generator manufacturing (Serie PCU335312335312) publicados por el Bureau of Labor Statistics correspondiente a diciembre 2013 (203,80).

PPI_i :	Producer Price Index- Commodities publicados por el Bureau of Labor Statistics (www.bls.gov , WPU00000000) correspondiente al sexto mes anterior al cual se registre la indexación.
PPI_0 :	Producer Price Index- Commodities publicados por el Bureau of Labor Statistics (www.bls.gov , WPU00000000) correspondiente al mes de diciembre de 2013 (202,00).
IPC_i :	Índice de precio al consumidor publicados por el INE para el segundo mes anterior al cual se registre la indexación.
IPC_0 :	Índice de precio al consumidor publicado por el INE correspondiente al mes de abril de 2014 (114,27). IPC determinado, en conformidad a lo estipulado en el Informe "Empalme de las Series del IPC y Factor de Reajustabilidad" publicado por el INE en enero 2014.

Los ponderadores de cada uno de los índices que componen la fórmula indexación del precio de nudo de la potencia, son los que a continuación se indican.

a) Sistema Aysén

$\alpha_{PPI\text{mot}}$	0,30536
$\alpha_{IPC\ P}$	0,59444
$\alpha_{PPI\ P}$	0,10020

b) Sistema Palena:

$\alpha_{PPI\text{mot}}$	0,23981
$\alpha_{IPC\ P}$	0,66635
$\alpha_{PPI\ P}$	0,09384

d) Sistema General Carrera:

$\alpha_{PPI\text{mot}}$	0,11197
$\alpha_{IPC\ P}$	0,80561
$\alpha_{PPI\ P}$	0,08242



SANTIAGO, 04 de noviembre de 2014

N° 938864

Señor
Andrés Romero Celedón
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Energía
PRESENTE

ANT.: Informe Técnico Sistemas Medianos de Aysén, Palena y General Carrera, adjunto a carta CNE N° 495 de fecha 08.10.14

REF.: Presenta desacuerdo que detalla

De mi consideración:

En virtud de lo establecido en el artículo 43° del Reglamento de Valorización y Expansión de los Sistemas Medianos en la Ley General de Servicios Eléctricos y analizados los antecedentes del Informe Técnico adjunto a la carta del ANT., recibidos con fecha 13.10.14, vengo en representación de la Empresa Eléctrica de Aysén S.A. a presentar formalmente nuestro desacuerdo con respecto a valores por Ud. presentados.

En particular, nuestro desacuerdo se fundamenta en los siguientes aspectos, respecto del Informe mencionado:

Sistema Aysén

- La capacidad térmica del Plan de Reposición Eficiente considerada por la Comisión como necesaria y suficiente para satisfacer la demanda resultaría insuficiente ante la presencia de eventuales condiciones de operación.
- La valorización modelada para la Central Monreal resulta inferior a las condiciones reales de Mercado.

Sistema Palena

- El despacho térmico para este sistema resulta subestimado en comparación con la experiencia real, demanda máxima del sistema y la disponibilidad real de fuentes primarias de energía renovable no convencional.
- La modelación no estaría considerando consumos propios ni pérdidas de transformación en la Generación de las Centrales consideradas.



Sistema General Carrera

- La modelación no estaría considerando consumos propios ni pérdidas de transformación en la Generación de las Centrales consideradas.
- El valor del terreno para el módulo hidráulico en el Plan de Reposición Eficiente para el 2018 está fuera de mercado.

Finalmente, mediante documento adjunto se incluyen antecedentes de detalle respecto de los aspectos arriba observados.

Sin otro particular, se despiden atentamente,

EMPRESA ELÉCTRICA DE AISÉN S.A.



JORGE MUÑOZ SEPÚLVEDA
Subgerente de Regulación

Incl.: Lo indicado

Observaciones

Informe Técnico Sistemas Medianos de Aysén, Palena y General Carrera

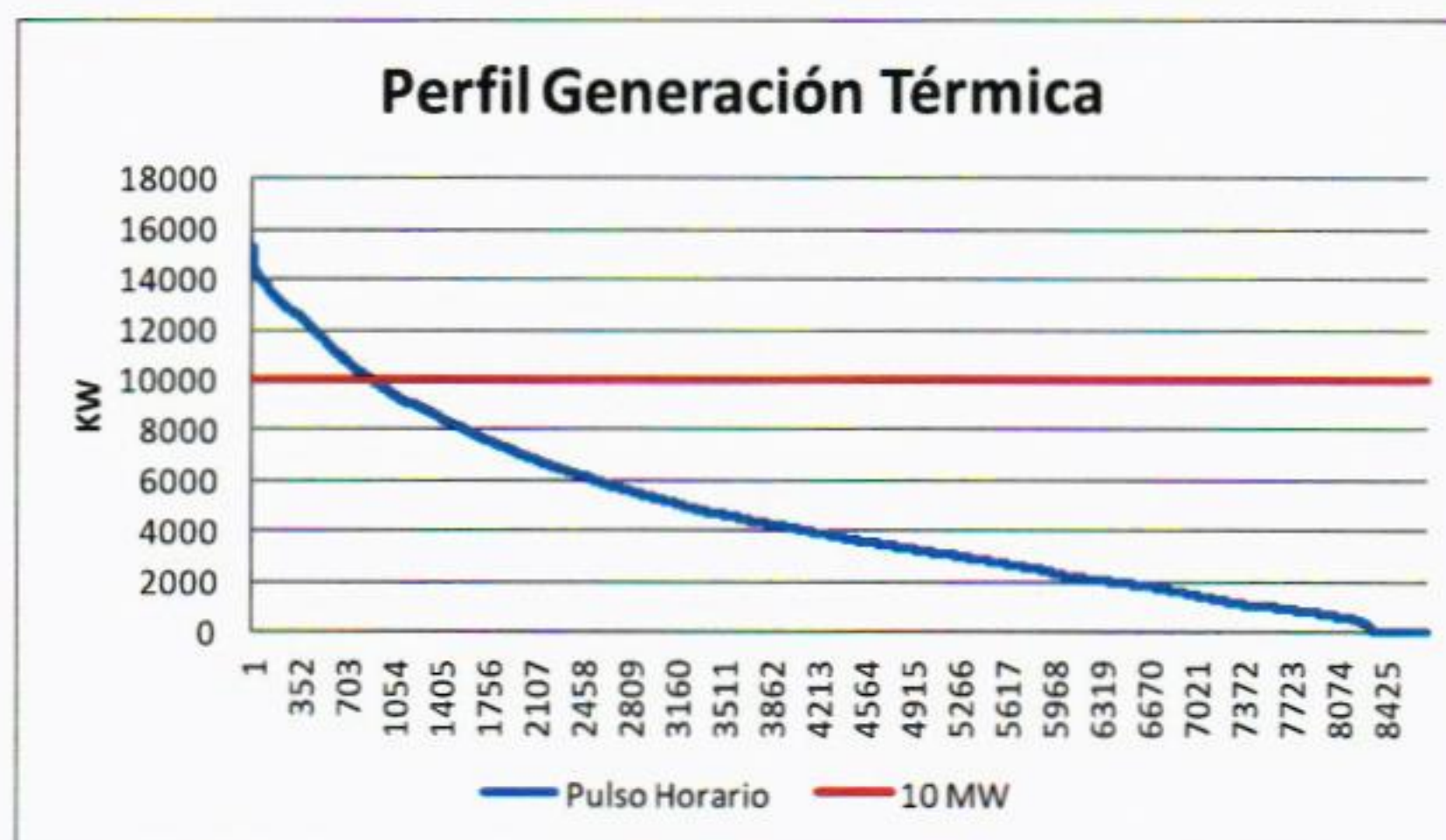
A continuación se incluyen las observaciones de Empresa Eléctrica de Aysén S.A., en adelante, EDELAYSEN, al "Informe Técnico Observaciones y Correcciones a Estudio de Planificación y Tarificación de los Sistemas Medianos de Aysén, Palena y General Carrera" presentado por cuatrienio 2014 – 2018, adjunto a la carta CNE N°495 de fecha 08.10.14, en adelante e indistintamente, "Informe Técnico" o "IT".

1. Sistema Aysén:

a. *Capacidad Térmica en el Plan de Reposición Eficiente:*

En el Plan de Reposición Eficiente se tiene considerado para el año Base, 4 unidades Térmicas de 2,5MW, respetando el resto del parque hidráulico y eólico existente. Sin embargo, con esa capacidad térmica no se cubre la demanda real térmica del 2013.

Gráfico 1: Distribución Pulso Horario Térmico Sistema Mediano Aysén (kW)



En virtud de lo anterior, se puede constatar que durante el 2013 el 10,3% del tiempo el despacho térmico superó los 10 MW con diesel y un 4,3% con 12,5 MW, valores que no podrían haber sido abastecidos con las 4 unidades consideradas por la CNE.

Por lo tanto, se solicita considerar a lo menos 2 unidades térmicas de 2,5 MW adicionales.

b. *Valorización Central Monreal*

Al revisar la valorización considerada en el IT, este se encuentra muy por debajo de los costos reales de la Central Monreal, la cual se terminó de construir a fines del año 2012 y fue puesta en servicio a principios del 2013. Adicionalmente, se aprecia que los nuevos valores ni siquiera se condicen con la valorización de la misma Central para el estudio tarifario anterior.

Cuadro 1: Costos Central Monreal

COSTOS CENTRAL MONREAL (USD)	Real	CNE IT	CNE 2010 (*)
Construcción Central Monreal	10.221.250		
Estudio Prefabricabilidad Central Monreal	150.976		
Conexión LMT Patio CH Monreal	9.808		
Compra Terrenos Central Monreal	578.167		
Derechos de Agua Central Laguna Monreal	227.490		
Total	11.187.691	7.510.224,6	9.605.056,1
USD/kW	3.729,2	2.503,4	3.201,7

(*) indexado al CPI

En virtud de lo anterior, se solicita revisar este valor.

2. Sistema Palena

a. *Despacho Térmico en el Plan de Reposición Eficiente:*

El IT subestima el despacho térmico en el horizonte de tarificación, con valores bastante inferiores a los despachos térmicos reales actuales. Por otra parte en la proyección de la demanda considerada en el IT existen valores superiores a la capacidad de Central Rio Azul, esto es, 1,4MW.

Por lo tanto, se solicita revisar este despacho en la modelación del sistema.

b. *Consumos Propios y pérdidas de transformación en la Generación de las Centrales:*

Al revisar la modelación de despacho del Sistema Mediano, se puede apreciar que se consideró la energía de Generación igual a los requerimientos de demanda. En la práctica, la energía que entra en Distribución, no es la misma que la Energía Bruta.

Por lo tanto, se solicita considerar esta diferencia en la modelación del sistema y en el cálculo del Precio de Nudo.

Cuadro 2: Diferencia Venta Generación SM Palena

	Energía Bruta MWh	Ingreso a Dx MWh	Pérd. %
2013	8.569	8.361	2,4%

3. Sistema Carrera

a. Consumos Propios y pérdidas de transformación en la Generación de las Centrales:

Al revisar la modelación de despacho del Sistema Mediano, se puede apreciar que se consideró la energía de Generación igual a los requerimientos de demanda. En la práctica, la energía que entra en Distribución, no es la misma que la Energía Bruta.

Por lo tanto, se solicita considerar esta diferencia en la modelación del sistema y en el cálculo del Precio de Nudo.

Cuadro 3: Diferencia Venta Generación SM General Carrera

	Energía Bruta MWh	Ingreso a Dx MWh	Pérd. %
2013	9.570	9.231	3,5%

b. Valorización Terreno Módulo hidráulico

Al revisar la valorización de terrenos para el Plan de Reposición Eficiente, se pudo apreciar que en el caso del módulo Hidro para el 2018, se consideró el mismo valor que el terreno de la central El Traro, el cual fue traspasado a EDELAYSEN a un valor muy inferior a un valor comercial, y que en la actualidad es imposible conseguir un terreno a ese precio.

En virtud de lo anterior, se solicita revisar este valor.



SANTIAGO, 22 de enero de 2015

N°963556

Señor
Andrés Romero Celedón
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Energía
PRESENTE

ANT.: Informe Técnico Sistemas Medianos de Aysén, Palena y General Carrera, adjunto a carta CNE N° 701 de fecha 29.12.14

REF.: Solicita Revisión Costo Inversión Central Monreal.

De mi consideración:

En virtud de lo establecido en el artículo 43° del Reglamento de Valorización y Expansión de los Sistemas Medianos en la Ley General de Servicios Eléctricos y analizados los antecedentes del Informe Técnico del ANT., en adelante IT, remitido con fecha 29.12.14 mediante correo electrónico y recibido en nuestras oficinas el día 05.01.15, vengo en representación de EDELAYSEN, a solicitar una revisión de los Costos de Inversión de la Central Monreal.

Al revisar la valorización considerada en el IT, este se encuentra muy por debajo de los costos reales incurridos en la construcción de la Central, la cual se terminó de construir el año 2012 y fue puesta en servicio a principios del 2013.

COSTOS CENTRAL MONREAL (USD)	Real	CNE IT
Construcción Central Monreal	10.221.250	
Estudio Prefactibilidad Central Monreal	150.976	
Conexión LMT Patio CH Monreal	9.808	
Compra Terrenos Central Monreal	578.167	
Derechos de Agua Central Laguna Monreal	227.490	
Total	11.187.691	8.058.793
USD/kW	3.729	2.683

Estos valores podrían considerarse adecuados para la construcción de centrales en la zona centro del país, sin embargo, resultan muy inferiores al costo incurrido en la Central Monreal debido a las siguientes particularidades:



- Aspectos Climáticos: El invierno es más rudo en esta zona, por lo que el rendimiento en el avance de las obras fue inferior a lo habitual, respecto a un proyecto convencional.
- Mitigaciones Ambientales: este proyecto tiene gran parte de los ductos soterrados, para minimizar el impacto visual del proyecto.
- Reforzamiento adicional de un machón¹ como resultado de los trabajos en terreno que no se tenía originalmente contemplado.
- Intervención del Contratista por parte de EDELAYSEN, con lo que llevó a considerar mayores gastos de supervisión y gastos generales. Lo anterior, con el objeto asegurar el término de la obra considerando la muy escasa oferta de contratistas alternativos en la zona.

Por otra parte, viene al caso mencionar que el valor solicitado por EDELAYSEN corresponde a los considerados en el Estudio y que resultan inferiores a los reales, de manera de eliminar las eventuales ineficiencias del proyecto.

Considerando lo anterior, los valores en USD solicitados para ser considerados en la Central Monreal son los siguientes:

UNIDAD	Valor FOB	Fletes	Seguros	Valor CIF	Flete SSMM	Montaje Mecánico	Montaje Eléctrico	Obras Civiles + Materiales	Ingeniería	Puesta en Marcha	Gastos Generales	Valor Instalado	Intereses Intercalarios	Valor FINAL (*)
Monreal	1.247.149	3,6%	1,4%	1.309.257	205.956	626.480	418.642	4.993.587	539.544	573.330	430.141	9.096.937	454.063	9.551.000

(*) No incluye terreno

De esta manera, solicitamos a ud. considerar como valor de inversión para la Central Monreal la suma de 10.174.000 USD (incluyendo terreno).

Sin otro particular, se despide atentamente,

EMPRESA ELÉCTRICA DE AISEN S.A.

RODRIGO MIRANDA DÍAZ
Gerente de Regulación

¹ Estructura de concreto reforzado instalado en una ladera del cerro que permite la desviación del flujo de agua conducida por la tubería de presión.

Ximena Oviedo Carrasco

De: Pablo Norambuena Subiabre <pablo.norambuena@saesa.cl>
Enviado el: jueves, 22 de enero de 2015 17:33
Para: Smedianos
CC: Ivan Saavedra; Ximena Oviedo Carrasco; Patricio Molina; Regulacion 1; EDELAYSEN
Asunto: Antecedentes Adicionales N° 1 carta N° 963556 Solicitando Revisión Costo Inversión Central Monreal SSMM Aysén
Datos adjuntos: Anexo Informe Construcción Central Monreal (valores preliminares).pdf; Anexo Cierre Contable Central Monreal.zip

Señor
Andrés Romero Celedón
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Energía
PRESENTE

ANT: Informe Técnico Sistemas Medianos de Aysén, Palena y General Carrera, adjunto a carta CNE N° 701 de fecha 29.12.14.

REF: Envío Antecedentes Adicionales N°1.

De nuestra consideración:

Se adjunta como antecedentes adicionales a nuestra carta N° 963556 del 22.01.15:

- Informe de Construcción Central EDELAYSEN. Este documento no tiene los valores definitivos, pero detalla el proceso constructivo y las dificultades asociadas.
- Valores reales Costo Construcción Central Monreal.

Sin otro particular, se despide atentamente:

EMPRESA ELÉCTRICA DE AISÉN S.A.

Pablo Norambuena S.
Ingeniero Área Estudios Tarifarios

De: EDELAYSEN
Enviado el: Jueves, 22 de Enero de 2015 15:43
Para: smedianos@cne.cl
CC: isaavedra@cne.cl; 'Ximena Oviedo Carrasco'; pmolina@cne.cl; Regulacion 1
Asunto: Envía carta N° 963556 Solicitando Revisión Costo Inversión Central Monreal SSMM Aysén
Importancia: Alta

Señor
Andrés Romero Celedón
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional de Energía
PRESENTE

ANT: Informe Técnico Sistemas Medianos de Aysén, Palena y General Carrera, adjunto a carta CNE N° 701 de fecha 29.12.14.

REF: Solicita Revisión Costo Inversión Central Monreal.

De nuestra consideración:

Por medio del presente, adjunto nuestra carta N° 963556 del 22.01.15, mediante la cual se comunica a usted nuestra solicitud de revisión costo inversión central Monreal, respecto a los valores contenidos en vuestro Informe Técnico Observaciones y Correcciones a Estudio de Planificación y Tarificación del Sistemas Medianos de Aysén, Palena y General Carrera, incluido en carta CNE N° 701 del 29 de diciembre de 2014.

Asimismo, también con fecha de hoy 22.01.15 se ha remitido copia de la presente comunicación a vuestra oficina de partes.

Sin otro particular, se despide atentamente:

EMPRESA ELÉCTRICA DE AISÉN S.A.

Rodrigo Miranda Díaz
Gerente de Regulación



Este mensaje y sus archivos adjuntos se dirigen exclusivamente a su destinatario y puede contener información privilegiada o confidencial. Si no es Ud. el destinatario indicado, queda notificado de que la lectura, utilización, divulgación y/o copia sin autorización está prohibida en virtud de la legislación vigente. Si ha recibido este mensaje por error, le rogamos que nos lo comunique inmediatamente por esta misma vía y proceda a su destrucción. Esta comunicación no podrá ser considerada como relación legal, contractual o de naturaleza semejante. El correo electrónico vía Internet no permite asegurar la confidencialidad de los mensajes que se transmiten ni su integridad o correcta recepción. SAESA no asume ninguna responsabilidad por estas circunstancias



INFORME DE CONSTRUCCIÓN “CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONREAL”



ÍNDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN	3
1.- ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD	4
2.- DERECHO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS	4
3.- TERRENOS	5
4.- PERMISOS	5
4.1.- Cambio de Uso de Suelos (CUS)	5
4.2.- Obras sanitarias	5
4.3.- Permiso de edificación	5
4.4.- Permiso ambiental	6
4.5.- Permiso construcción de bocatoma	6
4.6.- Plan de Manejo Forestal (PMF)	6
5.- INGENIERÍA DE DETALLE	6
5.1.- Bocatoma	7
5.2.- Tubería de aducción	8
5.3.- Chimenea de Equilibrio	8
5.4.- Tubería de Presión	9
5.5.- Restitución	10
6.- SUMINISTROS	11
6.1.- Unidad de Generación	11
6.2.- Suministro y Montaje de Compuertas	12
6.3.- Tubería de HDPE (tubería de aducción)	13
6.4.- Tubería de Acero (tubería de presión o forzada)	14
7.- OBRAS CIVILES, ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS	15
7.1- Licitación Obras Civiles	15
7.2.- Inspección Técnica de Obras	16
7.3.- Desarrollo de las Obras Civiles	16
7.3.1.- Bocatoma	16
7.3.2.- Aducción	17
7.3.3.- Chimenea de Equilibrio	17
7.3.4.- Tubería de Presión	17
7.3.5.- Casa de Máquinas y Restitución	18
7.3.6.- Costos por área	19
7.4.- Montaje Eléctrico y Mecánico	19
8.- REFUERZO LINEA MEDIA TENSIÓN	20
9.- PRESUPUESTO	20
10.- PUESTA EN SERVICIO	22

INTRODUCCIÓN

La construcción de Central Hidroeléctrica de Pasada Monreal, se inició en forma efectiva una vez finalizado el “conflicto Aysen” a fines de Marzo del año 2012. El proceso constructivo concluyó después de diez meses, cuando en Enero del 2013 fue puesta en servicio, aportando 3 MW al Sistema Mediano Aysen. En la construcción se incluyen todas las obras civiles, eléctricas y de montaje, en las cuales participaron al menos quince empresas contratistas.

La Central Hidroeléctrica de Pasada MONREAL se ubica 40 Km al Suroeste de Coyhaique (Sector Lago Paloma), Provincia y Comuna de Coyhaique, Región de Aysen. En su construcción se removieron 14.500 m³ de TCN (tierra) y 5.000 m³ de roca, de los cuales un 90% corresponde al soterramiento de las tuberías de aducción y tubería de presión. La opción del soterramiento fue tomada para reducir el impacto de la central en el entorno, pero sin duda, trajo complicaciones, como mayor tiempo de ejecución, el trabajo con excavaciones en roca, entre otras.

La mano de obra fue en su mayoría de origen local (Coyhaique, Aysen y Valle Simpson), sólo alrededor de 30 personas foráneas participaron en aquellas especialidades no presentes en la zona (soldadura plástica en aducción, soldadura tubería de acero, técnicos chinos para montaje, electricistas para montaje de subestación).

La central Monreal no sólo aporta energía y fortalece la robustez del sistema eléctrico Aysen, sino que además aprovecha recursos renovables, disminuyendo con esto la generación con diesel y la consecuente disminución de emisión de CO₂.

El presente informe pretende resumir los aspectos principales que permitieron la construcción de Central Monreal, actualmente en servicio desde el 31.01.2013.

1.- ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

La evaluación de la construcción de esta central, por parte de Empresa Eléctrica de Aisén S.A, (EDELAYSEN) comenzó durante el año 2009, cuando encomendó a don Rodolfo Bennewitz Bastian, Ingeniero Hidráulico con vasta experiencia en el estudio y diseño de centrales hidroeléctricas, el Estudio de Pre-Factibilidad de Central Hidroeléctrica La Paloma. Vale mencionar, que el nombre Paloma fue cambiado a Monreal en el transcurso de la construcción, ya que existe una central hidroeléctrica en el norte del país, ya bautizada como "Paloma".

Originalmente, el año 1989, el proyecto fue elaborado por la ENDESA a nivel de estudio de factibilidad bajo la dirección del mismo Bennewitz, con la finalidad de abastecer el crecimiento de las demandas eléctricas de Sistema Eléctrico Aysen mediante un recurso renovable alternativo al proyecto hidroeléctrico Lago Atravesado.

Ante la inclusión de una central hidroeléctrica en el Plan de Expansión de Obras (Decreto N°298), sumada a la fuerte alza del petróleo Diesel, EDELAYSEN decide ampliar su potencia instalada en centrales hidroeléctricas, para lo cual adquirió de ENDESA el Derecho de Aprovechamiento de Aguas correspondiente a la Central Monreal, que explota el potencial energético del caudal efluente del lago Monreal, que es del orden de 0,9 m³/s y el desnivel existente entre éste y el lago La Paloma.

El estudio de don Rodolfo, determinó en forma preliminar, las características fundamentales del proyecto, con el propósito de disponer de la información necesaria para contratar su Ingeniería de Detalle. El estudio de prefactibilidad se adjunta íntegramente en ANEXO A.

2.- DERECHO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

El año 2009, **EDELAYSEN** adquirió mediante compraventa de derechos a **ENDESA**, el derecho de aprovechamiento de aguas, ubicado en Estero Sin Nombre que nace en desagüe de Lago Monreal y desemboca en Lago Paloma. El valor de compra fue de aprox **M\$108.000 (SAP E091/0108/465)**.

El derecho de aprovechamiento adquirido por **EDELAYSEN**, fue constituido a **ENDESA**, mediante **Res. DGA N°203 de fecha 06.06.1988**. La compraventa fue inscrita *fojas a 81 N°48 Año 2009* en Conservador de Bienes Raíces de Coyhaique,

El derecho de aprovechamiento es de tipo no consuntivo, de ejercicio permanente y continuo, por un caudal medio anual de 0,84 m³/s y caudal medio máximo diario de 2,1 m³/s, se ubica en comuna y provincia de Coyhaique, Región de Aysén.

El derecho de aprovechamiento adquirido por **EDELAYSEN** está registrado en **Certificado de Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Aguas del Catastro Público de Aguas N°4224** del Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH) de la Dirección General de Aguas (DGA).

Los documentos mencionados en este ítem se adjuntan en **ANEXO A**.

3.- TERRENOS

Durante el año 2010 se comenzó con visitas a terreno para identificar propietarios y delimitar necesidades del proyecto. La compra de terrenos se realizó durante el año 2011, con la ayuda del corredor de propiedades Sr. Óscar Fierro Isla, negociando con un total de **cinco propietarios**, completando un total de **20,4 Hás** necesarias para ejecución del proyecto, con una inversión de **\$275.860.767 (SAP E111/0108/425)**.

En **ANEXO A** se adjuntan copias de inscripción de terrenos y plano esquemático de ubicación de terrenos.

4.- PERMISOS

4.1.- Cambio de Uso de Suelos (CUS):

Se solicitó CUS en SEREMI de Agricultura, cuyo informe favorable de emitió **Res. MINAGRI N°07 con fecha 12.04.2012**.

4.2.- Obras sanitarias:

El proyecto de agua potable y alcantarillado particular fue aprobado por la SEREMI DE SALUD, mediante **Res. N°53 del 16.01.2012**.

La autorización de funcionamiento de las obras sanitarias fue resuelta por la SEREMI DE SALUD, mediante **Res. N°386 del 04.04.2013**.

4.3.- Permiso de edificación:

Las obras de casa de máquinas debieron someterse a aprobación de la Dirección Ilustre Municipalidad de Coyhaique. Fueron aprobadas según **Permiso de Edificación N°68 del 26.07.2012**. La solicitud de recepción municipal fue ingresada y está en trámite de revisión.

4.4.- Permiso ambiental:

Considerando que la magnitud del proyecto, se remitió carta al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) solicitando pronunciamiento sobre pertinencia de ingresar el Proyecto Central Monreal al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

La autoridad ambiental respondió en **Ord. SEA N°21 de fecha 05.03.2012**, que en conformidad con la información presentada **no es forzoso someter obligatoriamente** el proyecto al SEIA, sin perjuicio, que EDELAYSEN debe cumplir con la normativa ambiental aplicable.

4.5.- Permiso construcción de bocatoma:

Antes de iniciar obras en bocatoma, se solicitó a la DGA la aprobación del proyecto de construcción. La aprobación del proyecto y autorización de construcción de bocatoma se indica en **Res. DGA N°300 del 28.06.2012**. La recepción final de obras en bocatoma fue solicitada a DGA, y actualmente está en proceso de resolución.

4.6.- Plan de Manejo Forestal (PMF):

Durante ejecución de obras en bocatoma y en aducción, fue necesario cortar algunos árboles para realizar un despeje del área. Dado esto, se presentó un **Plan de Corrección** que fue aprobado mediante **Res N°206/200-112/12 de fecha 01.04.2013**. Actualmente, se está realizando reforestación comprometida.

LOS DOCUMENTOS QUE RESPALDAN LOS PERMISOS INDICADOS ESTÁN DISPONIBLES EN ANEXO A.

5.- INGENIERÍA DE DETALLE

La ingeniería de detalle fue realizada por **POCH ASOCIADOS INGENIEROS CONSULTORES S.A.** por un valor de **9.161 U.F.** En forma adicional, se agregaron a este contrato un total de **695 UF** correspondiente a servicios adicionales, no considerados en acuerdo inicial.

Los documentos que fueron elaborados son:

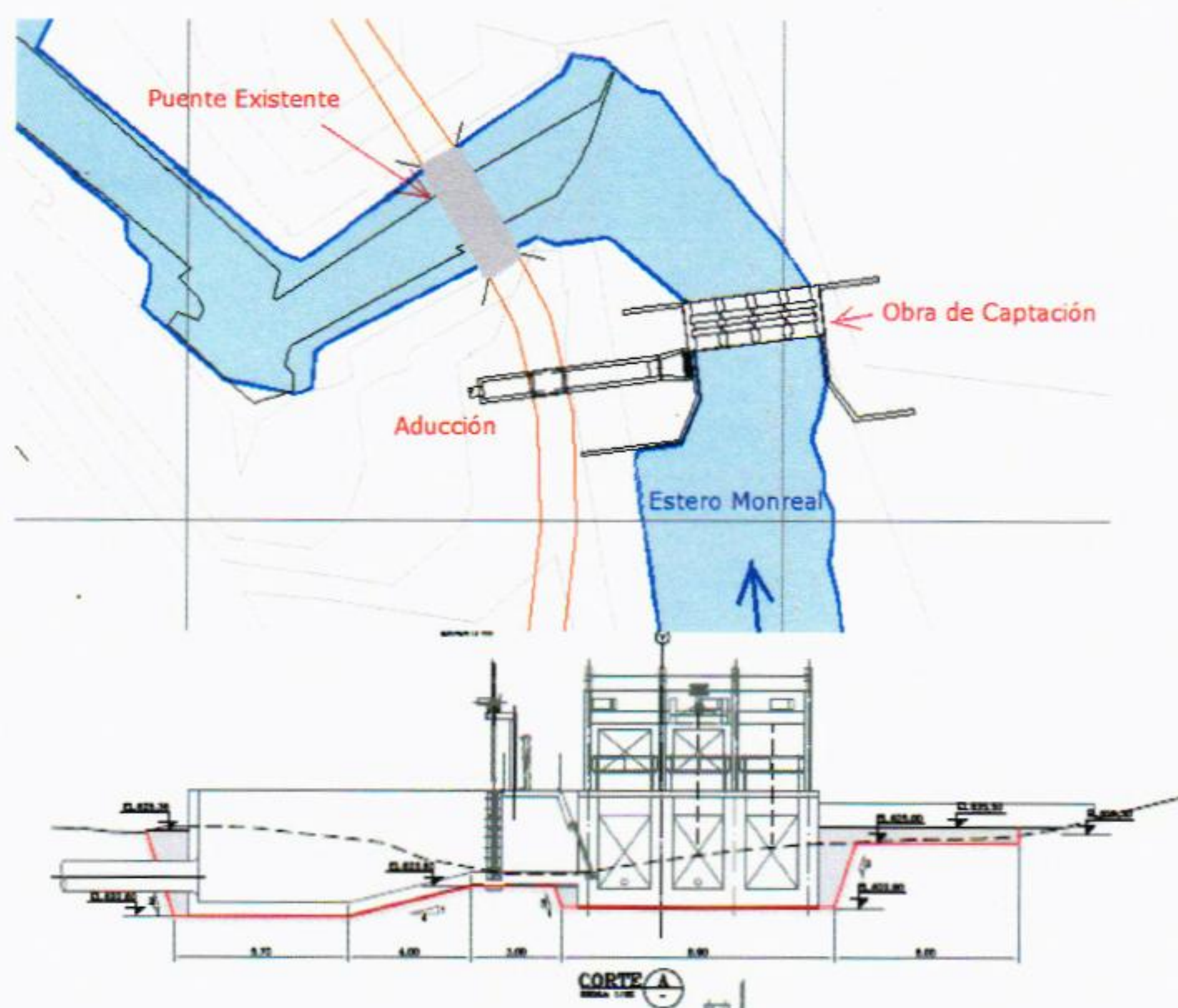
- Criterios de diseño de las disciplinas involucradas en el proyecto: Geotécnica, Hidráulica, Estructuras y Sismo, Mecánica y Electricidad.
- Memorias de cálculo de las obras constituyentes del proyecto.
- Planos de diseño de las obras civiles del proyecto.
- Documento de licitación de obras civiles (bases, ETE, cuadro itemizado, etc)

Se invitó a otras empresas a participar del desarrollo de la ingeniería de detalle, como AMEC, FDA, quienes entregaron ofertas de mayor precio y plazo.

La cotización de POCH está disponible en ANEXO A.

5.1.- BOCATOMA

El diseño de la bocatoma considera una barrera móvil, conformada por 3 compuertas planas, y una captación lateral la cual capta las aguas y las conduce hasta la cámara de carga. La profundidad de la cámara de carga se ha determinado calculando la sumergencia mínima requerida para la tubería de aducción, de modo que no se produzcan vórtices que arrastren aire hacia el interior de dicha conducción.



La captación cuenta con una reja hidráulica de 70° de inclinación en la entrada. Aguas abajo se encuentra una compuerta de seguridad, que operará normalmente en posición abierta, y frente a cualquier eventualidad (o mantenimiento) permite el cierre del flujo hacia la tubería de aducción. El cierre y apertura de la compuerta se hará mediante un actuador motriz con vástago e indicadores de posición y finales de carrera.

El diseño de la bocatoma y, específicamente la definición del nivel de coronamiento de los muros, se realizaron para un período de retorno de 250 años y se verificó para 500 años.

El caudal ecológico será entregado mediante dos orificios perforados en las hojas de las compuertas móviles. Esta solución se ha adoptado porque el caudal que entrega un orificio sumergido es calculable con una alta precisión; es una obra simple y fácilmente fiscalizable por la autoridad, asegurando la continuidad del flujo en el cauce.

5.2.- TUBERÍA DE ADUCCIÓN:

La tubería de aducción está diseñada considerando un caudal de diseño de $1,48 \text{ m}^3/\text{s}$, de acuerdo con los derechos de la captación de la central hidroeléctrica. Se determinó diámetro óptimo de la aducción, considerando las pérdidas de friccionales y que el escurrimiento de agua en la tubería se encontrará en presión durante toda la conducción, de manera de minimizar su diámetro y así reducir los gastos de inversión.

Dada la configuración que se tiene de la tubería de aducción de la central Monreal (según esquema inferior fue necesario instalar una válvula de desagüe, de manera de poder evacuar el agua de su interior para efectos de mantención.

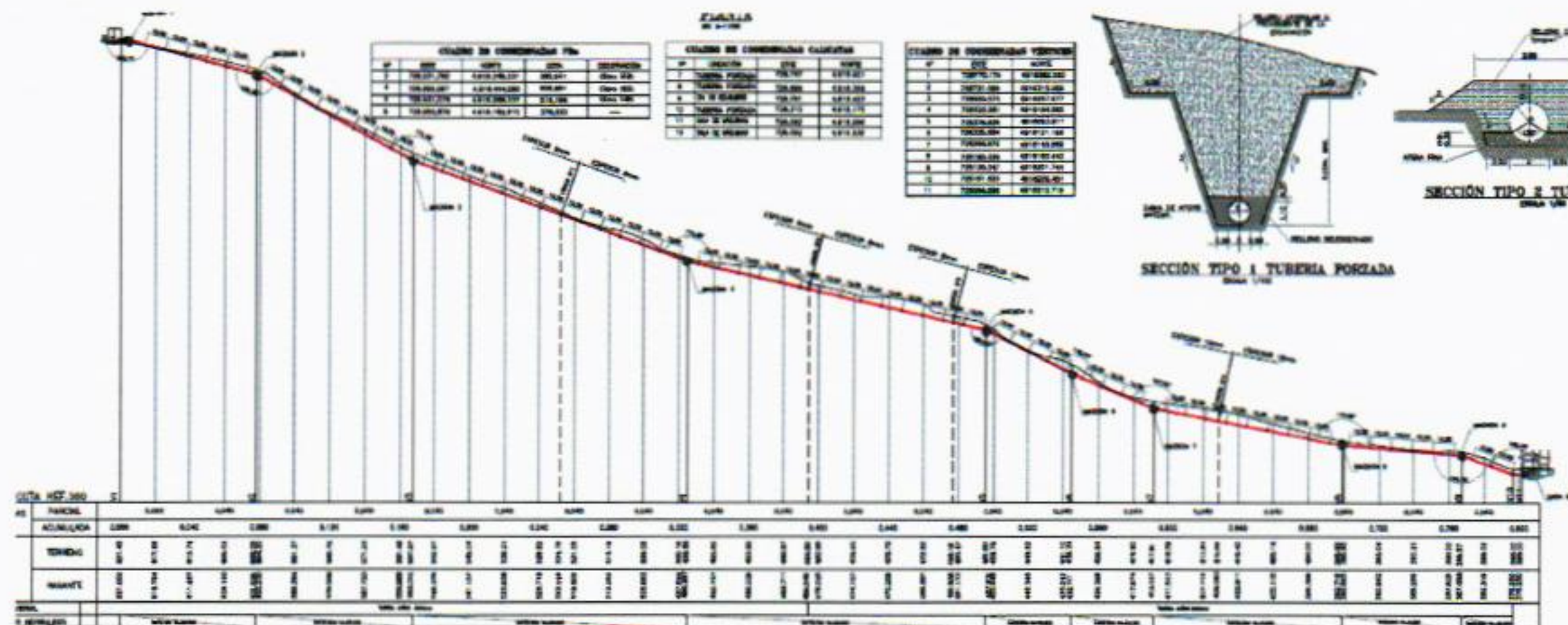


5.3.- CHIMENEA DE EQUILIBRIO

Se diseñó la chimenea de equilibrio considerando un rechazo y una toma total de carga, para un caudal de $1,48 \text{ m}^3/\text{s}$.

En la modelación se consideraron coeficientes de rugosidad conservadores para cada escenario modelado. Por ello, durante el rechazo de carga se adoptaron coeficientes más elevados que los esperados, de modo de determinar el nivel máximo posible en la chimenea. Por su parte, durante la toma de carga se adoptaron coeficientes de rugosidad más bajos que los esperados, de modo de determinar el nivel mínimo hidráulico en la estructura.

Se consideraron además, las fuerzas inerciales que corresponden a la fuerza de reacción provocada por el cambio de dirección del agua que escurre por el interior de la tubería. Para cambiar de dirección, el agua se apoya en el área del quiebre de dirección, ejerciendo una fuerza que se transfiere al anclaje.



5.5.- RESTITUCIÓN

La obra de restitución corresponde a dos tuberías de HDPE, que descargan las aguas turbinadas al estero Monreal. La obra de restitución tubería se diseñó para un caudal máximo de 1,48 m³/s.

Se adoptó el criterio exigido por la DGA respecto de la revancha en acueductos, considerando que la altura máxima de aguas en la tubería sea inferior al 70% del diámetro.

La descarga al estero Monreal se diseñó de modo que el eje hidráulico que se genera con el caudal máximo medio mensual, obtenido de la estadística, no influya hidráulicamente al escurrimiento en la tubería de restitución.

LAS MEMORIAS DE CÁLCULOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, PLANOS DE FORMA Y DETALLE, SE ADJUNTAN EN **ANEXO B**.

6.- SUMINISTROS

6.1.- UNIDAD DE GENERACIÓN:

En licitación de suministro de la unidad generadora y equipos principales, se recibió ofertas de cuatro empresas, de acuerdo al cuadro adjunto:

CUADRO COMPARATIVO PARA SUMINISTRO DE UNIDAD Y EQUIPOS

	Techrise	GHE	Gugler	ZMEC
* Contacto	Sr. Mariano Orellana marianojr@romatech.cl	Sr. Rolf Fiebig rafiebig@mantex.cl	Sr. J. Miguel Sánchez gerencia@xeeco.cl	Mr. Yang Yuyue yangyuyue@mail.hz.zj.cn
* Representante en Chile	Romatech	Mantex	Xeeco	-
* Origen Fábrica	China	Austria	Austria	China
* Costo total	USD 1.042.700	€ 1.002.580	€ 934.780	USD 627.000
* Chilean Pesos	\$ 534.170.082	\$ 713.773.271	\$ 665.503.978	\$ 321.209.016
* CIF	Falta información	Puerto Chileno	Puerto Aysen	Valparaíso
* Plazo de entrega	11 Meses después de anticipo	12 meses después de contrato	12 meses desde de anticipo	8 meses después de anticipo

El suministro de la unidad y equipos principales fue adjudicado a la empresa china **Zhejiang Machinery & Equipment Company I/E Co.Ltd (ZMEC)** por un valor de **US\$627.000** (cotización adjunta en ANEXO C). ZMEC presentó la oferta más económica y con plazos de entrega más reducidos. Se consideró además la buena experiencia que se ha tenido con unidades chinas en las centrales hidroeléctricas que Edelayen tiene en la Región de Aysen (Río Azul, Puerto Aysen, Nuevo Reino, Hielos del Sur).

La unidad de generación es una turbina hidroeléctrica HLX90-WJ-88, tipo francis (horizontal) con un generador eléctrico SFW-J3050-6/1730. Entre los equipos principales están el regulador de velocidad YWT-600 y la válvula principal (de bola) KQ747F-40C DN500.



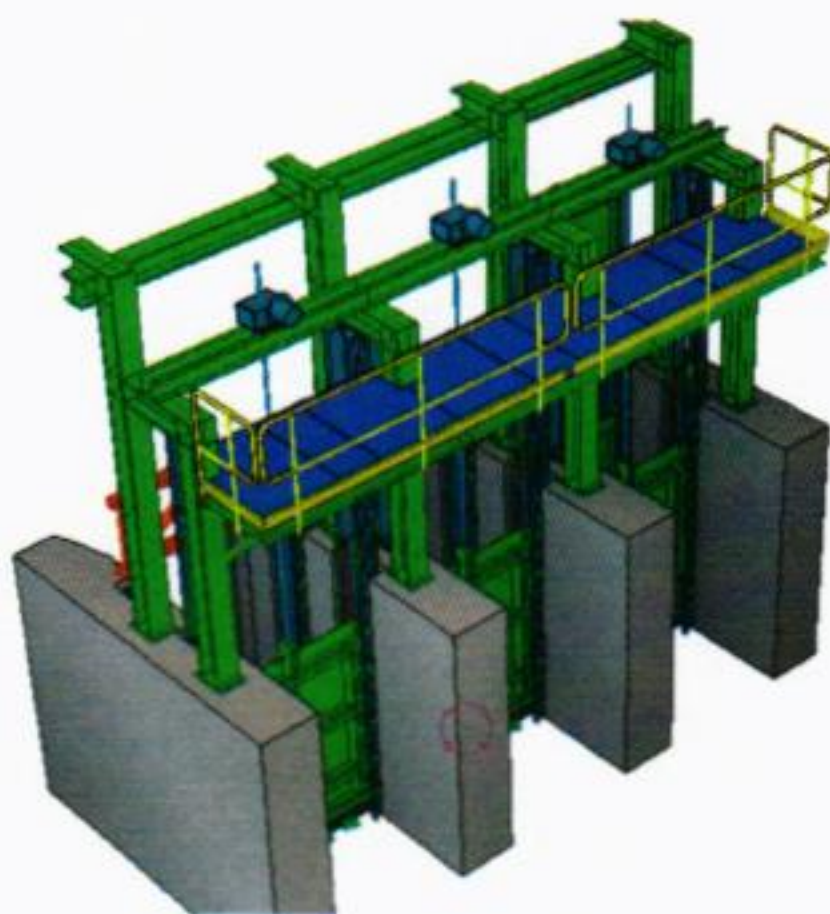
6.2.- SUMINISTRO Y MONTAJE DE COMPUERTAS:

Se realizó una licitación privada para fabricación y montaje de compuertas. Se recibieron cinco ofertas.

CUADRO COMPARATIVO PARA SUMINISTRO Y MONTAJE DE COMPUERTAS

Detalle	DBS	INAMAR	MUSUA	ZMEC (CIF)	WF (CIF)
Precio Fabricación Compuertas	\$ 137.880.502	\$ 191.096.848	\$ 302.392.480	\$ 77.239.478	\$ 113.557.540
Precio Montaje Compuertas	\$ 76.442.239	\$ 162.774.692			
Flete		\$ 16.783.571			
Total	\$ 214.322.741	\$ 370.655.111	\$ 302.392.480	\$ 77.239.478	\$ 113.557.540
Tiempo Fabricacion y Montaje	75 días	180 días + 30 Ingenieria	160 días sólo fabricación	3 meses sólo fabricacion	150 a 180 días sólo fabricacion

El CONTRATO DE SUMINISTRO Y MONTAJE EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO E HIDROMECAÁNICO CENTRAL MONREAL (CONTRATO EDELAYSÉN - 24PS12) fue adjudicado a DBS GESTIÓN S.A. (76.098.415-9) por un monto neto de \$164.330.232 (se redujo el precio final porque se eliminó una compuerta de emergencia). Se adjunta cotización en ANEXO C.



6.3.- TUBERÍA DE HDPE (TUBERÍA DE ADUCCIÓN):

En licitación de suministro de las tuberías de HDPE (*High Density Poliethylene*), se recibió ofertas de tres empresas, de acuerdo al cuadro adjunto:

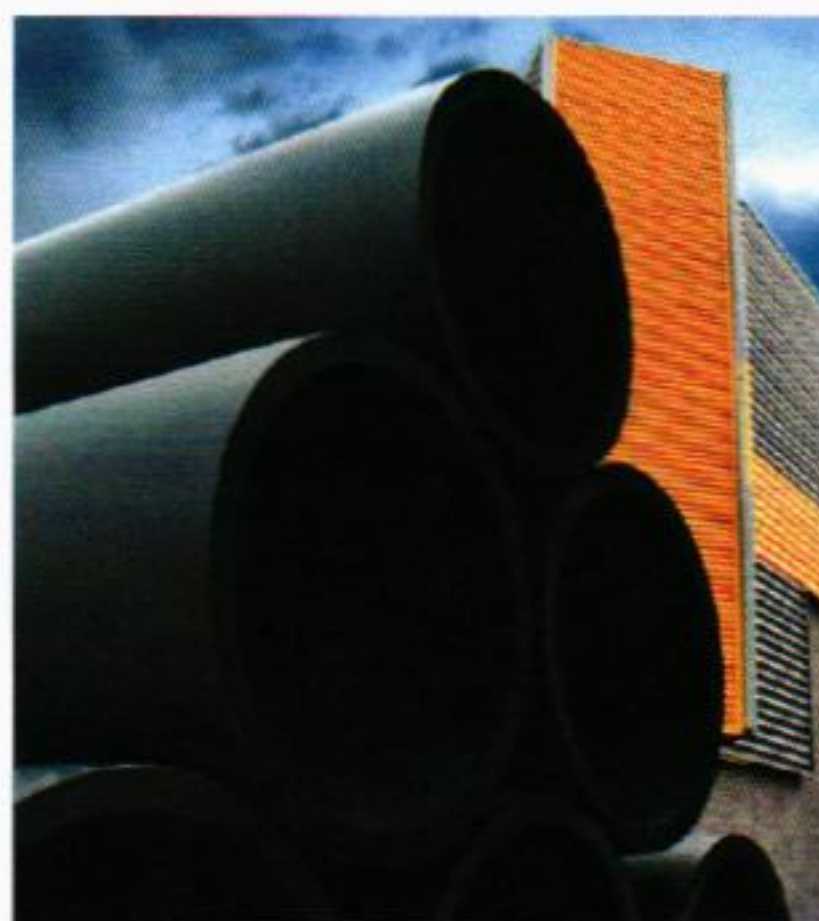
CUADRO COMPARATIVO PARA SUMINISTRO DE TUBERÍA DE HDPE

Tramo	L (m)	Φ (mm)	TEHMCO		Φ (mm)	TECPIPE		Φ (mm)	PETROFLEX	
			US\$	Entrega		US\$	Entrega		US\$	Entrega
1	130	1000	USD 17.379,70	20 días	1000	USD 19.129,50	15 días	1000	USD 16.974,10	No indica
2	90	1100	USD 44.832,60	A convenir	1200	USD 31.571,10	15 días	No produce para P > 10 m.c.a.		
3	230	1100	USD 144.755,10	A convenir	1200	USD 80.681,70	15 días	No produce para P > 10 m.c.a.		
4	110	1100	USD 54.795,40	A convenir	1200	USD 38.586,90	15 días	No produce para P > 10 m.c.a.		
5	100	1000	USD 13.369,00	20 días	1000	USD 14.715,00	15 días	1000	USD 14.024,00	No indica
Piezas especiales			USD 54.663,32			USD 41.586,34				
TOTAL			USD 329.795,12			USD 226.270,54			USD 30.998,10	

El suministro de las tuberías fue adjudicado a la empresa **INDUSTRIAL TECPIPE S.A.** por un valor final de **US\$230.000** (cotización adjunta en ANEXO C). Este valor incluye el suministro de piezas especiales (codos, flanges) y una cámara de inspección no considera en cotización inicial.

En los tramos donde la aducción no supera una presión de 10 m.c.a. se instaló tubería Weholite HDPE SN4 de diámetro interior 1.000 mm. Estos tramos están al salir de bocatoma y al llegar a chimenea de equilibrio.

En el tramo intermedio, se instaló tubería HDPE ISO 4427 PE100 PN5 de diámetro interior 1.100 mm.



6.4.- TUBERÍA DE ACERO (TUBERÍA DE PRESIÓN O FORZADA):

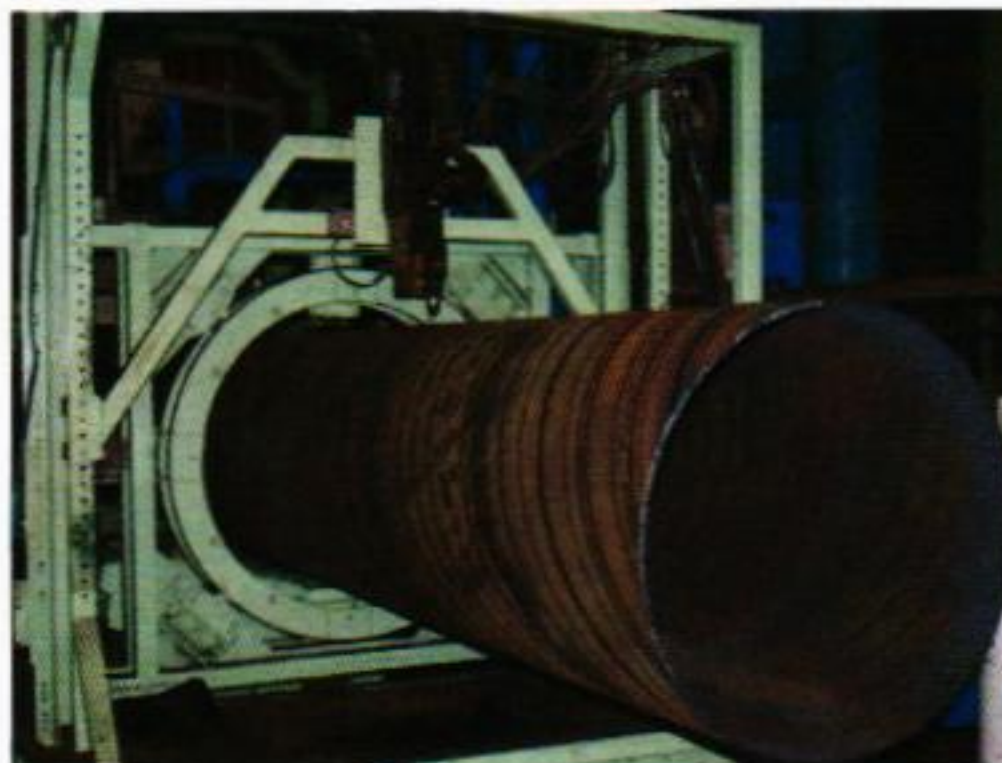
En licitación de suministro de las tuberías de acero, se recibió ofertas de tres empresas, de acuerdo al cuadro adjunto:

CUADRO COMPARATIVO PARA SUMINISTRO DE TUBERÍAS DE ACERO

ESPECIFICACIONES					TUBEXA A36		ALVENIUS		REVESTEC	
Tramo	L (m)	Φ int (mm)	e (mm)	Calidad	US\$	Plazo	US\$	Plazo	US\$	Plazo
1	240	900	6	ASTM - A36	USD 57.261,60	60 días	USD 65.599,20	60 días	USD 76.788,00	70 días hábiles
	Vértices 2-3-4				USD 28.391,34		USD 6.332,46		USD 6.332,46	
2	138	900	8	ASTM - A36	USD 41.221,98	60 días	USD 50.180,94	60 días	USD 54.806,70	70 días hábiles
	Vértice 5				USD 11.310,53		USD 4.323,30		USD 4.323,30	
	Reducción 900-800				USD 3.020,59		USD 547,59		USD 547,59	
3	84	800	8	ASTM - A36	USD 22.286,88	60 días	USD 27.121,08	60 días	USD 33.490,80	70 días hábiles
4	132	800	10	ASTM - A36	USD 41.083,68	60 días	USD 53.141,88	60 días	USD 52.628,40	25 días hábiles
	Vértices 6-7-8-9-10				USD 57.767,35		USD 21.469,92		USD 21.469,92	
5	150	800	12	ASTM - A36	USD 57.055,50	20 días	USD 72.285,00	20 días	USD 69.360,00	25 días hábiles
TOTAL					USD 319.399,45		USD 301.001,37		USD 319.747,17	

El suministro de las tuberías fue adjudicado a la empresa **ALVENIUS CHILENA LTDA.** por un valor final de **US\$301.001** (cotización adjunta en ANEXO C). Este valor incluye el suministro de piezas especiales (codos, reducciones).

Las tuberías de acero y piezas especiales están construidas con acero calidad ASTM A36 y su fabricación certificada de acuerdo a norma AWWA C200. HDPE (Polietileno) mediante lecho fluidizado, según norma 2087. El tipo de uniones entre tuberías es espiga – campana.



7.- OBRAS CIVILES, ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS.

7.1- LICITACIÓN OBRAS CIVILES

En licitación privada de obras civiles se invitó a 17 empresas constructoras, de las cuales 5 empresas visitaron terreno y presentaron oferta técnica y económica. Estas ofertas no incluyen suministro de compuertas, unidad de generación y equipos principales.

CUADRO RESUMEN CON OFERTAS PARA CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN

ITEM	Vial & Vives	Edeco	Obras Especiales	Adhier Ahumada	Constructora A. Donoso
	UF	UF	UF	UF	UF
Inst. de Faenas	10.802	4.501	3.638	1.320	3.351
Bocatoma	5.250	3.452	3.963	3.736	3.512
Tubería Aducción	21.061	15.700	25.273	19.128	15.435
Chimenea de Equilibrio	1.858	1.580	1.623	1.275	1.224
Tubería Forzada	27.728	23.357	31.351	24.212	21.919
Casa de Máquinas	21.223	14.960	21.191	17.442	14.655
Restitución	1.593	1.117	1.325	1.167	1.141
Sub Total Costo Directo	89.516	64.668	88.364	68.280	61.237
Gastos Generales	40.897	30.505	29.726	20.199	21.036
TOTAL NETO	130.413	95.173	118.090	88.479	82.273

Vale indicar que la licitación se realizó sin contar con planos de forma o detalle y con un cuadro estimativo de obras (itemizado), ya que la ingeniería de detalle estaba en desarrollo. En Anexo D se adjunta itemizado, empleado en licitación.

La licitación fue adjudicada a **CONSTRUCTORA ALEJANDRO DONODO E.I.R.L. (76.500.750-K)** por ser la oferta más económica. Con fecha 01.04.2012 se formalizó el **CONTRATO EDELAYSEN - 08PS12** de **CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE CENTRAL MONREAL**, por un valor de **62.732 UF**. El valor es menor al indicado en oferta, puesto **EDELAYSEN** decidió suministrar directamente las tuberías (tuberías HDPE, tuberías de acero).

Debido a la constatación de lento avance, por poca presencia de personal y maquinaria, con riesgo de no cumplir con los plazos y metas estipuladas, **EDELAYSEN** decide intervenir el contrato, inyectando recursos en forma directa. Esto último, derivó en una modificación del contrato, pasando de un contrato a precios unitarios a uno de tipo **PARTIAL OUTSOURCING**. La modificación se hizo efectiva mediante **ADDENDUM N°1 CONTRATO EDELAYSEN - 08PS12** con fecha 27.11.2012.

La construcción se inició el 01 de Abril del 2012 y las instalaciones estuvieron disponibles para iniciar pruebas con la turbina el día 10 de Diciembre del 2012. La intervención de EDELAYSEN consistió en la contratación directa de maquinaria, compra de materiales, asignación de obras a otras empresas constructoras (Constructora Los Álamos, Constructora DSF) y supervisión directa con personal interno.

7.2.- INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS

Las obras civiles fueron inspeccionadas por personal de EDELAYSEN y con la asesoría de POCH ASOCIADOS INGENIEROS CONSULTORES S.A mediante **CONTRATO EDELAYSEN – 05PS12 “SERVICIO DE ASESORÍA EN INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS EN CONSTRUCCIÓN CENTRAL MONREAL”.-**

7.3.- DESARROLLO DE LAS OBRAS CIVILES

7.3.1.- Bocatoma

Las obras civiles se desarrollaron de acuerdo al diseño y especificaciones técnicas entregadas por POCH Ingeniería. Los movimientos de tierra (excavaciones y rellenos) y faenas de hormigonado fueron realizadas por Constructora Alejandro Donoso E.I.R.L.

Para llegar a cota de fundación se removieron 380 m³ de tierra (Terreno de Cualquier Naturaleza, TCN) y 280 m³ de roca (contratista Sr. Miguel Méndez). Se colocaron 194 m³ de hormigón H30 en fundación, muros y losas de bocatoma. Los hormigones fueron contruidos in situ mediante el empleo de autohormigonera y excavadora (con soporte técnico de laboratorista Sr. Mauricio Muñoz). EDELAYSEN intervino en armado de muros y colocación de hormigón, disponiendo de la contratación de maquinaria (excavadora) y apoyo en mano de obra (Constructora DSF)

Las compuertas fueron suministradas e instaladas por DBS Gestión S.A.

7.3.2.- Aducción

Las obras civiles se desarrollaron de acuerdo al diseño y especificaciones técnicas entregadas por POCH Ingeniería. Los movimientos de tierra (excavaciones y rellenos) fueron realizados por Constructora Alejandro Donoso E.I.R.L. Se removieron 4.800 m³ de TCN y 1.960 m³ de roca (contratista Sr. Miguel Méndez).

Se instalaron en forma subterránea 630 mt de tubería de HDPE, de los cuales 200 mt corresponden a tubería HDPE Weholite SN4, diámetro interior 1000 mm. La tubería Weholite fue instalada en los tramos inicial y final de la aducción, donde la presión no supera los 10 m.c.a. En el tramo intermedio, se instalaron los 430 mt restantes que corresponden a tubería HDPE ISO4427 PE100 PN5, diámetro exterior de 1200 mm. Los trabajos de unión (extrusión y termofusión) de las tuberías de HDPE estuvieron a cargo de **Orion Aquaculture Chile S.A (76.010.371-3)** mediante **CONTRATO EDELAYSEN – 19PS12 “SOLDADURAS PLÁSTICAS PARA MONTAJE DE TUBERÍA DE ADUCCIÓN DE HDPE EN CENTRAL MONREAL”.-**

En la línea de aducción se construyeron nueve machones de hormigón armado (60 m³) de acuerdo al diseño y especificaciones técnicas entregadas por POCH Ingeniería. En armado de machones y colocación de hormigón, EDELAYSEN intervino, disponiendo de la contratación de mano de obra de apoyo (Constructora DSF).-

7.3.3.- Chimenea de Equilibrio

Las obras civiles se desarrollaron de acuerdo al diseño y especificaciones técnicas entregadas por POCH Ingeniería. Los movimientos de tierra (excavaciones y rellenos) fueron realizados por Constructora Alejandro Donoso E.I.R.L. Para llegar a cota de fundación se removieron 128 m³ de TCN y 207 m³ de roca (contratista Sr. Miguel Méndez).

Se colocaron 119 m³ como emplentillado y 142 m³ de hormigón H30. Las faenas de hormigonado fueron realizados por Constructora Alejandro Donoso E.I.R.L. Los hormigones fueron premezclados y suministrados por Melón S.A.

7.3.4.- Tubería de presión

Las obras civiles se desarrollaron de acuerdo al diseño y especificaciones técnicas entregadas por POCH Ingeniería. Los movimientos de tierra (excavaciones y rellenos) fueron realizados por Constructora Alejandro Donoso E.I.R.L. e intervenidas, por EDELAYSEN, asignado maquinaria y personal de apoyo (Constructora Los Álamos). Se removieron 8.000 m³ de TCN y 2.350 m³ de roca (contratista Sr. Miguel Méndez).

Se instalaron en forma subterránea aproximadamente 850 mt de tubería de acero, de los cuales 400 mt corresponden a tubería de 900 mm de diámetro interior y 450 mt corresponden a tubería de 800 mm de diámetro interior. Las uniones de las tuberías (tipo

espiga-campana) fueron soldadas por **MR Ingeniería y Construcciones en Acero Ltda (76.669.200-1)** mediante **CONTRATO EDELAYSEN – 13PS12 “SOLDADURA CALIFICADA DE TUBERÍA DE ACERO PARA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONREAL”.-**

La instalación y uniones de la tubería, fueron desarrolladas con la asesoría técnica de personal de CESMEC, quien veló por la correcta ejecución. Además, se contrató la auditoría técnica de la empresa 5M con el objetivo de certificar la instalación.

En la línea de la tubería forzada se construyeron diez machones de hormigón armado (aproximadamente 1.000 m³), de los cuales el más imponente, fue el machón N°5. Para esta faena, EDELAYSEN, contrató el arriendo de un camión que bombeó hormigón premezclado.

7.3.5.- Casa de Máquinas y Restitución

Las obras civiles se desarrollaron de acuerdo al diseño y especificaciones técnicas entregadas por POCH Ingeniería. Los movimientos de tierra (excavaciones y rellenos) y faenas de hormigonado fueron realizadas por Constructora Alejandro Donoso E.I.R.L.

Para llegar a cota de fundación se removieron 1.144 m³ de TCN y no existió excavación en roca. Se colocaron 300 m³ de hormigón H30 en fundación, muros y losas de la casa de máquinas. Los hormigones fueron contruidos in situ con supervisión de laboratorista Sr. Mauricio Muñoz y en algunos sectores, se trabajó con hormigones premezclados de Melón S.A.

La superestructura de casa de máquinas se construyó en estructura metálica (45.000 Kg), cuyas dimensiones en planta son de 18,2 mt de largo y 14,6 mt de ancho. Las paredes y techumbre se revistieron con paneles CN4.

La restitución de las aguas turbinadas se constituye a través de un canal de hormigón y dos tuberías Weholite subterráneas (la inclusión de las tuberías fue una optimización al diseño inicialmente propuesto). Además, se eliminó la compuerta proyectada en en la restitución, ya que su utilidad fue descartada.

LOS CONTRATOS Y RESPALDO FOTOGRÁFICO DEL DESARROLLO DE LAS OBRAS ESTÁN DISPONIBLES EN ANEXO E.

7.3.6.- Costos por área

Considerando el cuadro resumen elaborado para adjudicar licitación de obras civiles, se ha actualizado éste, incluyendo los costos reales asociados a la construcción (incluida intervención de Edelayesen), considerando una separación por áreas (bocatoma, aducción, etc):

ITEM	Constructora A. Donoso UF	Real UF	Desviación %
Inst. de Faenas	3.351	3.351	0%
Bocatoma	3.512	10.721	205%
Tubería Aducción	15.435	14.662	-5%
Chimenea de Equilibrio	1.224	5.319	335%
Tubería Forzada	21.919	32.740	49%
Casa de Máquinas	14.655	18.846	29%
Restitución	1.141	1.141	0%
Sub Total Costo Directo	61.237	86.780	42%
Gastos Generales	21.036	14.854	-29%
TOTAL NETO	82.273	101.634	24%

Adicionalmente, en ANEXO E, se adjunta cuadro que compara cantidades de obras consideradas en licitación con cantidades de obra realmente ejecutadas.

7.4.- MONTAJE ELÉCTRICO Y MECÁNICO

El montaje eléctrico fue asignado directamente y ejecutado por **EMEC Montajes Eléctricos y Construcción (76.048.740-6)**. Se construyó e instalaron equipos (transformador, reconector, equipos de medida, etc.) en Patio Media Tensión y se realizó conexión eléctrica de equipo de generación y tableros de control y medida. Ambos trabajos se formalizaron, respectivamente, mediante los siguientes contratos: **CONTRATO EDELAYSEN – 09PS12 “CONSTRUCCIÓN PMT 23 kV – CENTRAL MONREAL” (\$99.743.768)**

y **CONTRATO EDELAYSEN – 21PS12 “MONTAJE ELÉCTRICO CASA DE MÁQUINAS Y ANEXOS – CENTRAL MONREAL” (\$43.000.000).**-

El montaje mecánico fue asignado directamente y ejecutado por **RUBÉN OSVALDO CÁRCAMO PÉREZ (6.662.136-7)**. Se montó la unidad de generación (turbina, rotor, generador) y equipos auxiliares (regulador, válvula principal, etc.). El trabajo se formalizó mediante **CONTRATO EDELAYSEN – 20PS12 “MONTAJE DE TURBINA, GENERADOR, VÁLVULA PRINCIPAL Y EQUIPOS AUXILIARES DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONREAL” (\$33.630.000).**-

El montaje mecánico fue inspeccionado técnicamente por el Sr. Jorge Lillo Muñoz y personal chino de la fábrica ZMEC.

8.- REFUERZO LÍNEA MEDIA TENSIÓN

Para la sub-transmisión de la energía fue necesario el refuerzo de 16 Kms de Línea de Media Tensión desde Central Hidroeléctrica Monreal hasta la localidad de Villa Frei, ya que sólo existía una línea bifásica. El refuerzo consistió en instalación de postes de 11,5 mt (se han instalado más de 700) y conductor protegido Aluminio bicapa Alliance 4/0 AWG. Se trabajó con 4 de las 5 empresas contratistas eléctricos presente en Aysen. Actualmente, se trabaja en refuerzo de los 8 kms faltantes entre Villa Frei y Valle Simpson, completando con esto, los 24 Kms de refuerzo proyectado.

Los detalles del estudio de refuerzo de la LMT están en el **Estudio INF10 0709-REV B- Informe Prefactibilidad La Paloma**, realizado por la Subgerencia de Planificación (adjunto íntegramente en ANEXO A).

9.- PRESUPUESTO

Para los estudios, ingeniería y construcción de Central Hidroeléctrica Monreal se presupuestó un total de **\$5.112.511.000**. Este monto incluye los trabajos en refuerzo de la LMT, adquisición de derecho de agua, compra de terrenos, estudios preliminares y obras de construcción de la central.

En el cuadro adjunto, se informa un resumen del presupuesto base, lo contabilizado (real) hasta Abril del 2013 y la proyección actualizada a Mayo del 2013.

		PRESUPUESTO		
Ítem	Nombre del proyecto	Inicial	Real (Abril 2013)	Proyección Actualizada Mayo 2013
A	LMT Monreal - V. Simpson (1+2+3)	\$ 567.308.121	\$ 607.480.867	\$ 607.480.867
1	Refuerzo Línea MT, Central La Paloma	\$ 550.000.000	\$ 590.172.746	\$ 590.172.746
2	Conexión LMT Patio	\$ 4.797.121	\$ 4.797.121	\$ 4.797.121
3	Empalme Faena	\$ 12.511.000	\$ 12.511.000	\$ 12.511.000
B	Construcción Central Monreal (4+5+6+7)	\$ 4.545.202.879	\$ 4.975.920.879	\$ 5.457.548.088
4	Derecho de agua Central Laguna Monreal	\$ 108.542.504	\$ 108.542.504	\$ 108.542.504
5	Est Prefac Ctral Laguna Monreal	\$ 71.744.564	\$ 71.744.564	\$ 71.744.564
6	Compra Terrenos la Paloma	\$ 276.404.468	\$ 276.404.468	\$ 276.404.468
7	Construcción Central La Paloma	\$ 4.088.511.343	\$ 4.519.229.343	\$ 5.000.856.552
PRESUPUESTO TOTAL (A+B)		\$ 5.112.511.000	\$ 5.583.401.746	\$ 6.065.028.955
Diferencia con PPTO Base		BASE	9,2%	18,6%

Durante Abril 2013 se contabilizó el total del aumento de presupuesto solicitado durante Febrero del 2013 (9,2%).

Para finalizar el proyecto y saldar pagos comprometidos se requiere un 9,4 % adicional, desglosado de acuerdo al cuadro inferior. Con esto se concluye que la desviación en construcción de Central Monreal es de un 18,6% entre presupuesto base y presupuesto real.

		PRESUPUESTO	AUMENTOS			No considerados en Proyección Febrero 2013
Ítem	Nombre del proyecto		SOBRE PRESUPUESTO	FUERA PRESUPUESTO	COBRABLES A TERCEROS	
A	LMT Monreal - V. Simpson (1+2+3)	\$ 567.308.121	-\$ 50.000.000	\$ -	\$ -	\$ 90.172.746
1	Refuerzo Línea MT, Central La Paloma	\$ 550.000.000	-\$ 50.000.000	\$ -	\$ -	\$ 90.172.746
2	Conexión LMT Patio	\$ 4.797.121	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	Empalme Faena	\$ 12.511.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
B	Construcción Central Monreal (4+5+6+7)	\$ 4.545.202.879	\$ 294.916.512	\$ 366.996.889	\$ 82.000.000	\$ 166.931.808
4	Derecho de agua Central Laguna Monreal	\$ 108.542.504	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5	Est Prefac Ctral Laguna Monreal	\$ 71.744.564	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6	Compra Terrenos la Paloma	\$ 276.404.468	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7	Construcción Central La Paloma	\$ 4.088.511.343	\$ 294.916.512	\$ 366.996.889	\$ 82.000.000	\$ 166.931.808
PRESUPUESTO TOTAL (A+B)		\$ 5.112.511.000	\$ 244.916.512	\$ 366.996.889	\$ 82.000.000	\$ 257.104.554
Diferencia con PPTO Base		BASE	4,8%	7,2%	1,6%	5,0%
Diferencia con PPTO Base			18,6%			
SALDO POR ASIGNAR (SIN F.O.)			9,39%		\$ 480.127.208,20	

Las razones de estos aumentos de presupuesto son principalmente:

a.- Proyección errónea de los costos del refuerzo de LMT. Durante Febrero 2013 se consideró que la construcción de la LMT entregaría fondos al proyecto, producto de la devolución de materiales a almacén. Lo real es que finalmente el proyecto de la LMT aumento su costo en \$90.172.746, respecto a lo considerado en Febrero 2013.

b.- La construcción de las obras tuvo imprevistos. Por ejemplo, en la tubería de presión, existieron modificaciones en diseño de machones de anclaje. El machón 5 tuvo que ser rediseñado debido a las condiciones del terreno, terminando en un machón de enorme dimensiones, lo que es proporcional al costo de éste.

c.- Costos propios de la construcción que fueron subestimados o no considerados.

d.- Costos no considerados en el montaje, pero cobrables a terceros. Costos por reparaciones en zona de válvula principal y asignación de recursos para solucionar problema con temperatura del descanso que pueden ser cobrados a ZMEC.

e.- Instalación de reactores que aún está siendo objeto de estudio, pero que no se incluye en estudios ni proyecciones de presupuesto originales.

f.- Costos de personal no considerados en presupuesto original.

8.- PUESTA EN SERVICIO

Con fecha 19.10.2012 se ingresa ante la SEC, **Carta Edelayen N°719065** que informa incorporación de Central Hidroeléctrica de Pasada Monreal al Sistema Aysen. Se informan equipos y se resumen obras ejecutadas.

Con fecha 29.11.2012 se comunica a la SEC, la puesta en servicio de la obra eléctrica Central Hidroeléctrica de Pasada Monreal de 3 MW y sus obras anexas. En esta carta se indica que la puesta en servicio se hará efectiva el 07.12.2012.

Las pruebas de funcionamiento de la unidad de generación comenzaron durante la primera quincena de Diciembre del 2012, pero se presentó un problema de temperatura excesiva en uno de los descansos del eje de la turbina. Además, a fines de Diciembre del mismo año, se detectaron unas fisuras en tubería de acero, ubicadas aguas debajo de la válvula principal. La reparación de las fisuras (desarme, reparación y montaje) y la espera del personal técnico chino que venía a solucionar los problemas con la temperatura, postergaron las pruebas hasta la segunda quincena de Enero del 2013, donde la unidad fue puesta en servicio el día 31.02.2013.-

El término de las pruebas y la puesta en servicio, fue comunicado a la SEC, mediante **Carta Edelayen N°748745**.

Durante Febrero del 2013, se realizó auditoría técnica por parte de GTD Consultores, considerando que la Central Hidroeléctrica Monreal forma parte de las Obras de Expansión de Generación del Sistema Mediano Aysen (Decreto N°298 del 11.03.2011). En el decreto se indica, que Edelayen será responsable de la ejecución y construcción de una central hidroeléctrica de 3MW que debe entrar en operación en Enero 2013. Los resultados e informe de la auditoría técnica fueron entregados a la SEC y CNE con fecha 05.03.2013, mediante **Carta Edelayen N°757988 y Carta Edelayen N°757993**, respectivamente.

ANEXOS