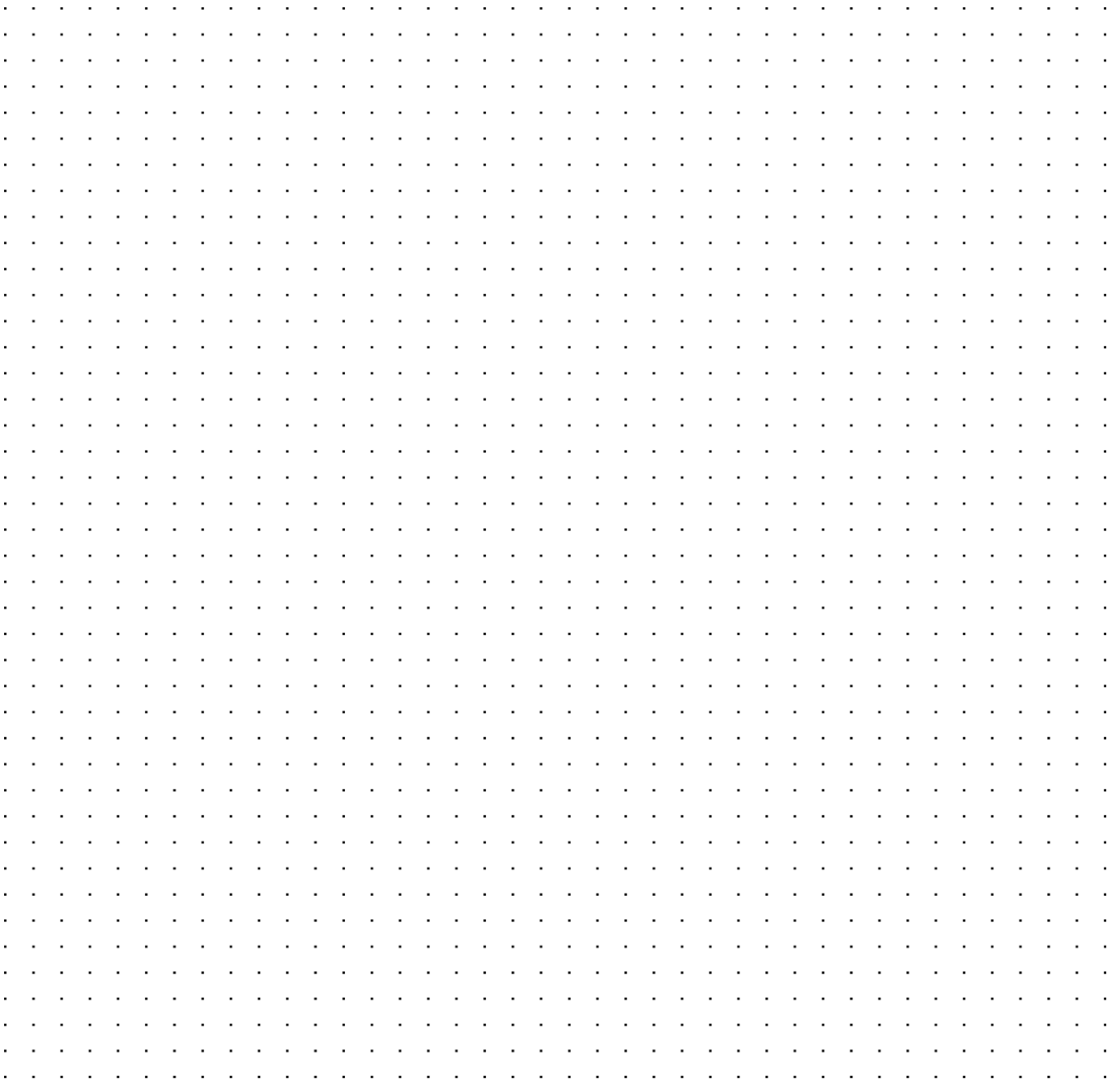


# “Estudio de Ingeniería de Detalle para Proyecto de Calefacción Distrital en el Sector Escuela Agrícola de Coyhaique”

Ingeniería Conceptual, Básica y de Detalle

Informe Final



**Grupo de trabajo**

Morales, Franco

Sanchez Ihl, Jose Antonio

Sigrist, Robert

Roger, Walther

Luis Gomez

Cristián de la Cerda

Salas, Pedro

Vergara, Pablo

Arriagada, Luis

Ernst Basler + Partner Chile SpA

La Concepción 191, piso 12, 1201

Providencia, Santiago

Teléfono +56 226591164

[roger.walther@ebp.ch](mailto:roger.walther@ebp.ch)

[www.ebpchile.cl](http://www.ebpchile.cl)

## Índice

1	Introducción .....	1
2	Antecedentes Generales.....	2
2.1	Ubicación y geografía.....	2
2.2	Clima .....	3
2.3	Contaminación atmosférica.....	3
2.3.1	Costos asociados a la contaminación .....	5
3	Calefacción Distrital .....	7
3.1	Experiencias internacionales .....	7
3.2	Experiencias nacionales .....	8
3.2.1	Calefacción distrital en Chile – Proyectos en operación .....	8
3.2.2	Oportunidades y barreras .....	9
4	Objetivos .....	11
4.1	Objetivo general .....	11
4.2	Objetivos específicos .....	11
5	Metodología.....	12
5.1	Vista general del proyecto.....	12
5.2	Alcance .....	14
5.2.1	Etapa 1 .....	14
5.2.2	Etapa 2 .....	14
6	Antecedentes de la ubicación del proyecto .....	15
6.1	Ubicación y terreno.....	15
6.1.1	Ubicación.....	15
6.1.2	Subdivisión del lote 9 .....	16
6.2	Reglamento .....	19
6.3	Topografía.....	22
6.4	Estudio de títulos .....	22
6.5	Terreno disponible para la central de calefacción.....	23
7	Cálculo de demandas de energía térmica.....	25
7.1	Antecedentes para el calculo de demandas de energia térmica.....	25
7.1.1	Características arquitectónicas de los edificios .....	25
7.1.2	Plan de edificación y superficie.....	28
7.2	Etapa 1: Demanda instantánea máxima de calefacción distrital y ACS.....	29
7.2.1	Supuestos para la etapa 1 .....	29
7.2.2	Edificio JUNJI.....	32
7.2.3	Edificio Consejo de Cultura.....	34
7.2.4	Edificio Adulto Mayor (ELEAM) .....	35
7.3	Etapa 2: Demanda instantánea máxima de calefacción distrital y ACS.....	38
7.3.1	Edificio Ministerio de Medio Ambiente .....	38
7.3.2	Edificio Deportes .....	39

7.3.3	Edificio Instituto Nacional del Deporte (IND)	40
7.3.4	Edificio Bomberos	42
7.3.5	Edificio SENAMA	43
7.3.6	Edificio SENADIS	44
7.3.7	Edificio SERNAM	45
7.3.8	Edificio Servicio Salud	47
7.4	Etapa 1 y Etapa 2: Resumen demanda de energía térmica total edificios	49
8	Tamaño de la central de generación de calor	50
8.1	Diversidad de la demanda de energía termica	50
8.1.1	Perdidas por distribución	50
8.1.2	Tamaño de la central de generación de calor	52
8.2	Demanda anual de calefacción	52
8.2.1	Simulación del edificio JUNJI	52
8.2.2	Todos los edificios	55
8.3	Escalamiento y análisis de sensibilidad	56
8.3.1	Escalamiento	56
8.3.2	Análisis de sensibilidad	57
8.3.3	Estanque de inercia	58
8.4	Análisis de demanda en Coyhaique	59
9	Evaluación y selección de tecnologías para el sistema de calefacción distrital	61
9.1	Descripción de las tecnologías	61
9.1.1	Calefacción Centralizada	61
9.1.2	Cogeneración	63
9.1.3	Red de Anergia	66
9.2	Evaluación de las tecnologías	68
9.2.1	Costos de los energéticos disponibles en Coyhaique	68
9.2.2	Costos nivelados de producción de energía	71
9.2.3	Opciones de sistemas de calefacción	73
9.3	Resultados de la evaluación	75
9.3.1	Evaluación económica	75
9.3.2	Evaluación cualitativa	79
9.3.3	FODA	80
9.4	Selección y conclusión	81
10	Modelo de negocio y administración	82
10.1	Modelo de negocio	82
10.1.1	Análisis de Modelo de Negocio	82
10.1.2	Segmentos de mercado	82
10.1.3	Propuesta de Valor	86
10.1.4	Ajuste	87
10.1.5	Definición de modelos de negocio	87
10.1.6	Conclusiones y selección de un modelo de negocio	90
10.2	Modelo de administración	91
10.2.1	Opción 1: Organización de la CD por el sector público	91



10.2.2	Opción 2: Organización de la CD por una asociaciones pública - privada..	93
10.2.3	Criterios mínimos de la empresa privada para la operación de la CD .....	94
11	Programa ingeniería básica / conceptual .....	95
11.1.1	Descripción General .....	95
11.1.2	Características de la central .....	96
11.1.3	Estanque de inercia .....	97
11.1.4	Sistema de distribución.....	97
11.1.5	Distribución al interior de los edificios .....	97
11.1.6	Sistema de control.....	97
11.1.7	Dimensionamiento del silo.....	98
11.1.8	Características del combustible .....	99
11.1.9	Logística de transporte de combustible .....	100
11.1.10	Almacenamiento de combustible .....	101
12	Programa arquitectónico .....	102
12.1.1	Descripción general de la planta .....	102
12.1.2	Lugar de emplazamiento de la planta.....	102
12.1.3	Propuesta de paisajismo .....	103
12.1.4	Relaciones programáticas .....	106
12.1.5	Layout de la central de calefacción.....	108
13	Especificaciones técnicas e ingeniería de detalles.....	110
13.1	Especificaciones técnicas e ingeniería de detalles.....	110
13.1.1	Descripción General .....	110
13.1.2	Normativa de Referencia.....	110
13.1.3	Planos.....	111
13.1.4	Especificaciones técnicas calefacción.....	113
13.1.5	Especificaciones técnicas red de distribución.....	119
13.1.6	Especificaciones técnicas obras civiles.....	130
13.1.7	Especificaciones técnicas especialidad eléctrica .....	173
13.1.8	Especificaciones técnicas agua potable .....	178
13.1.9	Especificaciones técnicas alcantarillado domiciliario .....	180
13.1.10	Especificaciones técnicas etapa 2 .....	183
14	Presupuesto por partidas.....	184
14.1	Presupuesto Obras Civiles, Arquitectura y Paisajismo .....	184
14.1	Presupuesto sistema de calefacción y distribución .....	188
14.2	Gastos Generales .....	190
15	Análisis de Precios Unitarios .....	195
16	Maquinaria y Materiales Necesarios .....	203
17	Etapas y Plazos .....	204
17.1	Obras Civiles.....	204
17.2	Central de Calefacción .....	208
17.3	Procesos de licitación y operación.....	209

18	Memorias de Cálculo .....	210
19	Evaluación social definitiva .....	211
	19.1.1 Identificación de los beneficios.....	212
	19.1.2 Cuantificación de los beneficios .....	213
	19.1.3 Valorización de los beneficios .....	213
	19.1.4 Identificación de los Costos .....	214
	19.1.5 Cuantificación y Valorización de los Costos .....	214
	19.1.6 Flujo de beneficios netos .....	215
	19.1.7 Indicadores de rentabilidad.....	215
	19.1.8 Postulación para la etapa de ejecución .....	215
	19.1.9 Conclusiones parciales.....	215
20	Propuestas de contratos .....	216
	20.1 Propuesta de Contrato operador - usuarios.....	216
	20.2 Propuesta contrato proveedor de combustible – operador.....	220
	20.3 Propuesta de contrato de concesión .....	240
21	Bibliografía .....	244
	21.1 Literatura.....	244
	21.2 Antecedentes revisados.....	245
22	Anexos.....	246
	22.1 Estudio de títulos para el lote 9 .....	246
	22.2 Criterios de consumo para instalaciones de Agua Caliente Sanitaria.....	251
	22.3 Determinación de la disposición a pagar por energía .....	252
	22.4 Ordenanza local para el lote 9.....	252
	22.5 Procedimiento para conexión LEY 20.571 proyectos sin construir .....	261
	22.6 Cálculo del costo de la energía eléctrica.....	262
	22.7 Recomendación para subestaciones.....	263
	22.8 Especificaciones y procedimiento para toma de muestras y aceptación de biomasa.....	267
	22.9 Potenciales proveedores de biomasa.....	270

---

# 1 Introducción

Coyhaique es la ciudad que presenta los mayores problemas de contaminación atmosférica a nivel nacional<sup>1</sup>. La gran cantidad de días sobre el límite de concentración de materia particulado 10<sup>2</sup> (desde ahora MP10) según la normativa actual, así como el alto número de preemergencias y emergencias ambientales, la llevaron a ser declarada zona saturada en el año 2012. Esto sirvió como señal para frenar los altos costos asociados a los problemas de salud que van desde el asma, hasta las enfermedades cardíacas.

Diversos estudios indican que el gran responsable de la contaminación por MP en Coyhaique, corresponde a la leña. Fundamentalmente se debe a que está arraigado a la cultura para calefaccionar y cocinar conjuntamente con subajo precio. Si a esto se le suma la mala aislación térmica de las viviendas, las altas emisiones y bajas eficiencias de los equipos utilizados para la combustión, se conjugan todas las condiciones para llegar a la situación actual.

Una de las formas que propone el Plan de Descontaminación Atmosférica (desde ahora, PDA), publicado en Febrero del 2015 para desincentivar el uso de leña en equipos contaminantes, es el diseño y la construcción de un proyecto piloto de calefacción distrital. Su objetivo es entregar calefacción y agua caliente sanitaria (desde ahora, ACS), de forma centralizada, a un conjunto de edificaciones públicas dentro del sector conocido como Escuela Agrícola de la ciudad de Coyhaique.

El objetivo del proyecto es desarrollar **un estudio de ingeniería** de detalle de **un sistema piloto de calefacción distrital** para el sector Escuela Agrícola que abastecerá de calefacción y agua caliente sanitaria a **un conjunto de edificaciones públicas** del sector Escuela Agrícola de la ciudad de Coyhaique.

---

<sup>1</sup> World Health Organization Ambient (outdoor) air pollution database, by country and city. ([http://www.who.int/entity/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/WHO\\_AAP\\_database\\_May2016\\_v3web.xlsx?ua=1](http://www.who.int/entity/phe/health_topics/outdoorair/databases/WHO_AAP_database_May2016_v3web.xlsx?ua=1))

<sup>2</sup> Desde el año 1998, Chile cuenta con una norma primaria de calidad de aire para MP10, que fija los límites de concentración para este contaminante, las metodologías válidas para su medición, las condiciones de superación de la norma y su fiscalización.

A partir del año 2007 se instaló una estación de monitoreo continuo para MP10, la que fue declarada estación de monitoreo representativa poblacional en agosto del mismo año. A partir de esa fecha las mediciones son válidas para verificar la superación de la norma.

## 2 Antecedentes Generales

### 2.1 Ubicación y geografía

Coyhaique es la capital provincial de la provincia de Coyhaique y regional de Aysén ubicada entre los 45° 32' de latitud Sur y 72° 04' de longitud Oeste, entre la confluencia de los ríos Coyhaique y Simpson. La comuna de Coyhaique posee una superficie total de 7.290 [km<sup>2</sup>]<sup>3)</sup> y 60.000 habitantes. Esta ciudad concentra la mayoría de los servicios públicos y privados de la región, donde destacan la gobernación e intendencia, hospital regional, universidades, aeropuerto regional, principales hoteles y grandes tiendas de comerciales, entre otros. Limita al Norte con la Comuna de Lago Verde y la Comuna de Cisnes, al Oeste con la comuna de Aysén, al Este con la República Argentina y al sur con la Comuna de Río Ibáñez.

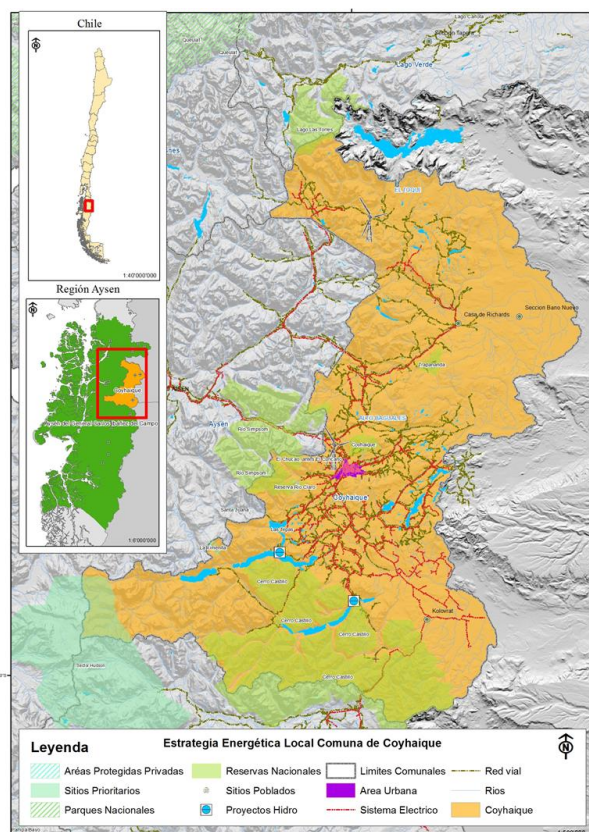


Figura 1: Ubicación de la comuna Coyhaique. Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Geográfico Militar

## 2.2 Clima

Coyhaique registra una precipitación promedio anual entre los 800 a 1200 [mm], con bajas temperaturas en invierno (temperatura media mensual  $2 \pm 2.5$  °C para Julio) y con oscilaciones diarias y anuales acentuadas. Las temperaturas mínimas durante todo el año son menores a 5°C, llegando a -10°C entre los meses de mayo y agosto. En junio 2002, la temperatura extrema más baja alcanzó -19.2°C. La calefacción para esta zona del territorio resulta vital, funcionando durante **10 a 11 meses al año**.

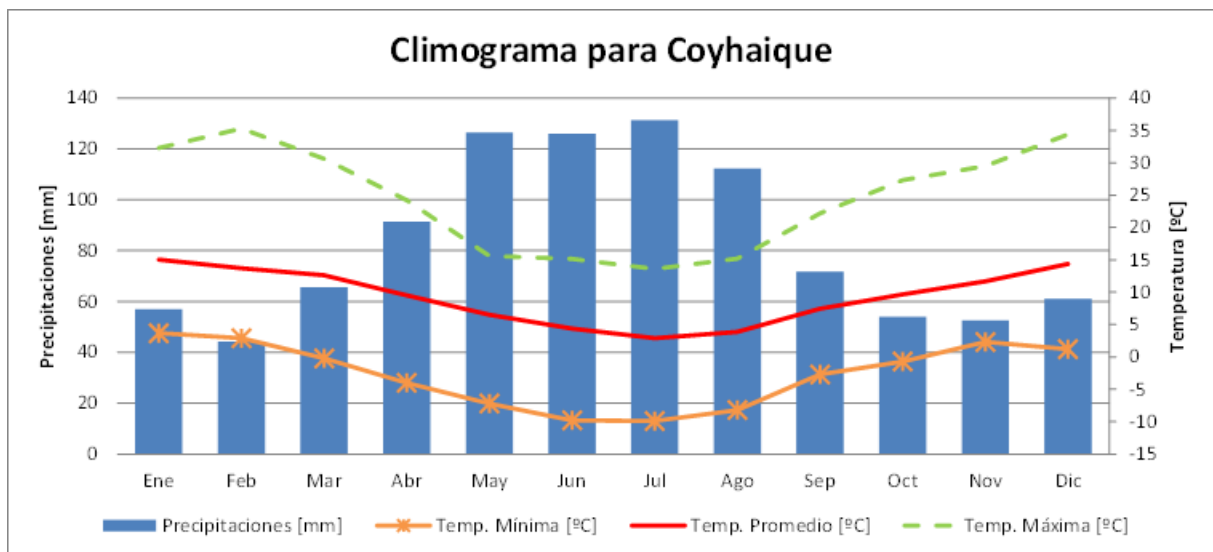


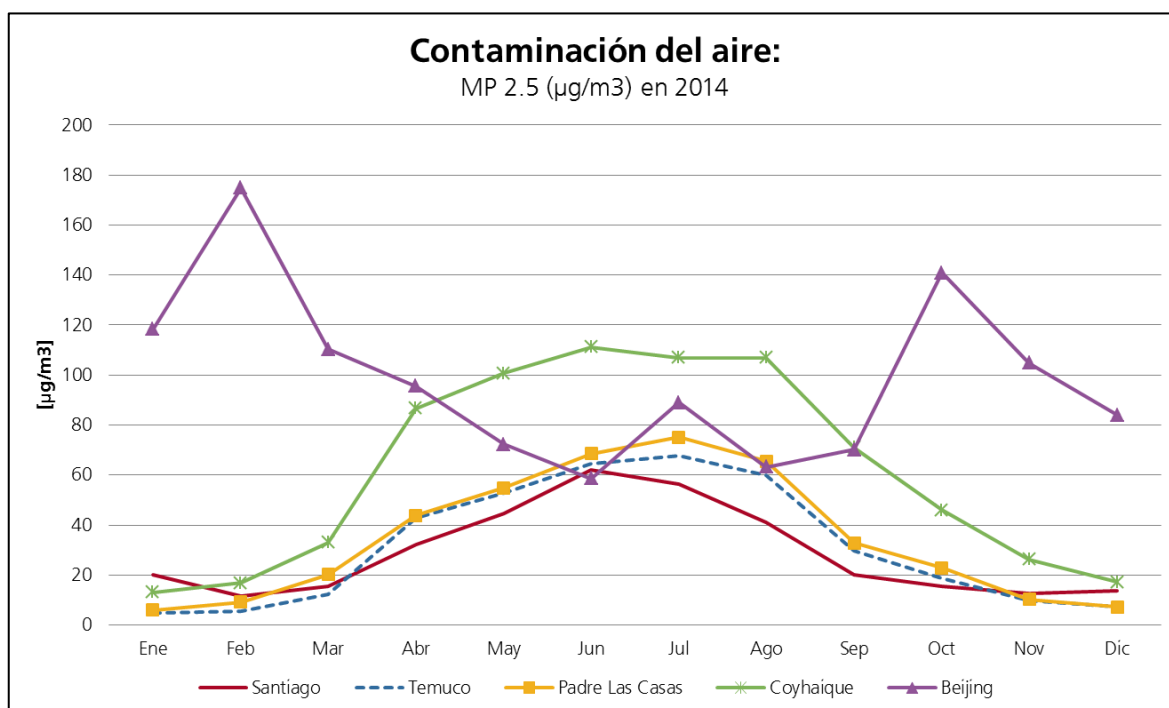
Figura 2: Climograma de Coyhaique. Fuente: Elaboración propia con datos de estaciones de monitoreo del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire SINCA.

## 2.3 Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica por MP respirable (MP10), constituye uno de los mayores problemas ambientales y de salud pública en la ciudad de Coyhaique<sup>4</sup>. La ciudad ha presentado continuos episodios que superan a las ciudades más contaminadas del mundo<sup>5</sup>.

4) Declaraciones de Marcelo Mena Carrasco, Subsecretario de Medio Ambiente en el marco Mesa Ampliada del Plan De Descontaminación Atmosférica Coyhaique 2014.

5) <http://www.biobiochile.cl/2015/04/10/coyhaique-supero-altos-niveles-de-contaminacion-de-nueva-delhi-por-48-horas.shtml>



*Figura 3: Contaminación del aire en ciudades en Chile y Beijing.*

Se considera que más de un 90% de las emisiones MP10, corresponden a las generadas por la calefacción de las viviendas y que entre las principales causas de estas, se encuentran los bajos niveles de aislación térmica, el uso de calefactores antiguos y la mala calidad del combustible<sup>6)</sup>.

En el año 2007, la autoridad (a la fecha Comisión Nacional del Medio Ambiente - CONAMA) instaló una estación de monitoreo de calidad de aire para MP10<sup>7)</sup>. En el año 2008, se efectuó un estudio con el objetivo de contar con los antecedentes técnicos que permitieran respaldar la declaración de la ciudad de Coyhaique como zona saturada. Este estudio corroboró las altas concentraciones, la superación de la norma diaria permitida y definió un polígono para ser declarado como zona saturada.

En general, los problemas de contaminación atmosférica resultan ser complejos y difíciles de abordar, ya sea por la dificultad técnica, falta de claridad de las medidas de mitigación propuestas y por intereses del sector privado. A pesar de que se ha intentado aplicar medidas tales como el recambio de calefactores, el apoyo a la certificación de leña y campañas de concientización de leña seca, los esfuerzos han sido insuficientes para revertir la condición ambiental de la comuna.

A partir de la publicación en el Diario Oficial del Decreto Supremo N° 33 del Ministerio del Medio Ambiente, en donde se declara como Zona Saturada por material particulado respirable MP10 a la comuna de Coyhaique y su zona circundante, se inició un proceso para elaborar el

6) (De La Maza, 2010).

7) (CONAMA, s.a.)

Plan de Descontaminación Atmosférica, el cual contó con una etapa de consulta pública llevada a cabo el año 2015.

Finalmente, cabe destacar la entrada en vigencia de la norma de emisión de material particulado para artefactos de combustión a leña y derivados de madera a partir del 01 de octubre de 2014. En paralelo, se ha continuado con el reemplazo de equipos contaminantes por otros que presenten menores emisiones y mayor eficiencia energética.

Potencia Nominal	Emisión de MP [g/hr]
Menor o igual a 8	2,5
Mayor a 8 y menor a 14	3,5
Mayor a 14 o menor o igual a 25	4,5

Tabla 1: Norma de emisión para calefactores a leña (MMA, 2014)

### 2.3.1 Costos asociados a la contaminación

La contaminación atmosférica es causal de mortalidad por problemas cardiovasculares, respiratorios y cáncer pulmonar, así como un gran número de enfermedades asociadas, las que conllevan a un aumento de las hospitalizaciones por cardiopatía coronaria, insuficiencia cardíaca, asma bronquial, efectos sobre el peso al nacer y la tasa de prematuridad, entre otras<sup>8)</sup>. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda medidas correctivas inmediatas cuando las concentraciones superan los 150 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] como media diaria<sup>9)</sup>, condición que fue superada 247 veces desde el año 2007 a la fecha en Coyhaique (ver Figura 4 ). Basta considerar que, en el escenario actual, las emisiones estimadas para la ciudad de Coyhaique bordean las 4.700 toneladas anuales de MP10, lo que corresponde a un costo social potencial de 73 [MMUSD/año]<sup>10)</sup> o 16 [USD/kg · año]. Considerando que el factor promedio de emisión para la leña es de 760 [g/kWh]<sup>11)</sup>, se tiene que el costo de la externalidad asociada la emisión de material particulado es de 29 [\$/kWh] de calor producido por leña.

8) (Vargas, 2011).

9) (OMS, 2005)

10) De acuerdo a (ChileAmbiente, 2008), el costo en salud para 1 tonelada de PM 10 es de 15.500 U\$

11) (EMEP 2013)

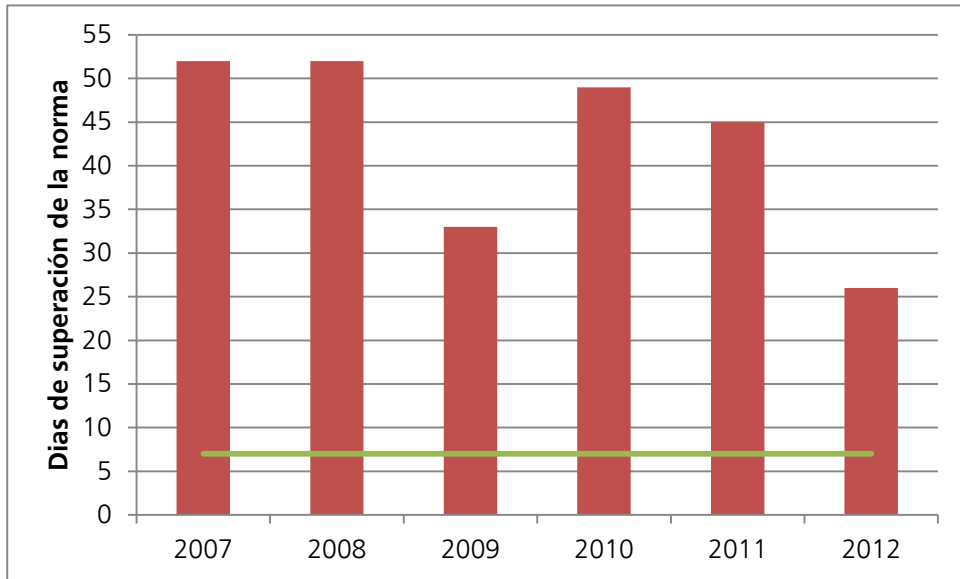


Figura 4: Número de días al año en que se supera la norma diaria para MP10 en la ciudad de Coyhaique. La línea muestra la cantidad admisible máxima de días al año en los que se pueden superar la norma. Fuente: Sistema de la Calidad del Aire (SINCA).



---

## 3 Calefacción Distrital

### 3.1 Experiencias internacionales

Se puede destacar las siguientes experiencias internacionales en la implementación y la operación de CD.

- **La CD es una tecnología altamente aplicada en los países europeos:** En Suecia, la CD se ha desarrollado como una infraestructura municipal a partir de los años 40. Existe una larga trayectoria en la planificación, construcción y operación de la CD. Es una tecnología expandida por la serie de beneficios que trae en términos de eficiencia energética y medio ambiente. En Suecia, más de la mitad de la población cuenta con sistemas de CD, mientras que en Austria, es casi un 25% de la población.
- **Fuerte colaboración público – privada:** En la operación de un sistema de CD, existen distintos actores: El sector público, que es quien toma la responsabilidad del servicio de distribución de calor, asociándose con privados para el financiamiento y operación. La colaboración pública-privada está muy desarrollada y se da en la mayoría de los casos.
- **Municipios juegan un rol importante en la operación de CD:** En los países estudiados (Suecia, Austria y Suiza), los municipios o empresas municipales de energía planean, ejecutan y operan los sistemas de CD. Además, los Municipios están a cargo de la planificación territorial de energía, identificando los distritos más convenientes para la instalación de CD dependiendo de la densidad poblacional y demanda de calor. Asimismo, hay municipios que pueden obligar a los propietarios a conectarse a una CD.
- **Altas demandas de calor en zonas pobladas:** La CD requiere una gran alta densidad de viviendas, de tal forma que la inversión en la red y las pérdidas de calor se amorticen en muchos usuarios. Se requieren demandas de calor lo suficientemente altas como para aprovechar las economías de escala que se presenten en su generación. Se propone una densidad lineal de energía térmica mínima de  $1,8 [MWh_{th}/m \cdot \text{año}]$ . Esto significa que por cada metro lineal de cañería instalada, debería existir al menos una demanda de  $1,8 [MWh/\text{año}]$ <sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> (ASHRAE, 2009)

## 3.2 Experiencias nacionales

### 3.2.1 Calefacción distrital en Chile – Proyectos en operación

Existen pocos proyectos implementados de CD en Chile, por lo general, de una escala que solo abarca un conjunto residencial. Algunos de los proyectos existentes son los siguientes.

Proyecto	Torres de San Borja	Cumbres de Cónдор	San Sebastián	Frankfurt
<b>Localidad</b>	Santiago	Santiago	Temuco	Temuco
<b>Año de construcción</b>	1969 / 2012	2015	2016	2008
<b>Costo ACS y Calefacción [CLP/kWh]</b>	42	50	77,5	N.D.
<b>Usuario</b>	Clase media o baja	Clase alta	Clase media-alta	Clase alta
<b>Operación</b>	Empresa comunitaria (copropiedad de los vecinos) que está a cargo de la administración, cobro y manejo de ACS	Energía del Sur - prestación de servicios con Inmobiliaria Manquehue	Aguas Araucanía – Desarrollador y operador del sistema	Comité administrativo del condominio
<b>Ventajas</b>	Funcionamiento continuo por más de 40 años demostrando ser confiable y económico.  Económicamente rentable.	60% de ahorro en comparación a un sistema tradicional  Garantiza un preciso cobro por uso  Modelo de negocio replicable  Facilita la mantención, pero requiere personal técnico especializado	Medida efectiva de descontaminación en una ciudad saturada (Temuco).  Pilotos en vivienda existente, aumentando los alcances de la CD.	90% de ahorro en costos operacionales del sistema de calefacción y ACS  Apoyado por fondos estatales (CORFO Innova) por su nivel de innovación y contribución mediante un proyecto geotérmico pionero en el país.
<b>Desventajas</b>	No existe una conciencia de servicio colectivo  Existe desinformación por parte de los arrendatarios en cuanto a distribución y cobro del servicio  Empresa está legalmente limitada al edificio - legalmente limitado	Alta inversión para la capacitación especial del personal  Pocos proveedores de tecnología	Alta costos inversión por mejoramiento y adaptación de las viviendas para poder conectarse a la red de CD.	Tecnología que requiere viviendas energéticamente muy eficientes debido a operación a bajas temperaturas.

Tabla 2: Resumen de los proyectos de calefacción distrital implementados en Chile

### 3.2.2 Oportunidades y barreras

#### Oportunidades

Oportunidad	Descripción
<b>Bajos costos de la biomasa y altos costos de electricidad</b>	La biomasa en regiones es muy barata y puede ser usada como combustible para la CD. Además, debido a los altos costos de electricidad, la CD con cogeneración puede vender calor y electricidad.
<b>Marco legal existente para la inyección de electricidad</b>	Existe un marco legal que permite la generación de electricidad de pequeña escala para la inyección en la red eléctrica existente.
<b>Solución para la contaminación del aire</b>	La implementación de sistemas de CD está asociada a una serie de beneficios medioambientales y sociales, atribuidos principalmente a la reducción de emisiones, especialmente de PM10 y PM2,5, presentando reducciones de hasta un 99%.
<b>Tecnologías y actores existentes en el mercado</b>	Existen tecnologías de cogeneración que permiten mejorar la rentabilidad de los proyectos mediante la venta de energía eléctrica y térmica con altas eficiencias. Además, existen empresas privadas en Chile que tienen mucho interés de potenciar la CD.
<b>Mayor densificación de las ciudades en el futuro</b>	Se espera una mayor densificación de las ciudades, favoreciendo la implementación de este tipo de sistemas.

*Tabla 3: Oportunidades CD en Chile*

#### Barreras

En la siguiente tabla se muestra las barreras de una CD.

Barreras	Descripción
<b>Falta el liderazgo empresarial y político</b>	Para la planificación, construcción y operación de un sistema de CD exitoso, se requiere del involucramiento de una gran cantidad de personas. Asimismo, debe existir liderazgo tanto del sector empresarial como público quienes deben liderar, coordinar y gestionar los proyectos.
<b>Débil planificación territorial a nivel Municipal</b>	Para incluir a la CD en los planes reguladores u otros instrumentos, es necesario vincularlos con el desarrollo urbano. Sin embargo, en Chile los municipios no pueden participar activamente en las plantas energéticas por barreras legales.
<b>Falta datos e información sobre los lugares con mayor potencial para CD en las ciudades</b>	Para garantizar la rentabilidad mínima de la inversión, es necesario enfocarse en los lugares que presenten una alta densidad poblacional y alta demanda de calor.
<b>Número reducido de proyec-</b>	La falta de proyectos tangibles y visibles en el mercado chileno afecta en la con-

---

<b>tos implementados en Chile</b>	fianza sobre la tecnología, los modelos de negocio y sus beneficios.
<b>Mercado de calor en etapas iniciales de desarrollo.</b>	No existe una cultura de aprovechamiento de calor para su posterior uso en calefacción. Además, existe poca valoración del confort y calefacción central por parte de los usuarios, lo que repercute en la falta de disposición a la inversión y/o al pago por los servicios de calefacción central. Consecuentemente, afecta en la falta de disposición a la inversión de servicios de calefacción.

*Tabla 4: Barreras CD en Chile*

## 4 Objetivos

### 4.1 Objetivo general

El objetivo general es desarrollar **un estudio de ingeniería** de detalle de **un sistema piloto de calefacción distrital** para el sector Escuela Agrícola que abastecerá de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) a **un conjunto de edificaciones públicas** del sector Escuela Agrícola de la ciudad de Coyhaique.

### 4.2 Objetivos específicos

- 1.- Recopilar y analizar la información necesaria para **el dimensionamiento del sistema de calefacción distrital** para las edificaciones ubicadas en el lote 9, sector Escuela Agrícola de Coyhaique.
- 2.- Establecer **el lugar de emplazamiento de la planta**, junto con asegurar que los terrenos involucrados se encuentren regularizados.
- 3.- Desarrollar **las especificaciones técnicas de la arquitectura e ingeniería de detalle** del proyecto de calefacción distrital, considerando la escalabilidad del proyecto.
- 4.- Determinar **un modelo de operación** de la planta que resulte óptimo.
- 5.- Elaborar el perfil del proyecto según **la metodología del Ministerio de Desarrollo Social** para la etapa de ejecución, con el objetivo de obtener la calificación RS (recomendado sin observaciones) en el proceso de inversión pública.
- 6.- Realizar actividades de reunión y **difusión necesarias** para el correcto desarrollo del estudio.

---

## 5 Metodología

### 5.1 Vista general del proyecto

La metodología utilizada se muestra de manera simplificada en la Figura 5. En vista de las características del proyecto, las variaciones en su definición, de la calidad y la disponibilidad de la información, el desarrollo de las distintas fases fue realizado de manera iterativa hasta llegar a una propuesta que coincide con el desarrollo que tendrá el proyecto.

Las actividades realizadas se muestran a continuación:

1. **Recopilación de antecedentes:** Levantamiento de la información base del proyecto, tal como la subdivisión del Lote 9, el estudio de títulos y el levantamiento topográfico.
2. **Cálculo de la demanda:** Se calcularon las demandas térmicas y eléctricas para el Lote 9, utilizando la información disponible en la etapa de recopilación de antecedentes.
3. **Evaluación y selección de la tecnología para el sistema de calefacción distrital:** Se realizaron tres propuestas capaces de satisfacer las necesidades de ACS y calefacción para las edificaciones. A través de una evaluación cuantitativa y cualitativa para cada alternativa, la contraparte definió la opción a desarrollar.
4. **Organización y modelo de negocio:** Del mismo modo que en la sección anterior, se desarrollaron 3 modelos de negocio. Con estos, la contraparte tomó la decisión sobre el modelo a utilizar. Se desarrolla la propuesta de contrato y análisis de la administración de suministro.
5. **Propuesta de ingeniería básica / conceptual:** Se dimensionó la central y el silo almacenamiento del energético conforme con la escalabilidad del proyecto. Luego, se realizó un diagrama de proceso y un esquema hidráulico de ésta. Al mismo tiempo, se desarrolló una logística de provisión de combustible para el abastecimiento de biomasa.
6. **Propuesta arquitectónica:** Las condiciones de borde e iniciales del sistema de calefacción distrital fueron consideradas para establecer la propuesta arquitectónica.
7. **Evaluación socio económica:** De las fases anteriores, se realizó una evaluación de los costos de inversión y una evaluación social. Estas fueron utilizadas para realizar una evaluación del perfil del proyecto a presentar en el Ministerio de Desarrollo Social.
8. **Especificaciones técnicas e ingeniería de detalle:** Se describen las especificaciones técnicas y se hace referencia a los planos detallados de las distintas especialidades.

La metodología se define de acuerdo a las tres fases de ingeniería que se desarrollarán durante el proyecto, además de una etapa transversal que se desarrolla fuera de estas tres etapas. A continuación se muestra un diagrama resumen con las etapas y las distintas actividades o resultados a obtener:

<b>Transversal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de resultados.</li> </ul>	<b>Ingeniería conceptual</b>
		<b>Ingeniería básica</b>
		<b>Ingeniería de detalle</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Recopilación de antecedentes.</li> <li>•Dimensionamiento Central Calefacción y del almacenamiento combustible.</li> <li>• Propuesta preliminar de escalabilidad.</li> <li>•Elaboración de programa arquitectónico preliminar (layout de la planta)</li> <li>•Descripción general de la planta: Diagrama de procesos y esquema hidráulico (planos)</li> <li>•Análisis preliminar de costos de inversión <math>\pm 30\%</math></li> <li>•Planos de ingeniería conceptual.</li> <li>•Taller con presentación de resultados</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Logística de provisión de combustible.</li> <li>•Análisis de modelo de negocios.</li> <li>•Propuestas de contrato de suministro</li> <li>•Estudio de títulos</li> <li>•Determinación de estado de los terrenos</li> <li>•Levantamiento topográfico.</li> <li>•Programa arquitectónico definitivo</li> <li>•Estimación de los costos de inversión <math>\pm 15\%</math></li> <li>•Evaluación social preliminar del proyecto.</li> <li>•Taller de presentación de resultados</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Análisis de costos de inversión.</li> <li>•Evaluación social definitiva del proyecto.</li> <li>•Elaboración del perfil del proyecto para presentar al Ministerio de Desarrollo Social</li> <li>•Análisis de administración del sistema</li> <li>•Planos detallados de las distintas especialidades (calefacción, sanitario, arquitectura, estructuras)</li> <li>•Especificaciones técnicas para las distintas especialidades</li> <li>•Taller de presentación de resultados</li> </ul>

Figura 5: Etapas de desarrollo contempladas en el proyecto.

## **5.2 Alcance**

Se realizará la ingeniería conceptual, básica y de detalle para el proyecto de calefacción distrital en la zona de Escuela Agrícola de Coyhaique, incluyendo las distintas especialidades involucradas en el proyecto: calefacción, sanitario, estructuras, mecánica de suelos y arquitectura. La calefacción distrital abarca a todos los edificios ubicados en el lote 9 de la zona agrícola, de acuerdo a la denominación realizada por el Ministerio de Bienes Nacionales.

La ingeniería desarrollada en este proyecto no incluye a los sistemas requeridos aguas abajo de la acometida de las edificaciones que sean suministradas por la calefacción distrital.

### **5.2.1 Etapa 1**

La primera etapa abarca los tres edificios de CULTURA, ELEAM y JUNJI. Son los únicos que tienen fechas planificadas para el comienzo de las obras (según las reuniones en abril 2016).

### **5.2.2 Etapa 2**

La segunda etapa incluye la conexión de los otros edificios. Se asume la construcción para su entrada en operación para el año 2020.



## 6 Antecedentes de la ubicación del proyecto

### 6.1 Ubicación y terreno

#### 6.1.1 Ubicación

El sector Escuela Agrícola de la comuna de Coyhaique está actualmente dividido en 12 lotes. El barrio cívico al cual abastecerá la central de calefacción distrital proyecto se desarrollará en el denominado Lote 9, que se resalta en la figura a continuación:



Figura 6: Emplazamiento del barrio cívico que abastecerá la central de generación térmica.

## 6.1.2 Subdivisión del lote 9

### Situación Inicial

De acuerdo al Reglamento del Lote 9<sup>13</sup>, se establece que "En el entendido que regularizar la Subdivisión Administrativa de acuerdo a la Normativa de Urbanismo (lotes con roles independientes) requiere la existencia de obras de urbanización que no se encontrarán ejecutadas en un periodo próximo, y que es necesario viabilizar la ejecución de al menos 3 obras edificaciones ubicadas en los actuales lotes (9A-9B-9C-9I-9J- 9K-9L) que se encontrarían en su etapa de diseño y ejecución, se ha determinado avanzar en la ejecución de una subdivisión según la propuesta... que en definitiva dividirá el lote 9 en doce (12) lotes, con nuevas denominaciones que serán incorporadas en la resolución de concesión de Bienes Nacionales". La división planteada en este reglamento es la mostrada en la Figura 7.

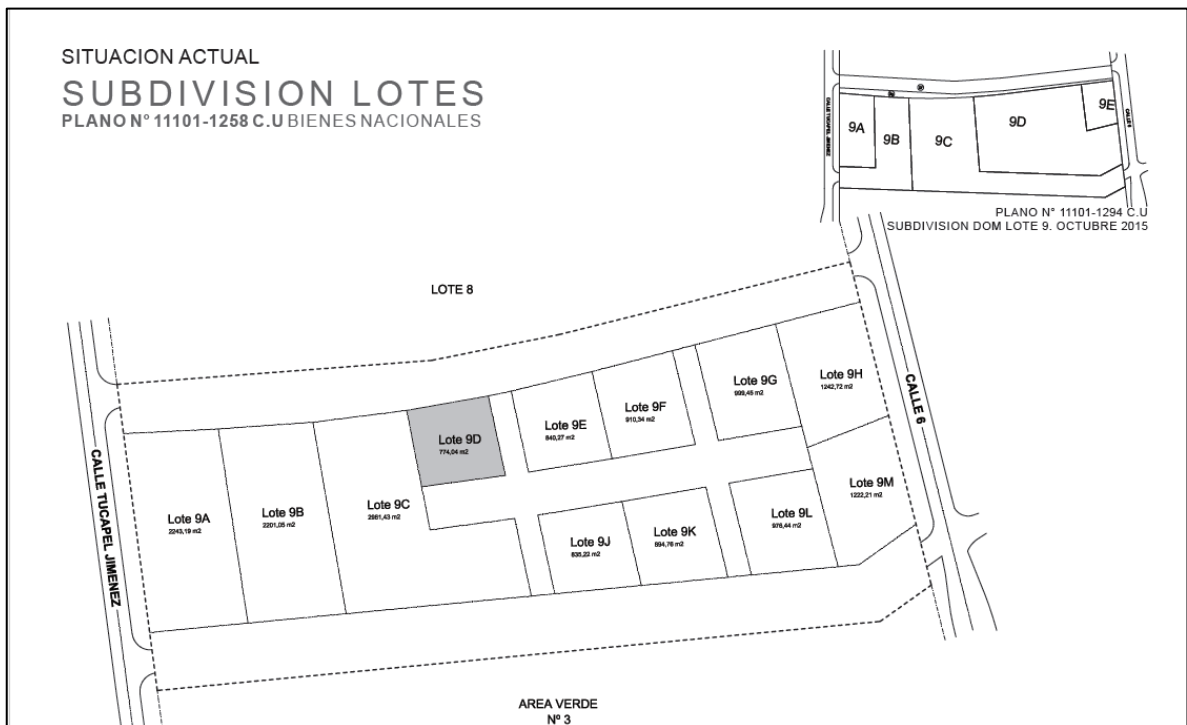


Figura 7: División del lote 9

<sup>13</sup> Documento elaborado por la SEREMI de Vivienda y Urbanismo y revisado por la Dirección de Obras Municipales de la Municipalidad de Coyhaique, la Dirección de Arquitectura Regional, el SEREMI de Bienes Nacionales y la Unidad de Proyectos del Gobierno Regional de Aysén.

Para la configuración que aparece en el reglamento, la asignación de los distintos lotes es la siguiente:

<b>9A JUNJI</b>	<b>9G SERNAM</b>
<b>9B CULTURA</b>	9H BOMBEROS
<b>9C SERVIU (ELEAM)</b>	9I ESTACIONAMIENTOS
<b>9D MMA</b>	9J SENAMA
<b>9E DEPORTIVO</b>	9K 9M MALOTUN SERVICIO DE SALUD
<b>9F IND</b>	9L SENADIS

Tabla 5: Lotes asignados a los distintos servicios en el Reglamento Original del Lote 9

### Situación propuesta al 31 de mayo 2016

La división mencionada en el Reglamento del Lote 9 fue modificada en función de la ubicación del proyecto ELEAM que, en el proceso de licitación del diseño del edificio, consideró para su edificación la totalidad del Lote 9c con superficie de 8.195 [m<sup>2</sup>] como se muestra a continuación:

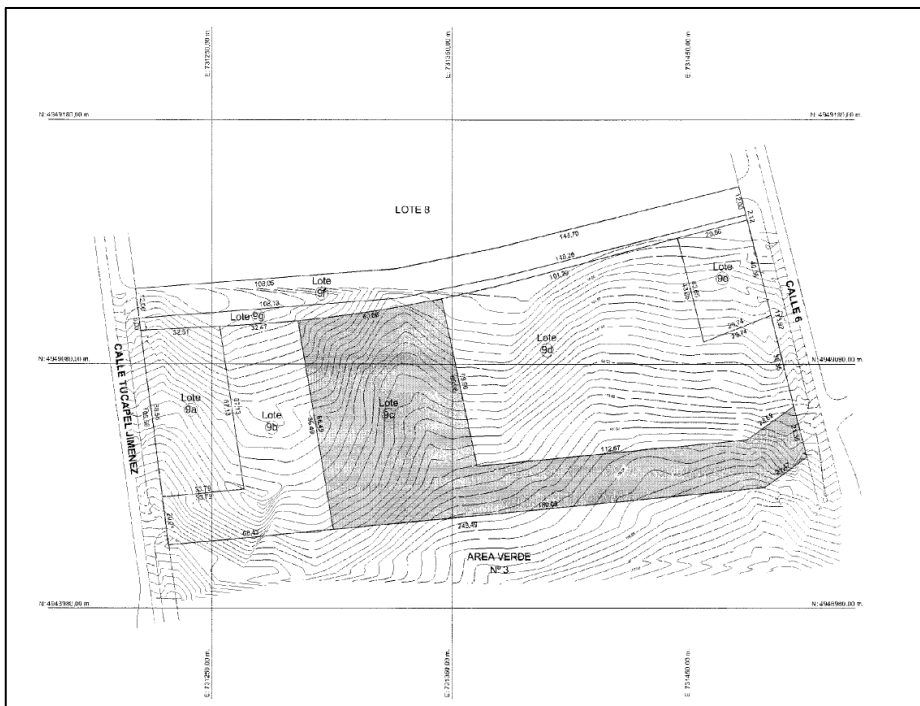


Figura 8: Superficie considerada para el desarrollo del proyecto de ELEAM

En vista de la nueva configuración, se redefinieron los terrenos para los distintos servicios anteriormente ubicados en esta locación. De esta manera, se obtuvo la nueva configuración que se muestra a continuación:

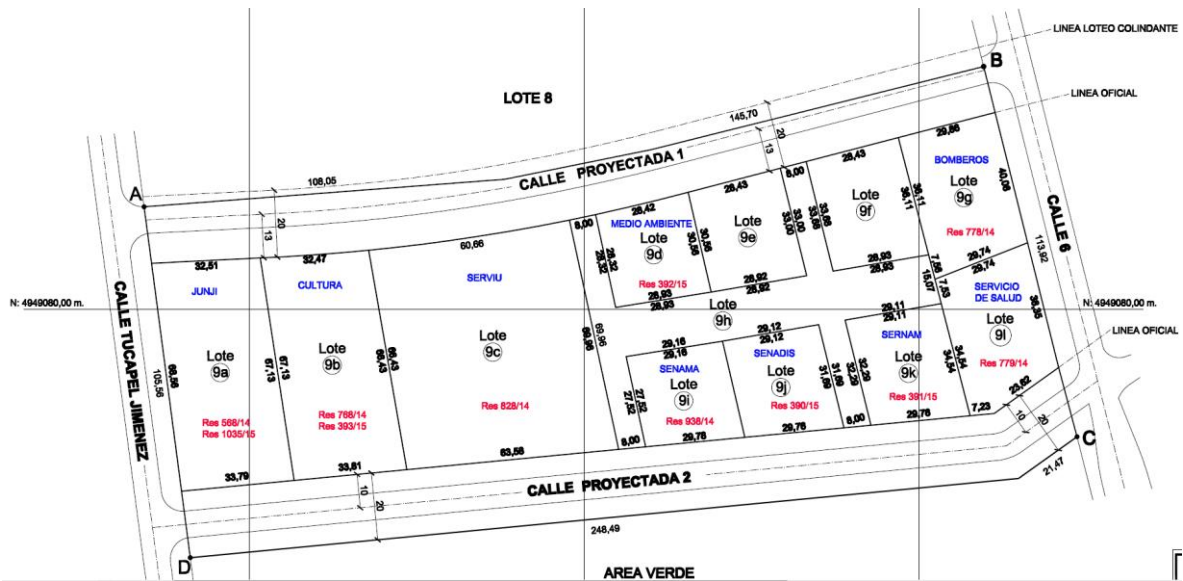


Figura 9: Configuración proyectada de los lotes.

La asignación de terrenos propuesta para los distintos servicios, así como su situación previa, se muestra en la Tabla 6 a continuación:

Nombre lote 31.05.2016	Uso Anterior (Nombre Lote Anterior)	Actual	Superficie lote [m <sup>2</sup> ]
Lote 9a	JUNJI (9A)	JUNJI	2.243,2
Lote 9b	CULTURA (9B)	CULTURA	2.201,1
Lote 9c	SERVIU (9C)	SERVIU	4.193,2
Lote 9d	MMA (9D)	MMA	840,3
Lote 9e	DEPORTIVO (9E)	SIN ASIGNAR	910,3
Lote 9f	IND (9F)	SIN ASIGNAR	999,5
Lote 9g	SERNAM (9G)	BOMBEROS	1.242,7
Lote 9h	BOMBEROS (9H)	Calle Interior	2.510,5
Lote 9i	Calle Interior	SENAMA	835,2
Lote 9j	SENAMA (9J)	SENADIS	894,8
Lote 9k	SERV. SALUD (9K)	SERNAM	976,4
Lote 9l	SENADIS (9L)	SERV. SALUD	1.222,2
- NO EXISTE -	MALOTUN (9M)	N/A	--
<b>TOTAL</b>			<b>23.513,6</b>

Tabla 6: Situación proyectada de los lotes, y la situación anterior.

## 6.2 Reglamento

Se consultó el reglamento del Lote 9 para evaluar las condiciones de borde a tener en consideración durante el desarrollo del programa arquitectónico. La totalidad del reglamento se adjunta en el anexo 22.3. Los puntos más relevantes para el desarrollo del proyecto son los que se muestran a continuación.

### Aspectos arquitectónicos

Artículos relevantes	Impacto para el proyecto
<p><b>ART. 10</b> Las construcciones deberán guardar armonía con el paisaje y entre ellas. Deberán tener la calidad suficiente para clasificar en las categorías 2 y 3 conforme a la tabla de clasificación del MINVU (Resolución Exenta N°62/2015 MINVU). Solo se admitirán construcciones definitivas y no podrán realizarse edificaciones complementarias de bodegas o cobertizos, ni aún en forma provisoria, <b>sin la correspondiente autorización del Ministerio de Bienes Nacionales</b> y el comité de administración.</p> <p><b>ART. 11.-</b> Se debe priorizar el uso de materiales nobles, como la piedra, hormigón, ladrillo, madera nativa, acero, etcétera. Como cubierta de techo no se permitirá el uso de planchas de aluminio, fierro galvanizado o materiales brillantes sin pintura.</p>	<p>Se consideraron criterios arquitectónicos que se integren con el barrio cívico.</p> <p>Se propuso la ubicación de la central térmica en un nivel subterráneo, de manera de no modificar la armonía del paisaje y se incorpora además una propuesta paisajística para el terreno en donde estará emplazada la central térmica.</p> <p>El silo de almacenamiento de combustible estará ubicado bajo tierra, con un compartimiento de entrada que permita disimular su presencia, con la finalidad de no interrumpir la armonía arquitectónica del conjunto.</p>

*Tabla 7: Impacto para el proyecto de los distintos requerimientos del reglamento: Aspectos arquitectónicos*

## Dimensionamiento de la central

Artículos relevantes	Impacto para el proyecto
<p><b>ART. 16°</b></p> <p>Todas las edificaciones que se proyecten deberán cumplir con <b>un valor máximo de demanda energética de 100 kWh/m<sup>2</sup> año.</b></p> <p><b>ART 18°</b></p> <p>En términos de <b>eficiencia energética, las edificaciones</b> deberán considerar en lo posible las recomendaciones que imparta sobre la materia la <b>Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas.</b></p> <p><b>ART. 22°.-</b></p> <p>En cuanto a los porcentajes de ocupación de suelo y superficies máximas de constructibilidad, se deben considerar los factores establecidos en la Ordenanza del Plan Regulador Comunal, (60% máximo de ocupación de suelo y 2,5 coeficiente máximo de constructibilidad).</p>	<p>Inicialmente se consideró el dimensionamiento utilizando un criterio de diseño de 100[kWh/m<sup>2</sup>año], calculado a través del método de los grados día. Sin embargo, se verificó tras diversas reuniones bilaterales que <b>no existe un criterio unificado de como alcanzar esta demanda energética</b>, por lo que se tomó como referencia al edificio JUNJI para el dimensionamiento de la central.</p> <p>Para los servicios que no cuentan con diseño de sus edificaciones, se considerará que la superficie construida es de un 60% del terreno disponible, y en los edificios que se considere el uso de un segundo piso, se considerará una superficie adicional de acuerdo al coeficiente de constructibilidad.</p>

*Tabla 8: Impacto para el proyecto de los distintos requerimientos del reglamento:  
Dimensionamiento de la central*

## Factibilidad de conexión

Artículos relevantes	Impacto para el proyecto
<p><b>ART 17°</b></p> <p>Todas las edificaciones que se proyecten deberán contemplar al interior del edificio <b>sistemas de distribución de calefacción a través de radiadores de pared y/o losa radiante</b>, los cuales deberán conectarse a un arranque situado en el frontis de la propiedad.</p> <p>Si al momento de completar el diseño o ejecución de la edificación el sistema de calefacción distrital no se encuentra ejecutado, las edificaciones podrán considerar un sistema autónomo de calefacción el que deberá considerar a futuro la conexión a la red de distribución distrital.</p>	<p>Se realiza el circuito de distribución hasta el frontis de los edificios de los distintos servicios, ya que es aquí donde se conectarán a la calefacción distrital.</p>

*Tabla 9: Impacto para el proyecto de los distintos requerimientos del reglamento: 6.2.3  
Factibilidad de conexión*

## Modelo de negocio

Artículos relevantes	Impacto para el proyecto
<p><b>ART. 1°.-</b> Con el objeto de mejorar las condiciones de convivencia y ordenamiento dentro del Lote 9 – Barrio de Servicios y Acción Ciudadana BASAC –Sector Escuela Agrícola, los usuarios del loteo quedarán afectos a las siguientes disposiciones de este Reglamento interno de orden, aseo, arquitectura, construcción y de sus sanciones;</p> <p><b>1.1.- Ámbito funcional:</b> Su aplicación se reduce al Lote 9 – Barrio de Servicios y Acción Ciudadana BASAC –Sector Escuela Agrícola, tal como se indicó anteriormente, actualmente corresponde a un solo lote, con un solo rol, su función es la ocupación armónica, generando un centro cívico y de equipamientos. A futuro esta condición será modificada mediante la subdivisión de lotes, lo que será incorporado a este documento y evaluado por las instancias correspondientes.</p>	<p>Se propone dentro de las alternativas del modelo de negocio, que el administrador de la central puede además tener a cargo otros aspectos de operación de la central, como aseo y ornato, seguridad, etc.</p>

*Tabla 10: Impacto para el proyecto de los distintos requerimientos del reglamento: Modelo de negocio*



### 6.3 Topografía

A continuación se muestra la topografía del Lote 9, con el perfil de las edificaciones en distintos cortes:

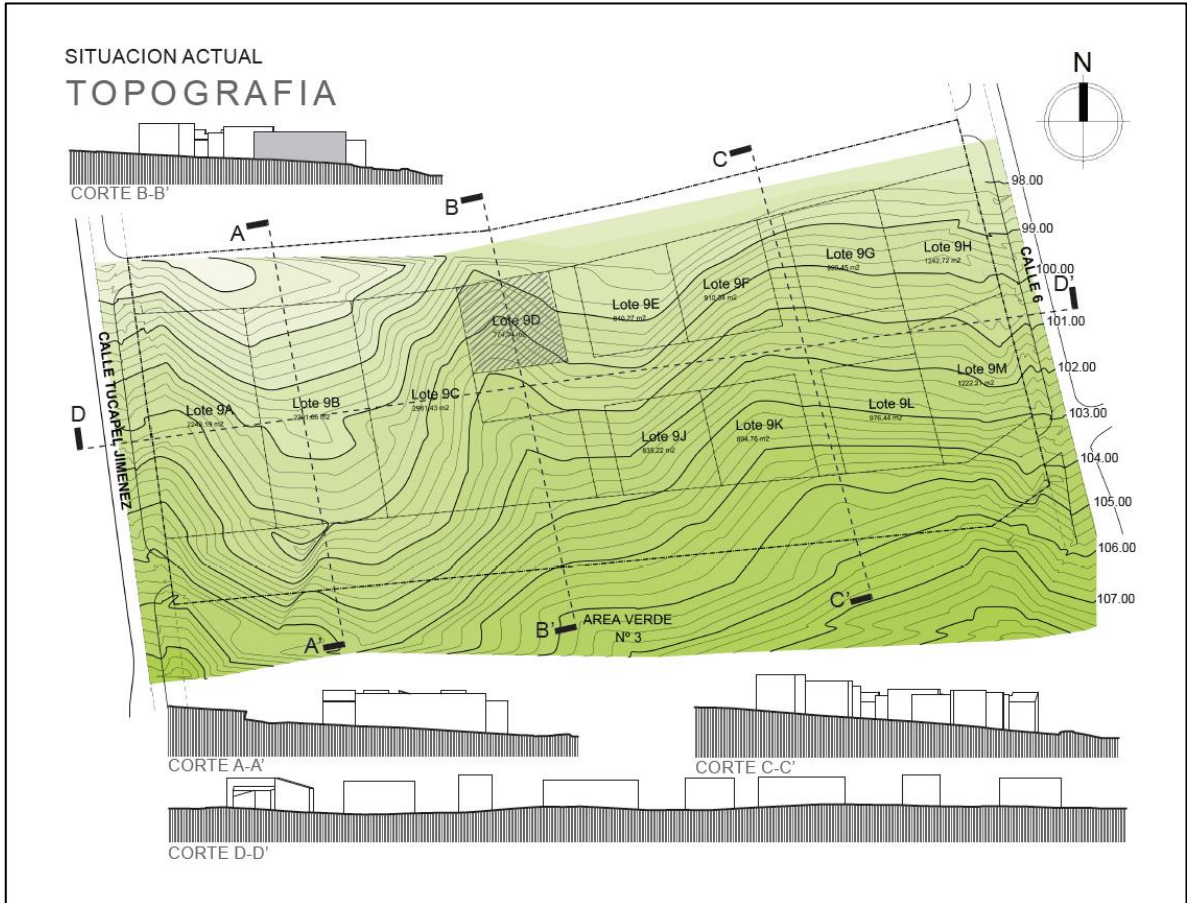


Figura 10: Topografía del lote 9.

### 6.4 Estudio de títulos

En el anexo 22.1 se muestra el estudio de títulos realizado, en donde se indican los documentos correspondientes a cada servicio, y las coordenadas inscritas para los distintos lotes.



## 6.5 Terreno disponible para la central de calefacción

Se evaluaron distintas alternativas para la ubicación de la central de calefacción, de acuerdo a los cambios que ha sufrido el planteamiento del proyecto. A continuación se muestran las alternativas evaluadas y su estado:

Terreno	Descripción	Estado
<b>Lote 2 equipamiento</b>	<p>– Inicialmente se evaluó la posibilidad de utilizar este lote, considerando su cercanía con las viviendas militares que originalmente iban a ser abastecidas y considerando que es un terreno especialmente dedicado para equipamiento.</p> <p>La ubicación del lote se indica con el número 1 en la Figura 11</p>	Si bien administrativamente, era factible realizar aquí la central, se descarta por la lejanía con los edificios del lote 9, que finalmente serán los únicos edificios a abastecer.
<b>Área verde N°3</b>	<p>Se evaluó la posibilidad de utilizar el subsuelo de este terreno designado para áreas verdes, en vista de que todos los demás terrenos dentro del lote 9 estaban asignados a las edificaciones de los distintos servicios.</p> <p>La ubicación del lote se indica con el número 2 en la Figura 11</p>	Se descarta el uso de este lote por la complejidad administrativa de asignar este lote a un uso distinto que el original.
<b>Lote 9 – sublote 9D</b>	<p>Evaluados y descartados el lote 2, y el área verde N°3, el Ministerio de Medio Ambiente propone que la central térmica sea proyectada en el lote designado para su edificio.</p> <p>La ubicación del lote se indica con el número 3 en la Figura 11</p>	Esta ubicación se valida por el Minsiterio de Medio Ambiente. Sin embargo, se debe modificar en vista de la nueva distribución del terreno propuesta el 31.05.2016
<b>Lote 9 – sublote 9d</b>	<p>Esta ubicación corresponde al nuevo terreno propuesto para el MMA.</p>	Se considera esta como la ubicación definitiva de la central.

*Tabla 11 Terrenos disponibles analizados para la ubicación de la central térmica*

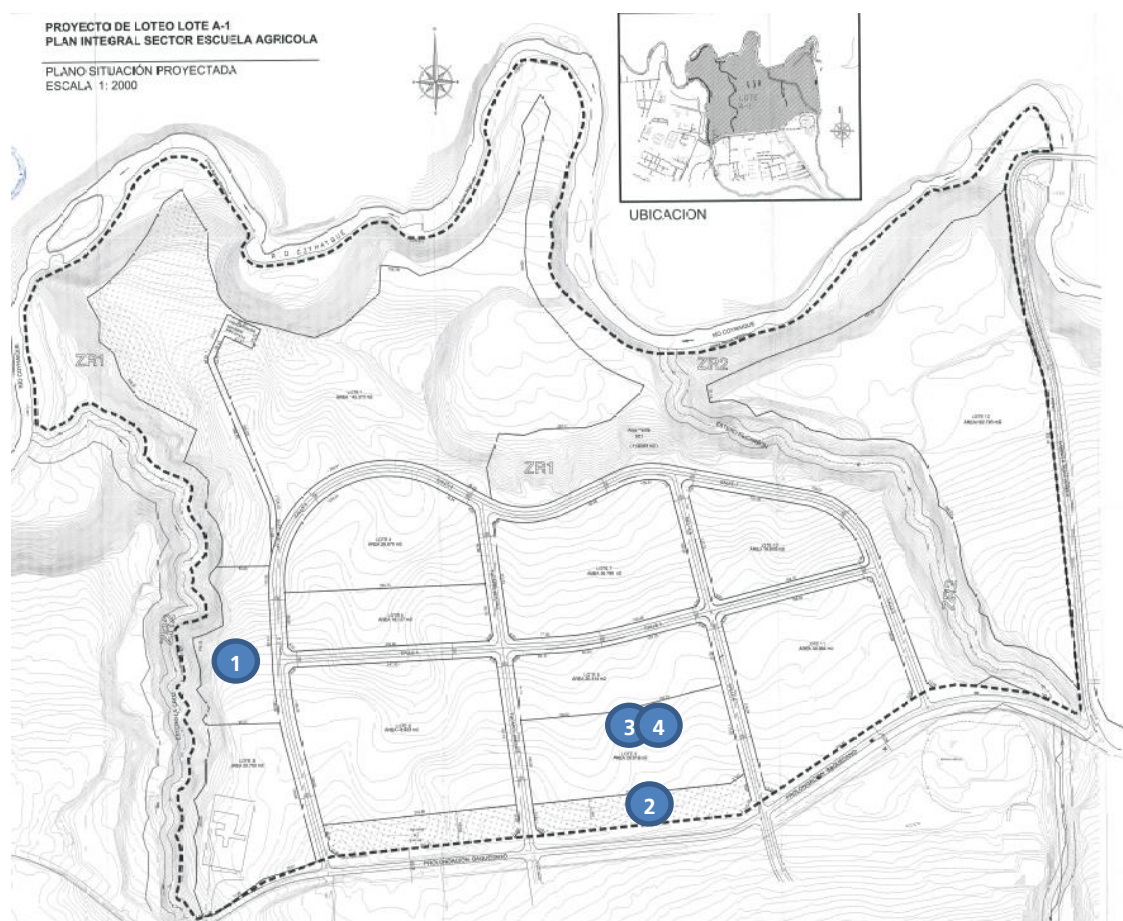


Figura 11 Distintas ubicaciones consideradas para la ubicación de la central térmica.

Se debe considerar que el lote finalmente asignado para la central de calefacción está actualmente asignado para la Subsecretaría del Medio Ambiente de acuerdo a Resolución Exenta N°392 del 12 de mayo de 2015, para "la instalación de una oficina de la SEREMI del Medio Ambiente, de manera de contribuir a la integración de la comunidad de la ciudad de Coyhaique, desde la Gestión Ambiental, aportando desde el emplazamiento a la equidad ambiental en el sector". Es por esto **que se debe gestionar con la SEREMI de Bienes Nacionales los siguientes trámites administrativos:**

1. Ampliar el uso del terreno, de manera que sea factible la construcción de una central térmica.
2. Generar las condiciones administrativas para que un privado pueda operar la central de calefacción ubicada en el lote.

## 7 Cálculo de demandas de energía térmica

### 7.1 Antecedentes para el calculo de demandas de energia térmica

#### 7.1.1 Características arquitectónicas de los edificios

Únicamente se obtuvieron planos de arquitectura para los siguientes edificios:

- **Edificio Cultural (Centro de Creación Artístico Infante Juvenil Aysén):** Se cuenta con el diseño arquitectónico del edificio con el cual se están desarrollando las distintas especialidades, incluyendo la de eficiencia energética. La superficie a construir indicada en la licitación para el diseño del edificio es de  $1.394[m^2]$  y se desarrollará en 2 pisos. Se solicita como requerimiento que el edificio debe cumplir con los requisitos mínimos de la Certificación Edificio Sustentable del Instituto de la Construcción.
- **Edificio ELEAM:** Se encuentra en proceso de licitación el diseño del edificio para todas sus especialidades. En las bases técnicas para el diseño se indica como requerimiento una mejor envolvente que la mencionada en el artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Menciona que, para cumplir con el requerimiento de  $100 [kWh/m^2 \cdot año]$ , se deben considerar sistemas de calefacción energéticamente eficientes del código de viviendas sustentables MINVU. La superficie construida para este edificio es de  $2.443[m^2]$ .
- **Edificio JUNJI:** El edificio cuenta con el diseño arquitectónico, que incluye cuadros de superficies y de ocupación, pero aún no se han desarrollado las otras especialidades, por lo que no se tiene información sobre el tipo de envolvente a utilizar. De acuerdo a la planimetría, el edificio tiene una superficie total construida de  $1.431[m^2]$ .

Las plantas de arquitectura para el edificio de Cultura y de Junji se muestran en las figuras a continuación:

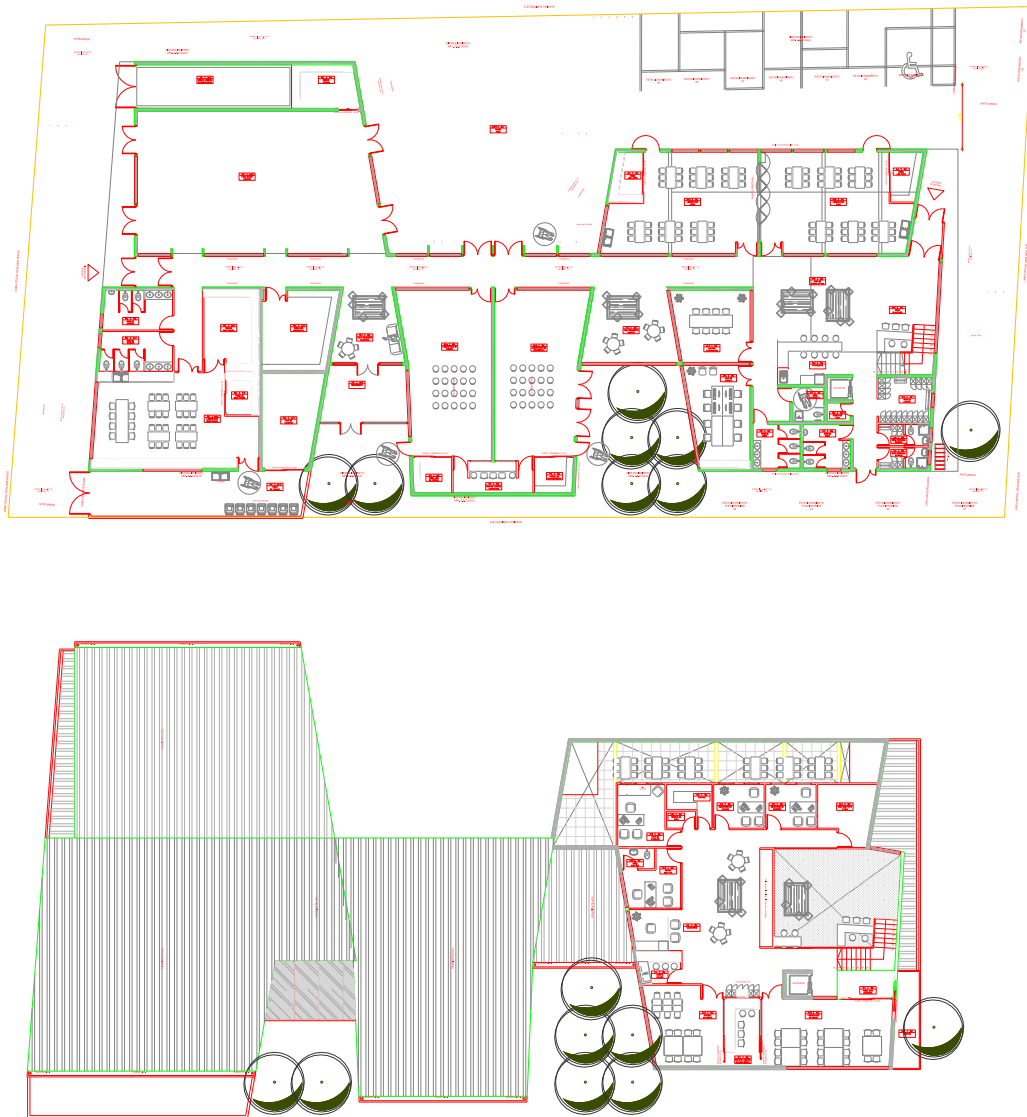


Figura 12: Planta de arquitectura del edificio del Centro Cultural. Primer piso (arriba) y segundo piso (abajo)

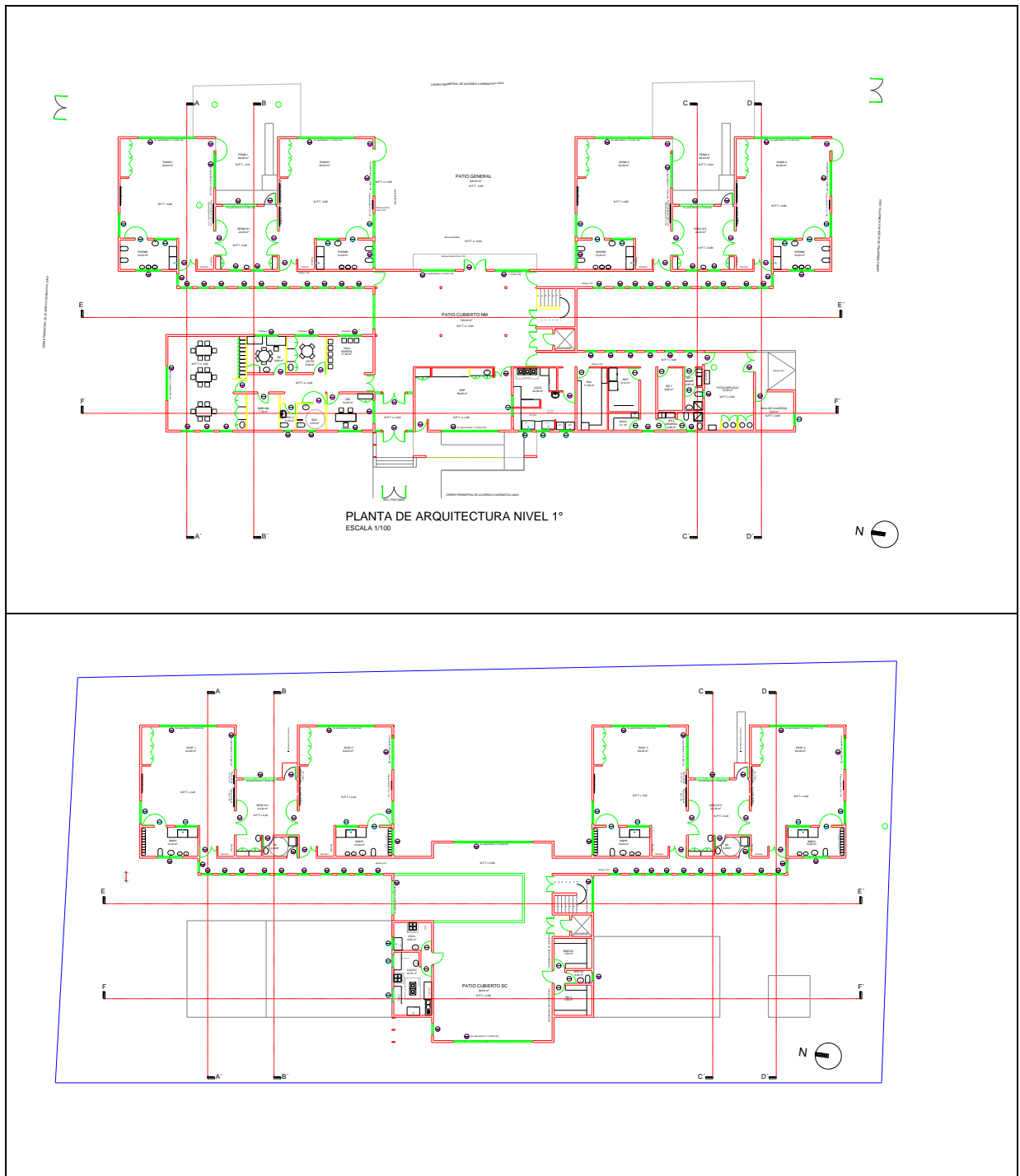


Figura 13: Plantas del Edificio JUNJI, primer piso (arriba) y segundo piso (abajo)

De acuerdo a los requerimientos estipulados en el reglamento del Lote 9, las edificaciones deben tener una demanda anual máxima de  $100[kWh/m^2 \cdot año]$ . Sin embargo, en este no especifica la metodología para estimar esta demanda, por lo que podría existir una gran variabilidad en las características finales de la envolvente para cada edificio.

La demanda de un edificio podría ser estimada mediante el método de los grados día, con el cual se obtendría un cierto nivel de transmitancia térmica para la envolvente que podría ser sig-

nificativamente más exigente que para un edificio en el que se estime su demanda mediante una simulación dinámica. En caso de utilizar una simulación dinámica para demostrar el cumplimiento de los  $100[kWh/m^2 \cdot año]$ , la envolvente resultante se verá fuertemente determinada por las horas de operación. Por ejemplo, para poder cumplir con este requisito, el edificio ELEAM que funciona las 24 horas, los 7 días de la semana, requerirá una envolvente mucho más exigente que en el caso un edificio destinado a oficinas, el cual tiene un funcionamiento de 9 horas, de lunes a viernes.

### 7.1.2 Plan de edificación y superficie

Únicamente se tienen fechas planificadas de comienzo de obras **para los edificios de CULTURA, ELEAM Y JUNJI**. Para las otras edificaciones planificadas, se estimaron de acuerdo a reuniones sostenidas con cada uno de los servicios. En el caso de las edificaciones en el Lote 9e y 9f, inicialmente destinadas al IND y a un Centro Deportivo, en las reuniones sostenidas se mencionó que no existía ningún plan de desarrollo de estos proyectos. Se asume su construcción para su entrada en operación para el año 2020.

Las superficies construidas de los distintos servicios se estimaron de acuerdo a los terrenos asignados para cada uno (Tabla 6), asumiendo un factor de constructibilidad de 64%, correspondiente al promedio de los edificios de JUNJI y CULTURA. El plan de edificación estimado es el mostrado a continuación:

Nombre Servicio	Lote	Año estimado de entrada en operación	m <sup>2</sup>	Etapas
<b>JUNJI</b>	<b>Lote 9a</b>	<b>2017</b>	<b>1.452</b>	<b>I</b>
<b>Cultura</b>	<b>Lote 9b</b>	<b>2017</b>	<b>1.394</b>	<b>I</b>
<b>ELEAM</b>	<b>Lote 9c</b>	<b>2018</b>	<b>2.210</b>	<b>I</b>
Medio Ambiente	Lote 9d	2019	538*	II
Sin asignar (prev. DEPORTIVO)*	Lote 9e	2020	583*	II
Sin asignar (prev. IND)*	Lote 9f	2020	640*	II
Bomberos	Lote 9g	2020	796*	II
SENAMA	Lote 9i	2020	535*	II
SENADIS	Lote 9j	2019	573*	II
SERNAM	Lote 9k	2020	625*	II
Servicio de Salud	Lote 9l	2019	783*	II

Tabla 12: Fechas de entrada en operación de los distintos edificios. Con \* se indican los edificios en los cuales se estimó la superficie a construir.

## 7.2 Etapa 1: Demanda instantánea máxima de calefacción distrital y ACS

### 7.2.1 Supuestos para la etapa 1

Las temperaturas utilizadas para el dimensionamiento del sistema de calefacción se seleccionan de acuerdo a la metodología *ASHRAE 2009 Fundamentals*. De acuerdo a esta, se dimensiona el sistema de calefacción considerando una temperatura exterior mínima correspondiente al percentil 99%, es decir, la temperatura a la cual solo un 1% de las temperaturas en un año son menores.

La temperatura correspondiente al criterio mencionado en el párrafo anterior, se obtiene mediante datos climáticos para Coyhaique disponibles en el Software Retscreen. La temperatura exterior de diseño para calefacción corresponde a  $-4$  [°C]. La temperatura de confort interior para calefacción se considera  $2$  [°C] por encima de la propuesta por los Términos de Referencia (TdR) del Ministerio de Obras Públicas (MOP), en vista de la falta de certeza existente sobre las características del edificio. Con esto, la temperatura de confort para calefacción será de  $22$  [°C].

En reuniones bilaterales con las empresas de servicios que se instalarán en los edificios en el sector agrícola, se detectó que no se está tomando en consideración el requisito establecido en el reglamento del Lote 9 sobre los  $100$  [ $kWh/m^2 \cdot año$ ] o, que no existe una manera estandarizada de calcularlo. Es por esto que se considerará como referencia el edificio JUNJI para el dimensionamiento del sistema de calefacción. En reunión con los encargados del diseño arquitectónico del edificio JUNJI, se mencionó que estos considerarán una envolvente de acuerdo a los requerimientos de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) para la zona térmica 7, que son los mostrados a continuación:

Zona	Valor U [ $W/m^2 K$ ]		
	Techumbre	Muros	Pisos Ventilados
1	0.84	4	3.6
2	0.6	3	0.87
3	0.47	1.9	0.7
4	0.38	1.7	0.6
5	0.33	1.6	0.5
6	0.28	1.1	0.39
<b>7</b>	<b>0.25</b>	<b>0.6</b>	<b>0.32</b>

Tabla 13: Requerimientos de transmitancia térmica para los distintos elementos de la envolvente establecidos por la OGUC.

Los requerimientos de la OGUC están dirigidos a viviendas, pero de todas maneras son aplicables a edificios con otros usos.

Las superficies de la envolvente también se determinan tomando como referencia al edificio JUNJI, de acuerdo a lo siguiente:

- **Muros:** Se asume que la relación entre el volumen útil del edificio y la superficie de la envolvente expuesta al exterior (denominada factor de compacidad) es la misma que para el edificio JUNJI. En el caso de edificios de dos pisos, se considera un factor de compacidad de 1,9. En el caso de edificios de un piso, se considera el factor de compacidad del segundo piso del edificio JUNJI, que corresponde a 1,3.
- **Techo:** El área de techos es igual a la superficie del edificio para los edificios de un piso, e igual a la superficie proyectada para los edificios de más de un piso.
- **Ventanas:** La OGUC establece un máximo de 28% de superficie para vidrios con un valor  $U$  de 2,8. Se asume una superficie vidriada de 25%, igual a la que posee el edificio de JUNJI.
- **Infiltraciones:** Se considerará un nivel de infiltraciones de tres renovaciones por hora (3 RAH).

Las cargas asociadas a la ocupación de los recintos y a los equipos eléctricos, solo serán consideradas para la simulación dinámica del edificio JUNJI, y no se considera para el dimensionamiento, en vista de que no se posee información detallada de estas cargas para el resto de edificios.

La superficie de los edificios que no cuenten con información se estimará manteniendo la misma relación superficie construida/superficie del terreno que para los edificios que ya cuentan con proyecto, como se muestra en la siguiente tabla:

EDIFICIO	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Construida	Sup. [m <sup>2</sup> ]	Terreno	Relación Sup construida / Sup terreno
<b>JUNJI</b>	1.452		2.137		64,7%
<b>CULTURA</b>	1.394		2.115		63,3%
<b>ELEAM</b>	2.210		3.161		52,7%
<b>PROMEDIO</b>					60,3%

Tabla 14: Relación superficie construida / superficie terreno en edificios con proyecto existente.

Para la demanda instantánea máxima de generación de ACS, esta se calculará de la siguiente manera:

$$P = Q_c \cdot C_{p_{h2o}} \cdot \rho_{h2o} \cdot (T_{ACS} - T_{in})$$

En donde

$P$  corresponde a la potencia instantánea de generación de ACS



$Q_c$  corresponde al caudal instantáneo en hora punta [*lts/hora*]

$Cp_{H_2O}$  corresponde al calor específico del agua, que corresponde a  $4,18[kJ/kg \cdot K]$

$\rho_{H_2O}$  corresponde a la densidad del agua. Se asumirá  $1 [kg/lt]$

$T_{ACS}$  corresponde a la temperatura de agua caliente sanitaria. Se considerará  $60[^\circ C]$

$T_{in}$  corresponde a la temperatura de agua de red.

La demanda diaria de agua caliente sanitaria se hará de acuerdo a la cantidad de personas que se estima utilizarán los edificios, y con los caudales de diseño recomendados por el Código Técnico de la Edificación de España, cuyos valores se muestran en el anexo 22.1

La temperatura de agua de la red se tomará como la temperatura mínima para Coyhaique mencionada en (MINENERGIA, 2010), que se muestra a continuación:

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura $^\circ C$	10,7	9,3	9,3	7,6	6,1	4,5	4,5	5,2	6,2	7,7	8,7	10,0

Tabla 15: Temperaturas de agua de red consideradas para el dimensionamiento de la demanda de ACS

El cálculo de potencia de ACS para los distintos edificios se detalla en los siguientes capítulos.

Para hacer frente a la incertidumbre que existe con respecto a las características del edificio, se propone un volumen de acumulación de agua caliente que permita hacer frente a las demandas punta de los distintos edificios.

## 7.2.2 Edificio JUNJI

### Dimensionamiento de Calefacción

El edificio JUNJI tiene una superficie proyectada  $S = 1.452[m^2]$ , en un terreno de  $2.136[m^2]$ . Las superficies de la envolvente se determinaron a través de planimetría y son las siguientes:

Primer piso	Perímetro envolvente	252,8	[m]
	Altura envolvente	2,5	[m]
	Superficie (planta)	807,6	[m <sup>2</sup> ]
	Área de envolvente	632,0	[m <sup>2</sup> ]
	Área de Ventanas	159,6	[m <sup>2</sup> ]
	% ventanas	0,3	
	Área de puertas	22,5	[m <sup>2</sup> ]
	% puertas	0,0	
	Área de Muros	449,9	[m <sup>2</sup> ]
	% muros	0,7	
	Volumen total	2.019,0	[m <sup>3</sup> ]
	Área total de envolvente	632,0	[m <sup>2</sup> ]
Segundo piso	Envolvente	223,0	[m]
	Altura	2,5	[m]
	Superficie (planta)	623,7	[m <sup>2</sup> ]
	Área de envolvente	557,5	[m <sup>2</sup> ]
	Ventanas	140,3	[m <sup>2</sup> ]
	% ventanas	0,3	
	Área de puertas	3,6	[m <sup>2</sup> ]
	% puertas	0,0	
	Muros	413,6	[m <sup>2</sup> ]
	% muros	0,7	
	Volumen total	1.559,3	[m <sup>3</sup> ]
	Área total de envolvente (incluye techumbre)	1.181,2	[m <sup>2</sup> ]
Factor de compacidad	1,3		
Total	Envolvente	475,8	[m]
	Altura	5,0	[m]
	Superficie (planta)	1.431,3	[m <sup>2</sup> ]
	Área de envolvente	1.189,5	[m <sup>2</sup> ]
	Ventanas	299,8	[m <sup>2</sup> ]
	% ventanas	0,3	
	Área de puertas	26,1	[m <sup>2</sup> ]
	% puertas	0,0	
	Muros	863,5	[m <sup>2</sup> ]
	% muros	0,7	
	Volumen total	3.578,3	[m <sup>3</sup> ]
	Área total de envolvente (incluye techumbre)	1.889,3	[m <sup>2</sup> ]
Factor de compacidad	1,9		

Tabla 16: Dimensiones de la envolvente para el edificio JUNJI, de acuerdo a planimetría.

Como se aprecia en la tabla anterior, la superficie de la techumbre del segundo piso ( $623,7[m^2]$ ) es inferior a la superficie del primer piso ( $807,6[m^2]$ ), lo que significa que existe techumbre al exterior tanto en el primer piso como en el segundo piso. Para simplificar esto, se asumirá que en los edificios de 2 pisos, la techumbre corresponde a la mitad de la superficie construida.

Edificio – JUNJI Demandas asociadas a:	Superficie [ $m^2$ ]	Valor U [ $W/m^2K$ ]	Dif. Temp. [ $^{\circ}C$ ]	Demanda [W]
<b>Techumbres [W]</b>	725,9	0,25	26,00	4.718
<b>Puentes Térmicos Techumbre [W]</b>	7,3	0,25	26,00	47
<b>Muros [W]</b>	863,5	0,60	26,00	13.471
<b>Ventanas [W]</b>	299,8	2,80	26,00	21.828
<b>Infiltraciones de Aire [W]</b>	---	---	26,00	101.445
			<b>TOTAL</b>	<b>141.510</b>

Tabla 17: Envoltente considerada para el edificio JUNJI

Con la envoltente presentada y considerando  $3.333$  grados día<sup>14</sup>, se obtiene una demanda de  $299,9[kWh/m^2 \cdot \text{año}]$ <sup>15</sup>. Adicionalmente, como se puede apreciar de la tabla anterior, la potencia requerida para el edificio de JUNJI es de  $141,5[kW]$ .

### **Demanda de ACS**

De acuerdo a los antecedentes entregados, se atenderá a un total de 132 alumnos en el jardín, de los cuales 60 son lactantes y 72 son párvulos. De acuerdo a los criterios de consumo de ACS mostrados en el anexo 22.1, para escuelas se recomienda considerar un consumo de  $3[lts/dia \cdot alumno]$ , con lo que se tiene un consumo de  $396[lts/dia]$ . Como no se cuenta con la información de la cantidad de artefactos que consumirán ACS para determinar el caudal instantáneo, se asumirá que el consumo de ACS punta corresponde a un 50% del total del consumo diario, y que este consumo de punta ocurre en un período de una hora.

<sup>14</sup> Fuente: [www.degreedays.net](http://www.degreedays.net) para la estación Balmaceda, considerando una temperatura base de  $15^{\circ}C$

<sup>15</sup> La demanda de calefacción aquí mencionada no corresponde necesariamente al consumo de calefacción, ya que no se consideran los horarios de utilización de los edificios. El consumo de calefacción se obtiene de la simulación realizada en la sección 52

Parámetro	Valor	Unidad
Consumo diario	396	l/d
Consumo punta	198	l
Periodo consumo punta	1	h
Consumo punta	0,06	l/s
Temperatura de entrada agua	4,5	°C
Temperatura de entrega del agua	60	°C
Cp agua	4,18	kJ/kg K
Densidad agua	1	kg/l
Potencia instantánea	12,8	kW

Tabla 18: Demanda Instantánea para la generación de ACS en el edificio JUNJI

### 7.2.3 Edificio Consejo de Cultura

El proyecto del Consejo de la Cultura se denomina “Centro para la Creación Artística”, y presenta un edificio de  $1.394[m^2]$ , en un terreno de  $2.115[m^2]$ . De acuerdo a lo indicado en los antecedentes entregados, se observa que este edificio tiene un total de dos pisos, por lo que se considerará que la superficie de techumbre es un 50% de la superficie del edificio.

Edificio – Cultura	Superficie	Valor U	Dif. Temp.	Demanda [W]
Demandas asociadas a:	$[m^2]$	$[W/m^2 K]$	$[°C]$	
<b>Techumbres [W]</b>	690,03	0,25	26,00	4.485
<b>Puentes Térmicos Techumbre [W]</b>	6,90	0,25	26,00	45
<b>Muros [W]</b>	858,1	0,6	26,00	13.387
<b>Ventanas [W]</b>	286,0	2,8	26,00	20.824
<b>Infiltraciones de Aire [W]</b>	---	---	26,00	97.406
			<b>TOTAL</b>	<b>136.147</b>

Tabla 19: Envoltente considerada para el edificio de Cultura.

La demanda de calefacción con estas características es de  $300,5[kWh/m^2 \cdot año]$  y la potencia requerida es de  $136,1[kW]$ .

### **Demanda de ACS**

La cantidad de ocupantes para este edificio considerada en el plan de arquitectura del edificio considera un total de 267 ocupantes, pero se trata de usos no permanentes, debido al uso del edificio. Tampoco se tiene información sobre los artefactos de agua considerados. La ocupación de este edificio se asumirá con la misma densidad que para el edificio JUNJI, que es el único edificio que cuenta con información. De esta manera, se consideran 165 personas y se utiliza un consumo de  $3[lts/persona]$  (edificio administrativo) de acuerdo a lo indicado en los anexos.

Parámetro	Valor	Unidad
Consumo diario	495	l/d
Consumo punta	247,5	l
Periodo consumo punta	1	h
Consumo punta	0,07	l/s
Temperatura de entrada agua	4,5	°C
Temperatura de entrega del agua	60	°C
Cp agua	4,18	kJ/kg K
Densidad agua	1	kg/l
Potencia instantánea	15,95	kW

Tabla 20: Demanda instantánea de ACS para el edificio Consejo de Cultura.

#### **7.2.4 Edificio Adulto Mayor (ELEAM)**

De acuerdo a la información recopilada, el edificio cuenta con una superficie construida de  $2.210[m^2]$  en una superficie de  $4.193[m^2]$ . Basándose en los antecedentes recibidos, se considerará un edificio de dos pisos.

Edificio ELEAM Demandas asociadas a:	Superficie [ $m^2$ ]	Valor U [ $W/m^2K$ ]	Dif. Temp. [ $^{\circ}C$ ]	Demanda [W]
<b>Techumbres [W]</b>	1.093,95	0,25	26,00	7.111
<b>Puentes Térmicos Techumbre [W]</b>	10,94	0,25	26,00	71
<b>Muros [W]</b>	1.360,5	0,6	26,00	21.223
<b>Ventanas [W]</b>	453,5	2,8	26,00	33.014
<b>Infiltraciones de Aire [W]</b>	---	---	26,00	154.424
			<b>TOTAL</b>	<b>215.842</b>

Tabla 21: Envoltente considerada para el edificio ELEAM

Como se aprecia de la tabla anterior, la potencia requerida es de 215,8[kW]. La demanda de energía para este edificio es de 300,5[kWh/ $m^2 \cdot$  año].

### **Demanda de ACS**

De acuerdo a las bases técnicas para el diseño del edificio, en el edificio se consideran 28 dormitorios para personas postradas, y 7 dormitorios para el resto de los residentes, y cada uno de los dormitorios debe estar diseñado para albergar a 2 residentes. De esta manera, y de acuerdo a lo indicado en el anexo 22.1, la demanda de ACS para el edificio ELEAM se estima considerando un consumo de ACS de 55 [lts/día] por cada cama. De esta manera, la demanda de ACS es la mostrada a continuación:

Parámetro	Valor	Unidad
<b>Consumo diario</b>	3.850,00	l/d
<b>Consumo punta</b>	1.925,00	l
<b>Periodo consumo punta</b>	1	h
<b>Consumo punta</b>	0,53	l/s
<b>Temperatura de entrada agua</b>	4,5	$^{\circ}C$

---

<b>Temperatura de entrega del agua</b>	60	°C
<b>Cp agua</b>	4,18	kJ/kg K
<b>Densidad agua</b>	1	kg/l
<b>Potencia instantánea</b>	124,1	kW

*Tabla 22: Demanda instantánea de ACS para el edificio ELEAM*

## 7.3 Etapa 2: Demanda instantánea máxima de calefacción distrital y ACS

### 7.3.1 Edificio Ministerio de Medio Ambiente

La superficie del terreno para este edificio es de  $840[m^2]$ , por lo que se asumirá una superficie construida de  $506[m^2]$ , con un edificio de un piso.

EDIFICIO MMA Demandas asociadas a:	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Valor U [W/m <sup>2</sup> K]	Dif. Temp. [°C]	Demanda [W]
Techumbres [W]	501,07	0,25	26,00	3.256,9
Puentes Térmicos Techumbre [W]	5,01	0,25	26,00	32,6
Muros [W]	354,2	0,6	26,00	5.525,4
Ventanas [W]	118,1	2,8	26,00	8.595,1
Infiltraciones de Aire [W]	---	---	26,00	35.365,8
			<b>TOTAL</b>	<b>52.775,8</b>

Tabla 23: Envoltente considerada para edificio del Ministerio del Medio Ambiente

La demanda de energía con la configuración propuesta es de  $320[kWh/m^2 \cdot \text{año}]$  y la potencia requerida es de  $52,7[kW]$ .

### ***Demanda de ACS***

Se considera un edificio de tipo administrativo, con un consumo de  $3 [lts/dia \text{ persona}]$  y un total de 62 personas.

Parámetro	Valor	Unidad
Consumo diario	185	l/d
Consumo punta	92	l
Periodo consumo punta	1	h



Parámetro	Valor	Unidad
Consumo punta	0,03	l/s
Temperatura de entrada agua	4,5	°C
Temperatura de entrega del agua	60	°C
Cp agua	4,18	kJ/kg K
Densidad agua	1	kg/l
Potencia instantánea	5,73	kW

Tabla 24: Demanda Instantánea de ACS para el edificio de Medio Ambiente

### 7.3.2 Edificio Deportes

Si bien en reunión bilateral sostenida con el Instituto Nacional del Deporte se sostuvo que no se contaba con un proyecto para este lote, de todas maneras se considerará que en algún momento habrá un edificio construido en este terreno. La superficie del terreno disponible es de 910[m<sup>2</sup>], por lo que se asumirá una superficie para el edificio de 548[m<sup>2</sup>]. Se asumirá un edificio de un piso, por lo que la superficie de techumbre es de 548[m<sup>2</sup>].

EDIFICIO DEPORTIVO	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Valor U [W/m <sup>2</sup> K]	Dif. Temp. [°C]	Demanda [W]
Demandas asociadas a:				
Techumbres [W]	542,8	0,25	26,00	3.528,4
Puentes Térmicos Techumbre [W]	5,4	0,25	26,00	35,3
Muros [W]	383,7	0,6	26,00	5.985,9
Ventanas [W]	127,9	2,8	26,00	9.311,4
Infiltraciones de Aire [W]	---	---	26,00	38.313,0
			<b>TOTAL</b>	<b>57.173,83</b>

Tabla 25: Envoltente considerada para el edificio Deportivo.

La potencia requerida para este edificio es de  $57,1[kW]$  y la demanda es de  $320[kWh/m^2 \cdot \text{año}]$ .

### ***Demanda de ACS***

Para el edificio deportivo, se considera una ocupación de 67 personas y el tipo de edificio se considera como "gimnasio" de acuerdo a anexos, lo que significa un consumo de  $20 [lts/dia \text{ persona}]$ .

Parámetro	Valor	Unidad
Consumo diario	1.336,68	l/d
Consumo punta	668,34	l
Periodo consumo punta	1	h
Consumo punta	0,19	l/s
Temperatura de entrada agua	4,5	°C
Temperatura de entrega del agua	60	°C
Cp agua	4,18	kJ/kg K
Densidad agua	1	kg/l
Potencia instantánea	41,4	kW

*Tabla 26: Demanda instantánea de ACS para el edificio deportivo.*

### **7.3.3 Edificio Instituto Nacional del Deporte (IND)**

Al igual que para el edificio anterior, el IND asegura no tener contemplado un edificio para el barrio cívico, pero de todas maneras existe el espacio disponible y se considerará un edificio. El único antecedente que se tiene sobre este edificio, es que estará ubicado sobre un terreno de  $1.000 [m^2]$ . Con lo anterior, se puede suponer que el edificio tendrá una superficie de  $602[m^2]$  y que será de dos pisos.

EDIFICIO IND Demandas asociadas a:	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Valor U [W/m <sup>2</sup> K]	Dif. Temp. [°C]	Demanda [W]
Techumbres [W]	298,11	0,25	26,00	1.938
Puentes Térmicos Techumbre [W]	2,98	0,25	26,00	19
Muros [W]	370,7	0,6	26,00	5.783
Ventanas [W]	123,6	2,8	26,00	8.996
Infiltraciones de Aire [W]	---	---	26,00	42.081
			<b>TOTAL</b>	<b>58.818</b>

Tabla 27: Envolvente considerada para el edificio del IND

Como se puede apreciar, la demanda de calefacción es de 58,8[kW] para el edificio IND. La demanda anual calculada con el método de los grados día es de 300[kWh/m<sup>2</sup> · año].

### Agua Caliente Sanitaria

Se asume un edificio de tipo administrativo, con un consumo de 3[lts/día persona] de acuerdo a señalado en los anexos. La cantidad de personas considerada es de 72.

Parámetro	Valor	Unidad
Consumo diario	217	l/d
Consumo punta	108,61	l
Periodo consumo punta	1	h
Consumo punta	0,03	l/s
Temperatura de entrada agua	4,5	°C
Temperatura de entrega del agua	60	°C
Cp agua	4,18	kJ/kg K
Densidad agua	1	kg/l

<b>Potencia instantánea</b>	6,8	kW
-----------------------------	-----	----

Tabla 28: Demanda instantánea de ACS para el edificio IND

### 7.3.4 Edificio Bomberos

El edificio de bomberos cuenta con un terreno de  $1.243[m^2]$ , con lo cual se asume una superficie construida de  $749[m^2]$ . Por el uso dado, se asumirá un edificio de un único piso.

EDIFICIO BOMBEROS Demandas asociadas a:	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Valor U [W/m <sup>2</sup> K]	Dif. Temp. [°C]	Demanda [W]
<b>Techumbres [W]</b>	741,30	0,25	26,00	4.818
<b>Puentes Térmicos Techumbre [W]</b>	7,41	0,25	26,00	48
<b>Muros [W]</b>	524,0	0,6	26,00	8.174
<b>Ventanas [W]</b>	174,7	2,8	26,00	12.716
<b>Infiltraciones de Aire [W]</b>	---	---	26,00	52.321
			<b>TOTAL</b>	<b>78.078</b>

Tabla 29: Envoltente considerada para el edificio de Bomberos

De lo anterior, se tiene que el edificio requiere una potencia máxima de calefacción de  $78[kW]$ , mientras que su demanda anual es de  $320[kWh/m^2 \cdot \text{año}]$ .

### **Demanda de ACS**

El edificio de bomberos se considera del tipo "Cuarteles", con un consumo de  $20[lts/dia \text{ persona}]$ . La ocupación de este edificio se considera de 99 personas.

Parámetro	Valor	Unidad
<b>Consumo diario</b>	1.977	l/d
<b>Consumo punta</b>	988	l
<b>Periodo consumo punta</b>	1	h

<b>Consumo punta</b>	0,27	l/s
<b>Temperatura de entrada agua</b>	4,5	°C
<b>Temperatura de entrega del agua</b>	60	°C
<b>Cp agua</b>	4,18	kJ/kg K
<b>Densidad agua</b>	1	kg/l
<b>Potencia instantánea</b>	56,5	kW

Tabla 30: Demanda instantánea de ACS para el edificio de bomberos

### 7.3.5 Edificio SENAMA

El edificio de la SENAMA cuenta con un terreno de  $835[m^2]$ , y se considera una superficie construida de  $503[m^2]$ . Se asumirá un edificio de un único piso.

<b>EDIFICIO SENAMA</b>	<b>Superficie</b>	<b>Valor U</b>	<b>Dif. Temp.</b>	<b>Demanda</b>
<b>Demandas asociadas a:</b>	<b>[m<sup>2</sup>]</b>	<b>[W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>[°C]</b>	<b>[W]</b>
<b>Techumbres [W]</b>	498,22	0,25	26,00	3.238
<b>Puentes Térmicos Techumbre [W]</b>	4,98	0,25	26,00	32
<b>Muros [W]</b>	352,2	0,6	26,00	5.494
<b>Ventanas [W]</b>	117,4	2,8	26,00	8.546
<b>Infiltraciones de Aire [W]</b>	---	---	26,00	35.165
			<b>TOTAL</b>	<b>52.476</b>

Tabla 31: Envoltente considerada para el edificio de SENAMA

De lo anterior, se tiene que el edificio requiere una potencia máxima de calefacción de  $52[kW]$ , mientras que su demanda anual es de  $320[kWh/m^2 \cdot \text{año}]$ .

### ***Demanda de ACS***

El edificio de SENAMA se considera del tipo "Administrativo", con un consumo de 3[*lts/dia persona*]. La ocupación de este edificio se considera de 66 personas.

Parámetro	Valor	Unidad
Consumo diario	199	l/d
Consumo punta	100	l
Periodo consumo punta	1	h
Consumo punta	0,03	l/s
Temperatura de entrada agua	4,5	°C
Temperatura de entrega del agua	60	°C
Cp agua	4,18	kJ/kg K
Densidad agua	1	kg/l
Potencia instantánea	5,7	kW

*Tabla 32: Demanda instantánea de ACS para el edificio de SENAMA*

### **7.3.6 Edificio SENADIS**

El edificio del Senadis cuenta con un terreno de 895[m<sup>2</sup>], y se considera una superficie construida de 539[m<sup>2</sup>]. Por el uso dado, se asumirá un edificio de un único piso.

EDIFICIO SENADIS	Superficie	Valor U	Dif. Temp.	Demanda
Demandas asociadas a:	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[°C]	[W]
<b>Techumbres [W]</b>	533,76	0,25	26,00	3.469
<b>Puentes Térmicos Techumbre [W]</b>	5,34	0,25	26,00	35
<b>Muros [W]</b>	377,3	0,6	26,00	5.886
<b>Ventanas [W]</b>	125,8	2,8	26,00	9.156
<b>Infiltraciones de Aire [W]</b>	---	---	26,00	37.673

<b>TOTAL</b>	<b>56.219</b>
--------------	---------------

Tabla 33: Envoltente considerada para el edificio de SENADIS

De lo anterior, se tiene que el edificio requiere una potencia máxima de calefacción de 56 [kW], mientras que su demanda anual es de 320 [kWh/m<sup>2</sup> · año].

### **Demanda de ACS**

El edificio de SENADIS se considera del tipo "Administrativo", con un consumo de 3[lts/dia persona]. La ocupación de este edificio se considera de 97 personas.

Parámetro	Valor	Unidad
Consumo diario	292	l/d
Consumo punta	146	l
Periodo consumo punta	1	h
Consumo punta	0,04	l/s
Temperatura de entrada agua	4,5	°C
Temperatura de entrega del agua	60	°C
Cp agua	4,18	kJ/kg K
Densidad agua	1	kg/l
Potencia instantánea	6,1	kW

Tabla 34: Demanda instantánea de ACS para el edificio de SENADIS

### **7.3.7 Edificio SERNAM**

La superficie disponible para el edificio del SERNAM es de 976[m<sup>2</sup>], con lo que se estima una superficie construida de 588[m<sup>2</sup>].

EDIFICIO SERNAM Demandas asociadas a:	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Valor U [W/m <sup>2</sup> K]	Dif. Temp. [°C]	Demanda [W]
Techumbres [W]	582,4	0,25	26	3.786
Puentes Térmicos Techumbre [W]	5,8	0,25	26	38
Muros [W]	411,7	0,6	26	6.423
Ventanas [W]	137,2	2,8	26	9.991
Infiltraciones de Aire [W]	---	---	26	41.109
<b>TOTAL</b>				<b>61.346</b>

Tabla 35: Envolvente Considerada para el Edificio de SERNAM

De lo anterior, se observa que la potencia requerida es de 61,3[kW]. Con la configuración propuesta, la demanda de energía del edificio se estima en 320,8[kWh/m<sup>2</sup> · año].

### **Demanda de ACS**

Se considera un edificio de tipo administrativo, con una ocupación de 79 personas y un consumo de 3 [lts/dia persona].

Parámetro	Valor	Unidad
Consumo diario	238	l/d
Consumo punta	119	l
Periodo consumo punta	1	h
Consumo punta	0,03	l/s
Temperatura de entrada agua	4,5	°C
Temperatura de entrega del agua	60	°C
Cp agua	4,18	kJ/kg K
Densidad agua	1	kg/l



<b>Potencia instantánea</b>	6,6	kW
-----------------------------	-----	----

Tabla 36: Demanda Instantánea de ACS para el edificio SERNAM

### 7.3.8 Edificio Servicio Salud

El edificio del Servicio de Salud cuenta con un terreno de  $1.222[m^2]$ , y se considera una superficie construida de  $736[m^2]$ . Por el uso dado, se asumirá un edificio de dos pisos.

EDIFICIO SERVICIO DE SALUD Demandas asociadas a:	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Valor U [W/m <sup>2</sup> K]	Dif. Temp. [°C]	Demanda [W]
<b>Techumbres [W]</b>	729	0,25	26,00	4.739
<b>Puentes Térmicos Techumbre [W]</b>	7	0,25	26,00	47
<b>Muros [W]</b>	180	0,6	26,00	2.807
<b>Ventanas [W]</b>	60	2,8	26,00	4.366
<b>Infiltraciones de Aire [W]</b>	---	---	26,00	51.457
			<b>TOTAL</b>	<b>63.417</b>

Tabla 37: Envoltente Considerada para el Edificio del Servicio de Salud

De lo anterior, se tiene que el edificio requiere una potencia máxima de calefacción de  $63,4[kW]$ , mientras que su demanda anual es de  $320[kWh/m^2 \cdot \text{año}]$ .

### **Demanda de ACS**

El edificio de Servicio de Salud se considera del tipo "Administrativo", con un consumo de  $3[lts/dia \text{ persona}]$ . La ocupación de este edificio se considera de 66 personas.

Parámetro	Valor	Unidad
<b>Consumo diario</b>	199	l/d
<b>Consumo punta</b>	100	l
<b>Periodo consumo punta</b>	1	h

---

<b>Consumo punta</b>	0,03	l/s
<b>Temperatura de entrada agua</b>	4,5	°C
<b>Temperatura de entrega del agua</b>	60	°C
<b>Cp agua</b>	4,18	kJ/kg K
<b>Densidad agua</b>	1	kg/l
<b>Potencia instantánea</b>	8,34	kW

*Tabla 38: Demanda instantánea de ACS para el edificio del Servicio de Salud*

## 7.4 Etapa 1 y Etapa 2: Resumen demanda de energía térmica total edificios

La demanda total de calefacción de manera simultánea para el 99% de las temperaturas mínimas es el mostrado a continuación:

Etapa	Edificio	Superficie construida [m <sup>2</sup> ]	Demanda Máxima Calefacción [kW]	Demanda máxima Agua Caliente Sanitaria [kW]
1	JUNJI	1.452	141,51	12,8
	CULTURA	1.394	136,15	15,9
	ELEAM	2.210	215,84	124,1
<b>TOTAL ETAPA 1</b>		<b>5.056</b>	<b>493.5</b>	<b>152.8</b>
2	IND*	602	58,82	6,8
	DEPORTES*	548	57,17	41,4
	MMA*	506	52,78	5,7
	SERNAM*	588	61,35	6,7
	BOMBEROS*	749	78,08	56,5
	S. SALUD*	736	63,42	8,3
	SENADIS*	539	56,22	6,1
	SENAMA*	503	52,48	5,7
<b>TOTAL ETAPA 2</b>		<b>4.773</b>	<b>480.3</b>	<b>137.2</b>
TOTAL		<b>9.828</b>	<b>973,8</b>	<b>290,0</b>

Tabla 39: Resumen agregado de las superficies construidas, las demandas máximas de calefacción y las demandas máximas de Agua Caliente Sanitaria. \* superficie estimada.

La demanda indicada en la tabla anterior no representa necesariamente el tamaño requerido de la central, ya que debe considerarse que no todas las demandas ocurren simultáneamente, y se deben considerar las pérdidas por distribución. Esto se discute en la sección siguiente.

## 8 Tamaño de la central de generación de calor

### 8.1 Diversidad de la demanda de energía térmica

Para dimensionar el tamaño de la central de generación de calor, se debe considerar la diversidad de las demandas. Es decir, se debe considerar que no todas las demandas de calefacción ni de ACS ocurren en el mismo instante.

Como se desconocen los perfiles de demanda de calefacción y ACS para los edificios involucrados en la calefacción distrital, se utilizará literatura de referencia para establecer la diversidad de la demanda.

Para conocer la simultaneidad de las demandas en distintos edificios, se utiliza el factor de diversidad de la demanda, que corresponde a un valor mayor a 0 y menor a 1, en el que 1 significa que todas las demandas punta ocurren de manera simultánea y 0 significa que todas las demandas se presentan en tiempos distintos. Así, para dos edificios que tienen una demanda punta de 10[kW], si ambos presentan la demanda en un mismo horario, tendrán un factor de diversidad de 1 y deberán suplirse con una potencia igual a la suma de ambas demandas (20[kW]), mientras que si el factor de demanda es 0,75, significa que la demanda requerida es de 15[kW].

Para un sistema a vapor, Geiringer (1963) estableció un factor de 0,8 para calefacción de espacios y un factor de 0,65 para la generación de ACS, y además establece que estos factores pueden ser reducidos en un 10% para sistemas de agua de alta temperatura.

Por otro lado, Werner (1984) analizó los factores de diversidad en sistemas de calefacción de agua a baja temperatura en Suecia, que resultaron estar entre 0,57 y 0,79, con un promedio de 0,685.

En vista de la similitud de la operación de los distintos edificios, se tomarán los valores mayores de las referencias anteriores. Se utilizará un valor global de 0,8 para calefacción y un valor de 0,65 para la generación de ACS. Los resultados de aplicar estos factores de diversidad de la demanda se pueden ver en la Tabla 42

#### 8.1.1 Pérdidas por distribución

La carga (o potencia) necesaria debida a las pérdidas por el sistema de distribución es determinada en las condiciones de operación en las cuales ocurre la máxima transferencia de calor. Estas pérdidas deben ser consideradas también en el dimensionamiento de la central de generación de calor. La transferencia de calor en el sistema de distribución no está relacionada con el factor de carga de la planta (diversidad de la demanda).

Para estimar las pérdidas por distribución, se deben primero calcular las propiedades térmicas del suelo, que dependen de su composición, su humedad, y la profundidad a la que estarán las tuberías de distribución. Se considera lo siguiente, basándose en ASHRAE district heating guide y en los ensayos de mecánica de suelos realizados dentro del contexto de este proyecto.

Parámetro	Valor
<b>Contenido de humedad del suelo (ensayo)</b>	32%
<b>Tipo de suelo (ensayo)</b>	Limo arenoso
<b>Conductividad térmica</b>	1,3[W/m · K]
<b>Calor específico del suelo</b>	1,148[kJ/kg · K]
<b>Difusividad térmica del suelo</b>	1,3[m <sup>2</sup> /dia]
<b>Profundidad de las tuberías</b>	1[m]
<b>Temperatura mínima del suelo</b>	5,3[°C]
<b>Longitud del tramo de distribución</b>	542[m]

Tabla 40: Parámetros utilizados para la evaluación de las propiedades del suelo.

Con estos parámetros, se obtienen dos diferentes cargas asociadas al sistema de distribución:

- Una carga asociada a las pérdidas típicas, que se calcula con la temperatura media del suelo.
- Una carga asociada a las pérdidas en la temperatura mínima de suelo. Esta carga debe ser incorporada al tamaño de la central de calefacción.

Parámetro	Valor
<b>Demanda temperatura media</b>	17,8[kW]
<b>Demanda temperatura mínima</b>	27,7[kW]

Tabla 41: Demandas asociadas a pérdidas por distribución

La temperatura promedio y mínima del suelo fueron calculadas utilizando la metodología indicada en (ASHRAE, 2009). Los cálculos se adjuntan en formato digital, en el archivo "Calculo\_perdidas\_distribucion.xlsx".

Las pérdidas de calor entre la tubería y el suelo son mayores cuando la temperatura del suelo es menor, ya que las pérdidas de calor son directamente proporcionales a la diferencia de tempera-

tura entre los dos elementos. La temperatura mínima considerada para el suelo se calculó para una profundidad de 1[m] y es de 5,3°C. La temperatura media calculada fue de 8.9°C.

### 8.1.2 Tamaño de la central de generación de calor

Con los parámetros calculados anteriormente, se estima el tamaño requerido para la central. Las demandas totales y los factores de diversidad considerados para este dimensionamiento se muestran en la Tabla 42

		Demanda estimada [kW]	Factor de diversidad	Demanda requerida [kW]
<b>Etapa 1</b>	Calefacción	494	0.8	395
	ACS	153	0.65	99
	Distribución	28	1	28
	<b>TOTAL ETAPA 1</b>			<b>522</b>
<b>Etapa 2</b>	Calefacción	480	0.8	384
	ACS	137	0.65	89
	<b>TOTAL ETAPA 2</b>			<b>473</b>

Tabla 42: Tamaño de la central de generación de calor a considerar

El tamaño de la central se aproximará al tamaño comercial disponible más cercano.

En vista de que los edificios no entrarán en operación al mismo tiempo, se propondrá una central de calefacción que vaya escalándose a medida que entren más edificios en operación.

## 8.2 Demanda anual de calefacción

### 8.2.1 Simulación del edificio JUNJI

El comportamiento de la demanda de calefacción del edificio de la JUNJI se realizó a través de una simulación dinámica utilizando el software Design Builder.

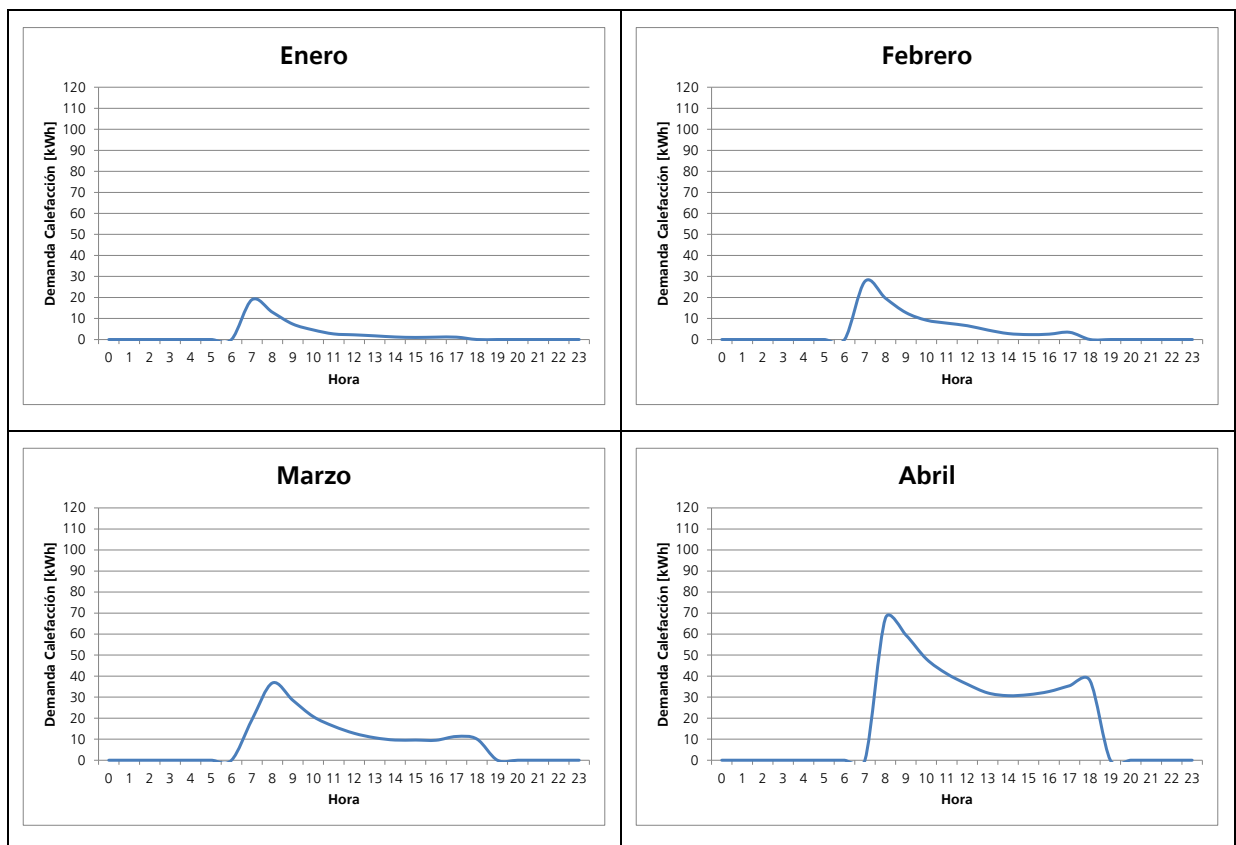
Las condiciones de borde fueron las siguientes:

- Se considera calefacción a 22°C, para todos los recintos excepto cocinas. No se considera enfriamiento.
- El horario de operación de todos los sistemas (iluminación, personas, equipos internos y calefacción) se considera de 8 am a 7pm y de lunes a viernes para todo el año.
- La carga interna de equipos en salas de clases es de 10 [W/m<sup>2</sup>]; oficinas 15 [W/m<sup>2</sup>].

- La infiltración se fija en 0,5 c/h para todo momento (8760 h/año).
- La carga de ocupación según cuadro de ocupación en plano de arquitectura ( 1,5 m<sup>2</sup>/persona en salas; 7 m<sup>2</sup>/persona en oficinas; 15 m<sup>2</sup>/persona en cocinas).
- Solo 4 ciudades poseen la información climática registrada en un período de años suficiente para ser considerada dentro de los archivos climáticos que generalmente utilizan los software de simulación. Estas corresponden a Antofagasta, Santiago, Concepción, Punta Arenas. Se escoge Punta Arenas como punto de partida.
- La ventilación de referencia se considera de acuerdo a ASHRAE 62.1
- La iluminación de referencia se considera de acuerdo a ASHRAE 90.1-2007

Como resultado de la simulación, se obtuvo una demanda de calefacción para el edificio de 153.852[kWh/año]. Al sumar esta demanda con la de agua caliente sanitaria y considerando la superficie del edificio de 1.452[m<sup>2</sup>], se tiene una demanda unitaria de 106[kWh/m<sup>2</sup>].

Los perfiles de demanda horarios para cada mes se muestran en la figura siguiente, desde enero hasta diciembre.



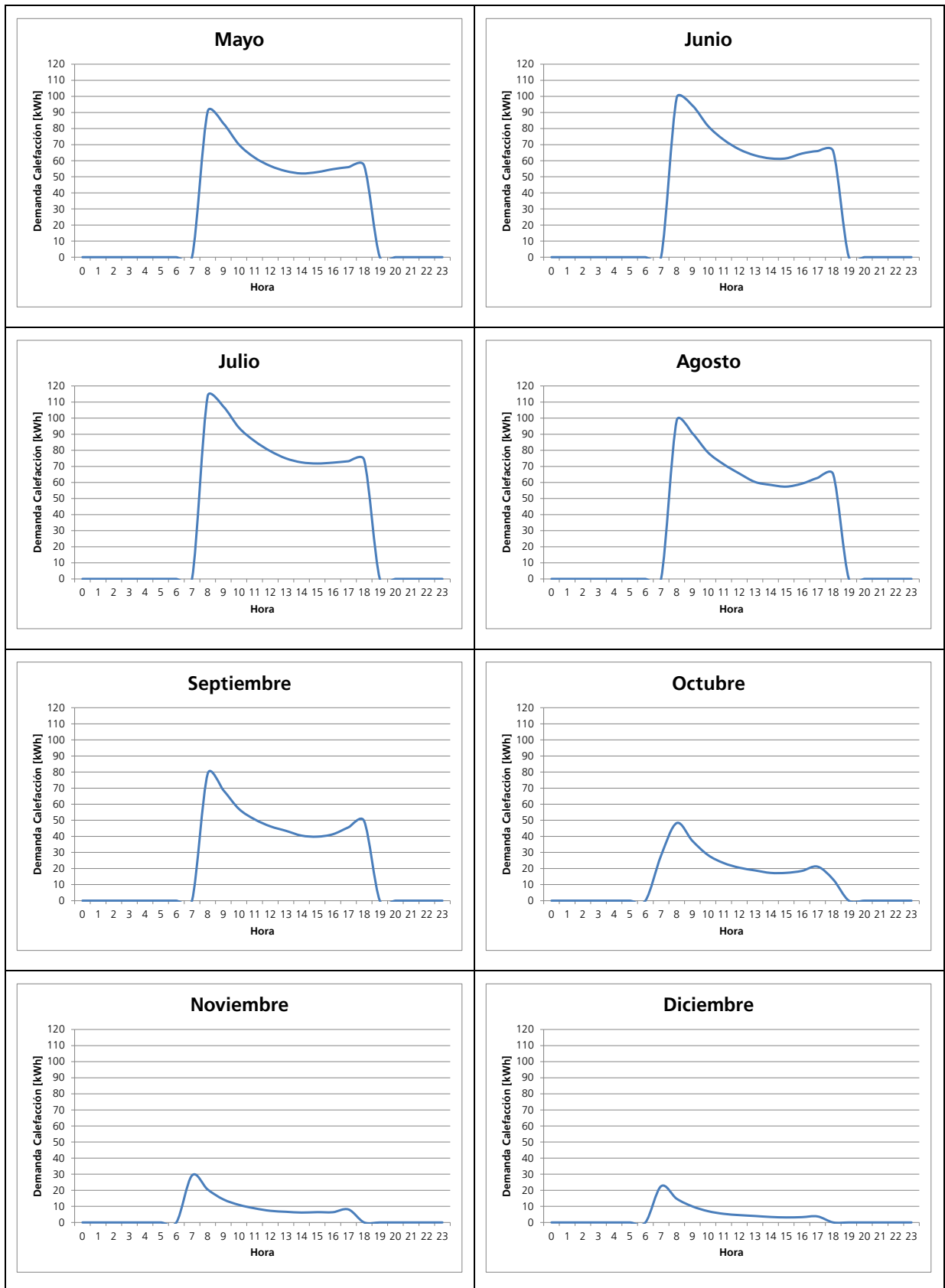


Figura 14: Perfiles de demanda horaria de calefacción mensuales, para el edificio JUNJI.



Con las suposiciones realizadas, se observa que los horarios de mayor demanda corresponden a la hora de comienzo de funcionamiento del edificio a las 7 am.

### 8.2.2 Todos los edificios

El consumo de todos los edificios que no fueron simulados en el software dinámico, se calcularon utilizando el método de los grados día de calefacción. El consumo de energía se calcula de la siguiente manera:

$$Q = \left[ \left( \frac{W}{K} \right)_{\text{ventanas}} + \left( \frac{W}{K} \right)_{\text{muros}} + \left( \frac{W}{K} \right)_{\text{techo}} + \left( \frac{W}{K} \right)_{\text{infiltraciones}} \right] \cdot 24 \cdot HDD$$

En donde

$Q$  corresponde al consumo de energía en unidades de [Wh]

$\left( \frac{W}{K} \right)$  corresponde al coeficiente de pérdida de calor para los distintos elementos de la envolvente y asociado a los recambios de aire.

$HDD$  corresponde a los grados día de calefacción para la localidad.

Los grados día considerados para el cálculo del consumo de energía se obtienen de la página [www.degreedays.net](http://www.degreedays.net), que tiene acceso a una estación meteorológica en Coyhaique. Se considerarán los grados día de calefacción correspondientes al año 2015, que suman un total de 3.333.

Como muestra de la incertidumbre que genera el no especificar como se debe cumplir el requerimiento de los 100[kWh/m<sup>2</sup> año] del reglamento, se calcula la demanda utilizando el método de los grados día para el edificio Junji, que da como resultado una demanda de 435.370[kWh/año], comparado con los 153.852[kWh/año] que se obtuvieron en la simulación.

Se debe considerar que este consumo de energía está sobreestimado en comparación con los resultados obtenidos a través de simulación, ya que los grados día de calefacción se calculan con las temperaturas de todo el día, incluyendo las temperaturas nocturnas en las cuales los edificios no están siendo utilizados, y los fines de semana. Para resolver esto, se tomará como referencia el edificio JUNJI, en donde la demanda de energía obtenida a través de simulación resulta ser un 35% de la demanda obtenida a través de los grados día de calefacción, y además se agrega un 15% de consumo adicional como factor de seguridad. Este factor se aplicará para todos los edificios de los cuales no se tiene información, a excepción del ELEAM, ya que tiene una operación 24 horas del día, los 7 días de la semana.

Etapa	Edificio	Demanda Calefacción Estimada HDD [kWh/año]	Demanda Calefacción estimada [kWh/año]	Demanda ACS [kWh/año]	Consumo Total [kWh/año]
Etapa 1	JUNJI	435.370	217.685	6.635	224.320
	CULTURA	418.871	209.436	8.294	217.729
	ELEAM	664.064	664.064	90.309	754.373
	<b>TOTAL ETAPA 1</b>	<b>1,518,306</b>	<b>1.091.185</b>	<b>105.237</b>	<b>1.196.422</b>
Etapa 2	IND	180.960	90.480	3.545	94.025
	DEPORTES	175.902	87.951	30.121	118.072
	MMA	162.371	81.185	2.979	84.164
	SERNAM	188.737	94.368	3.463	97.831
	BOMBEROS	240.216	120.108	41.134	161.242
	S.SALUD	195.110	97.555	6.068	103.623
	SENADIS	172.964	86.482	4.443	90.925
	SENAMA	161.447	80.724	4.147	84.870
<b>TOTAL ETAPA 1</b>	<b>1.477.707</b>	<b>738.853</b>	<b>95.898</b>	<b>834.752</b>	
TOTAL	<b>2.996.013</b>	<b>1.839.039</b>	<b>201.135</b>	<b>2.031.174</b>	

Tabla 43: Tabla resumen de consumos de calefacción para los distintos edificios.

## 8.3 Escalamiento y análisis de sensibilidad

### 8.3.1 Escalamiento

Se realizaron reuniones con los distintos servicios que tendrán edificios dentro del sector asignado, y solo se tienen fechas aproximadas de inicio para tres proyectos: Cultura, JUNJI y ELEAM. Se considerará un escalamiento de la siguiente manera:

Etapa	Edificio	Año de Entrada en Operación	Demanda Calefacción [kW]	Demanda ACS [kW]	Total Demanda [kW]
1	JUNJI	2017	141,51	12,8	674
	CULTURA	2017	136,15	15,9	
	ELEAM	2018	215,84	124,1	
	PÉRDIDAS	2019	27,7	---	
2	IND	2020	58,8	6,8	617.4
	DEPORTES	2020	57,1	41,4	
	MMA	2020	52,8	5,7	
	SERNAM	2020	61,3	6,7	
	BOMBEROS	2019	78,1	56,5	
	SERVICIO SALUD	2020	63,4	8,3	

SENADIS	2019	56,2	6,1
SENAMA	2017	52,5	5,7

Tabla 44: Etapas consideradas para la entrada de edificios en el barrio cívico

Sin embargo, es necesario considerar que independientemente del método utilizado, se requiere ponderar la suma de las demandas máximas de los edificios por un factor de diversidad<sup>16</sup> de demandas de consumo. Este considera el efecto de que no todos los edificios tendrán su demanda máxima al mismo tiempo y por lo tanto, el sistema de distribución y generación se debe dimensionar para una demanda máxima menor a la suma de las demandas máximas de cada edificio.

Etapa	Edificio	Año de Entrada en Operación	Demanda Calefacción [kW]	Demanda ACS [kW]	Total Demanda <sup>17</sup> [kW]	
1	JUNJI	2017	141,51	12,8	521,8	
	CULTURA	2017	136,15	15,9		
	ELEAM	2018	215,84	124,1		
	PÉRDIDAS	2019	27,7	---		
2	IND	2020	58,8	6,8	473,4	
	DEPORTES	2020	57,1	41,4		
	MMA	2020	52,8	5,7		
	SERNAM	2020	61,3	6,7		
	BOMBEROS	2019	78,1	56,5		
	SERVICIO	2020	63,4	8,3		
	SALUD					
	SENADIS	2019	56,2	6,1		
SENAMA	2017	52,5	5,7			

Los equipos a proponer para este escalamiento dependerán de la disponibilidad de tamaños que exista en el mercado.

### 8.3.2 Análisis de sensibilidad

Como se mencionó anteriormente, no existe certidumbre sobre las características finales de los edificios, particularmente en aquellos edificios correspondientes a la etapa 2. Es por esto que se realiza un análisis de sensibilidad con respecto a las variables más críticas, que se estiman son las siguientes:

- Demanda de Agua Caliente Sanitaria: La demanda de agua caliente sanitaria en general es la que produce las mayores demandas puntas debido a su simultaneidad cuando se trata de hogares. Para el dimensionamiento visto anteriormente, se consideró que no

<sup>16</sup> District Heating Guide, ASHRAE (2013)

<sup>17</sup> La demanda estipulada en esta columna corresponde a la suma de las demandas, ponderadas por el factor de diversidad.

existirían grandes demandas de ACS de manera simultánea debido a las diferentes características de los edificios y a su uso principalmente como oficinas. Se evaluará para la sensibilidad el dimensionamiento asumiendo que las demandas puntas ocurren en períodos de 30 minutos, en vez de períodos de 1 hora como se asumió en los cálculos anteriores.

- **Envolvente:** Se analizarán las demandas máximas de calefacción utilizando una envolvente de acuerdo a los TdRe del Ministerio de Obras Públicas, y reduciendo el nivel de infiltraciones más renovaciones a un total de 1,5 por hora.

Se tienen entonces 3 escenarios:

Escenario	Descripción
<i>Escenario pesimista</i>	Envolvente de acuerdo a lo mencionado en las secciones anteriores, y demanda peak de agua caliente sanitaria en 30 minutos.
<i>Escenario optimista</i>	Envolvente mejorada de acuerdo a TdRs y con menor nivel de infiltraciones, y demanda de ACS de acuerdo a lo calculado en las secciones anteriores.
<i>Escenario esperado</i>	Demanda de calefacción y ACS de acuerdo a lo calculado en las secciones anteriores.

*Tabla 45: Etapas consideradas para la entrada de edificios en el barrio cívico*

Al considerar una demanda de agua caliente sanitaria en un período de 30 minutos, se tiene que la demanda total de ACS aumenta de 290[kW] a 505[kW]. Esto significa que el tamaño de la central, incorporando el factor de diversidad, es de 1.130[kW].

En el caso de la envolvente, si se consideran los requerimientos de los TdRe del Ministerio de Obras Públicas, y se reduce el nivel de infiltraciones, se tiene que la demanda para los edificios es de 583[kW], con lo que el tamaño de la central incorporando el factor de simultaneidad pasaría a ser de 680[kW].

De esta manera, se puede establecer que bajo los distintos escenarios, que el tamaño de la central podría estar entre 680[kW] y 1.130[kW]. Para hacer frente a esta incertidumbre, se plantea un volumen de acumulación que sea instalado en la primera fase, pero que permita tener una potencia de reserva para enfrentar las horas puntas cuando ya estén operando todos los edificios. El dimensionamiento de este volumen de acumulación se muestra a continuación.

### 8.3.3 Estanque de inercia

El estanque de inercia se dimensiona para poder hacer frente a las demandas punta de las dos etapas del proyecto, y para lograr una mayor uniformidad en la operación de la caldera. Este estanque se dimensiona de manera que pueda volver a estar operativo luego de una hora después de vaciarse.

Se considera que el estanque almacena agua a 90°C y 6 bar, de acuerdo a las temperaturas de trabajo de los equipos cotizados para este proyecto. La temperatura nominal de retorno para el sistema de distribución es de 20°C menos que la temperatura de ida. Es así que se considerará una temperatura de retorno de 70°C. El dimensionamiento se realiza de acuerdo a la metodología explicada en la Guía Técnica para Agua Caliente Sanitaria Central.

Se iteraron varios tamaños de estanques de acumulación, de manera de proponer un tamaño que tuviera un tiempo de recuperación menor a una hora. Se opta por un estanque de 24.000 [lts], de acuerdo a lo mostrado a continuación:

Parámetro	Valor	Unidad
Temperatura almacenamiento	90	[°C]
Temperatura retorno	70	[°C]
Diferencia de Temperatura	20	[°C]
Potencia de la caldera	500	[kW]
Volumen	24.000	[l]
Factor de uso acumulación	0,71	
Energía disponible en acumulación	975	[kWh]
Tiempo de recuperación	0,49	[h]

Tabla 46: Parámetros considerados para el tamaño del tanque de acumulación

## 8.4 Analisis de demanda en Coyhaique

Si bien el proyecto desarrollado en el presente informe abastece a edificios públicos, se realizó un análisis de la demanda en Coyhaique, por las siguientes razones:

- El proyecto inicial contemplaba suministrar calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) a viviendas. Sin embargo, el proyecto final sólo contempló suministrar a los edificios públicos.
- El proyecto tiene como finalidad ser un piloto que permita replicar este tipo de soluciones a una escala mayor, que incluiría a edificaciones del sector residencial, comercial, entre otros.

La falta de información por parte del mercado, dificulta al al usuario final sobre las ventajas al mejorar el confort interno de sus viviendas y reducir externalidades como la emisión de material particulado. Esta desinformación o falta de racionalidad de los agentes económicos, se puede inferir a partir de la disponibilidad a pagar por energía térmica en la ciudad de Coyhaique, como lo indica la Tabla 47.

<b>Confort Térmico</b>	<b>Disponibilidad a Pagar [\$/kWh]</b>
<b>No</b>	20
<b>Si</b>	36

Tabla 47: Disponibilidad a pagar por ACS y calefacción en la ciudad de Coyhaique.<sup>18</sup>

El estudio de mercado mostró una disponibilidad a pagar normalizada de 20 [\$/kWh] para calefacción, sin alcanzar confort. El término normalizado se utilizó para distinguir el hecho de que, debido a restricciones presupuestarias, la población optaba bajar sus condiciones de confort en vez de invertir más para lograr una condición de confort. En el caso de que se asuma confort, el precio asciende a 36 [\$/kWh]. Este último valor sigue siendo bajo tomando en consideración que el costo marginal de producir calor, con chips de leña en Coyhaique, es de alrededor de 35 [\$/kWh]. El valor de las externalidades es muy similar a la disposición al pago por calor por parte del mercado, es decir, en términos agregados, una fuente limpia de energía podría costar el doble y seguiría siendo económicamente lógica.

<sup>18</sup> Fuente: Elaboración propia, de acuerdo a lo mostrado en el anexo 22.3

## 9 Evaluación y selección de tecnologías para el sistema de calefacción distrital

### 9.1 Descripción de las tecnologías

Mediante el análisis de las tecnologías y modelos obtenidos en la sección de antecedentes, ha sido posible proponer una serie de modelos de calefacción que presentan bajos costos nivelados de energía. Con ello, y tomando en cuenta los objetivos del proyecto, se han evaluado las propuestas y se ha sugerido una que se adapta en mayor grado a especificaciones requeridas.

A partir de lo anterior, se efectuaron los siguientes pasos:

1. Se propusieron tres sistemas de CD.
2. Cada sistema se describió de forma general, explicando la tecnología utilizada, su modelo de gestión y su plan de escalabilidad.
3. Para cada sistema, se evaluaron cuantitativamente los costos nivelados de energía, las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes y el consumo de exergía.
4. A si mismo se evaluaron cualitativamente otras variables de interés como: el fomento a la economía regional, generación de otras emisiones, la existencia de proveedores y la complejidad en su planeación, operación, gestión y escalabilidad.
5. Con la información anterior se realizó un análisis FODA de las 3 variantes.
6. Finalmente se realizó una síntesis de los resultados y se propusieron recomendaciones.

En el siguiente capítulo, se describe y evalúa tres distintas tecnologías de la calefacción distrital: Calefacción Centralizada, Cogeneración y Red de Energía (o energía incapaz de ser transformada en energía mecánica).

#### 9.1.1 Calefacción Centralizada

##### *Descripción técnica*

El sistema propuesto se basa en una caldera de biomasa la cual podrá ser alimentada con una amplia gama de biomasa (astillas, pellets, raleo, etc.) y distintos contenidos de humedad, con el fin de acceder a menores costos marginales de producción de calor. La caldera se dimensionó para satisfacer la totalidad de la demanda térmica de la primera fase (513 [kW]). Las emisiones de MP deberán ser menores a 20 [mg/m<sup>3</sup> N].

En este sistema, se consideran tres circuitos diferentes:

1. Circuito primario de la sala de caldera, que va entre la caldera y los intercambiadores de calor entregando calor a los estanques de acumulación
2. Circuito de distribución, que va entre el intercambiador de calor y las subestaciones que abastecen a los distintos servicios
3. Circuito que va entre la subestación y el interior de los edificios.

A la vez, se instalarán estanques de acumulación con una capacidad de 24.000[lts], equivalente a unos 970[kWh]. De este modo, se aumenta el factor de planta de la caldera y se cubre la demanda de la segunda fase. El fluido caliente será transportado a través de un sistema lineal de distribución cubierto a aproximadamente 1[m] de profundidad. En el punto final de consumo (edificio o complejo de edificios), se ubicará una subestación de transferencia de calor, donde se realizará la "venta" de calor, como se indica en la siguiente figura.

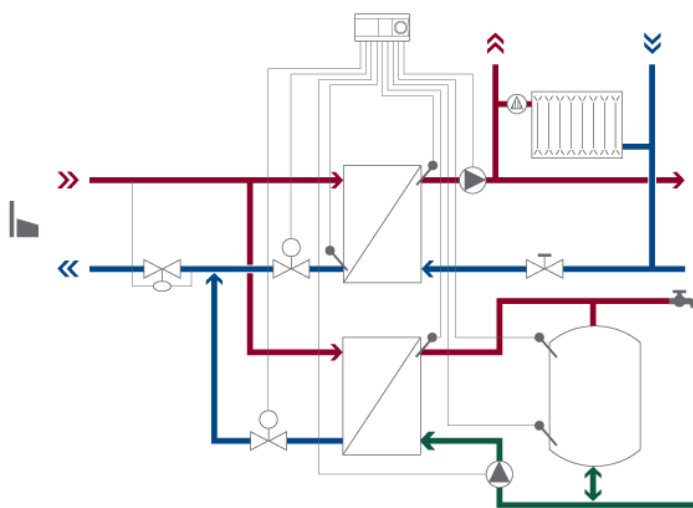


Figura 15: Ejemplo de subestación de distribución<sup>19</sup>

Mediante intercambiadores de calor, se proporcionará la calefacción y el ACS demandada. De esta forma, el fluido caliente del sistema de distribución, será solo un fluido de trabajo, que transportará el calor de la caldera hasta cada consumidor y no un insumo. El sistema de control de la subestación, proveerá medidas contra la legionella, como la recirculación nocturna de agua a temperaturas mayores de 60°C.

Con el fin de minimizar los costos operativos, en particular los relacionados con el consumo eléctrico, se propone un sistema de distribución de flujo variable con controladores de presión diferenciales, asegurando el balanceo hidráulico de la red posibilitando a su vez, bajas temperaturas de retorno, minimizando las pérdidas térmicas.

A pesar de que el alcance de este proyecto no incluye la definición de equipos de emisión de calor al interior de cada edificio, se deja de manifiesto que mientras menor sea la temperatura

<sup>19</sup> Fuente: [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com)



que se necesite, mayor será la eficiencia de la red de distribución de calor. A modo de ejemplo, el estado del arte en sistemas distritales, propone temperaturas de 70°C de ida y 30°C de retorno.

### ***Descripción del modelo de gestión***

Cada intercambiador de calor poseerá un medidor de energía térmica de tiempo real, que enviará información, tanto al sistema de control de la red de distribución, como al de gestión de la planta. La información, de forma agregada del consumo y la generación, será utilizada para identificar ineficiencias y permitir el mejoramiento continuo del sistema. Además, para poder hacer el seguimiento a mejoras de eficiencia energética, la información del consumo de cada punto de venta estará disponible para los usuarios a pedido, con una resolución mínima de una hora. La operación del sistema será concesionada al privado que asegure los menores costos de energía.

### ***Descripción del plan de escalabilidad***

La escalabilidad se alcanzará mediante la instalación del estanque de acumulación. Este debiese suplir la potencia de la segunda etapa (aproximadamente 460 [kW] en un periodo de una hora). En la eventualidad de que completada la segunda fase, se notase que el sistema no puede suplir el agua a la temperatura deseada, se instalará una caldera a GLP, con una potencia a determinarse con los datos reales de operación. La elección de GLP se debe a que sus costos de inversión son bajos, comparados con otras tecnologías, lo que se adecúa a una utilización esporádica.

## **9.1.2 Cogeneración**

### ***Descripción técnica***

El sistema de cogeneración utilizará la misma retórica que el sistema de calefacción centralizada, pero con la salvedad de que el sistema además de producir calor, **generará energía eléctrica**. Éste estará compuesto por una caldera con iguales requerimientos que para el sistema de calefacción centralizada; un sistema de cogeneración, para satisfacer la demanda eléctrica base, y estanques de acumulación de energía. La finalidad de utilizar un sistema de cogeneración dimensionado únicamente para la demanda eléctrica base, es mantener los costos de capital bajos y aumentar los factores de planta de la central de cogeneración, lo que se logra mediante los estanques de acumulación y seleccionando una caldera de costos moderados que cumpla con los requerimientos del PDA.

### ***Demanda eléctrica***

Se estimó la demanda eléctrica para la posibilidad de incorporar un sistema de cogeneración en la segunda etapa de construcción del barrio cívico. Para el cálculo de la demanda eléctrica se tomó el índice de intensidad de consumo eléctrico para oficinas del informe final del "California Commercial End-Use Survey, 2006" y se contrastó con el mismo índice del informe "Estudio de

Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación de Energía en Establecimientos Asistenciales de Chile, 2010". Este valor corresponde a aproximadamente a 100 [kWh/ m<sup>2</sup> año].

El perfil de demanda eléctrica se obtuvo de (PRIEN 2006), que representa el perfil típico de un edificio público, como se muestra en la Figura 16. Al asumir este perfil, y la demanda eléctrica de 100 [kWh/ m<sup>2</sup> año] se tiene lo siguiente:

#### **Horas de demanda base (33% de la demanda máxima):**

- Para 52 semanas, se tiene n 4.836 horas en demanda base:
  - En los 5 días hábiles de la semana funciona
  - 9 horas en demanda base, de 0:00 a 6:00 y de 21:00 a 23:00
- Los fin de semana funciona:
  - 24 horas en demanda base

#### **Horas en demanda máxima (100% de la demanda máxima estimada):**

- En las 52 semanas, se tienen 2.080 horas funcionando a demanda máxima:
  - 8 horas al día, de lunes a viernes, se 09:00 a 17:00

#### **Horas en demanda de transición (67% de la demanda máxima estimada):**

- En las 52 semanas se tienen 1.844 horas de funcionamiento
  - 7 horas en transición, de 06:00 a 09:00 y de 17:00 a 21:00

Se utiliza la herramienta solver de Excel para estimar que demanda por metro cuadrado cumple que al funcionar en los regímenes presentados anteriormente, se obtiene una demanda de 100[kWh/m<sup>2</sup> año]. El resultado obtenido es 20[W/m<sup>2</sup> · año]. La demanda en horario base es de 7 [W/m<sup>2</sup>] y la demanda promedio en transición es de 13,5[W/m<sup>2</sup>].

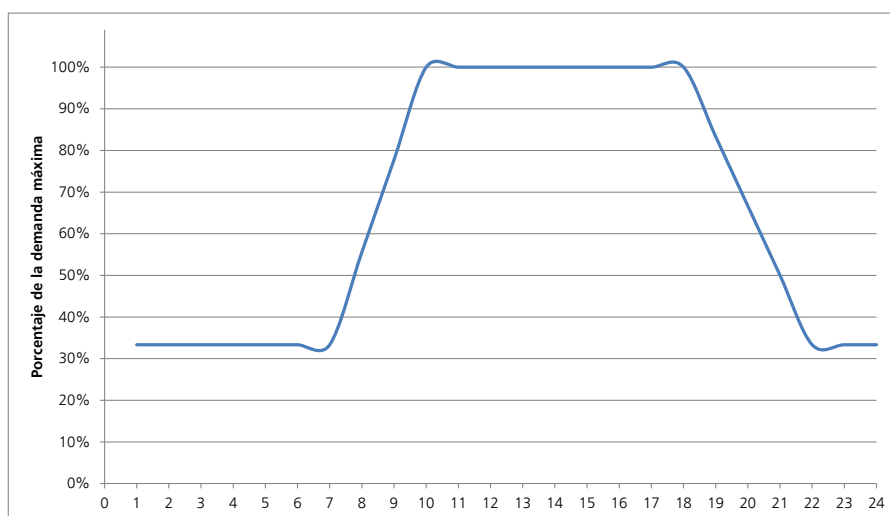


Figura 16: Perfil de demanda eléctrica considerado.

De esta manera, las demandas eléctricas máximas para los distintos edificios son las mostradas a continuación:

Etapa	Edificio	Superficie construida [m <sup>2</sup> ]	Demanda Máxima Eléctrica [kW]
01	JUNJI	1.452	29
	CULTURA	1.394	28
	ELEAM	2.210	44
<b>TOTAL Etapa 1</b>		<b>5.056</b>	<b>101</b>
02	IND	602*	12
	DEPORTES	548*	11
	MMA	506*	10
	SERNAM	588*	12
	BOMBEROS	749*	15
	S. SALUD	736*	15
	SENADIS	539*	11
	SENAMA	503*	10
<b>TOTAL Etapa 2</b>		<b>4.773</b>	<b>95</b>
TOTAL		<b>9.828</b>	<b>197</b>

Tabla 48: Demandas eléctricas máximas estimadas para cada edificio

### **Descripción del modelo de gestión**

Al igual que en el caso anterior, el sistema se definió como un monopolio natural. La venta de calor, por medio del operador, se realizará del mismo modo que en el sistema de calefacción centralizada. **El desafío correspondería a integrar la generación eléctrica dentro del modelo de negocio del operador.** El caso sencillo, pero ineficiente, es la venta de energía eléctrica al sistema eléctrico de Coyhaique. Ineficiente, debido a que el precio de venta sólo contabiliza el precio nudo y no la distribución el cual, específicamente para este sistema mediano, equivale aproximadamente a un 50% del costo de la energía eléctrica suministrada por la distribuidora. Los ingresos por venta de energía eléctrica se utilizarían para bajar los costos de la producción de calor. Una opción más interesante sería, que el operador del sistema de cogeneración, también suministrara servicios eléctricos para todos los edificios adheridos. Esta compañía de servicios de energía (ESCO, por sus siglas en inglés) tomaría la función de ser un gran cliente para Edelayen. Es decir, para todos los edificios del Lote 9, solo se utilizaría un único empalme de mayor capacidad, en el cual se contabilizarían todos los consumos eléctricos del mismo Lote. La ESCO entonces puede distribuir la electricidad generada y/o adquirida a través de tableros eléctricos dedicados a cada edificio, que le permitan monitorear por separado los consumos eléctricos de cada uno. De esta manera, el gasto en electricidad de los edificios se distribuiría de acuerdo al consumo eléctrico de cada usuario. La ventaja es que la ESCO vendería la energía producida por la central de cogeneración al mismo precio que el de la distribuidora, aumentando las ganancias de la ESCO en un 100% en comparación con el caso de venta directa a la dis-

---

tribuidora. Esta ganancia, al igual que en el caso anterior, se utilizarían para reducir los costos relacionados a la venta de calor.

### ***Descripción del plan de escalabilidad***

En este caso existen dos caminos según el combustible a utilizar en la central de cogeneración. En el caso de que se utilice GLP, al igual que en la calefacción centralizada, la escalabilidad se plantea inicialmente mediante la instalación de una caldera a biomasa de 500 [kW<sub>th</sub>] y estanques de acumulación. Al aumentar la demanda, en las fases siguientes, se instalará la central de cogeneración de una potencia eléctrica de 75 [kW<sub>e</sub>], igual a la potencia base esperada. Esta central de cogeneración se espera que deberá tener un factor de planta del orden de un 80%, desplazando a la caldera a pellets para los horarios punta. Si se deseara utilizar biomasa para cogeneración, la única opción que se acomoda a las escalas de este proyecto, es la gasificación. Las centrales de cogeneración a partir de biomasa y turbinas ORC más pequeñas del mercado, andan en torno a 1 [MW<sub>th</sub>] y 300 [kW<sub>e</sub>]<sup>20</sup>. Sin una demanda eléctrica base de tales dimensiones, esta tecnología no se justifica para ser evaluada.

### **9.1.3 Red de Anergía**

#### ***Descripción técnica***

Una red de anergía se podría describir como un sistema cerrado de distribución de calor de baja calidad (baja temperatura), para ser utilizado por bombas de calor. Una bomba de calor, como indica su nombre, mueve o bombea calor de una fuente a un sumidero. Este movimiento de calor necesita de trabajo mecánico el cual, por lo general es aportado por energía eléctrica. Para los efectos acá presentes, la calidad será sinónimo de temperatura. Este sistema de distribución permitirá que distintos actores participen de forma dinámica, es decir, que puedan tanto extraer como inyectar calor de manera simultánea. De esta forma se pueden incluir diversos actores como por ejemplo: supermercados, que necesitan frío y emiten calor; viviendas, que requieren calor y expelen frío; o cogeneración con geotermia de baja entalpía.

Mediante la excavación de pozos profundos, se pronostica extraer agua 12°C con un caudal de 15 [l/s]. El agua servirá de fluido de trabajo en la red de distribución y, al igual que en los casos anteriores, poseerá un balanceo hidráulico para el correcto funcionamiento de las subestaciones. El calor transportado por el agua a 12°C, será utilizado en cada edificio como fuente de anergía por bombas de calor agua-agua, las cuales subirán la temperatura del agua a la deseada, consumiendo energía eléctrica. Esta temperatura puede ser baja como 30°C, para sistemas de emisión de calor por loza radiante, o llegar 60°C para convectores. Es de preferencia que cada edificio instale su propia bomba de calor y sistema de emisión de calor debido a que, de otra forma,

---

<sup>20</sup> Los tamaños mencionados aquí son los que se encontraron después de una consulta amplia a diversos proveedores de calderas de biomasa, tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

todo el sistema estaría dimensionado para el peor caso y se aumentaría innecesariamente el consumo eléctrico.

La eficiencia de una bomba de calor se mide por el coeficiente de desempeño o COP, por sus siglas en inglés<sup>21</sup>. Un COP de 6, significa que el consumo de energía eléctrica es 1/6 de la energía térmica generada, o visto de otro modo, lo que se pagará por energía térmica será sólo 1/6 del monto a cancelarse si se utilizasen resistencias eléctricas para calentar el agua. El COP no es lineal respecto a la temperatura de la oferta de energía, por el contrario, posee características hiperbólicas. Una red de energía a 12°C puede alcanzar COP's de 6 sin problemas para edificios equipados con losa radiante y sistemas de ACS a 45°C. A su vez, los sistemas con demandas de alta temperatura, poseerán bajos COP's, aumentando localmente los costos por energía eléctrica. De esta forma, se premia el buen diseño (losa radiante, ventilación descentralizada, Coeficiente Global de Transferencia de Calor < 0.35 [W/m<sup>2</sup>K], intercambiadores de calor para ACS a 45°C, etc.) y se motiva al mercado a realizar análisis de sistemas, en lugar de mejorar cada equipo por separado.

### ***Descripción del modelo de gestión***

Los costos por intercambiar calor con la red de energía corresponderán al costo nivelado de energía del sistema, considerando la red de distribución, los pozos y la operación y mantenimiento. Cada edificio deberá pagar sus cuentas de energía eléctrica por separado.

### ***Escalabilidad***

Debido a que no presenta mayores economías de escala, la potencia de la red de energía se puede ajustar con el tiempo. En el caso del Lote 9, se planea una red de energía para su demanda total, asumiendo un COP de 6, es decir, debe aportar al menos 920 [kW] al finalizar la segunda etapa. Esto requiere que en cada fase se extraigan 31 [l/s] de los pozos. Una vez terminado el Lote 9, la red de energía puede crecer desde éste a otros polos de acuerdo a las necesidades de calor y sinergias presentes, hasta alcanzar todo el predio del sector Escuela Agrícola, si se deseara. Es oportuno mencionar que la red de energía también podrá ser utilizada por bombas de calor agua-aire o inclusive unidades Split en el caso que no existan sistemas hidráulicos.

---

<sup>21</sup> Coefficient of Performance

## 9.2 Evaluación de las tecnologías

### 9.2.1 Costos de los energéticos disponibles en Coyhaique

Para la evaluación de las distintas tecnologías, se requiere primero conocer cuál es el costo de los distintos energéticos disponibles en Coyhaique.

#### Electricidad

La distribuidora local de energía eléctrica es Edelaysén, la cual pertenece a dos holdings de inversión internacionales Cónдор Holding SpA y AndesCan SpA, vende alrededor de 140 [GWh/año] y posee 42 mil clientes. Sus tarifas se muestran en la tabla resumen, a mayo del año 2016.

Tarifa <sup>22</sup>	Cargo	Valor
BT1 (residencial)	Cargo fijo	1.402 [\$]
	Energía Base	154 [\$/kWh]
	Energía Adicional Invierno	269 [\$/kWh]
	Cargo Fijo	2.905 [\$]
BT/AT 4.1 – 4.2 – 4.3	Energía Activa	73 [\$/kWh]
	Demanda Hora Punta	16.226 [\$/kW]
	Demanda Máxima Leída	9.032 [\$/kW]

Tabla 49 Principales cobros de la tarifas eléctricas BT1 y AT/BT4 en Edelaysén a mayo del 2016

Por la dimensión de los edificios, se espera que la mayoría de ellos opte por tarifas no residenciales, las cuales tienen cobros diferenciados por energía y por potencia; para este último cobro además se hace una distinción entre la potencia utilizada durante la hora punta y fuera de hora punta. Dependiendo de como los consumidores hacen gestión del uso de energía, el cobro final por el consumo de electricidad puede variar significativamente entre dos edificios con características similares.

Para conocer el costo final por unidad de energía ( $c_{unit}$ ) que pagarán electricidad los distintos edificios, este se estima de la siguiente manera:

$$c_{unit} = \frac{c_{dem_{HP}} + C_{dem_{ML}} + c_{energia}}{e_{activa}}$$

En donde

<sup>22</sup> No se indican los costos para las tarifas BT2 / AT2 / BT3 / AT3, ya que son tarifas que cada vez están más en desuso, debido a su poca conveniencia en términos económicos.

$c_{unit}$ : corresponde al costo unitario por energía que pagarán los usuarios. En  $[\$/kWh]$ .

$c_{dem_{HP}}$ : corresponde al costo por potencia en hora punta. En  $[\$]$ .

$c_{dem_{ML}}$ : corresponde al costo por demanda máxima leída. En  $[\$]$ .

$c_{energia}$ : corresponde al costo por energía activa. En  $[\$]$ .

$e_{activa}$ : corresponde a la energía activa consumida.  $[kWh]$

En vista de que no se tienen antecedentes de la facturación eléctrica de los edificios, el costo por energía eléctrica, se determinará asumiendo un perfil de demanda de un edificio público<sup>23</sup>, y se obtiene un costo de 134,8 $[\$/kWh]$ . Los detalles del cálculo se muestran en el anexo 22.6

## Combustibles

Se analizó el costo de los distintos energéticos en Coyhaique para poder evaluar los precios de venta de energía que resultan atractivos para los usuarios de la calefacción. Los costos de los distintos energéticos se estimaron utilizando las fuentes referenciadas en la Tabla 50 y se utilizaron los poderes caloríficos del Balance Nacional de Energía para estimar el precio por unidad de energía.

Energético	Precio por unidad de energía $[\$/kWh]$	Fuente
Gas Licuado de Petróleo	75,1	CNE – Precios GLP
Petróleo Diesel	49,3	CNE – Precios de combustibles líquidos.
Kerosene	65,4	CNE – Precios de combustibles líquidos.
Leña	19,6	SERNAC – Precio leña certificada Temuco
Chips de Madera	26,6	Centro de Biomasa Coyhaique
Pellet DIN Plus	37,8	Patagonia Pellet (ECOMAS)

Tabla 50 Precios de los distintos energéticos a diciembre de 2015

## Evolución de los precios de energéticos

A modo de antecedente se presentan los costos históricos para la leña, GLP y el diesel. No existen registros de precios históricos para leña certificada en Coyhaique, sin embargo, al comparar el precio de la leña seca entre Coyhaique y Temuco, se aprecia una fuerte similitud en los precios. En 2012, el precio de la leña no certificada en Temuco correspondía a entre 26.000-33.600 [CLP]<sup>24</sup>, mientras que para Coyhaique entre 2011-2013, se mantuvo entre los 26.000-31.000 [CLP]<sup>25</sup>. Por lo anterior, se considera que el precio de leña certificada en Coyhaique es aproximadamente igual a la de Temuco.

<sup>23</sup> (PRIEN 2006)

<sup>24</sup> Sondeo de precios de leña, SERNAC (2012)

<sup>25</sup> Precios de leña en la comuna de Coyhaique, periodo 2011-2013, Infor (2013)

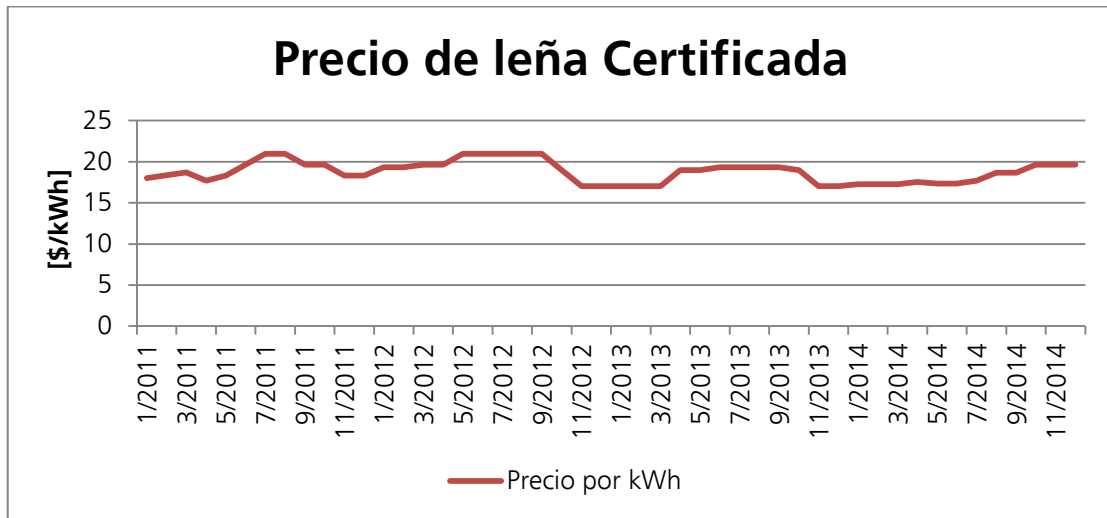


Figura 17 Precio histórico de leña certificada en Temuco<sup>26</sup>.

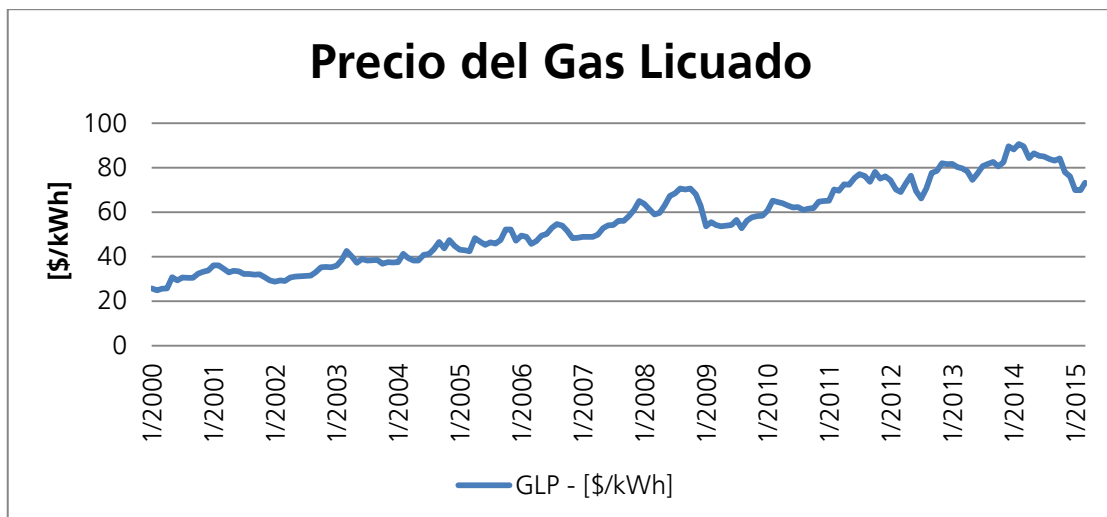


Figura 18 Precio histórico de GLP en Coyhaique<sup>27</sup>

<sup>26</sup> Elaboración propia en base a la información de precios publicada por el SERNAC para la comuna de Temuco

<sup>27</sup> Elaboración propia en base a precios históricos de combustible publicados por el Ministerio de Energía



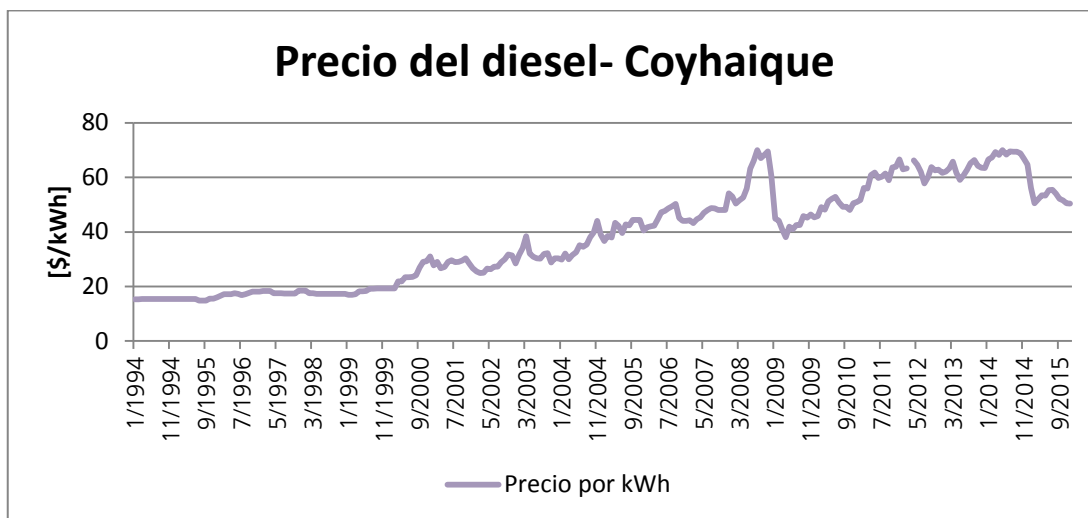


Figura 19 Precio histórico del diesel en Coyhaique<sup>28</sup>.

Si bien para lograr una estimación de los costos futuros de los distintos combustibles se requiere de un análisis más profundo, se puede observar de las figuras anteriores que existe una tendencia al alza en el precio de los combustibles fósiles, mientras que en el caso de la leña el precio ha sido más bien constante.

### 9.2.2 Costos nivelados de producción de energía

El costo nivelado de energía o “levelized cost of energy”, es un término que se utiliza generalmente para comparar el costo de la producción de energía eléctrica, entre distintas tecnologías. Se mide en [\$/kWh] e indica el valor mínimo al cual se debería vender la energía para que dicha tecnología sea rentable (VAN=0). En este caso, la expresión se utilizó para determinar el mínimo valor de venta de la energía térmica, haciendo al sistema de calefacción distrital rentable desde el punto de vista del estado. Es decir, con una tasa de descuento de un 6% y un horizonte de evaluación de 20 años, igual a la vida útil de una caldera. Su cálculo se muestra a continuación.

$$CNE = \left( \frac{Inv \cdot FRC + C_f}{8760 \cdot FP} \right) + \left( \frac{C_{comb}}{\eta_{sis}} + C_v \right)$$

en donde:

<sup>28</sup> Elaboración propia en base a precios históricos de combustibles líquidos publicado por el Ministerio de Energía.

$CNE$ : Costo nivelado de la energía, en  $[\$/kWh]$

$Inv$ : Inversión inicial, en  $[\$/kW]$

$FRC$ : Factor de recuperación del capital

$C_f$ : Costos fijos de operación y mantenimiento, en  $[\$/kW]$  instalado

$FP$ : Factor de planta

$C_{comb}$ : Costos del combustible, en  $[\$/kWh]$

$\eta_{sis}$ : Eficiencia del sistema

$C_v$ : Costos variables de operación y mantenimiento, en  $[\$/kWh]$

El factor de recuperación del capital, es la tasa entre un monto actual y el valor presente de las anualidades de tal monto, prorrateado en un cierto número de años (n) y con una tasa de descuento determinada (d). En otras palabras, indica cuanto se aprecia el futuro en relación al presente. Una tasa de descuento de un 0%, dividirá el monto inicial en partes iguales, en cada año de prorrateo.

$$FRC = \frac{d(1+d)^n}{(1+d)^n - 1}$$

Para evaluar de forma objetiva los tres sistemas propuestos, se calcularon los costos nivelados de energía para 10 tecnologías de generación de calor diferentes, incluyendo una caldera a GLP, que se asumió como Benchmark de comparación.

La obtención de los distintos valores utilizados para la evaluación del CNE, se describen a continuación.

### Costos fijos

Los costos fijos son representados por las obras civiles, los estanques de acumulación y la red de distribución. Sus montos de inversión, eficiencia y costos fijos por operación y mantenimiento, fueron levantados a partir de la información provista por los proveedores de cañerías, Isoplus, empresa de construcción de Atelier Arquitectura y los proveedores de estanques de acumulación Winter SA.

Estos costos fueron también evaluados en términos de costo nivelado de energía y representan un alza en la tarifa por la infraestructura física del sistema distrital. Además, utilizando los valores indicados por Isoplus para su sistema de distribución, se calcularon pérdidas en torno a 20 [kW] en el sistema de distribución, lo que correspondería a un 5%. En la acumulación se estiman pérdidas de un 2%.

Es importante mencionar que el costo nivelado de energía por obras civiles no fue incluido para la evaluación de la red de energía, debido a que esta no la precisa.

### 9.2.3 Opciones de sistemas de calefacción

#### Calefacción centralizada

Los costos para el sistema de calefacción centralizada provienen de distintas cotizaciones realizadas, siendo las más específicas las presentadas por la empresa Uniconfort. El valor de las astillas proviene del centro de biomasa de Coyhaique y, el de los Pellets, de una filial de ECOMAS. Los precios de calderas a gas se cotizaron desde la página web de Anwo. Finalmente, tanto para las calderas a biomasa como para la de GLP, se utilizó el valor de Normativa ErP europea, que indica una eficiencia estacional de un 86% para calderas sobre 70 [kW]. Los casos a analizar se definen de la siguiente manera:

Calefacción centralizada	
<b>Gas (Benchmark)</b>	Corresponde a una instalación de gas centralizada, utilizando GLP como combustible.
<b>Caldera Pellet</b>	Corresponde a una instalación centralizada de una caldera a biomasa con capacidad para quemar pellets y astillas de madera, con limitaciones en cuanto a la humedad y el tamaño del energético.
<b>Caldera Astillas</b>	Corresponde a una instalación centralizada de una caldera a biomasa con capacidad de quemar pellets, astillas de madera y residuos de aserraderos. Permite una mucho mayor variabilidad en cuanto al tamaño máximo y humedad del energético. El nombre "Caldera Astillas" se utiliza por facilidad de diferenciación con la caldera a biomasa denominada "Caldera Pellets"

Tabla 51: Opciones de calefacción centralizada

#### Cogeneración

Para la cogeneración se evaluaron 5 casos con idénticas potencias y factores de planta: calderas 500 [kW<sub>th</sub>] y centrales de cogeneración de 75 [kW<sub>e</sub>] eléctricos. Las calderas fueron las mismas que en la etapa anterior, pero se combinaron con 2 tecnologías de cogeneración: GLP y gasificación de biomasa. Los valores de consumo real de gas, producción de calor y energía eléctrica para el CHP en base a GLP, fueron obtenidos del Estudio Técnico Instalación y Operación de Equipo de Cogeneración Hospital de Coyhaique donde, a partir de un consumo de 81 [l/h] de GLP se producen 157 [kW<sub>e</sub>] y 314 [kW<sub>th</sub>]. En tanto, para la gasificación de biomasa sólo se encontraron proveedores alemanes (Burkhardt) y austríacos (Spanner Re<sup>2</sup> GmbH), siendo estos últimos los únicos dispuestos a realizar una exportación de tecnología y quienes otorgaron información con respecto a los costos operativos y de mantención. En este punto, se debe notar de

que no es una tecnología madura y que han existido muchos casos de estafas en torno a pequeñas centrales de CHP a biomasa.

El cálculo del costo marginal para cogeneración es igual al costo por consumo de GLP a plena carga por una hora menos los ingresos por venta de electricidad. En el caso de generación distribuida (venta a Edelayesen), éstos representan 60 [\$/kWh<sub>e</sub>] y en el caso de venta tipo ESCO, el ingreso es de 135 [\$/kWh<sub>e</sub>], valor calculado en el anexo 22.6. Los casos definidos son los siguientes:

Cogeneración	
<b>CHP Spanner / Pellet</b>	Cogeneración a través de una central de gasificación de biomasa de 75 [kW <sub>e</sub> ] de potencia eléctrica, y una caldera a biomasa de 500[kW <sub>th</sub> ] de potencia térmica, con las mismas características que la caldera descrita en el caso "Caldera a Pellet" para el análisis de la calefacción centralizada.
<b>CHP GLP / Pellet</b>	Cogeneración a través de una central a GLP de 75 [kW <sub>e</sub> ] de potencia eléctrica, y una caldera a biomasa de 500[kW <sub>th</sub> ] de potencia térmica, con las mismas características que la caldera descrita en el caso "Caldera a Pellet" para el análisis de la calefacción centralizada.
<b>CHP Spanner / Astillas</b>	Cogeneración a través de una central de gasificación de biomasa de 75 [kW <sub>e</sub> ] de potencia eléctrica, y una caldera a biomasa de 500[kW <sub>th</sub> ] de potencia térmica, con las mismas características que la caldera descrita en el caso "Caldera a Astillas" para el análisis de la calefacción centralizada.
<b>CHP GLP / Astillas</b>	Cogeneración a través de una central de GLP de 75 [kW <sub>e</sub> ] de potencia eléctrica, y una caldera a biomasa de 500[kW <sub>th</sub> ] de potencia térmica, con las mismas características que la caldera descrita en el caso "Caldera a Astillas" para el análisis de la calefacción centralizada.
<b>CHP GLP / GLP</b>	Cogeneración a través de una central de GLP de 75 [kW <sub>e</sub> ] de potencia eléctrica, y una caldera a biomasa de 500[kW <sub>th</sub> ] de potencia térmica, con las mismas características que la caldera descrita en el caso "Gas (Benchmark)" para el análisis de la calefacción centralizada.

Tabla 52: Opciones de cogeneración

### Red de energía

Para la red de energía se calcularon dos casos. El primero, se utilizó como fuente las napas de Coyhaique y, en el segundo, se utilizó el aire. El monto de inversión, para el primer caso se calculó estimando una extracción de 120 [W/m]. Para el segundo caso, las inversiones representan sólo la infraestructura para soportar el intercambiador de calor aire-aire. El costo de ésta y de las bombas de calor, fueron obtenidos de la empresa suiza AlphasinoTech.

El consumo de energía eléctrica para las bombas de calor, fue calculado como el cociente entre el costo por energía eléctrica y el COP real del equipo. Los casos a analizar fueron los siguientes:

Red de energía	
<b>BHE + HP</b>	Intercambiador de calor a través de las napas (BHE por Bore Hole Exchanger), que abastece de fluido térmico de baja calidad a bombas de calor agua-agua ubicadas en cada edificio (HP corresponde a las siglas de Heat Pump).
<b>Air HX + HP</b>	Intercambiador de calor que utiliza el aire como fuente o sumidero de calor (Air HX corresponde a una abreviación de Air Heat Exchanger), que abastece a bombas de calor ubicadas en cada edificio suministrado.

Tabla 53: Opciones de Red de energía

## 9.3 Resultados de la evaluación

### 9.3.1 Evaluación económica

Al evaluar los CNE para los distintos casos mencionados, se obtienen los valores mostrados a continuación:

Tecnología		Calefacción centralizada			Cogeneración					Red de energía	
		Caldera Astillas	Caldera Pellet	Gas (Benchmark)	CHP Spanner/ Pellet	CHP GLP/ Pellet	CHP Spanner/ Astillas	CHP GLP/ Astillas	CHP GLP/ GLP	Air HX+HP	BHE+HP
Costo potencia instalada	$\$/W$	365	115	83	345	217	537	409	192	531	1043
Potencia	$kW$	500	500	500	650	650	650	650	650	500	500
Inversión Inicial	$MM \$$	183	58	41	224	141	349	266	125	265	521
O&M Fijos	$MM \$/a$	5	1	1	10	4	9	7	3	1	1
Anualidad	$MM \$/a$	20	6	5	29	16	39	30	14	24	46
Factor Planta	%	32	32	32	90	90	90	90	90	32	32
Costos Fijos	$\$/kWh$	15	5	3	20	11	26	20	9	17	33
Costos Com-	$\$/kWh$	27	38	75	38	64	35	61	75	52	25

<b>bustible</b>											
<b>Eficiencia Estacional</b>	%	86	86	94	82	92	82	92	92	95	95
<b>O&amp;M Variables</b>	\$/kWh	2	2	1	19	4	19	4	4	1	1
<b>Costos Variables</b>	\$/kWh	36	49	87	69	79	65	75	92	60	29
<b>Electricidad Generada</b>	MWh/año	0	0	0	526	526	526	526	526	0	0
<b>Ganancias por kWh Generado</b>	\$/kWh	0	0	0	48	48	48	48	48	0	0
<b>Costo Marginal</b>	\$/kWh	36	49	87	21	31	17	27	44	60	29
<b>Costo total</b>	\$/kWh	50	54	90	41	42	44	47	54	77	62
<b>Costo Total con Obras civiles</b>	\$/kWh	72	75	111	62	63	65	68	75	82	67
<b>Costo Total con Externidad</b>	\$/kWh	43	46	82	33	34	36	39	46	53	38

*Tabla 54: Variables para el cálculo del costo nivelado de la energía térmica para las distintas tecnologías evaluadas*

La *Tabla 54* muestra las variables utilizadas para el cálculo de los distintos CNE por tecnología. Estos resultados se muestran de forma gráfica en la siguiente figura.

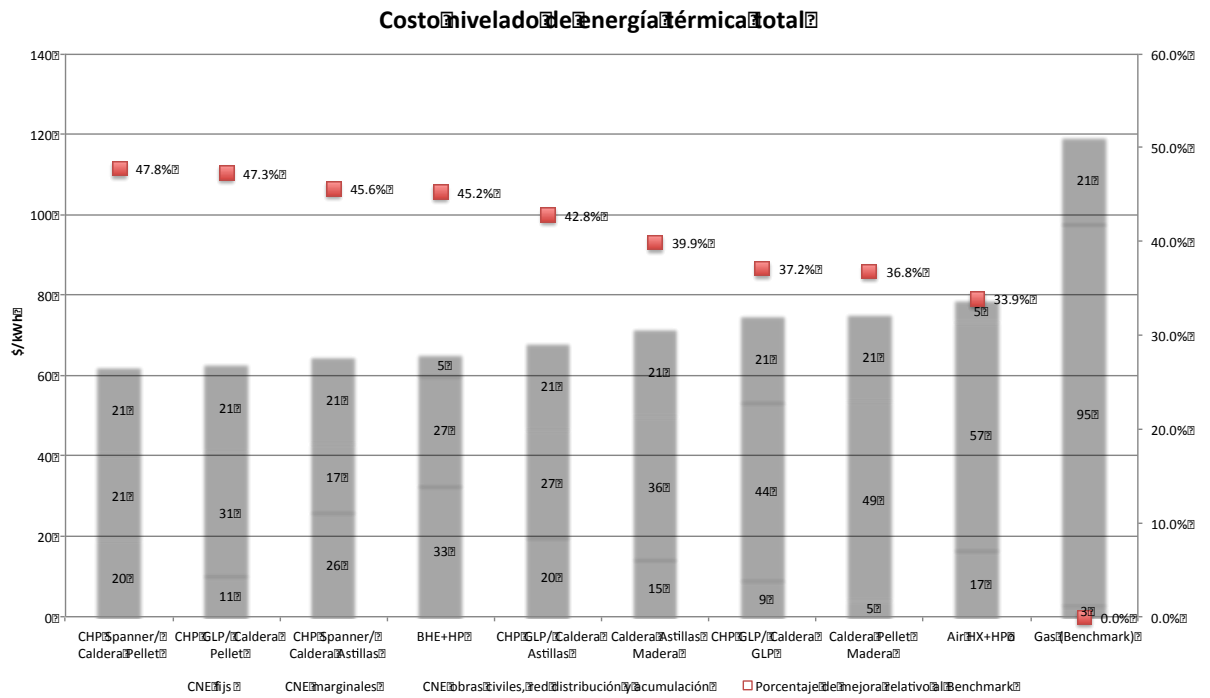


Figura 20: Desglose de los costos nivelados de energía térmica, para distintas tecnologías y su mejora porcentual respecto al Benchmark. Fuente: Elaboración propia.

Las tecnologías de cogeneración, en la modalidad ESCO y con calderas de biomasa, presentan los costos nivelados de calor más bajos, en torno a los 65 \$/kWh, independientemente si se trata de una central de cogeneración en base a GLP o biomasa. Incluido dentro de este rango de precios, está el sistema distrital de energía en base a geotermia de baja entalpía, aún cuando no recibe bonificaciones por la venta de energía eléctrica. Cercanos a los 75 \$/kWh, se encuentran los sistemas de calefacción centralizada y un sistema de cogeneración 100% dependiente de GLP. Finalmente, bordeando los 80 \$/kWh, se posiciona el sistema de red de energía en base a intercambiadores aire-glicol.

De particular interés resulta observar el balance entre los costos de capital (en azul) y los costos operativos (en verde). Resulta ilustrativo observar como los factores de planta amortizan los CAPEX y penalizan OPEX altos, de ahí la motivación de asegurar altos factores de planta para las potencias bases y media, instalando capacidad de almacenaje de calor, de forma de dejar las puntas en el caso de que fuese necesario, por tecnologías con montos de inversión reducidos pero con costos de combustible altos, tales como calderas a GLP.

### Exergía

El término de exergía se refiere a la calidad de la energía contenida en un sistema cerrado y, en su forma más simple, se mide como el potencial de producir trabajo a través de la eficiencia de Carnot.

En una sociedad donde la energía eléctrica es uno de los activos más importantes, minimizar el consumo de exergía toma cada vez más valor. En especial si el objetivo son aplicaciones térmicas de baja temperatura.

Para efectos del cálculo de las eficiencias de Carnot se asumió para aquellos sistemas a combustión, una temperatura de llama de 1000°C y que la temperatura deseada al interior de los edificios es de 25 °C.

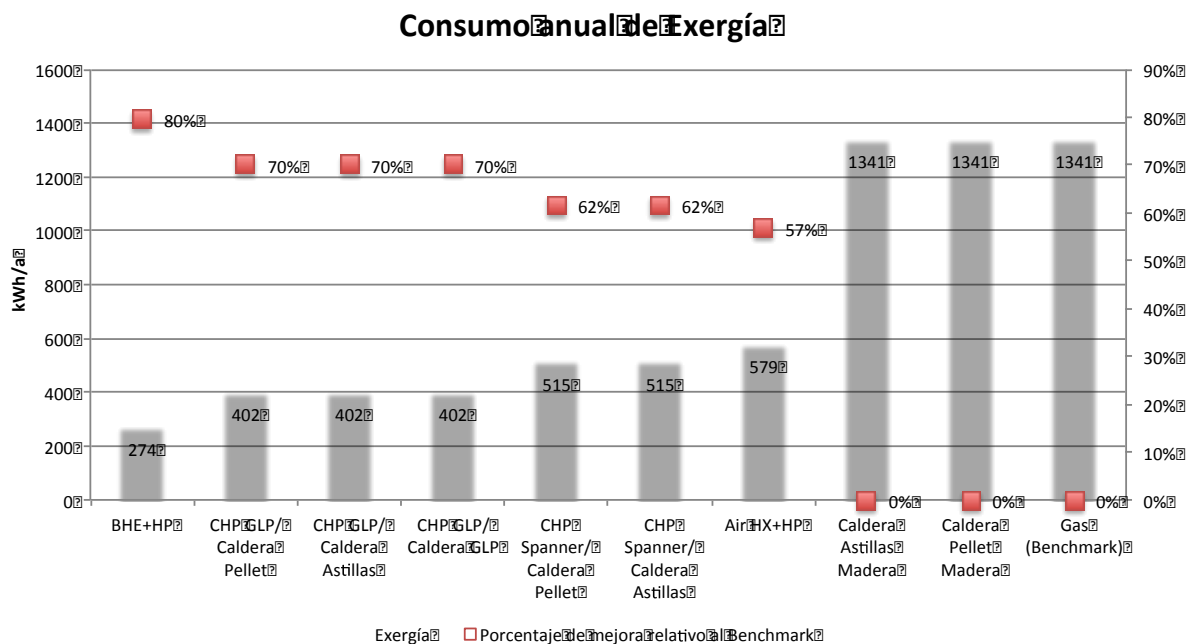


Figura 21: Consumo anual de exergía, para distintas tecnologías y su mejora porcentual respecto al Benchmark. Fuente: Elaboración propia.

El sistema con menor consumo de exergía son las bombas de calor acopladas a una red de energía en base a geotermia de baja entalpía, disminuyendo éste en un 80%. Luego, todas las tecnologías con cogeneración, representan alrededor de un 50% de mejora al compararlas con aquellas tecnologías que sólo combustionan.



### 9.3.2 Evaluación cualitativa

A continuación, se lleva a cabo una evaluación cualitativa de las tres tecnologías.

	Calefacción Centralizada		Co-generación		Red de Anergía	
<b>Economía regional</b>	Ayuda a la economía regional (empleo e ingresos) en el caso de que la biomasa provenga de la región	++	No utiliza insumos locales	--	No utiliza insumos locales	--
<b>Material Particulado</b>	Muy bajas emisiones	++	La combustión de GLP no emite material particulado	++	Se utiliza energía eléctrica.	++
<b>Otras emisiones (No contempla CO<sub>2</sub>)</b>	El problema principal son los aromáticos o compuestos orgánicos volátiles.	+	En combustión completa, se genera solo CO <sub>2</sub> y Vapor de agua, Sin NO <sub>x</sub>	+	La combustión se realiza a nivel de central eléctrica.	++
<b>Proveedores</b>	Existe varios proveedores	++	Se implementó en el Hospital de Coyhaique con una capacidad idéntica a la necesaria en el Lote 9	+	Se han realizado Proyectos en Chile pero no en la zona de Coyhaique	--
<b>Complejidad en la planificación</b>	Experiencia previa (Escuela Baquedano)	++	Experiencia previa (Hospital de Coyhaique)	+	Existe muy poca experiencia en Chile	--
<b>Complejidad en la operación</b>	Experiencia previa (Escuela Baquedano)	+	Si bien existe experiencia previa (Hospital de Coyhaique), la venta de energía eléctrica podría complejizar la operación	-	La complejidad en la operación es muy baja, debido a que solo se bombea agua, pero el uso de la anergía es algo pionero a nivel mundial	-
<b>Complejidad del modelo de negocio</b>	Modelo de negocio tradicional	++	Modelo de negocio innovador que requiere de una fase de aprendizaje	--	En el modelo de negocio no exige un operador, de hecho, no se vende la anergía	++
<b>Escalabilidad</b>	Incluida en la primera fase, con estanques de acumulación y en caso de que se necesite, se incluirá una caldera a GLP para las horas punta de la segunda fase	++	Se incluye en la propuesta al presentar la central de cogeneración como parte integral de la segunda fase	++	En caso de necesitarse más exergía se pueden perforar más pozos y conectarlos	++

Tabla 55: Evaluación cualitativa de las distintas tecnologías de calefacción distrital

### 9.3.3 FODA

A continuación se presenta un análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para cada tipo de tecnologías.

Endógenas	Calefacción Centralizada	Co-generación	Red de Energía
<b>Fortalezas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología madura.</li> <li>• Conocimiento y experiencia en el mercado nacional y local.</li> <li>• Proveedores de tecnología en Chile.</li> <li>• Bajos costos operativos.</li> <li>• Caldera que acepta múltiples tipos y calidades de biomasa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La tecnología existe en la zona (Hospital de Coyhaique) al igual que el servicio e insumos para su operación.</li> <li>• Más eficiente que una caldera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legislación favorable en cuanto al uso de aguas para fines no consuntivos.</li> <li>• De fácil operación y mantenimiento.</li> <li>• Temperatura de pozos alrededor de los 10°C (Fuente: CEGA).</li> </ul>
<b>Debilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se permite la competencia entre distintos oferentes de calor, lo que puede provocar ineficiencias.</li> <li>• El sistema no contempla la escalabilidad fuera del Lote 9, a menos que se reproduzca el sistema.</li> <li>• Se necesita transporte y almacenaje de combustible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se permite la competencia entre distintos oferentes de calor, lo que puede llegar a ineficiencias.</li> <li>• El sistema no contempla la escalabilidad fuera del Lote 9, a menos que se reproduzca el sistema.</li> <li>• Aumento de la complejidad al integrar sistemas eléctricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología no madura en Chile.</li> <li>• Requiere un sondeo antes de comenzar con la fase de planificación para notar la existencia de recursos geotermales de baja entalpía.</li> <li>• Su eficiencia depende del uso de sistemas de emisión para baja temperatura.</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del precio de la biomasa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del precio de la energía eléctrica.</li> <li>• Disminución del precio del GLP.</li> <li>• Ser un modelo de negocio exitoso implemtable y replicable a toda escala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del precio de la energía eléctrica.</li> <li>• Piloto a nivel mundial.</li> <li>• Existe voluntad de realizar proyectos de baja entalpía por parte del CEGA.</li> <li>• Modelo de negocio que pueda acceder a contribuciones mediante Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).</li> </ul>
<b>Amenazas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del precio de la biomasa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del precio de la energía eléctrica.</li> <li>• Aumento del precio del GLP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del precio de la energía eléctrica.</li> </ul>

Tabla 56: Análisis FODA de las distintas modalidades de calefacción distrital propuestas.

## 9.4 Selección y conclusión

A continuación, se describe las conclusiones del análisis y la selección de la tecnología más favorable para el proyecto.

- **Múltiples fortalezas para la calefacción centralizada:** La calefacción centralizada es una tecnología madura, existe el conocimiento y la experiencia en la instalación, operación y mantenimiento de la tecnología en Chile. Además, se cuenta con bajos costos de operación.
- **Co-generación y red de anergia con bajos costos en la producción de calor:** En cuanto a los costos nivelados de la producción de calor, las tecnologías más prometedoras son la cogeneración y las redes de anergia con geotermia de baja entalpía, con emisiones mínimas de gases de efecto invernadero y bajos consumos de exergía. Si además se considera el costo de la contaminación atmosférica (29 [\$/kWh]), estamos frente a opciones que cortarían la barrera de los 36 [\$/kWh], haciéndolas atractivas a nivel de mercado.
- **Riesgo de la co-generación:** La amenaza del sistema de cogeneración, es que el mercado no esté culturalmente preparado para aceptar a un subdistribuidor. En este caso, la opción de cogenerar no tiene sentido y es preferente generar calor con los menores costos marginales posibles.
- **No existen experiencias para mostrar en la red distrital de anergia:** En cuanto a las redes de anergia, a pesar de que los componentes del sistema se encuentran en una etapa madura, crear una red distrital de anergia es pionero, tanto que no existen experiencias previas. Esta amenaza, representa también una gran oportunidad para mostrar un proyecto de esta índole al mundo. Además, es importante mencionar, que una red de anergia promueve, desde el punto de vista económico, el buen diseño de edificios.
- **Gasificación de biomasa no es una tecnología madura:** La gasificación de biomasa para cogeneración, no es una tecnología madura y requiere de mano de obra muy especializada para sus mantenciones anuales, lo que la hace muy susceptible a fallas en una región aislada como la de Coyhaique.

De acuerdo a reunión sostenida el día 20 de junio de 2016 con la contraparte, se definió lo siguiente:

- Etapa 1: Para la primera etapa se desarrollará un sistema de **calefacción centralizada utilizando biomasa como energético** (astillas, pellets o desechos de madera).
- Etapa 2: Para la segunda etapa, se proyecta el uso de un sistema de cogeneración, o bien un sistema de características similares al de la etapa 1.

---

## 10 Modelo de negocio y administración

### 10.1 Modelo de negocio

#### 10.1.1 Análisis de Modelo de Negocio

Para asegurar la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de calefacción centralizada y ACS en base a biomasa para el barrio cívico de la ciudad de Coyhaique, se requiere un modelo negocio robusto, es decir, que genere márgenes suficientes y que cree una propuesta de valor atractiva para los clientes. Lo anterior se indagó siguiendo los siguientes pasos:

- **Segmentos de mercado:** Se identificaron los distintos segmentos de mercado, sus actividades y sus objetivos. Además, se realizó un pronóstico sobre las formas en las que se pueden aumentar los beneficios o evitar inconvenientes.
- **Propuesta de valor:** Se caracterizaron propuestas de valor en términos de productos y servicios y, a su vez, se estableció de qué forma estas propuestas de valor pueden ayudar en el aumento de las utilidades o disminución de los inconvenientes para cada segmento de mercado.
- **Ajuste:** En base a lo obtenido de las secciones anteriores, se conciliaron los servicios y productos de las propuestas de valor para cada segmento de mercado.
- **Definición de los modelos de negocio:** A partir del ajuste, se estableció como se creará, entregará y capturará valor.
- **Evaluación y selección:** En base a criterios cualitativos, se seleccionó un modelo de negocio óptimo.

#### 10.1.2 Segmentos de mercado

El sistema proveerá servicios a un barrio cívico con edificios destinados a los siguientes servicios: JUNJI, Consejo de Cultura, ELEAM, IND, Deportivo, MMA, SERNAM, Bomberos, Servicio de Salud, SENADIS y SENAMA (etapa 1 y 2). Es decir, existen 12 clientes que se diversifican en solo 5 segmentos del mercado: Oficinas, Centro de creación artística, un gimnasio, un hogar para ancianos y un jardín infantil con sala cuna tal como se indica en la siguiente tabla.

Clientes	Descripción	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Demanda ACS [m <sup>3</sup> /día]	Demanda Anual de Calefacción [MWh/año]
JUNJI	Jardín infantil con una superficie total de 1.450 m <sup>2</sup> , de las cuales 326 m <sup>2</sup> corresponden a superficie para salas (sala cuna y nivel medio).	1.452	0,4	154
Consejo de Cultura	Centro para la creación artística. Edificio de 2 pisos.	1.394	0,5	209
ELEAM	Edificio del adulto mayor.	2.210	3,9	664
IND	No se tienen antecedentes. Superficie estimada de 618 m <sup>2</sup> . Se asume su uso para oficinas.	602	0,2	90
Deportivo	No se tienen antecedentes. Superficie estimada de 571 m <sup>2</sup> . Se asume su uso para oficinas.	548	1,3	88
MMA	No se tienen antecedentes. Superficie estimada de 526 m <sup>2</sup> . Se asume su uso para oficinas.	506	0,2	81
SERNAM	No se tienen antecedentes. Superficie estimada de 679 m <sup>2</sup> . Se asume su uso para oficinas.	588	0,2	94
Bomberos	No se tienen antecedentes. Superficie estimada de 844 m <sup>2</sup> . asume su uso para oficinas.	749	1,8	120
S. Salud	No se tienen antecedentes. Superficie estimada de 608 m <sup>2</sup> . Se asume su uso para oficinas.	736	0,2	98
SENADIS	No se tienen antecedentes. Superficie estimada de 830 m <sup>2</sup> . Se asume su uso para oficinas.	539	0,3	86
SENAMA	No se tienen antecedentes. Superficie estimada de 567 m <sup>2</sup> . Se asume su uso para oficinas.	503	0,2	81

*Tabla 57: Segmentos de mercado para el modelo de negocio*

A partir de estos, se definieron sus actividades y objetivos buscando qué variables podían transferir utilidad, cuáles molestar o entorpecer y sus actividades cotidianas, como indica la siguiente tabla.

Segmentos de Mercado	Actividades	Objetivos	Utilidades	Males
ELEAM	-Hospedaje -Lavandería -Alimentación -Cuidados -Aseo	-Cuidado del adulto mayor	-Infraestructura adecuada -Buen diseño -Buena proporción entre el número de cuidadores y ancianos	-Mala mantención de los equipos -Pobre cadena de suministro -Mala calidad del ambiente interno -Mal servicio de ACS
JUNJI	-Cuidados -Protección -Lavandería -Alimentación -Aseo	-Cuidado de infantes y niños	-Infraestructura adecuada -Buen diseño -Buena proporción entre el número de cuidadores y niños	- -Asimetrías de información -Pobre cadena de suministro -Mala calidad del ambiente interno -Mal servicio de ACS
Consejo de Cultura	-Creación artística -Aseo	-Creación artística	-Lugar de encuentro de artistas -Exhibición de trabajos artísticos al mundo -Buena infraestructura -Buen diseño	-Mala calidad del ambiente interno -Mala mantención de los equipos
Bomberos	-Hospedaje -Entrenamiento -Almacenaje y mantención de equipo -Aseo	-Estar preparados ante una emergencia	-Infraestructura adecuada -Buen diseño -Sistema de información a tiempo real de las emergencias	-Mala calidad del ambiente interno -Mala mantención de los equipos
Deportivo	-Deportivas -Aseo	-Fomento de actividades deportivas	-Infraestructura adecuada -Buen diseño	-Mala calidad del ambiente interno -Mal servicio de ACS
S. Salud	-Atención en Box -Toma de Muestras -Salas multiuso	-Mejorar el servicio de salud del barrio	-Infraestructura adecuada -Buen diseño	-Mala calidad del ambiente interno
Oficinas	-Oficina -Aseo	-Otorgar servicios laborales	- -Infraestructura adecuada -Buen diseño	-Mala calidad del ambiente interno -Pobre cadena de suministro -Sin o deficiente conectividad

Tabla 58: Actividades y objetivos de los distintos segmentos de mercado

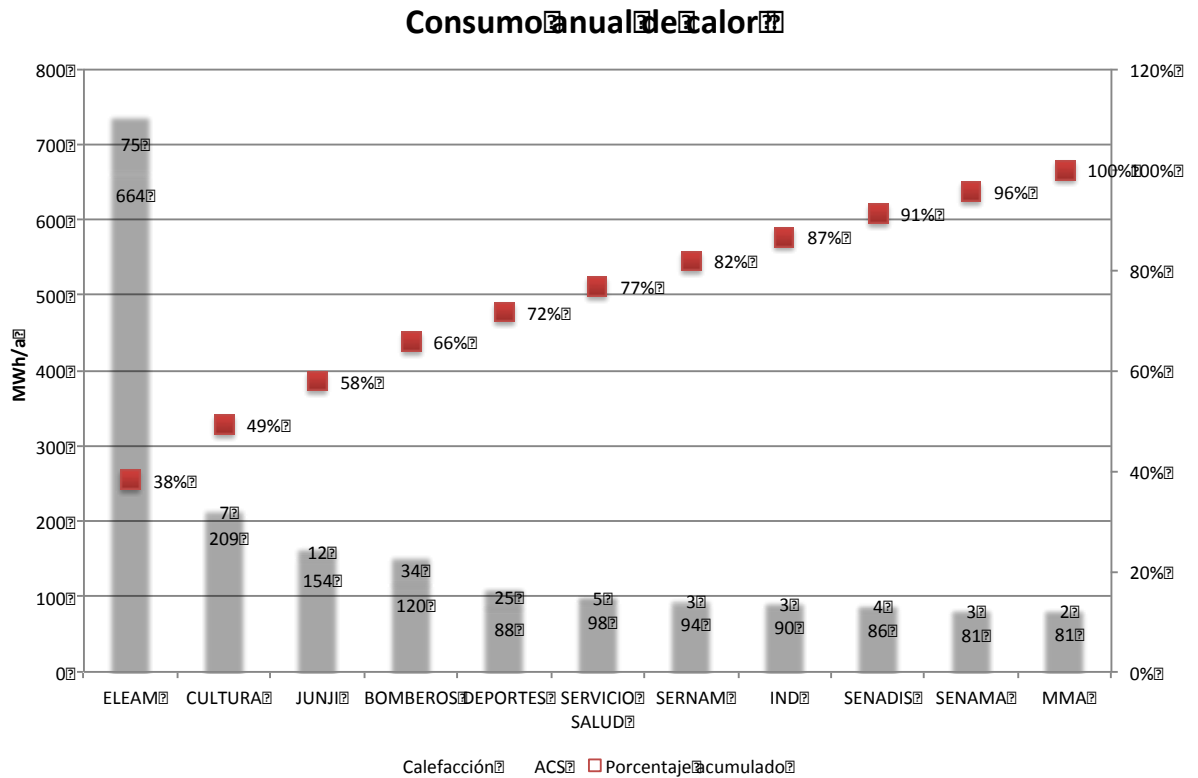


Figura 22: Pronóstico del consumo anual de calor, para los distintos servicios asociados al Lote 9 (fuente: Elaboración propia).

En la figura anterior, se muestra de manera ordenada de mayor a menor el consumo de calefacción y ACS. Se distingue claramente que al ELEAM como un único gran consumidor representa casi el 40% de la demanda final.

Del mismo modo, el ACS cumple un rol importante para los establecimientos de Bomberos, JUNJI y Deportivo. De esta forma, fue posible simplificar a dos grandes segmentos de mercado, el ELEAM y el resto de los establecimientos.

El tamaño del mercado fue otra variable a calcular. Asumiendo un precio de venta de 80[\$/kWh], se estimaron ventas anuales del orden de 220.000 [USD].

### 10.1.3 Propuesta de Valor

La adecuada formulación de las propuestas de valor (PV) llevó consigo la creación de un mapa de valor, donde se expusieron los productos y servicios ofrecidos por cada PV. Luego, se explicó de qué modo estos productos y servicios crean utilidad o aminoran males, tal como se indica en la siguiente tabla.

	Productos y Servicios	Creador de Utilidad	Aminorador de Males
<b>PV1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Servicio de suministro de agua caliente a 60°C</li> <li>-Pago mensual variable en base al consumo térmico</li> <li>-Visualización y registro de los consumos térmicos de cada edificio en tiempo real (1 hora)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Eficiente</li> <li>-Amigable con el medio ambiente</li> <li>-Instantáneo</li> <li>-Permite monitorear y verificar las medidas de eficiencia energética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sin mantención de equipos térmicos</li> <li>-Sin chimenea propia</li> <li>-Sin acopio de combustible propio</li> <li>-Aumento de la confiabilidad en el suministro del servicio</li> </ul>
<b>PV2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Servicio de suministro de agua caliente a 60°C</li> <li>-Pago mensual invariable en base a anualización de los costos térmicos</li> <li>-Visualización y registro de los consumos térmicos de cada edificio en tiempo real (1 hora)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Eficiente</li> <li>-Amigable con el medio ambiente</li> <li>-Instantáneo</li> <li>-El pronóstico de los costos aminora los riesgos financieros</li> <li>-Permite monitorear y verificar las medidas de eficiencia energética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sin mantención de equipos térmicos</li> <li>-Sin chimenea propia</li> <li>-Sin acopio de leña propio</li> <li>-Aumento de la confiabilidad en el suministro del servicio</li> </ul>
<b>PV3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Servicio de suministro de agua caliente a 60°C</li> <li>-Pago mensual invariable en base a anualización de los costos térmicos</li> <li>-Servicio de mantención y reparación de los edificios y espacios comunes</li> <li>-Servicio de manejo de plagas</li> <li>-Servicio de manejo de residuos sólidos (reciclaje)</li> <li>-Servicio de aseo y ornato para</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Eficiente</li> <li>-Amigable con el medio ambiente</li> <li>-Instantáneo</li> <li>-Menores costos</li> <li>-El pronóstico de los costos aminora los riesgos financieros</li> <li>-Permite monitorear y verificar las medidas de eficiencia energética</li> <li>-Sustentable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sin mantención de equipos térmicos</li> <li>-Sin chimenea propia</li> <li>-Sin acopio de leña propio</li> <li>-Aumento de la confiabilidad en el abastecimiento del servicio</li> <li>-Sin mantención de la fachada ni el interior de los edificios</li> <li>-Sin mantención de espacios comunes</li> <li>-Despreocupación de control</li> </ul>



los edificios y espacios comunes	-Facilita la comunicación entre los distintos servicios del Lote 9	de plagas
-Servicio de seguridad para edificios y espacios comunes	-Paisajismo integral	
-Pantallas informativas (mural electrónico) para compartir la información entre los servicios del Lote 9		

*Tabla 59: Mapa de valor modelo de negocio*

Un servicio como la venta de energía térmica requiere propuestas de valor que se diferencien de tal manera que no sea sustituido por un servicio equivalente (tal como la calefacción por electricidad). Estas se valoraron según sus cualidades financieras y servicios adicionales.

#### 10.1.4 Ajuste

El mercado se diferenció en dos clientes, ELEAM y el resto de los edificios. Esto se debe a que el primero es el cliente que significativamente presenta el mayor consumo, tanto en calefacción como en ACS. Lo anterior no modifica el hecho de que los requerimientos del ELEAM y los de la JUNJI fuesen parecidos, dónde la confiabilidad del servicio es de gran importancia. Esto se debe en gran medida al hecho que la higiene y los servicios de alimentación son fundamentales siendo el agua caliente una pieza clave para ello.

Todas las propuestas consideran el abastecimiento de agua caliente para los sistemas de calefacción y ACS y, por lo tanto, no fue necesario añadir alguna otra cualidad para el ajuste.

#### 10.1.5 Definición de modelos de negocio

Los 3 modelos de negocio que se plantean a continuación, se describieron en base al “Lienzo de Modelo de Negocios”<sup>29</sup>, y comparten los **Segmentos de Mercado** a los cuales apuntan correspondientes al ELEAM y el resto de los edificios.

<sup>29</sup> Para mayor información se sugiere leer Business Model Generation de Alexander Osterwalder y Yves Pigneur

	Modelo Negocio 1 (MN1)	Modelo Negocio 2 (MN2)	Modelo Negocio 3 (MN3)
<b>Propuesta de valor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ESCO proveerá los servicios de suministro de calefacción y ACS a cada edificio del Lote 9 mediante una red subterránea.</li> <li>• El precio de la energía térmica será menor que el precio de mercado.</li> <li>• Los consumos de energía térmica para cada empalme (edificio) estarán disponibles en tiempo real (resolución de 1 hora) mediante una aplicación móvil (Android y iPhone).</li> <li>• La facturación será por períodos mensuales y constará de un cargo fijo el cual considera los costos anualizados de mantenimiento. Además, considera un cargo variable por consumo de energía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ESCO proveerá los servicios de suministro de calefacción y ACS a cada edificio del Lote 9 mediante una red subterránea.</li> <li>• El precio de la energía eléctrica será menor que los ofrecidos por Edelay-sén.</li> <li>• El precio por energía térmica será menor que el precio de mercado.</li> <li>• Los consumos de energía térmica, para cada empalme (edificio), estarán disponibles en tiempo real (resolución de 1 hora) mediante un aplicación móvil (Android y iPhone).</li> <li>• La facturación para el primer año será de acuerdo a los consumos: mes a mes.</li> <li>• A partir del segundo año, la facturación será por períodos mensuales e iguales durante todo el año. Estos se fijarán en base al consumo de año anterior, evitando problemas financieros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ESCO será parte de una entidad que ofrecerá servicios de "Facility Management" (FM).</li> <li>• El FM proveerá los servicios de mantenimiento y reparación de los edificios y espacios comunes (definido por LEED como "Core and Shell").</li> <li>• El FM proveerá el servicio de manejo de plagas.</li> <li>• El FM proveerá el servicio de manejo de residuos sólidos (reciclaje) como parte integral del Lote 9.</li> <li>• El FM proveerá los servicios de aseo y ornato para los edificios y espacios comunes.</li> <li>• El FM proveerá el servicio de seguridad para edificios y espacios comunes.</li> <li>• El FM proveerá una pantalla informativa para compartir la información entre los servicios del Lote 9.</li> <li>• El FM proveerá los servicios de suministro de calefacción, ACS y energía eléctrica a cada edificio del Lote 9 mediante una red subterránea.</li> <li>• El precio por todos los servicios será menor que si fuesen adquiridos de forma individual.</li> <li>• Existirá un único administrador y responsable para los servicios comunes del Lote 9.</li> <li>• Los consumos de energía térmica, para cada empalme (edificio), estarán disponibles en tiempo real (resolución de 1 hora) mediante un aplicación móvil (Android y iPhone).</li> <li>• La facturación para el primer año será de acuerdo a los consumos energéticos mes a mes, más una tarifa fija por los servicios ofrecidos.</li> <li>• A partir del segundo año, la facturación será por períodos mensuales e iguales durante todo el año. Estos se fijarán en base a los costos mensuales promedio del año anterior.</li> </ul>
<b>Canales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red de distribución subterránea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red de distribución subterránea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red de distribución subterránea.</li> </ul>

<b>utilizados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación móvil para teléfonos inteligentes que informa sobre el consumo en tiempo real.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación móvil para teléfonos inteligentes que informa el consumo en tiempo real.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación móvil para teléfonos inteligentes que informa el consumo en tiempo real.</li> <li>• Aplicación web.</li> <li>• Elementos de control y vigilancia.</li> <li>• Plan de manejo de residuos y un punto de compostaje para ser utilizado en los jardines.</li> <li>• Pantallas conectadas a la intranet para su funcionamiento con la pantalla informativa.</li> </ul>
<b>Relación con clientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directa, sin necesidad de retención o adquisición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directa, sin necesidad de retención o adquisición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directa, sin necesidad de retención o adquisición.</li> </ul>
<b>Flujos de ingresos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una vez finalizado el periodo contable, se facturarán los servicios de la ESCO en función de los consumos energéticos de cada empalme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facturas por montos iguales mes a mes por cada empalme facilitadas por la ESCO y en función del promedio en el consumo mensual del año anterior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facturas por montos iguales mes a mes, por cada empalme facilitado por el FM y en función del promedio en el consumo mensual del año anterior. Se adicionará el valor de los otros servicios, prorrateados por los metros cuadrados construidos por cada edificio, en formato de gasto común.</li> </ul>
<b>Recursos claves</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo lo referido a los costos de capital (red de distribución, calderas, medidores de tiempo real, estanques de acumulación, empalme eléctrico).</li> <li>• Suministro de biomasa.</li> <li>• Suministro de agua potable.</li> <li>• Suministro de energía eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo lo referido a los costos de capital (red de distribución, calderas, medidores de tiempo real, estanques de acumulación, empalme eléctrico).</li> <li>• Suministro de biomasa.</li> <li>• Suministro de agua potable.</li> <li>• Suministro de energía eléctrica.</li> <li>• Especialista en finanzas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo lo referido a los costos de capital (la red de distribución, calderas, medidores de tiempo real, estanques de acumulación, empalme eléctrico).</li> <li>• Suministro de biomasa.</li> <li>• Suministro de agua potable.</li> <li>• Suministro de energía eléctrica.</li> <li>• Personal capacitado.</li> <li>• Especialista en finanzas.</li> </ul>
<b>Actividades clave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de calefacción y ACS.</li> <li>• Mantenimiento y operación de equipos.</li> <li>• Compra y logística del combustible.</li> <li>• Cobranza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de calefacción y ACS.</li> <li>• Mantenimiento y operación de equipos.</li> <li>• Compra y logística del combustible.</li> <li>• Optimización de acuerdo a las oportunidades financieras para la compra del combustible anual.</li> <li>• Cobranza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de calefacción y ACS.</li> <li>• Mantenimiento y operación de equipos.</li> <li>• Compra y logística del combustible.</li> <li>• Aseo y ornato.</li> <li>• Estrategias de seguridad.</li> <li>• Mantenimiento de edificios.</li> <li>• Manejo de residuos sólidos.</li> <li>• Capacitación en cuanto a funcionalidad de las aplicaciones e interfaz web.</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de indicadores de utilización y desempeño.</li> <li>• Optimización de acuerdo a las oportunidades financieras para compra del combustible anual.</li> <li>• Cobranza.</li> </ul>
<b>Socios Claves</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveedores de combustible.</li> <li>• Proveedores de medidores de tiempo real con sus App para móviles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveedores de combustible.</li> <li>• Proveedores de medidores de tiempo real con sus App para móviles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveedores de combustible.</li> <li>• Proveedores de medidores de tiempo real con sus App para móviles.</li> <li>• Compañías de FM.</li> <li>• Compañías reciclaje.</li> </ul>
<b>Estructura de Costos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustibles.</li> <li>• O&amp;M.</li> <li>• Administración.</li> <li>• Cobranza.</li> <li>• Seguros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustibles.</li> <li>• O&amp;M.</li> <li>• Administración.</li> <li>• Cobranza.</li> <li>• Seguros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustibles.</li> <li>• O&amp;M.</li> <li>• Administración.</li> <li>• Cobranza.</li> <li>• Personal.</li> <li>• Externos.</li> <li>• Seguros.</li> </ul>

Tabla 60: Descripción de los modelos de negocio

### 10.1.6 Conclusiones y selección de un modelo de negocio

El ELAEM representa, por sí solo, un 38% del mercado, por lo que se decidió entrevistar a éste y a otros agentes en terreno. De la visita, se logró comprobar que los usuarios son muy reacios a cambiar el "status quo", es decir, a pesar de que en papel el modelo de negocio MN3 es el más prometedor, la entrevista arrojó que el mercado no estaba dispuesto a cambiar sus hábitos. Aún más, en las reuniones se dio a entender que si no estuviese en el reglamento del Lote 9 la obligatoriedad de incorporar un sistema de calefacción centralizado, existirían bajas posibilidades que los clientes utilizarían el sistema.

Parece tener igual o mayor relevancia el contar con una buena solución técnica o un buen modelo de negocio que cambiar los hábitos dentro del mercado.

Se decidió por el modelo de negocio MN1 que es el más sencillo de todos. Esto se definió de acuerdo a los siguientes antecedentes:

- Existe una clara falta de coordinación entre los distintos servicios lo que imposibilita, en gran medida, la capacidad de proponer un servicio aún más complejo.
- No existe una visión unificada de los beneficios de los modelos de negocio más innovadores.

## 10.2 Modelo de administración

En la siguiente figura se describen 2 opciones de modelos de administración, los cuales consideran el abastecimiento de biomasa, la producción de energía térmica en la planta de biomasa, la distribución de la energía térmica para calefacción distrital y la venta de la energía térmica a los usuarios. Para garantizar una producción de energía térmica eficiente y eficaz, cada actor debe enfocarse en sus principales competencias.

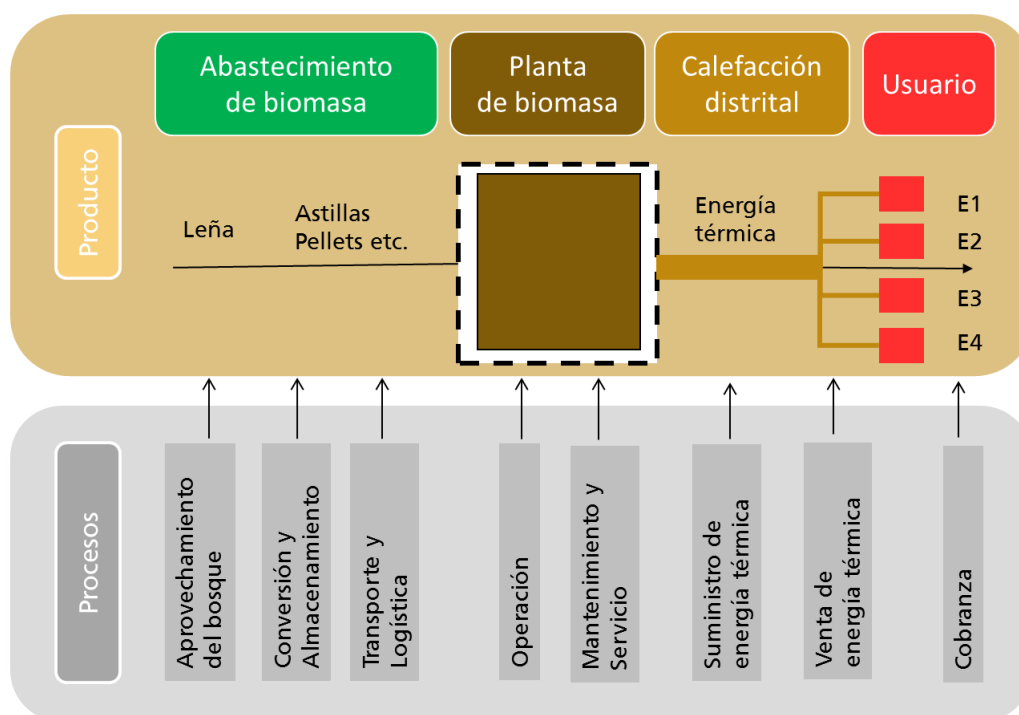


Figura 23: Cadena de la producción de energía térmica

En base al interés y competencias de los actores, se describen dos opciones de modelos de administración con participación del sector público y privado las cuales se enumeran a continuación:

- *Opción 1:* Organización de la CD por el sector público.
- *Opción 2:* Organización de la CD por una asociaciones pública - privada.

### 10.2.1 Opción 1: Organización de la CD por el sector público

En esta opción, se asignan los diferentes procesos solamente al sector público. El sector público es propietario de toda la infraestructura (la caldera, la calefacción distrital) y responsable de la gestión, operación, comercialización y cobranza de la energía energética. Los actores forestales son responsables del abastecimiento seguro y rentable de las astillas para la planta de biomasa.

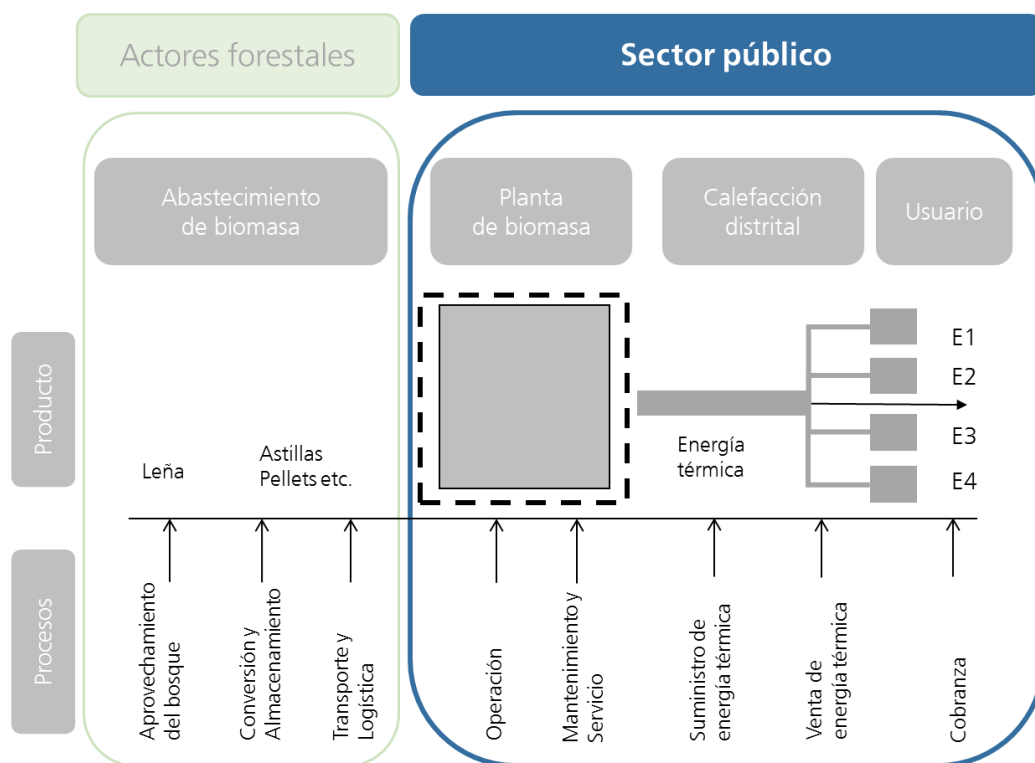


Figura 24: Opción 1: Organización de la CD por el sector público

Aspectos	Ventajas	Desventajas
<b>Economico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No existe fin de lucro en la operación del sistema, lo que permitiría potencialmente menores costos para usuarios finales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El riesgo financiero recae en el sector público.</li> <li>El sector público posee poca capacidad para negociar precios de combustible.</li> </ul>
<b>Legal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El riesgo del negocio, la propiedad y utilidades son claramente reguladas por el sector público</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta el marco legal para la operación de una planta de energía por el sector público</li> </ul>
<b>Actores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las responsabilidades se asignan a solamente una institución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta conocimiento y experiencia</li> <li>Poca competencia en la operación de plantas energéticas</li> <li>Alta dependencia por los proveedores de biomasa</li> <li>Baja aceptación de los actores claves</li> </ul>

Tabla 61: Ventajas y desventajas de la Organización de la CD por el sector público

### 10.2.2 Opción 2: Organización de la CD por una asociaciones pública - privada

En comparación con la opción 1, la inversión en la caldera y en la calefacción distrital se hace por el sector público. Por medio de una concesión, se contrata una empresa privada que asume la responsabilidad de la gestión y operación completa de la planta.

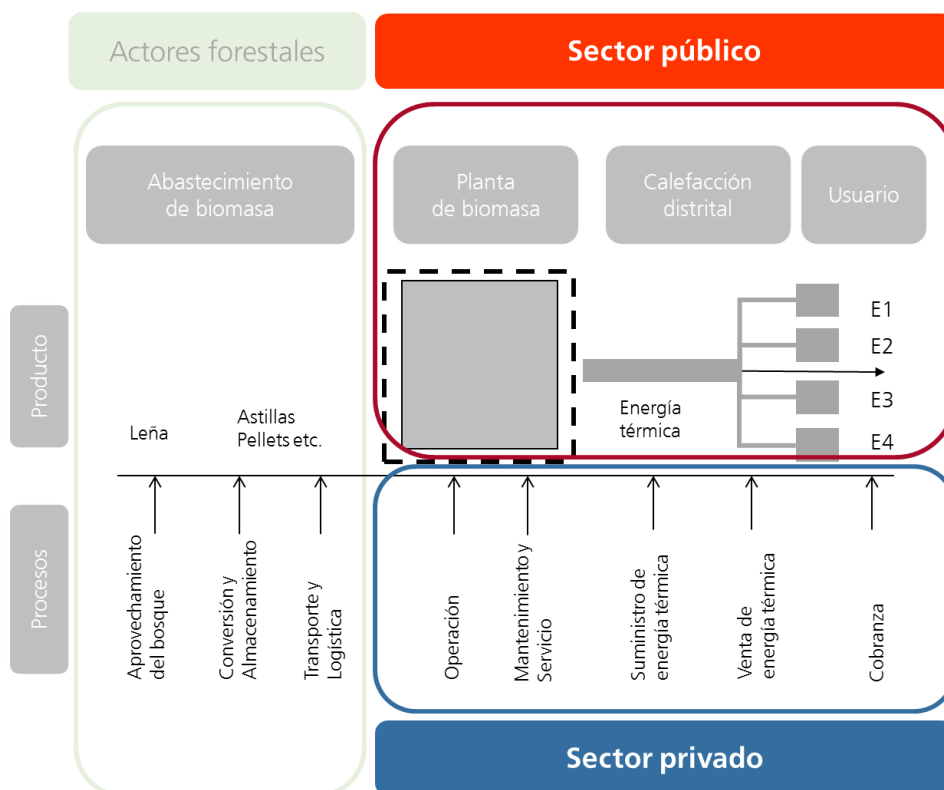


Figura 25: Opción 2: Organización de la CD por una asociaciones pública – privada

Aspectos	Ventajas	Desventajas
<b>Económico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los riesgos financieros y de negocio se distribuyen en el sector pública - privada</li> <li>Opción económicamente atractiva para el sector privado (riesgos, inversión y rendimiento)</li> <li>Mayor seguridad en la inversión</li> <li>Mayor competencia entre posibles operadores, para obtener mejores precios de suministro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En general, el sector privado busca iniciativas de inversión con períodos de retorno menores a los que podrían obtenerse con una calefacción distrital.</li> </ul>
<b>Legal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asignación óptima de responsabilidades en función de las capacidades de cada actor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No existen antecedentes de este tipo de operación en el sector público</li> </ul>
<b>Actores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexibilidad en la selección de abastecimiento de biomasa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si existen muy pocos actores, puede perderse el estímulo a ofrecer precios más bajos.</li> </ul>

Tabla 62: Organización de la CD por una asociaciones pública – privada

### 10.2.3 Criterios mínimos de la empresa privada para la operación de la CD

El operador de la CD debe cumplir con los siguientes criterios mínimos:

- **Experiencia y conocimiento en la mantención y la operación de plantas energéticas:** La empresa debería tener experiencia en la operación y mantención de plantas energética en Chile, especialmente en los siguientes temas: 1) *Conocimiento en la compra de biomasa:* El precio de biomasa es decisivo para gestionar una planta de energía económicamente rentable. Sería ideal si la empresa tendrían conocimiento en la compra y venta de biomasa. 2) *Administración, operación y mantención:* La empresa debería tener conocimiento en la operación y la mantención de calderas a biomasa; experiencia de redes de distribución y en instalaciones de calefacción intradomiciliarias; 3) Experiencia en gestión de servicios: *Cobranza:* La empresa debería tener conocimiento en la cobranza de la venta de energía, cobros y administración y sistema de atención al cliente; 4) Experiencia en marketing y comunicaciones: El oferente o la empresa subcontratada deberá validar experiencia en servicios de marketing.
- **Capacidad financiera del oferente:** El operador de la CD debería tener acceso a recursos económicos para la puesta en marcha con el fin de comprar la biomasa en el mercado local. También es importante que tenga capital a mediano y largo plazo para asegurar la liquidez de la empresa en los primeros años donde los ingresos no cubrirán los gastos.
- **Antigüedad de la empresa:** Se recomienda que la empresa tenga al menos 5 años de consolidada. En el caso de sociedades, se pide que la duración mínima de la sociedad sea de 10 años.



---

## 11 Programa ingeniería básica / conceptual

### 11.1.1 Descripción General

Se plantea una central de calefacción distrital para abastecer de calefacción y ACS a los edificios que conformarán el barrio cívico en el sector Escuela Agrícola de Coyhaique. La central estará ubicada en el subterráneo del lote 9-d, cedido a la Subsecretaría de Medio Ambiente para su utilización.

El abastecimiento de calefacción y agua caliente sanitaria para los edificios del centro cívico se realiza en dos diferentes etapas, asociadas a la calidad de información existente para los distintos edificios proyectados y a las fechas de inicio de operación de estos.

#### ***Etapas 1***

En una primera etapa se abastecerá al edificio ELEAM, JUNJI y al Edificio del Centro Cultural, que en total suman del orden de 5.000[m<sup>2</sup>] construidos. La demanda conjunta de estos edificios se estima en el orden de 500[kW] térmicos. Adicionalmente a esta potencia instantánea de las calderas, se considerará una potencia de reserva en estanques de inercia adicionales, que permitirá hacer frente a las demandas en horario punta de la primera etapa, en caso que estas sean mayores a lo esperado y, en el caso que las demandas sean menores, el mismo volumen de acumulación podrá ser utilizado para abastecer a la totalidad de los edificios de las etapas 1 y 2.

Las obras civiles a ejecutar para el desarrollo de la etapa 1 deberán considerar los espacios necesarios para la implementación posterior de la etapa 2, así como las redes de distribución necesarias.

#### ***Etapas 2***

En vista de la incertidumbre existente sobre las características de los edificios de la etapa 2, únicamente se considerará el espacio necesario para la posterior instalación de un sistema de apoyo, que podrá ser un sistema de cogeneración en base a GLP, con una potencia eléctrica aproximada a 75 [kWe], o bien para un segundo sistema de calefacción utilizando biomasa, de potencia térmica adecuada a las características finales de los edificios de esta etapa.

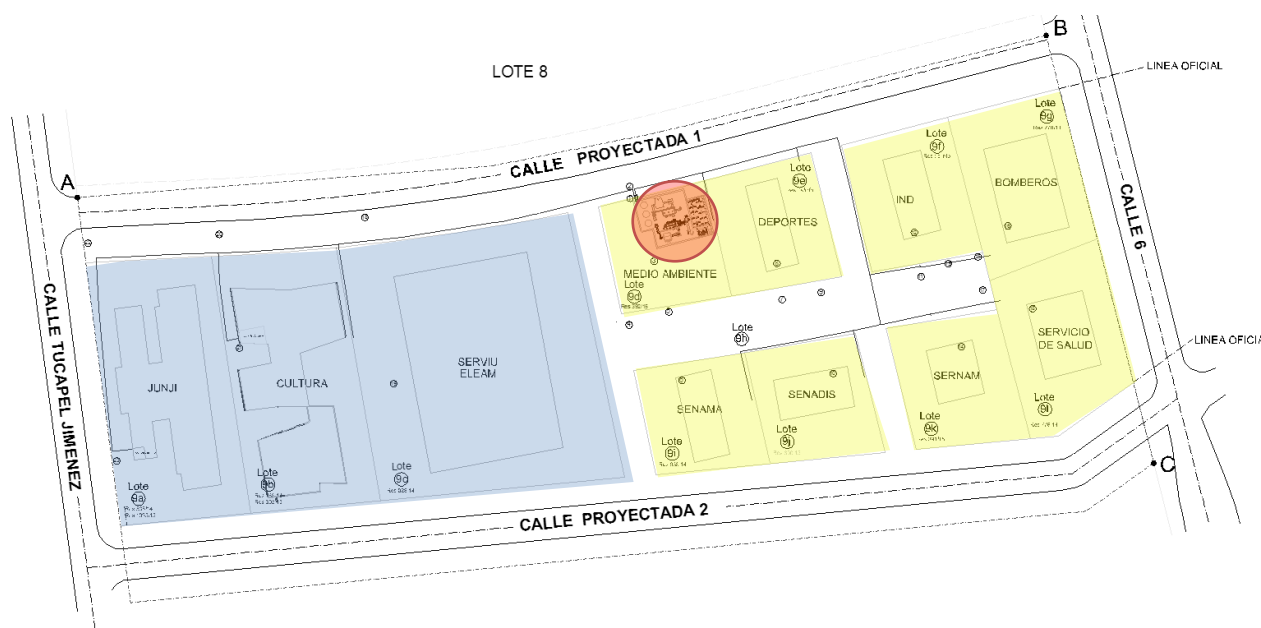


Figura 26 Ubicación de la central térmica (rojo), edificios correspondientes a la etapa 1 (en azul) y a la etapa 2 (en amarillo)

### 11.1.2 Características de la central

La central estará ubicada en el lote 9-d, en el extremo poniente más cercano a la calle transversal 1, con la finalidad de facilitar el acceso a los camiones proveedores de combustible.

La caldera a considerar utilizará biomasa como combustible, teniendo al menos la capacidad de utilizar al menos astillas de madera o pellets, de las calidades disponibles en el mercado nacional. La caldera y sus componentes deberán contar con un sistema de reducción de emisiones que aseguren un máximo de 20 [mg/m<sup>3</sup>N] de MP, un sistema de extracción de cenizas y un sistema de limpieza automático del intercambiador de calor para la caldera.

El almacenamiento de combustible del sistema se hará en un silo ubicado al mismo nivel que la sala de calderas, que tendrá un extractor de tipo horizontal, activado por un sistema de bombeo de aceite. La alimentación a las calderas se hará a través de un alimentador de tornillo sinfín, con dispositivo contra incendio incluido.

Se realizarán dos circuitos distintos, uno asociado a la distribución a los usuarios finales, y el circuito de la caldera. Esto permitirá una mayor presión de trabajo en el primero y utilizar la caldera en sus condiciones óptimas.

El circuito acumulación-caldera, estará separado de la red de distribución mediante un intercambiador de calor de placas. A este circuito se conectará, en una segunda fase, la central correspondiente a la segunda fase.

### **11.1.3 Estanque de inercia**

Se considera que el estanque almacena agua a 90°C y 6 bar, de acuerdo a las temperaturas de trabajo de los equipos cotizados para este proyecto. La temperatura nominal de retorno para el sistema de distribución es de 20°C menos que la temperatura de ida. Es así que se considerará una temperatura de retorno de 70°C. El dimensionamiento se realiza de acuerdo a la metodología explicada en (IDAE,2010).

Se iteraron varios tamaños de estanques de acumulación, de manera de proponer un tamaño que tuviera un tiempo de recuperación menor a una hora. Se opta por un estanque de 24.000 [lts], de acuerdo a lo mostrado a continuación:

### **11.1.4 Sistema de distribución**

El sistema de distribución estará conformado por tuberías pre-aisladas dobles, rígidas, con aislación de espuma de poliuretano rígida (PUR), las cuáles distribuirán calor a los distintos edificios a través de subestaciones que serán instaladas en cada edificación.

La configuración del circuito será de flujo variable, en la cual la entrega de calor hacia el usuario es determinada por este último, de acuerdo a sus requerimientos de confort.

La red de distribución poseerá una bomba de flujo variable controlada por sensores de presión en la entrada y salida de la subestación correspondiente al usuario crítico (usuario que presente una mayor pérdida de presión en el circuito proveniente desde la planta), que enviarán una señal a la bomba del sistema para ajustar su operación, lo que permitirá asegurar que exista una diferencia de presión mínima en el usuario crítico.

### **11.1.5 Distribución al interior de los edificios**

Si bien el diseño de la distribución al interior de los edificios queda fuera del alcance de esta ingeniería de detalle, se recomienda la utilización de subestaciones con circuitos de calefacción y ACS por separado, dimensionadas de acuerdo a los requerimientos particulares de cada edificio.

En el anexo 22.7 se muestra el dimensionamiento para las subestaciones de los 3 edificios correspondientes a la etapa 1.

### **11.1.6 Sistema de control**

El circuito de distribución tendrá control a nivel de la bomba central, controlando el caudal de las bombas de acuerdo a la presión disponible en el consumidor crítico.

En los edificios, el sistema de control se hará a través de válvulas motorizadas que actúan en función de la temperatura, y adicionalmente cada acometida los edificios contará con un siste-

ma de equilibrado de presiones que permitirá asegurar un caudal uniforme en todos los servicios.

### 11.1.7 Dimensionamiento del silo

El silo se dimensiona para las dos etapas del proyecto, ya que se trata de un recinto bajo tierra, que resulta complejo ampliarlo en una etapa posterior. Considerando que todos los edificios poseen un perfil de demanda igual al del edificio de JUNJI que fue simulado, y que el consumo de ACS es igual para los doce meses del año. También se consideran las pérdidas por distribución y las eficiencias del sistema de generación para estimar el consumo de combustible.

En vista de que se propone una caldera con la capacidad de aceptar al menos pellets y astillas como combustible, se dimensiona el silo para astillas, ya que tienen un menor poder calorífico por unidad de volumen. No es necesario tener silos independientes para cada energético, más bien, se debe dimensionar para que se pueda abastecer la demanda en el caso energéticamente más desfavorable, el cual corresponde a astillas. Se considera una densidad de  $250 [kg/m^3]$  y un poder calorífico de  $800 [kWh/m^3]$ <sup>30</sup>

Se realiza una estimación del consumo de energía de la caldera para poder abastecer a los edificios una vez finalizadas las dos etapas de construcción. Los resultados son los mostrados a continuación:

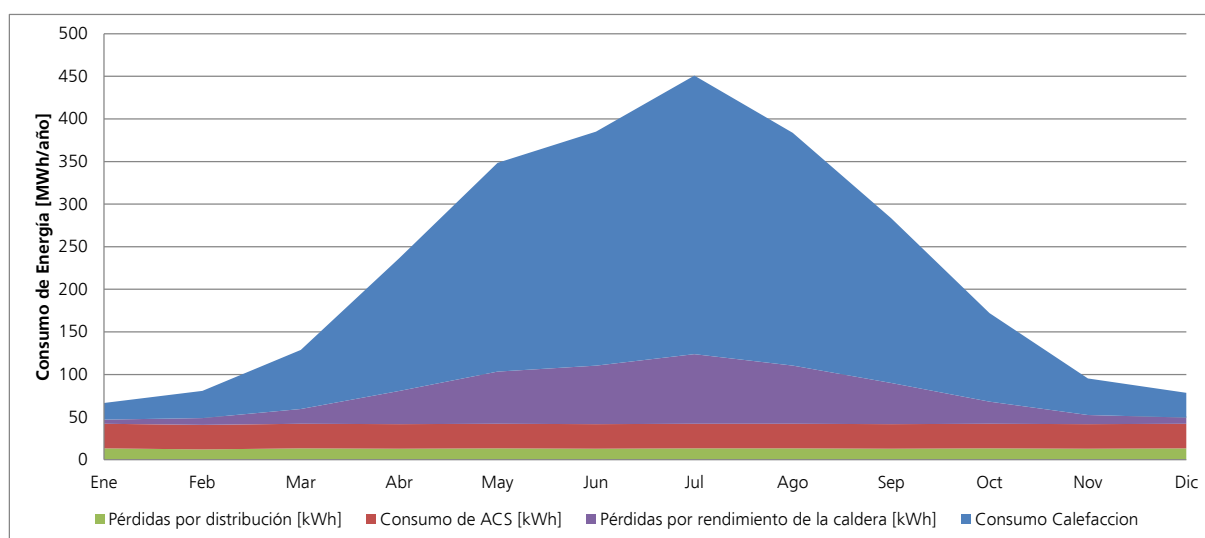


Figura 27 Consumo esperado de energía de la central, para el proyecto incluyendo las dos fases de construcción.

El consumo de energía incorpora las pérdidas por distribución, la generación de agua caliente para el consumo de ACS, las pérdidas por rendimiento de la caldera, y los consumos asociados a

<sup>30</sup> Valores obtenidos del centro de biomasa de Coyhaique

la calefacción. Como era de esperarse, existe una marcada estacionalidad para los consumos de calefacción.

Tomando un poder calorífico para los pellets de  $4,8[kWh/kg]$  y una densidad aparente de  $600[kg/m^3]$ , se tiene que la cantidad de pellets y de astillas para cada mes es la indicada en la Tabla 63:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Solo Etapa 1	Astillas	70	80	116	194	275	302	350	301	228	147	91	79
	Pellets	19	22	32	53	75	82	96	82	62	40	25	22
Etapa 1 y 2	Astillas	83	101	161	296	436	481	564	480	354	215	119	98
	Pellets	23	28	44	81	119	131	154	131	97	59	33	27

Tabla 63 Consumo de pellets o astillas en metros cúbicos, para cada mes del año.

Se deduce de la tabla anterior, que el volumen requerido para el uso de pellets es del orden de 3,5 veces menor que para las astillas, debido a su mayor densidad aparente y su mayor poder calorífico.

Los volúmenes requeridos para un período de autonomía de 3 días y para 1 semana, se analizan en el período de mayor consumo, que corresponde a invierno, y se considera un factor de seguridad de un 15%:

Tiempo Autonomía	Combustible	Tamaño silo [m <sup>3</sup> ]	Alto [m]	Ancho [m]	Largo [m]
1 semana	Astillas	162	3	7	7
1 semana	Pellets	44	3	4,5	4,5
3 días	Astillas	65	3	5	5
3 días	Pellets	18	3	2,5	2,5

Tabla 64 Tamaño requerido del silo de acuerdo al combustible utilizado.

Finalmente, se propone que el silo de almacenamiento tenga una capacidad de  $75[m^3]$ , cercana a la capacidad requerida para una autonomía de 3 días utilizando astillas como combustible.

### 11.1.8 Características del combustible

Las calderas consideradas tienen la capacidad de usar astillas o pellets como combustibles.

Para las astillas se utilizarán de acuerdo a las especificaciones requeridas por las calderas. Las especificaciones del combustible deberán tener en consideración al menos los siguientes parámetros considerados en la normativa ISO 17225-1:

- Distribución del tamaño de las astillas (P)
- Humedad del combustible (M ó w)
- Contenido de cenizas (A)

En el caso de los pellets, estos deberán cumplir con los requerimientos de la caldera, de acuerdo a la norma UNE 14961, parte 1 y 2. Los combustibles deberán definir al menos los siguientes parámetros:

- Diámetro y largo (D)
- Humedad del pellet (M)
- Durabilidad mecánica (DU)
- Contenido de cenizas (A)

Los valores permisibles para cada parámetro dependerán de los requerimientos de la caldera, pero se propone como mínimo lo siguiente:

- Astillas: M50, P16, A2.0
- Pellets: M50, D12, DU95.0, A2.0

La caldera podrá aceptar astillas o pellets de menor calidad que los mencionados anteriormente, pero debe asegurar que el funcionamiento con dicho combustible pueda lograr generar la potencia requerida por diseño.

### 11.1.9 Logística de transporte de combustible

En estos momentos, el transporte en la ciudad de Coyhaique se realiza en camiones tolva con una capacidad de 10[m<sup>3</sup>].

A continuación se presentan la cantidad de despachos por semana requeridos bajo esta condición, tanto para la etapa 1 como para la etapa 2 de acuerdo a la tabla de suministro mensual presentada en la Tabla 63. El análisis se presenta únicamente para pellets y para astillas. Se considera por cada carga un máximo de 4 camionadas, equivalentes a 40[m<sup>3</sup>], para asegurar que el silo tenga el espacio suficiente disponible, y para que las interrupciones sean mínimas.

			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Astillas	Solo Etapa 1	<b>Cantidad de cargas x mes</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
		Tamaño de cada carga [m <sup>3</sup> ]	35	27	39	39	39	38	39	38	38	37	30	40
		Camionadas x carga	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		Total [m <sup>3</sup> /mes]	70	81	117	195	273	304	351	304	228	148	90	80
	Etapa 1 y 2	<b>Cantidad de cargas x mes</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
		Tamaño de cada carga [m <sup>3</sup> ]	28	34	40	37	40	37	38	40	39	36	40	11
		Camionadas x carga	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	1
		Total [m <sup>3</sup> /mes]	84	102	160	296	440	481	570	480	351	216	120	22
Pellets	Solo Etapa 1	<b>Cantidad de cargas x mes</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
		Tamaño de cada carga [m <sup>3</sup> ]	19	22	32	26	25	27	32	27	31	40	25	11
		Nº de Camiones por carga	2	3	4	3	3	3	4	3	4	5	3	2
		Total [m <sup>3</sup> /mes]	19	22	32	52	75	81	96	81	62	40	25	22
	Etapa 1 y 2	<b>Cantidad de cargas x mes</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
		Tamaño de cada carga [m <sup>3</sup> ]	23	28	22	27	40	33	38	33	32	29	33	13
		Nº de Camiones por carga	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	2

		Total [m <sup>3</sup> /mes]	23	28	44	81	120	132	152	132	96	58	33	26
--	--	-----------------------------	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----

*Tabla 65 Cantidad de despachos semanales requeridos, y cantidad de camiones requeridos por despacho*

Como puede notarse del cuadro anterior, el período crítico corresponde al mes de julio cuando se utilizan astillas, en donde se requieren hasta 15 cargas mensuales.

Puede considerarse un camión de mayor envergadura para los meses de invierno. Sin embargo esto conlleva un riesgo de aumento de precios de suministro, dado que en Coyhaique no existe un mercado desarrollado de transporte. Contar con un camión para realizar despachos puede significar un activo con prolongados sin movimientos para el proveedor de astillas y que debiera verse reflejado en un mayor precio del combustible.

El proceso de llenado del silo se hace a través de una escotilla removible que permite el acceso directamente a los camiones. Se estima que el tiempo de descarga de cada camión no debería superar los 15 minutos. De esta manera, se puede planificar el despacho de combustible en horarios fuera de oficina, para no perturbar mayormente el funcionamiento del barrio cívico.

#### **11.1.10 Almacenamiento de combustible**

El almacenamiento de la biomasa se realizará en un silo ubicado a un costado de la central térmica, que tendrá una capacidad de 75[m<sup>3</sup>] de almacenamiento. El silo de almacenamiento deberá considerar todas las condiciones de seguridad necesarias para evitar cualquier riesgo de incendio por auto ignición de la biomasa, y para evitar posibles asfixias de parte de funcionarios que puedan requerir ingresar al silo.

Para esto, se deberá considerar lo siguiente:

- Queda terminantemente prohibido mezclar distintos tipos y/o calidades de biomasa en el silo.
- Sistema mecánico de ventilación para el silo de almacenamiento.
- Sistema de monitoreo de gases y temperatura, asociado a la apertura del acceso del silo.





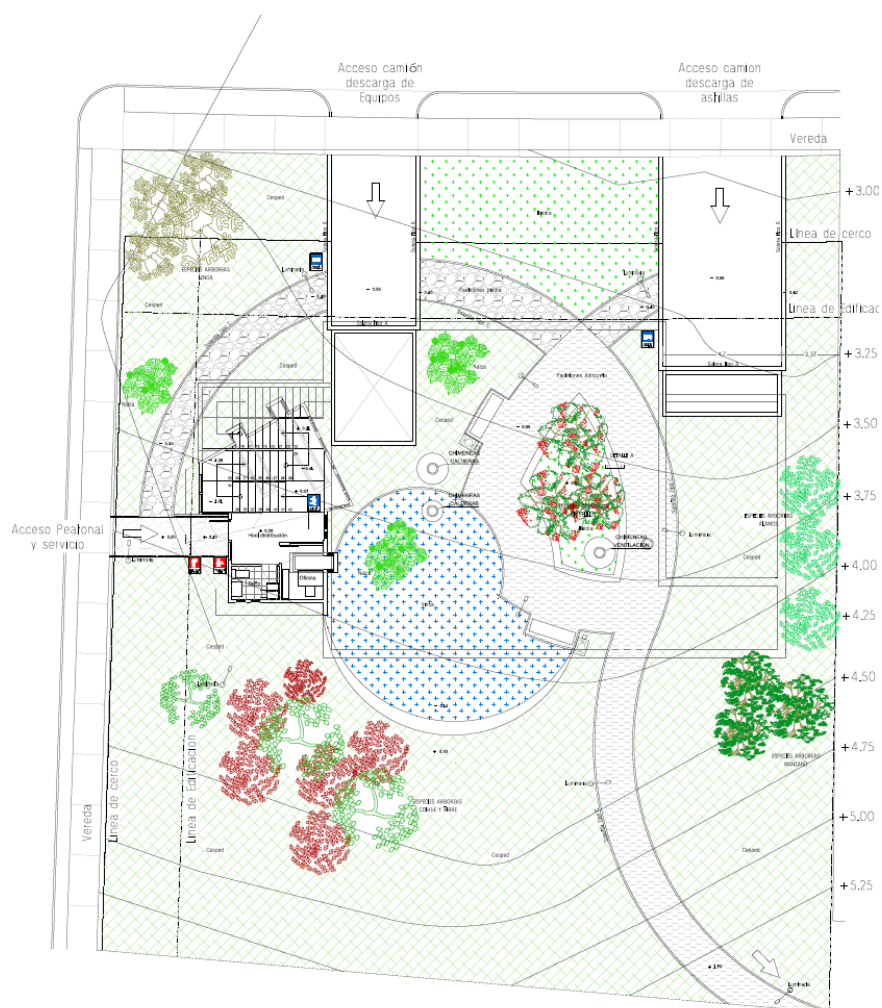


Figura 29 Áreas paisajísticas y área destinada a la central de calefacción

### 12.1.3 Propuesta de paisajismo

Con el fin de darle mayor significancia al proyecto de arquitectura del “Estudio de ingeniería de detalle para proyecto de calefacción distrital en el Sector de Escuela Agrícola” se plantea una propuesta del diseño de arborización de todo el lote 9, que considera especies nativas como el ñirre, lenga, ciruelillo y coihue; especies frutales como el manzano y cerezo; y una especie exógena, pero que forma parte del paisaje local, el álamo, como hito y límite territorial.

El desarrollo de la arquitectura de la central de calefacción busca respetar el paisaje y consolidar un parque dentro del lote 9, por lo que se propone un diseño no invasivo, donde las instalaciones se ubican bajo el parque, entregando un área verde al barrio.

Emergencia un área verde al barrio

**PROPUESTA PAISAJISMO  
ARBORIZACION**

**ESPECIES NATIVAS**







					
<b>ÑIRRE</b> <i>Nothofagus antarctica</i> Hoja caduca 10 a 25 m Verde / rojizo	<b>LENGA</b> <i>Nothofagus pumilio</i> Hoja caduca 30 m Verde / amarillo-rojizo	<b>CIRUELILLO</b> <i>Embothrium coccineum</i> Hoja perenne 4 a 15 m Verde / flores rojas	<b>COIHUE</b> <i>Nothofagus dombeyi</i> Hoja perenne 30 m Verde / flores verdes	<b>FRUTALES</b> Arboles frutales Hoja caduca 10 a 20 m Verde / frutal	<b>EXOGENA</b> <b>ALAMO</b> <i>Populus nigra</i> Hoja caduca 30 m Verde / amarillo

Figura 30 Arborización propuesta para el paisajismo

Estrategia de intervención de parque / ARBORIZACIÓN

- Franjas orientadas según topografía.
- Arborización diferenciada por color, altura y permeabilidad.
- Relación y recorrido longitudinal del parque y sus dependencias.

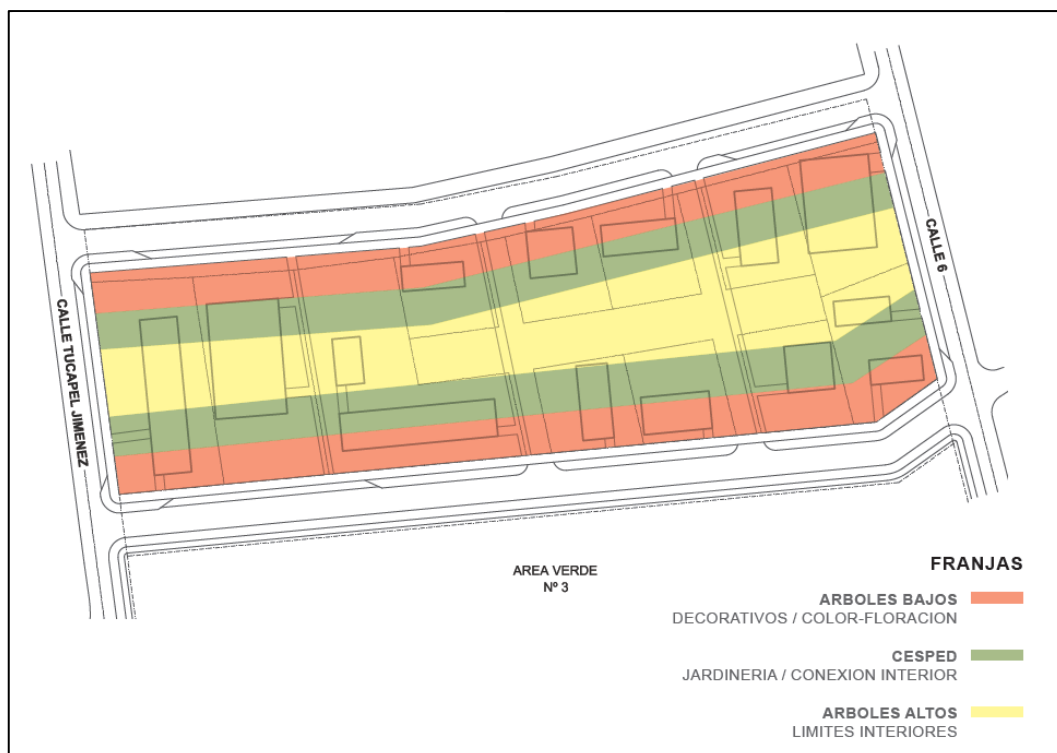


Figura 31 Franjas de vegetación propuesta, orientadas según topografía.

Al especificar el terreno anterior, se tiene lo siguiente:

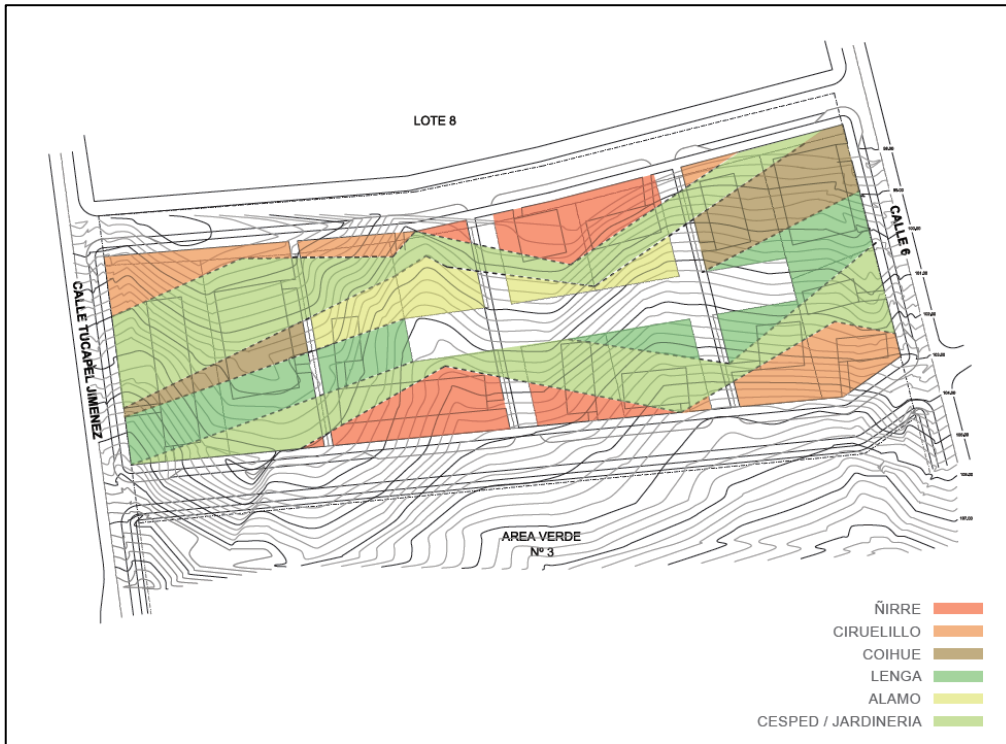


Figura 32 Arborización propuesta para el lote, por especie.

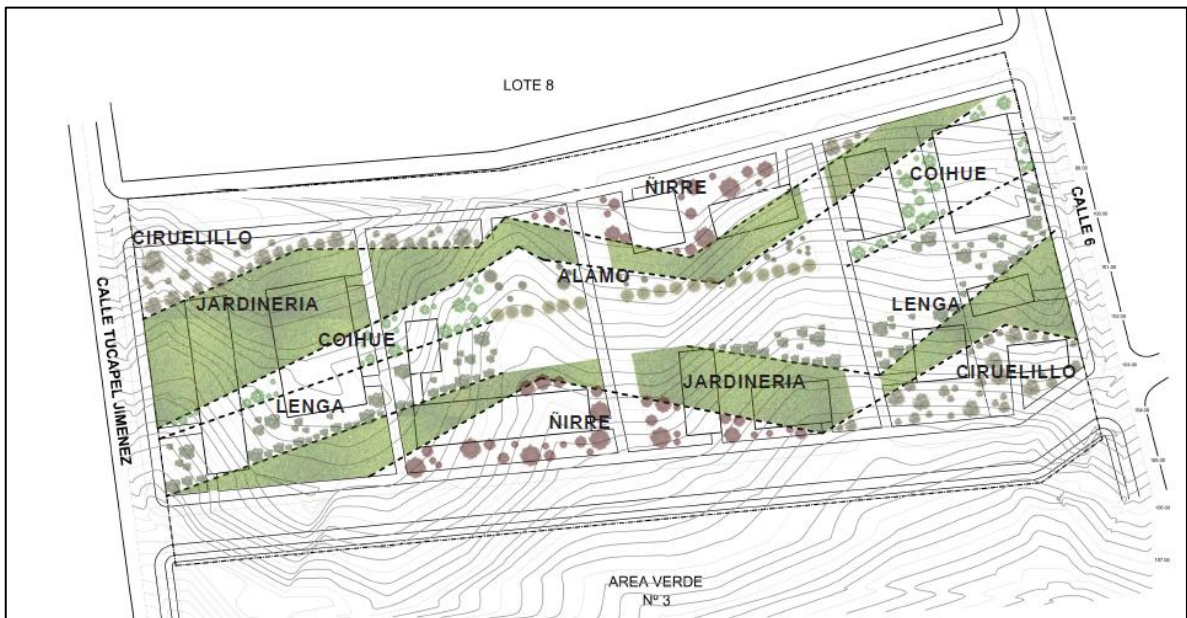


Figura 33 Planta propuesta de arborización para el lote, por especie.

### 12.1.4 Relaciones programáticas

Las relaciones programáticas entre los distintos espacios de la central se muestran a continuación:

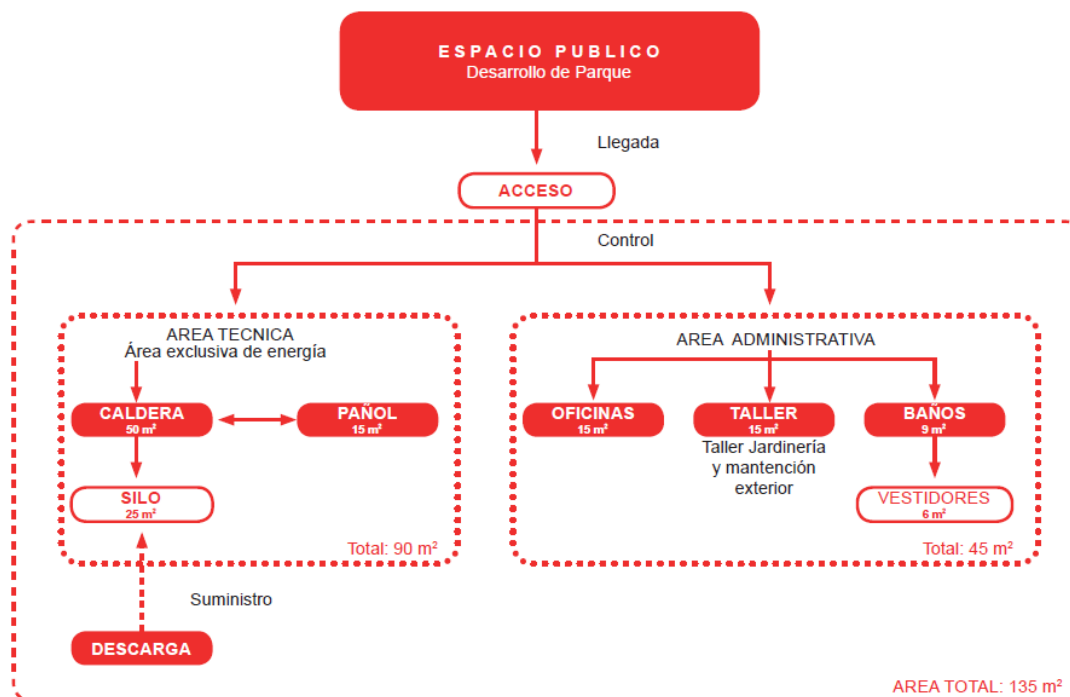


Figura 34 Relaciones programáticas entre las distintas componentes de la central y el espacio público.

El programa puede dividirse en 3 áreas principales: acercamiento, administrativo y técnico.

- El área de acercamiento comprende el acceso y la relación con el parque.
- El área administrativa se conforma por oficinas y servicios para los funcionarios, además de un taller para la mantención del parque.
- El área técnica es aquella que tiene directa relación con la producción de calor y está compuesta por la caldera, silo y pañol.



ELEVACIÓN SUR



ELEVACIÓN PONIENTE



*Figura 35 Propuesta de área verde sobre central de calefacción*



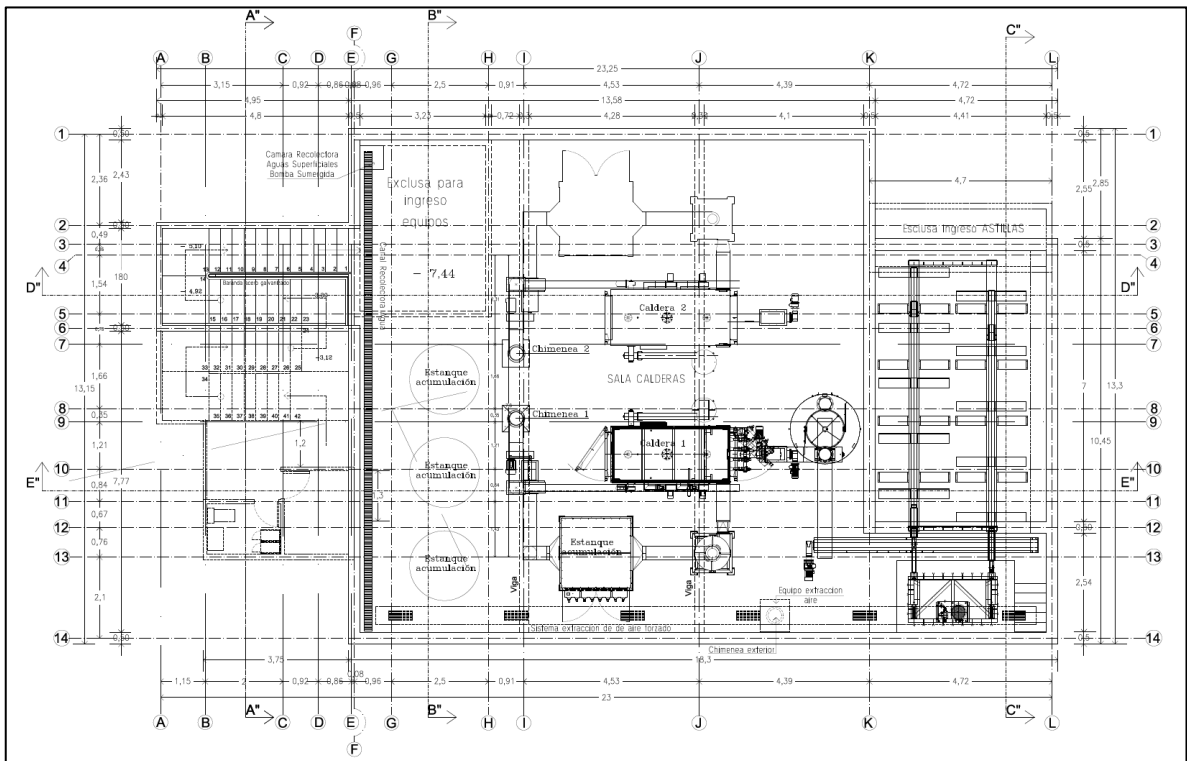


Figura 37 Vista en planta de la sala de calderas.

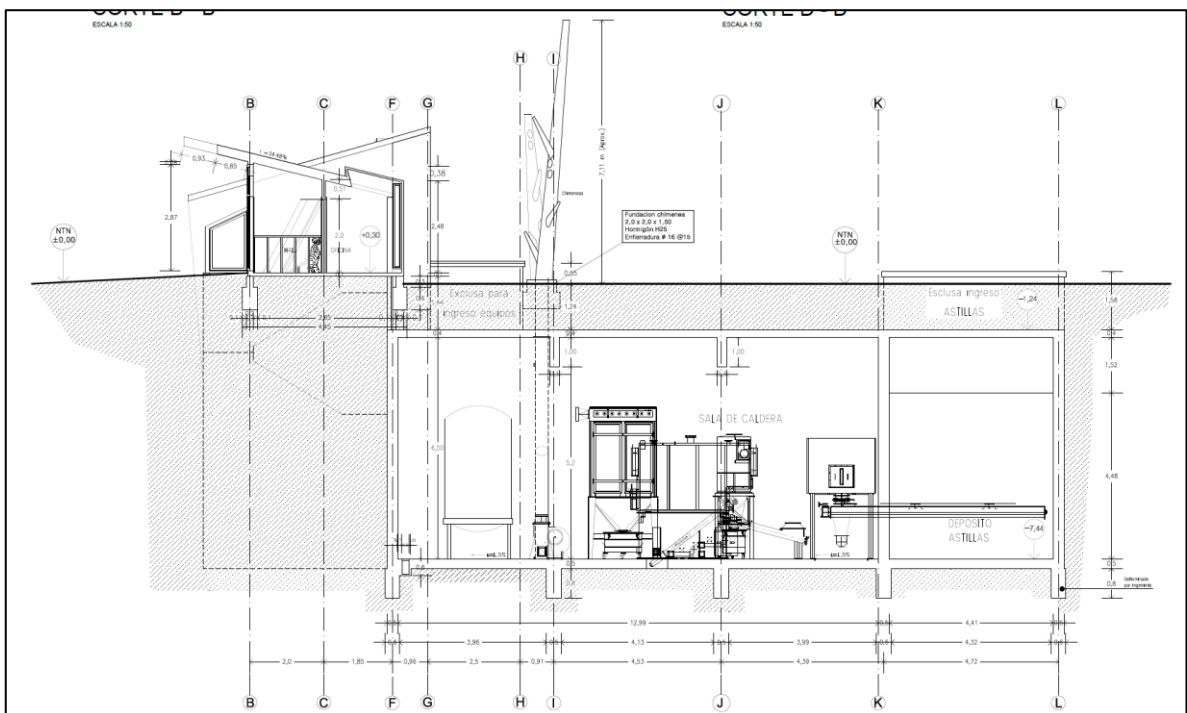


Figura 38 Central y sala de acceso, vista en corte.

---

## 13 Especificaciones técnicas e ingeniería de detalles

### 13.1 Especificaciones técnicas e ingeniería de detalles

#### 13.1.1 Descripción General

El proyecto corresponde a una central de generación de agua caliente, para distribuir a distintos edificios ubicados en el sector de Escuela Agrícola de Coyhaique.

El proyecto se desarrollará en 2 etapas distintas, que son las mencionadas a continuación:

- Etapa 1: En esta fase están en operación el edificio ELEAM, JUNJI y CULTURA, con un total de 5.056[m<sup>2</sup>]. Se construyen las obras civiles necesarias para la central de generación térmica, dejando un espacio suficiente para la posible ampliación de la central. El circuito de distribución para todos los 11 edificios se desarrolla en esta etapa. La ingeniería de detalle presentada a continuación hace referencia a las instalaciones requeridas para esta etapa, más las redes principales de distribución previstas para la operación de la etapa 2.
- Etapa 2: En la segunda fase, se evaluarán en más detalle las características de los edificios a construir. Se debe evaluar si es necesaria la instalación de una segunda caldera, o si es suficiente con la caldera utilizada para la primera fase, más los tanques de acumulación.

Los edificios abastecidos por el sistema de calefacción distrital abastecen a 11 edificios públicos, ubicados en el lote 9 del sector agrícola.

#### 13.1.2 Normativa de Referencia

- Ordenanza General de Urbanismo y Construcción
- Ordenanza local para el Lote 9
- Ley de Bases Generales sobre Medio Ambiente
- Normas Chilena de edificación NCh, Norma INN y a los reglamentos correspondientes.
- Norma de Electricidad y Combustible
- Normas Sanitarias
- Normas de Higiene Ambiental
- Normas de Tránsito y Utilización de vías públicas
- Normas laborales y de seguridad
- EN 253 District Heating Pipes – Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks. Pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and o



### 13.1.3 Planos

Los planos se entregan en formato digital y corresponden a los siguientes:

Nombre Archivo	Contenido
"1.1 ELEVACIONES GENERAL ARQUITECTURA.dwg"	Corte A Corte B Corte C Corte D
"1.2 PLANTA GENERAL ARQUITECTURA.dwg"	Emplazamiento Planta Arquitectura Caseta Acceso Planta Arquitectura Sala de Calderas Superficie Planta Cubiertas Ubicación
"1.3 ELEVACIONES.pdf"	Elevación Norte Elevación Sur Elevación Este Elevación Oeste
"1.4 PLANTA GENERAL ARQUITECTURA.pdf"	Emplazamiento Planta de Arquitectura Caseta Acceso Planta Arquitectura Sala Calderas Superficie Planta Cubiertas Ubicación
"1.5 CORTES.pdf"	Corte A Corte B Corte C Corte D
"2 TOPOGRAFIA REDES PROYECTADAS.dwg"	Planta Topografía Perfil Transversal – A Perfil Longitudinal - B
"2.1 PERFILES.dwg"	Planta de Distribución de Redes Perfiles (1 al 9) Detalles Ducto Agua Fría - Caliente
"2.2 TOPOGRAFIA REDES PROYECTADAS.pdf"	Planta Topografía Perfil Transversal – A Perfil Longitudinal – B
"2.3 PERFILES.pdf"	Planta de Distribución de Redes Perfiles (1 al 9) Detalles Ducto Agua Fría- Caliente
"3.1 DEMOLICIONES.pdf"	Planta Demoliciones Redes Proyectadas Planta Demoliciones Sala de Calderas Detalles Ubicación
"4 INGENIERIA CIVIL – PLAN Y DET.dwg"	Planta de Fundaciones Planta de Losas Especificaciones técnicas
"4.1 INGENIERIA CIVIL – CORTES.dwg"	Planta de Fundaciones Planta de Losas Cortes de Fundaciones, Muros, Losa Especificaciones Técnicas Detalle de Enfierraduras
"4.2 INGENIERIA CIVIL – PLANT Y DET -02ingeniería.pdf"	Planta de Fundaciones Planta de Losas Especificaciones técnicas
"4.3 INGENIERIA CIVIL – PLANT Y DET -02ingeniería.pdf"	Elevación Ejes

	Detalles Cortes de Fundaciones, Muros, Losa Detalle de Enfierraduras
"5 SANITARIOS MINISTERIO MEDIO AMBIENTE.dwg"	Cuadro de Gasto y Artefactos Arranque Tipo Límites de Responsabilidad Planta y Emplazamiento Detalle Nicho MAP Detalle Instalación Tubería
"5.1 SANITARIOS MINISTERIO MEDIO AMBIENTE.pdf"	Cuadro de U.E.H Cámara Prefabricada Tipo Perfil Transversal U.D. Límites de Responsabilidad Planta y Emplazamiento
"5.2 SANITARIOS MINISTERIO MEDIO AMBIENTE-Model.pdf"	Cuadro de Gasto y Artefactos Arranque Tipo Límites de Responsabilidad Planta y Emplazamiento Detalle Nicho MAP Detalle Instalación Tubería
"6 PROYECTO ELECTRICO.dwg"	Esquema Unilateral Cuadro de Cargas Alimentador General Alumbrado Exterior Alumbrado Nivel Superior Enchufes Nivel Superior
"6.1 ELECTRICO REDES PROYECTADAS.PDF"	Esquema Unilineal Cuadro de Cargas Alimentador General Alumbrado Exerior Alumbrado Nivel Superior Enchufes Nivel Superior
"6.2 ELECTRICO REDES PROYECTADAS.PDF"	Distribución Sala de Calderas Distribución de Fuerza de Calderas Enchufes Sala de Calderas
"7 IMAGENES OBJETIVO_1-3.pdf"	Elevación Oriente Elevación Norte
"7.1 IMAGENES OBJETIVO_2-3.pdf"	Elevación Sur Elevación Poniente
"7.2 IMAGENES OBJETIVO_3-3.pdf"	Imagen Interior 1 Imagen Interior 2 Corte Longitudinal Planta Paisajismo
"LAMINA PAISAJISMO-LAMINA 1.pdf"	Propuesta de paisajismo
"CALEFACCION - DIAGRAMA1.pdf"	Diagrama Central Térmica
"CALEFACCION - DIAGRAMA2.pdf"	Límite de intervención del sistema

El ejecutor del proyecto tendrá la obligación de entregar al menos la siguiente documentación:

- Planos del sistema "as built", para lo cual podrá basarse en los planos entregados en conjunto con las presentes especificaciones técnicas, o bien podrá elaborar planos nuevos.
- Libro de obras, con registros de las obras realizadas diariamente.

### **13.1.4 Especificaciones técnicas calefacción**

#### **Disposiciones técnicas mínimas caldera**

Se considerará una caldera de acero con cuatro circuitos de gases, con una potencia térmica suministrada efectiva de 500 [KW] para la producción de agua caliente a 100°C y 2 [bar]. La caldera deberá estar equipada con una base para la instalación de un quemador mecánico con parrilla móvil.

La caldera deberá estar diseñada para utilizar combustibles sólidos leñosos y también combustibles líquidos y gaseosos como alternativa. La caldera contará con una estructura de soporte horizontal adecuada para soportar las tensiones térmicas, se considera como mínimo una estructura fabricada en acero con espesor de entre 10 [mm].

La cámara de combustión contará con una sección seca y con múltiples circuitos de gases para la decantación de material grueso contenido en los gases de combustión. Las temperaturas de operación en la cámara de combustión pueden ser variadas entre los 900-1.300°C y estará equipada con puertas para limpieza.

La cámara de post-combustión contará con entrada de gases en régimen turbulento provocado por el sistema de inyección de aire de combustión secundario. Deberá contar además con un revestimiento de ladrillo refractario con elevado contenido de alúmina fijados en los correspondientes anclajes y espacios entre ladrillos con elevada densidad aislante.

El intercambio con el fluido térmico se realizará a través de un intercambiador de calor de tubos horizontal de acero grueso y con una geometría que garantice el máximo intercambio y rendimiento térmico.

La caldera contará con ductos de humo que permitan su inspección, limpieza y mantenimiento y contará con un revestimiento aislante de material anti-radiante de alta densidad con paneles de relleno de acero.

La parrilla de combustión de la caldera contará con un sistema reciprocante inclinado constituido por elementos de hierro fundido al cromo para combustibles con humedad de entre 30-100% en base seca. El funcionamiento horizontal será alternado por medio de un empujador mecánico para el avance controlado del combustible por la rejilla. La caldera estará equipada con sistemas de regulación, ventiladores de aire primario con subdivisión en varias zonas de oxigenación independientes, ventiladores de aire secundario y ventiladores de aire terciario. Se deberán considerar canales de ingreso de aire provistos de compuertas manuales y motorizadas para regular y cerrar el paso del aire de combustión.

El alimentador mecánico (empujador) para la caldera estará constituido por: un empujador hidráulico equipado con tolva de carga suministrada con dispositivo de seccionamiento del aire de tipo guillotina accionada por dispositivo hidráulico; un sistema de cizallado de trozos de mayor dimensión, sensores de nivel mínimo y máximo para el accionamiento del sistema de alimentación, sensores de posición, empujador principal hidráulico de acero de elevado grueso, caja de contención equipada con sistema anti-incendio, hojas de cuchillos de acero de rápido intercambio.

El nivel de combustible en la rejilla será controlado con un sensor de nivel por infrarrojo para el mantenimiento del nivel que debe estar integrado en la caldera, además de estar equipado con reductor de presión y electroválvulas para enfriar la sonda.

### **Especificaciones técnicas mínimas red de circulación sala de caldera**

La red de circulación interior en la sala de caldera será ejecutado en cañerías de cobre categoría M o categoría L, con los diámetros de acuerdo a la salida de la caldera. En todas las uniones se utilizará soldadura a la plata al 6%, tipo Indura AWS B Cu P-4 o calidad similar, que asegure la estabilidad de las uniones de las cañerías bajo condiciones térmicas y cargas mecánicas debido a la dilatación térmica.

En los puntos elevados del recorrido de cañerías se deben instalar purgadores automáticos, para eliminar burbujas de aire, los cuales deben tener una resistencia a la temperatura de al menos 140°C.

Las cañerías deberán tener una resistencia a temperaturas de al menos 150°C en cualquier parte del circuito. Todos los elementos de fitting deberán ser de cobre estampado o de bronce, y serán adecuados para las temperaturas de trabajo de la caldera.

La aislación se realizará en lana de vidrio con foil de aluminio exterior, con recubierta de papel de aluminio soportado con papel kraft y adhesivo de polietileno, tipo Aislan Roll o calidad similar y con un espesor mínimo de acuerdo a lo siguiente:

Rango [mm]	Espesor mínimo aislamiento térmico
$D_e \leq 35$	30
$35 < D_e \leq 60$	35
$60 < D_e \leq 90$	35
$90 < D_e \leq 140$	45
$140 < D_e$	45

$D_e$  corresponde a diámetro exterior

Aislamiento para temperaturas de operación <100°C

En caso que la recubierta de foil de aluminio no venga integrada en la lana de vidrio, se instalará un foil de aluminio con un adhesivo apropiado para su fijación. La instalación del foil de aluminio deberá ser de acuerdo a las indicaciones del proveedor, respetando los espacios de fijación y los traslapes.

La aislación térmica debe ser cubierta con chapa de acero o aluminio, y se debe considerar la aislación de todo el tramo de cañerías, incluyendo válvulas y bombas, ubicadas de acuerdo a planos.

**No se permitirán áreas expuestas sin aislación térmica en todo el diámetro de las cañerías.**

Se instalarán manómetros de 0+ 10 [kg/cm<sup>2</sup>] y 0+ 140 [PSI], con temperatura máxima de operación de 200°C, esfera 100 [mm] e hilo ½ BSP en los puntos indicados en planos.

Se instalarán calorímetros para medir temperatura y caudal en la entrada y salida del intercambiador de calor para el circuito entre la caldera y el intercambiador de calor, y en la salida de los estanques de acumulación. Los caudalímetros serán adecuados para las presiones y temperaturas de trabajo del sistema.

### Especificaciones técnicas mínimas de Biomasa admitida

Las especificaciones mínimas para la biomasa que pueda ser utilizada en la caldera son las siguientes:

Energéticos: Astillas, Aserrín, Astillas, Madera triturada y Corteza

	Dimensión	Carga máxima
<b>Aserrín en polvo</b>	<3.15 [mm]	2% del volumen
<b>Aserrín</b>	3.15 [mm] ≤ diámetro ≤ 5 [mm]	30% del volumen
<b>Astillas</b>	P100 y longitud máxima de 200 [mm]	-
<b>Madera triturada</b>	P200 y sección máxima de 50x50 [mm <sup>2</sup> ]	-
<b>Corteza</b>	Dimensiones máxima de 200x10x20 [mm <sup>3</sup> ]	50% de volumen

Tabla 66 Requerimientos mínimos del combustible aceptado por las calderas.

	Mínimo	Máximo
<b>Potencia calorífica</b>	8.6 [MJ/kg]	16.7 [MJ/kg]
<b>Contenido máximo de cenizas</b>	-	2%
<b>Densidad astillas</b>	250 [kg/m <sup>3</sup> ]	400 [kg/m <sup>3</sup> ]
<b>Densidad pellets</b>	-	650 [kg/m <sup>3</sup> ]

<b>PCI</b>	11.5 [MJ/kg]	13.6 [MJ/kg]
<b>Nitrógeno</b>	-	<0.3%
<b>Azufre</b>	-	<0.02%
<b>Humedad</b>	<50% WB, <100% DB	

Tabla 67 Valores mínimos y máximos del combustible a utilizar

El mínimo técnico de la caldera es el 50% de la potencia nominal.

### Especificaciones técnicas sistemas de abatimiento

La central de generación deberá contar con un sistema de abastecimiento, con las siguientes características:

- **Multiciclón** para la captación a baja velocidad de contaminantes provenientes de los gases de combustión mediante inversión de la velocidad inercial. Se requiere para este sistema una eficiencia mínima de captación de un 85%. El sistema deberá estar equipado con sistemas de registro para la ejecución periódica y oportuna de limpieza y mantenimiento, pedestales, contenedor para la recogida de las cenizas (doble, para operaciones de evacuación) y un electroventilador para la extracción de humos. Deberá estar aislado térmicamente con lana mineral y acabado con lámina de acero galvanizado.
- **Conexiones para gases** La conexión a los gases del sistema de abatimiento se realizará en pared doblemente aislada con acero de acuerdo a la clasificación AISI 304 desde la caldera al multiciclón y, desde el multiciclón a la chimenea con tubos curvos, piezas especiales, anillos de fijación ubicados cada 12[m].
- **Conexiones para la recirculación de los gases:** Se realizarán aisladas térmicamente de acuerdo a la clasificación AISI 304 desde el punto presión después del aspirador de gases, al electroventilador de extracción de gases con curvas, piezas especiales, anillos de fijación, y compuertas de modulación servo motorizadas de acero inoxidable AISI 304. (~10 [m]).
- **Chimenea de acero inoxidable** Deberán ser de 2 [mm] de espesor, 300 [mm] de diámetro y 12 [m] de altura, construidas en acero AISI 304. La chimenea estará provista de base para el anclaje al piso, y sistemas de registro para la oportuna limpieza, anillo intermedio para tirantes y codo de 135° para una unión simple de la caldera con la pared. Deberá contar con aislamiento térmico de lana mineral y terminación de aluminio de entre 8-10 [mm].

Se incorporará además un sistema suplementario de filtración de gases de combustión que permita llegar a niveles de emisión por debajo de 15[mg/Nm<sup>3</sup>]. El sistema corresponde a un filtro para la decantación de material particulado de alta eficiencia, tipo FAI, compuesto por:

- Cámara filtrante con pre cámara de calma para la captación de los residuos aeriformes, equipada con filtros de manga en su interior sobre una malla de acero inoxidable (AISI 304), resistentes a una temperatura de trabajo de más de 500°C.
- Cámara de recogida de cenizas y material particulado con contenedores extraíbles para su limpieza periódica, sistema neumático automático de limpieza de las mangas, sinfín de recolección y descarga a través de válvulas estelares fundidas, rotor de aleación de acero acoplado a la descarga del multiciclón y del sistema de extracción de la caldera para el sistema de recepción y transporte de la ceniza.
- Estructura completamente de acero, aislada térmicamente con lana mineral y acabada con láminas de aluminio.

### **Otros**

**Sistema automático para la extracción de la ceniza y** residuos de la combustión constituido por un bastidor de funcionamiento temporizado y un sinfín de extracción. Instalado en la cámara de combustión con enfriamiento forzado mediante el agua de la caldera para recuperar el calor residual de la ceniza y evitar deformaciones por alta temperatura.

**Tablero eléctrico modulante de potencia** P.L.C. con pantalla táctil para el control programado y automático de la combustión. Con microprocesador y compuesto por:

- Base de mando y control de alimentación del combustible en relación a la energía requerida tomando en cuenta los parámetros ingresados las variaciones de las características del combustible en alimentación.
- Control y regulación del aire de combustión primario a través convertidores de frecuencia para controlar la carga térmica aplicada. Compuertas para el sistema de recirculación de gases reduciendo aún más los niveles de emisión de gases contaminantes de acuerdo a las normas vigentes.
- Control y regulación del aire secundario a través de compuertas servo motorizadas modulantes para el control del valor ideal de oxígeno residual (modulación directa sobre Lambda).
- Control y regulación aspiración gases con convertidor trifásico de frecuencia para mantener la presión ideal en la cámara de combustión.
- Control total de la combustión con unidad de análisis oxígeno (sensor Lambda) y retroregulación automática de la caldera.
- Control del encendido y mantenimiento.
- Encendido automático a través de soplador para alta temperatura.

### **Silo de almacenamiento**

El silo de almacenamiento para la biomasa contará con extractor de lecho flotante para el almacenamiento y la extracción del aserrín, virutas, chips, seco y húmedo de 60 [m<sup>3</sup>] (4x7x2.5 [m<sup>3</sup>]). El extractor será horizontal, formado por 2 bastidores y brazos de 1.80 [m] de ancho x 5 [m] de longitud instalados a nivel del suelo sobre guías de deslizamiento. A su vez, estos se conectarán con 2 cilindros oleodinámicos alimentados por una central de bombeo aceite. La programación del funcionamiento se hará a través de un tablero eléctrico general que incluye los dispositivos de protección eléctrica, los interruptores de accionamiento y los testigos luminosos de funcionamiento.

**Sistema de transporte y elevación** desde los silos hasta el receptor del alimentador mediante un transportador mecánico pesado con doble cadena de tracción, transportadores metálico con perfil de teflón para reducir la contaminación acústica en el transporte.

**Sistema de limpieza automático del intercambiador de calor**, constituido por una serie de inyectores de aire comprimido a 8 [bar] (suministro de 800 [l] de aire seco por minuto a 8 [bar] de presión). Electroválvulas de activación, unidad secuencial de funcionamiento, compresor de acumulación y cableado completo al tablero PLC.

**Sistema de válvulas de seguridad** de descarga rápida (de resorte pre tensado), para la evacuación de la sobrepresión en el intercambiador de la caldera. 2 válvulas DN 32x50, pre calibradas a 3 [bar].

**Sistema computarizado central completo** con monitor y conexión a internet a través del cual el cliente, o el mismo proveedor puede:

- Visualizar el estado de funcionamiento de todos los parámetros máquina.
- Modificar y calibrar lógicas de funcionamiento.
- Registrar todas las situaciones anómalas o de alarma.
- Visualizar un gráfico para cada parámetro en funcionamiento.
- Visualizar y controlar el estado de las salidas del sistema PLC.
- Activar y desactivar manualmente cada motor.
- Habilitar una llamada de emergencia a un número seleccionado por el cliente.

El silo de almacenamiento será construido de acuerdo a lo indicado en las especificaciones de arquitectura y/o obras civiles. Se considera al menos la instalación de los siguientes elementos:

- Control de alimentación
- Tapa abatible para la descarga del combustible.
- Rejilla de seguridad, de 20 cm de espaciado.
- Sensor de CO en el interior del silo de almacenamiento
- Sistema de extracción



### 13.1.5 Especificaciones técnicas red de distribución

#### Disposiciones técnicas constructivas mínimas de cañerías

La distribución del sistema de CD se realizará en tuberías dobles rígidas, continuas o discontinuas, tipo Isoplus Double Pipe. La aislación de las cañerías será en espuma de poliuretano rígida (PUR) de densidad 60 [kg/m<sup>3</sup>]. Su conductividad térmica deberá ser, como máximo, de 0,028 [W/m·K]. El acero de las cañerías debe cumplir con el estándar P235TR1/TR2/GH de acuerdo a EN 253, DIN EN 10217-1 o -2, DIN EN 10216-2.

La temperatura máxima de operación de la tubería será de acuerdo a EN 253, que establece una vida útil de 30 años a temperaturas continuas de operación a 120°C

El recubrimiento de las tuberías deberá ser de polietileno de alta densidad (PEHD), con requerimientos de calidad de acuerdo a DIN 8075. Las dimensiones y los espesores de las tuberías serán de acuerdo a EN 253. Las características del recubrimiento se muestran a continuación:

Propiedades	Estándar	Símbolo	Unidades	Valor
Densidad aparente	DIN 8074 / DIN EN ISO 1183	$\rho$	$\frac{kg}{dm^3}$	0.95
Rugosidad muros	Colebook & White	$k$	$\frac{N}{mm^2}$	0.007
Índice de fusión	DIN EN ISO 1133	<i>MFR – Code T</i>	%	Ca. 0.45
Índice de fusión	DIN EN ISO 1133	<i>MFR – Code V</i>	[mm]	Ca. 10
Grupo MFI	DIN EN ISO 1133	-	vol %	T 005
Clase material	DIN 4102	-	°C	B 2
Esfuerzo a la tensión	DIN EN ISO 527	$R_m$	$\frac{N}{mm^2}$	23
Rendimiento expansión	EN 253 / DIN EN ISO 527	-	%	10
Elongación a la rotura	DIN EN ISO 527	-	%	>600
Módulo de elasticidad	DIN EN ISO 527 / 178	$E$	$\frac{N}{mm^2}$	1000
Módulo de empuje	DIN EN ISO 6721 / ISO R 537	-	$\frac{N}{mm^2}$	500-600
Dureza	DIN EN ISO 2039	-	$\frac{N}{mm^2}$	42
Temperatura de fusión del cristalito	DIN EN ISO 3146	-	°C	Ca. 130

<b>Temperatura de distorsión Vicat</b>	DIN EN ISO 306	VST – B/50	°C	Ca. 72
<b>Estabilidad a 200°C</b>	EN 253	-	min	>20
<b>Conductividad térmica</b>	DIN EN 12667	$\lambda$	$\frac{W}{m \cdot K}$	0.40
<b>Capacidad térmica específica</b>	DIN 4108 / IEC 1006	$c$	$[KJ(kg \cdot K)$	1.9
<b>Coefficiente de expansión longitudinal</b>	DIN 53752	$\alpha$	$\frac{1}{K}$	$1.8 \cdot 10^{-4}$
<b>Resistencia específica de volumen</b>	DIN/IEC 60093	-	$[\Omega \cdot cm]$	$> 10^{16}$
<b>Fuerza disruptiva</b>	DIN/IEC 60243	-	$\frac{kV}{mm}$	75
<b>Resistencia superficial</b>	DIN/IEC 60093	-	$[\Omega]$	$> 10^{14}$

Tabla 68 Características mínimas requeridas para el recubrimiento exterior de las tuberías

### Disposiciones técnicas mínimas selección de cañerías

El caudal necesario en cada tramo de la tubería, dependerá de la cantidad de edificaciones que abastece y la demanda térmica respectiva. En la tabla a continuación se muestra la demanda de cada una de las edificaciones.

Edificio	Demanda [kW]	Demanda Max [kW]
JUNJI	141.5	164.2
CULTURA	136.1	149.4
ELEAM	215.8	318.7
IND	58.8	64.5
DEPORTES	57.2	91.5
MMA	52.8	57.5
SERNAM	61.3	66.9
BOMBEROS	78.1	124.9
SERVICIO SA-LUD	63.4	70.3
SENADIS	56.2	61.3
SENAMA	52.5	57.2

Tabla 69: Demanda energética por edificio

Asimismo, el diámetro interno de las cañerías influirá en la velocidad y presión en cada punto. En un circuito cerrado, se busca mantener la presión y velocidad para poder abastecer adecuadamente al sistema. Para ello, es necesario fijar el diámetro interno en cada tramo. Comercialmente, es posible encontrar cañerías con las siguientes características:

Diámetro Nominal DN	Diámetro interior [m]	Espesor pared cañería [mm]	Pérdidas térmicas [W/m]
DN20	0.0217	2.6	16.47
DN25	0.0273	3.2	17.83
DN32	0.036	3.2	19.39
DN40	0.0419	3.2	23.15
DN50	0.0539	3.2	22.45
DN65	0.0697	3.2	26.31
DN80	0.0825	3.2	30.09
DN100	0.1071	3.6	30.13
DN125	0.1325	3.6	27.90
DN150	0.1603	4.0	33.87
DN200	0.2101	4.5	37.03

Tabla 70: Especificaciones cañerías por diámetro nominal

En el plano de Perfiles y Distribución de Redes, se indican con números los distintos tramos de cañería considerados, con sus respectivas longitudes. En la tabla a continuación, se muestran los diámetros requeridos calculados a partir la demanda térmica (que determina el caudal), velocidad de operación y presión. Además, se han estimado las pérdidas de carga atribuida a la velocidad y rozamiento (energía por velocidad dinámica).

Punto inicial	Punto final	Longitud tubería [m]	Caudal requerido [m <sup>3</sup> /h]	Diámetro interior comercial [mm]	Velocidad [m/s]	Pérdidas ida [m.c.a]	Pérdidas retorno [m.c.a]
1	2	33.48	4.72	41.90	0.95	0.71056	0.73594
2	3	17.28	4.72	41.90	0.95	0.36651	0.37960
3	4	11.43	4.72	41.90	0.95	0.24238	0.25104
4	5	20.42	4.72	41.90	0.95	0.43317	0.44864
5	21	14.05	9.00	53.90	1.10	0.25081	0.29647
5	6	30.96	9.01	53.90	1.10	0.55303	0.65371
6	7	12.22	9.00	53.90	1.10	0.21827	0.25784
7	23	14.05	9.15	53.90	1.11	0.25835	0.30550
7	8	65.53	18.48	82.50	0.96	0.62078	0.64168
0	8	12.00	18.21	82.50	0.95	0.11060	0.11438
0	8	12.00	17.11	82.50	0.89	0.09967	0.10178
8	9	16.27	17.14	82.50	0.89	0.13364	0.13834
9	22	13.48	1.65	27.30	0.78	0.33805	0.35151
9	10	25.20	15.53	82.50	0.81	0.17192	0.17821
10	24	12.53	2.63	36.00	0.72	0.18868	0.19634
10	11	10.45	12.78	69.70	0.93	0.11443	0.11839
11	12	35.60	12.79	69.70	0.93	0.39024	0.40378
12	14	13.40	5.44	41.90	1.10	0.37226	0.38458
14	25	12.00	1.85	27.30	0.88	0.37257	0.38675
14	15	20.58	3.59	36.00	0.98	0.55681	0.57635
12	13	12.84	7.34	53.90	0.89	0.17837	0.00000
13	18	6.59	3.40	36.00	0.93	0.16128	0.16715
18	20	12.53	1.76	27.30	0.83	0.35377	0.35377
18	19	29.59	1.64	27.30	0.78	0.73445	0.73445

19	27	12.00	1.64	27.30	0.78	0.29764	0.29764
13	16	12.97	3.94	41.90	0.79	0.19608	0.20363
16	26	12.00	1.92	27.30	0.91	0.39912	0.41399
16	17	18.23	2.02	27.30	0.96	0.66708	0.69115

*Tabla 71: Longitud, caudal diámetro velocidad y pérdidas de carga en la red de distribución*

De igual manera, se ha calculado el largo total de cada tipo de cañería.

Diámetro Nominal DN	Longitud total [m]
DN25	109.83
DN32	39.70
DN40	108.98
DN50	84.12
DN80	131.00

*Tabla 72: Longitud total de cañería por diámetro*

Además, es necesario determinar el punto de abastecimiento crítico por red que corresponde al punto que tenga mayores pérdidas de presión. Para este caso, corresponde al edificio de JUNJI en la red que alimenta a los lotes 9a, 9b y 9c (desde ahora, red Tucapél Jimenez), mientras que la red que alimenta a los lotes 9d, 9e, 9f, 9g, 9h, 9i, 9j, 9k y 9l (desde ahora, red Calle 6), será el SENAMA. En ambos, se deberá instalar un medidor de presión a la entrada y salida de su respectiva subestación de CD. Estos medidores de presión, alimentarán de señal a la bomba correspondiente a cada red y ajustarán su velocidad de funcionamiento para asegurar que en los puntos críticos existe una cierta diferencia de presión mínima. De esta forma, se garantiza que todos los consumidores de la red tienen cierta diferencia de presión suficiente para operar sus equipos.

### **Disposiciones técnicas mínimas instalación de acometidas**

Para la instalación de las acometidas a los edificios usuarios finales de la calefacción distrital, se deberán ejecutar en los diámetros ya indicados y con hasta 2 metros como máximo de distancia del muro exterior de la sala de calderas o subestación del edificio.

Cuando los edificios ya se encuentren construidos, se deberá hacer la conexión del circuito de calefacción distrital considerando un codo como el que se muestra a continuación:

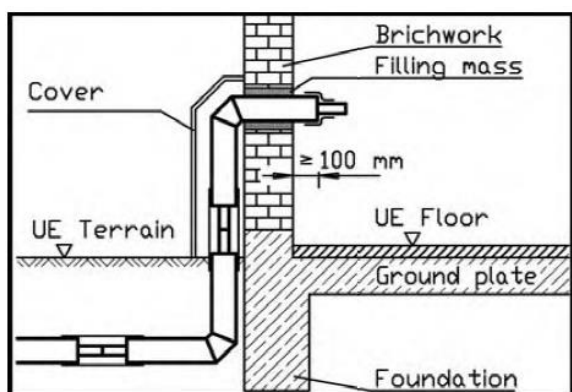


Figura 39 Ejemplo de acometida de la calefacción distrital a un edificio

### Disposiciones técnicas mínimas bombas hidráulicas sistema de distribución

Como se ha mencionado anteriormente, el abastecimiento de energía térmica se realizará mediante dos circuitos cerrados independientes alimentados por una caldera. Para cada uno de ellos, se debe dimensionar una bomba de circulación. Para ello, se han estimado las pérdidas de carga en las subestaciones de CD en cada edificio, singularidades (por codos, uniones en T, reducciones de diámetro, válvulas, entre otros) y por rozamiento y velocidad (o friccionales). Con ello se obtuvo que se requiere bomba centrífuga para cada red de distribución que sean capaces como mínimo de impulsar 5 [l/s] (18 [m<sup>3</sup>/h]) de agua o agua con glicol (70/30) bajo temperaturas de entre los 60-110°C sufriendo pérdidas por 35 [m.c.a] y 57 [m.c.a] para la red de Tucapel Jimenez y Calle 6 respectivamente.

Con ello, se obtienen dos bombas con las siguientes condiciones operacionales:

Bomba centrífuga red Tucapel Jimenez			Bomba centrífuga red Calle 6		
Condiciones operacionales			Condiciones operacionales		
Caudal	5	[l/s]	Caudal	5	[l/s]
Carga diferencial	34	[m]	Carga diferencial	57	[m]
Presión de succión, min/max	50/300	[kPa.a]	Presión de succión, min/max	50/300	[kPa.a]
Frecuencia	50	[Hz]	Frecuencia	50	[Hz]
Rendimiento			Rendimiento		
Velocidad	2915	[RPM]	Velocidad	2915	[RPM]
Diámetro rodete	169	[mm]	Diámetro rodete	208	[mm]
Eficiencia	58	%	Eficiencia	52	%
Capacidad de aspiración (NPSH)	1.33	[m]	Capacidad de aspiración (NPSH)	1.33	[m]

Tabla 73: Condiciones operacionales bombas. Fuente: PGIC Ingeniería

### Disposiciones técnicas mínimas excavaciones sistema de distribución

Las tuberías serán dispuestas en excavaciones que contemplen una profundidad igual a la mostrada en la siguiente tabla:

	Diámetro exterior tubería [mm]			
	25	40	63	90
Profundidad excavación [m]	0,525	0,54	0,565	0,59
Ancho mínimo Excavación [m]	0,35	0,38	0,43	0,48
Altura soporte arena [m]	0,1	0,1	0,1	0,1
Altura cama de arena [m]	0,225	0,24	0,265	0,29
Distancia mínima entre tuberías [m]	0,1	0,1	0,1	0,1
Relleno excavación por sobre cama arena [m]	0,1	0,1	0,1	0,1

*Tabla 74: Características de la excavación requerida para la disposición de tuberías*

En los puntos en que se hagan uniones de tubería o ramificaciones, se dejarán espacios sin cama de arena como soporte, con una longitud de al menos de 2[m].

Antes de la instalación de la cama de arena, se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Las tuberías han sido dispuestas con todas las consideraciones del fabricante.
- Las alturas han sido estrictamente consideradas.
- Se han removido piedras, tierra compactada y objetos extraños del área de la cama de arena.
- Todas las coplas y fittings han sido aisladas y selladas correctamente de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Las conexiones a los edificios o viviendas están selladas.

Antes de la cama de arena sea instalada, la excavación deberá ser inspeccionada y aprobada por un responsable en terreno.

La arena utilizada para la cama tiene los siguientes requerimientos:

Parámetro	Valor
Tamaño de grano	0-4 [mm]
Tipo de grano	Borde redondeado
Diámetro < 0,063[mm]	±5%
Diámetro < 0,25[mm]	±25%
Diámetro < 1[mm]	±20%
Diámetro < 2[mm]	±5%

*Tabla 75 Requerimientos de la arena utilizada para el recubrimiento de la cañería.*

Una vez dispuesta la cama de arena, la excavación se llenará con material de excavación. La compactación se realizará por capas y las piedras afiladas deberán ser retiradas. Se deberán colocar cintas de aviso para indicar la presencia de las cañerías. Se colocará una primera capa de 20 [cm], que será compactada a una presión de 4[kg/cm<sup>2</sup>].

### Disposiciones técnicas mínimas de transporte de tuberías

Se considerará un camión de transporte para mover las tuberías, componentes y accesorios desde el centro acopio al sitio de construcción. La ruta debe ser apropiada para camiones de carga pesada y con zonas de carga de a lo menos 16 [m].

Para el transporte, se deberán utilizar protecciones en los terminales de las tuberías para evitar cualquier tipo de daño. Estas no deben ser removidas hasta el ensamblaje. Además, se deberá verificar que no existen superficies irregulares o cortantes que puedan dañar las tuberías.

Asimismo, los componentes y accesorios deberán ser empacados correctamente para evitar daños.

### Disposiciones técnicas mínimas de descarga de tuberías

Durante la descarga, se deben tomar en cuenta todas las regulaciones asociadas a las medidas de seguridad para la prevención de accidentes. Tanto las tuberías, componentes y accesorios, deben ser descargados delicadamente y no pueden ser arrojados desde la zona de carga.

A la llegada, se debe verificar que la carga esté completa y si existe algún daño en ella. En caso de existir, debe ser claramente registrado.

Para la descarga de las tuberías, se debe utilizar una grúa con una viga de carga de a lo menos 4 [m] y cintas de nylon de a lo menos 10 [cm] de ancho. Los componentes más pequeños, pueden ser descargados de forma manual.

Se debe evitar una flexión no admisible y el daño de las tuberías. Flexiones indebidas pueden dañar las tuberías, sistemas integrados y/o cables de detección de fugas. Del mismo modo, no está permitido empujar y hacer rodar las tuberías, ni usar cuerdas o cadenas ya que pueden causar daños la superficie.

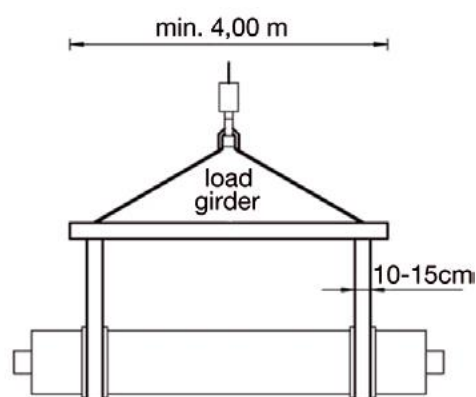


Figura 40: Diagrama descarga de tuberías

### Disposiciones técnicas mínimas de almacenamiento

Las tuberías deben ser almacenadas en zonas de secas y libres de piedras además de estar separadas entre cada nivel mediante costaneras cuadradas o sacos de arena de a lo menos 15 [cm] de ancho. Dependiendo de las dimensiones de los soportes, se deben emplazar a aproximadamente 2 [m] uno del otro.

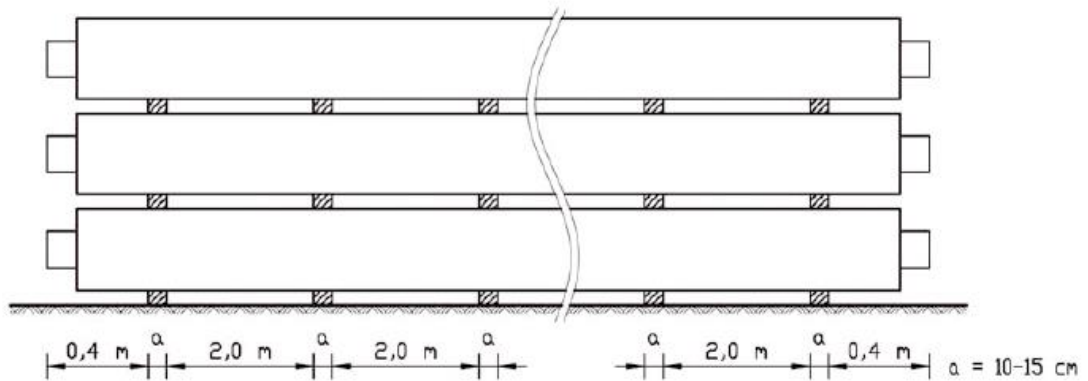


Figura 41: Diagrama soportes para el almacenamiento de tuberías

La presión sobre la superficie de las tuberías no debe exceder los 40 [N/cm<sup>2</sup>]. Por razones de seguridad, las pilas de tuberías pueden tener un máximo de 2.5 [m] de altura. Se debe utilizar una estructura cónica y de cubo tal como se muestra a continuación.

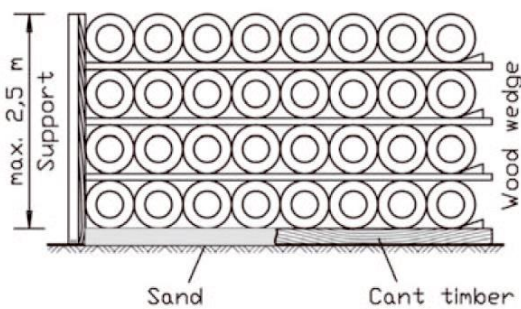


Figura 42: Diagrama estructura apilamiento cañerías rectangular

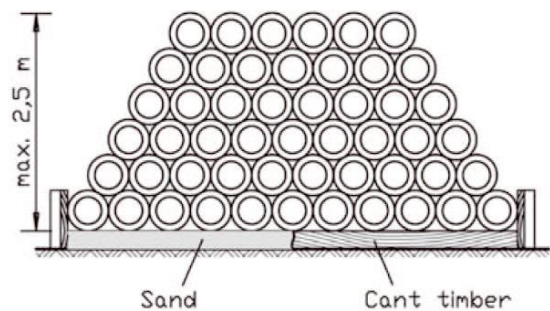


Figura 43: Diagrama estructura de apilamiento cónica



En caso de que las tuberías, componentes y/o accesorios deban ser guardados por un tiempo prolongado, se deberán tomar las correspondientes medidas de protección contra todo tipo de condiciones climáticas. Además, en periodos de heladas, estos deben ser protegidos contra el manejo inadecuado, golpes, flexión, etc.

Los accesorios se deberán almacenar en un lugar seco, protegidos contra las heladas y la radiación solar directa. Además, deben permanecer en un lugar cerrado entre 15-25°C.

La espuma de poliuretano (PUR) se entregará en 2 compuestos separados: Polioliol (brillante), Isocianato (oscuro) en latas de entre 1-10 [l]. Estas se deben abrir justo antes de utilizarlas. Además, está prohibido el uso a temperaturas menores a los 0°C, ya que existe riesgo de cristalización.

Para controlar el almacenamiento, se debe contratar una persona externa que lleve el inventario y se haga responsable. Se debe confirmar que se tienen todo el material necesario y supervisar la distribución del material en la obra durante la construcción.

#### Disposiciones técnicas mínimas de los soportes de montaje

El ensamblaje de las tuberías se debe hacer sobre costaneras cuadradas de madera, barras de espuma dura, sacos de arena o directamente sobre una capa de 15 [cm] de arena. En este último caso, se requerirán agujeros suplementarios bajo las conexiones (top hole) para otorgar un adecuado espacio de trabajo. En caso de usar soportes, estos deben estar a un máximo de 2 [m] de separación, uno de otro. Con el fin de lograr un correcto montaje para el acoplamiento, el primer soporte se debe colocar a lo menos a 1 [m] del extremo del tubo. En el caso de que se utilicen costaneras de madera, estas se deben retirar antes de rellenar con arena de tal manera de evitar cargas no admisibles en la superficie de las tuberías. Asimismo, si se utilizan sacos de arena, estos se deben abrir antes de rellenar.

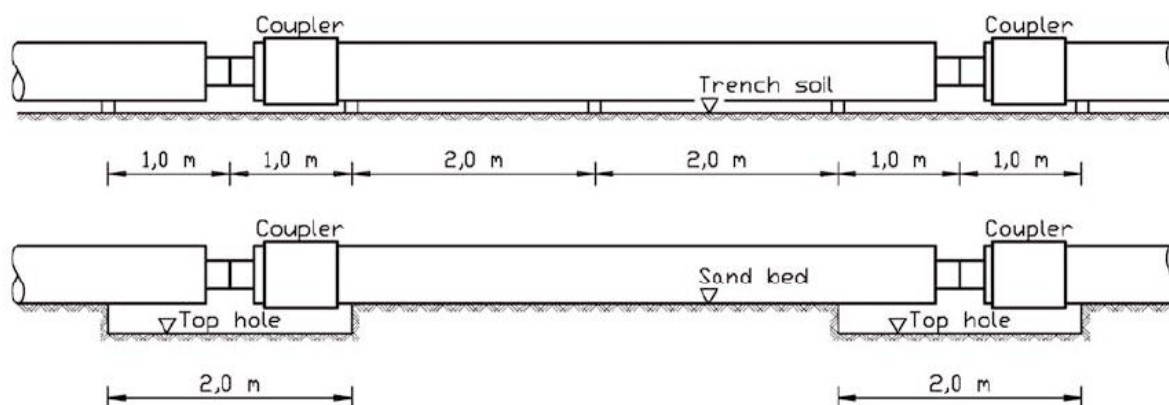


Figura 44: Diagrama soportes de montaje

### Disposiciones técnicas mínimas de las líneas externas

Para la construcción, se deben tener en cuenta las líneas externas tales como las redes de alcantarillado, gas, agua, electricidad, etc. La ubicación de estos debe ser aclarada previamente con las autoridades y debe ser respaldada con planos de diseño de tales redes antes del inicio de las obras de construcción.

Tipo línea externa	Distancia mínima	
	En cruce o en paralelo hasta 5 [m]	En paralelo por más de 5 [m]
Tuberías de gas y agua	20 - 30 [cm]	40 [cm]
Cables de hasta 1 [kV]	30 [cm]	30 [cm]
Cables de 10-30 [kV]	60 [cm]	70 [cm]
Serie de cables de 30 [kV] o un cable de más de 60 [kV]	100 [cm]	150 [cm]

Tabla 76: Distancias mínimas sistema de distribución y líneas externas

### Disposiciones técnicas mínimas de los cordones de soldadura

Antes de soldar las tuberías y accesorios, se deben insertar las correspondientes juntas de revestimiento y contracción. Si las condiciones climáticas son adversas, se debe utilizar una carpa protectora sobre el área. Mientras se realiza la soldadura, el frente de las tuberías debe estar protegido contra chispas y quemaduras provenientes de la soldadura mediante paños húmedos, alfombras retardantes, entre otros.

La soldadura se debe realizar de acuerdo a la norma DIN ISO 857-1 utilizando los siguientes procedimientos: Soldadura manual por arco eléctrico, soldadura al oxígeno (llama de acetileno-oxígeno), soldadura TIG o una combinación de estos. La inspección y evaluación de la soldadura debe cumplir con los requerimientos técnicos de acuerdo a la norma EN ISO 3834 y debe ser verificada mediante los códigos de prácticas adecuadas de la AGFW. La soldadura debe ser efectuada por técnicos certificados de acuerdo a la norma DIN EN 287-1. Estas cualificaciones deben ser documentadas de acuerdo con la certificación DVGW GW 350.

El procedimiento de soldadura, se deben realizar de acuerdo con las normas DIN 2559-2 -3 y DIN EN ISO 9692-1 basados en DIN EN 448 para preparar la zona a soldar, la junta formada sobre la tubería y la distancia entre los extremos de los tubos.

Los materiales de soldadura deben ser acorde a la norma DIN EN 12536, DIN EN ISO 2560 o DIN EN ISO 636 de la sección de procedimientos. Finalmente, la soldadura debe cumplir con los requerimientos del grupo B y C de acuerdo a la norma DIN EN ISO 5817 en concordancia con AGFW Worksheet FW 601. Además, el grupo B requiere la evaluación de acuerdo a la norma DIN EN 489.

### **Disposiciones técnicas mínimas de las pruebas de soldadura**

Una vez finalizados los trabajos de soldadura, se deben testear los cordones de soldadura. Para pruebas radiográficas, se debe utilizar la clase B de la norma DIN EN 1435. Además, se debe efectuar una test de penetración de acuerdo con la norma DIN EN 571-1, un test de ultrasonido de acuerdo con la norma EN 1714, un test de partícula magnética de acuerdo con la norma DIN EN ISO 17638 y un test de corriente de Eddy de acuerdo con la norma DIN 54141. Posteriormente, se deben realizar pruebas de fugas y estanqueidad conforme con AGFW Information Sheet FW 602.

### **Disposiciones técnicas mínimas válvulas de cierre**

Las válvulas de cierre deben ser soldadas en la línea de distribución como si fuera un trozo recto de tubería con la válvula de cierre en dirección normal al terreno (apuntando al exterior). Además, la operación se debe realizar con el paso abierto de las válvulas para evitar daños en los sellos. Es inadmisibles la instalación de este tipo de válvulas en áreas de ángulos tales como L-, Z- o codos U debido a las tensiones asociadas a la deflexión. Es importante tener en consideración durante la instalación que debe haber suficiente espacio disponible para movimientos axiales atribuidos a la expansión térmica.

Las válvulas deben estar aisladas con espuma de poliuretano rígida (PUR) de acuerdo a la norma EN 253. Posteriormente, debe ser cubierta con polietileno de alta densidad (PEHD) con requerimientos de calidad de acuerdo a DIN 8075. Sus dimensiones y espesor deben estar a lo menos en conformidad con EN 253.

### **Disposiciones técnicas mínimas drenaje**

En las partes altas y bajas de los sistemas de distribución, se deben instalar drenajes (EEE/ELÜ). Estos deben tener una salida vertical. Los drenajes deben ser soldados en la red de distribución tal como si fuera un trozo recto de cañería. Es inadmisibles la instalación de este tipo de válvulas en áreas de ángulos tales como L-, Z- o codos U, debido a las tensiones asociadas a la deflexión. Es importante tener en consideración durante la instalación que debe haber suficiente espacio disponible para movimientos axiales atribuidos a la expansión térmica.

Los drenajes deben estar aislados con espuma de poliuretano rígida (PUR) de acuerdo a la norma EN 253. Posteriormente, debe ser cubierta con polietileno de alta densidad (PEHD) con requerimientos de calidad mínimos acorde a DIN 8075. Sus dimensiones y espesor deben estar en conformidad con EN 253.

### 13.1.6 Especificaciones técnicas obras civiles

#### Índice general de partidas

<b>0.-</b>	<b>GENERALIDADES</b>	
<b>0.1</b>	Descripción de Obras, Mandante, Propietario.	
<b>0.2</b>	Profesionales que intervienen en el Diseño,	
<b>0.3</b>	Referencias	
<b>0.4</b>	Concordancias	
<b>0.5</b>	Libro de obra	
<b>0.6</b>	De los materiales	
<b>0.7</b>	De las tolerancias	
<b>0.8</b>	De los planos	
<b>0.9</b>	Normas relativas al personal	
<b>0.10</b>	De los gastos generales	
	<b>OBRAS A EJECUTARSE</b>	
<b>1</b>	<b>DEMOLICIONES O RETIROS DE OBJETOS EXISTENTES</b>	
<b>1.1</b>	Generalidades	
<b>1.01</b>	Solerillas y/o muretes	<b>ML</b>
<b>1.02</b>	Veredas	<b>M2</b>
<b>1.03</b>	Calzadas	<b>M2</b>
<b>1.04</b>	Muros de hormigón (Ante pecho)	<b>M2</b>
<b>1.05</b>	Mobiliario urbano existente	<b>UNI</b>
<b>1.06</b>	Barandas existentes	<b>ML</b>
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	
<b>2.01</b>	Escarpe a cota de proyecto	<b>M3</b>
<b>2.01.01</b>	Excavación a mano	<b>M3</b>
<b>2.01.02</b>	Excavación a maquina	<b>M3</b>
<b>2.02</b>	Retiro de excedentes a botadero	<b>M3</b>
<b>2.03</b>	Relleno estabilizado Compactado	<b>M3</b>
<b>2.04</b>	Acopio y traslado interno (en gastos generales)	
<b>2.05</b>	Trazado de Obra (en gastos generales)	
<b>3</b>	<b>OBRA GRUESA</b>	
<b>3.01</b>	Mejoramiento de suelo	<b>M2</b>
<b>3.01.1</b>	Base estabilizada en veredas, fundaciones, radieres, descansos y escalera	<b>M2</b>
<b>3.02</b>	<b>HORMIGONES</b>	
<b>3.02.1</b>	Emplantillado H10 = 15 cm	<b>M3</b>
<b>3.02.1.1</b>	Cimiento H20	<b>M3</b>

<b>3.02.1.2</b>	Hormigones H25	<b>M3</b>
<b>3.02.3</b>	<b>MUROS DE CONTENCIÓN y OTROS</b>	
<b>3.02.3 - A</b>	Muro de Contención	<b>M3</b>
<b>3.02.3 - B</b>	Escaleras (Peldaños)	<b>M3</b>
<b>3.02.3 - C</b>	Losa y cubierta	<b>M3</b>
<b>3.02.3 - D</b>	Muros esclusa y tolva acceso astillas (brocal)	<b>M3</b>
<b>3.02.3 - E</b>	Vigas	<b>M3</b>
<b>3.02.4</b>	Moldajes	<b>M2</b>
<b>3.02.5</b>	Enfierraduras A63-42H	<b>Kg</b>
<b>3.02.6</b>	Estructuras de madera (Muros)	<b>M2</b>
<b>3.02.7</b>	Estructuras de madera (Techumbre)	<b>M2</b>
<b>3.02.8</b>	Encamisado exterior (Muros y cubierta)	<b>M2</b>
<b>3.03</b>	<b>TERMINACIONES</b>	
<b>3.03.1</b>	Aislación Térmica	<b>M2</b>
<b>3.03.2</b>	Aislación Hídrica	<b>M2</b>
<b>3.03.3</b>	<b>Revestimientos y pavimentos</b>	
<b>3.03.3 - A</b>	Forro exterior Muros maderas	<b>M2</b>
<b>3.03.3 - B</b>	Forro exterior en Piedra Laja	<b>M2</b>
<b>3.03.3 - C</b>	Forro Interior de muros	<b>M2</b>
<b>3.03.3 - D</b>	Forro de aleros y tapa canes	<b>M2</b>
<b>3.03.3 - E</b>	Forros de cielos falsos en baño y oficina	<b>M2</b>
<b>3.03.3 - F</b>	Enlucido de muros de hormigón escalera y sala caldera	<b>M2</b>
<b>3.03.3 - G</b>	Ventanas	<b>M2</b>
<b>3.03.3 - H</b>	Puertas	<b>Uni</b>
<b>3.03.3 - I</b>	Tapas esclusas (ingreso de máquinas - materias primas)	<b>Uni</b>
<b>3.03.3 - J</b>	Piso acceso interior y oficina y sala Caldera	<b>M2</b>
<b>3.03.3 - K</b>	Piso baño	<b>M2</b>
<b>3.03.3 - L</b>	Endurecedor de Pavimento interiores	<b>M2</b>
<b>3.03.3 - N</b>	Piso estampado exterior	<b>M2</b>
<b>3.03.3 - M</b>	Solerillas Tipo C, jardines	<b>ML</b>
<b>3.03.4 -</b>	<b>Elementos complementarios y exteriores</b>	

<b>3.03.4 - A</b>	Chimeneas	<b>Uni</b>
<b>3.03.4 - B</b>	Barandas escaleras	<b>MI</b>
<b>3.03.4 - C</b>	Fosos y rejillas para aguas	<b>GI</b>
<b>3.03.4 - D</b>	Escaños - Parque	<b>Uni</b>
<b>3.03.4 - E</b>	Ceniceros públicos	<b>Uni</b>
<b>3.03.4 - F</b>	Basureros Exteriores	<b>Uni</b>
<b>3.03.4 - G</b>	Señalética de seguridad y recomendaciones	<b>Uni</b>
<b>3.03.5</b>	Hojalatería (Canales, bajadas, cumbreras, corta gotera y remates)	<b>ML</b>
<b>3.03.6</b>	Pintura	<b>M2</b>
<b>5.03.7</b>	Anclajes y pernos	<b>GI</b>
<b>5.03.8</b>	Barniz – Vitrificado de maderas	<b>M2</b>
<b>4</b>	<b>PAISAJISMO</b>	
<b>4.1</b>	Consideraciones Generales	
<b>4.2</b>	<b>Obras Preliminares</b>	
<b>4.2.1</b>	Preparación del Terreno	<b>M2</b>
<b>4.3</b>	<b>Plantaciones</b>	<b>UNI</b>
<b>4.3.1</b>	Mescla de suelo	<b>M3</b>
<b>4.3.2</b>	Riego previo a la plantación	<b>GL</b>
<b>4.3.3</b>	Tutores y amarras	<b>UNI</b>
<b>4.4</b>	<b>Provisión y plantación de cubre suelos</b>	
<b>4.4.1</b>	Césped	<b>UNI</b>
<b>4.4.2</b>	Vinca	<b>UNI</b>
<b>4.4.3</b>	Hiedra	<b>UNI</b>
<b>4.5</b>	<b>Provisión y Plantación de arboles</b>	
<b>4.5.1</b>	Ñirre (Nothofagus antártica)	<b>UNI</b>
<b>4.5.2</b>	Lenga (Nothofagus pumilio)	<b>UNI</b>
<b>4.5.3</b>	Ciruelillo (Embothrium coccineum)	<b>UNI</b>
<b>4.5.4</b>	Coihue (Nothofagus dombeyi)	<b>UNI</b>
<b>4.5.5</b>	Manzano y Cerezo (frutales)	<b>UNI</b>
<b>4.6</b>	Mantenimiento del establecimiento del césped y arboles	<b>M2</b>
<b>5</b>	<b>INSTALACIÓN REDES ELÉCTRICAS, LUMINARIAS, EMPALMES</b>	
<b>5.1</b>	Empalme	<b>UNI</b>
<b>5.2</b>	Tablero de distribución	<b>UNI</b>
<b>5.3</b>	Puestas a tierra de protección	<b>UNI</b>
<b>5.4</b>	Distribución y servicio alumbrados	<b>UNI</b>
<b>5.5</b>	Proyecto eléctrico	<b>UNI</b>

<b>6</b>	<b>INSTALACION AGUAS Y ALCANTARILLADO</b>	
<b>6.1</b>	Empalmes de agua	<b>Uni</b>
<b>6.2</b>	Empalmes de Alcantarillado	<b>Uni</b>
<b>6.3</b>	Medidor de agua potable	<b>Uni</b>
<b>6.4</b>	Red de Agua potable Sanitaria	<b>MI</b>
<b>6.5</b>	Artefactos y Grifería	<b>Uni</b>
<b>6.6</b>	Red de Alcantarillado	<b>MI</b>
<b>6.7</b>	Red evacuación agua desde sala Caldera	<b>GL</b>
<b>6.8</b>	Proyecto Agua alcantarillado	<b>Uni</b>
<b>7</b>	<b>CENTRAL TÉRMICA</b>	
<b>7.1</b>	Caldera	<b>Uni</b>
<b>7.2</b>	Sistema de Alimentación de Combustible	<b>Uni</b>
<b>7.3</b>	Sistema Multiciclón de Control de Emisiones	<b>Uni</b>
<b>7.4</b>	Sistema extracción ceniza	<b>Uni</b>
<b>7.5</b>	Cableado eléctrico	<b>Uni</b>
<b>7.6</b>	Tablero eléctrico modulante de potencia	<b>Uni</b>
<b>7.7</b>	Sistema alimentación silo de biomasa	<b>Uni</b>
<b>7.8</b>	Tornillo sinfín de recepción y transporte	<b>Uni</b>
<b>7.9</b>	Sistema de limpieza automático	<b>Uni</b>
<b>7.10</b>	Conexión para humos de servicio	<b>Uni</b>
<b>7.11</b>	Conexiones para recirculación humos	<b>Uni</b>
<b>7.12</b>	Chimenea en acero inoxidable	<b>Uni</b>
<b>7.13</b>	Válvulas de seguridad	<b>Uni</b>
<b>7.14</b>	Sistema computarizado central	<b>Uni</b>
<b>7.15</b>	Sistema de filtro de humos	<b>Uni</b>
<b>7.16</b>	<b>Tanques de acumulación</b>	<b>M3</b>
<b>8</b>	<b>SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN</b>	
<b>8.1</b>	Tuberías y accesorios	<b>ML</b>

## Generalidades

### 0.1 DESCRIPCION DE LAS OBRAS

Nombre del Proyecto:

**“Estudio de Ingeniería de Detalles para Proyecto de Calefacción Distrital, sector Escuela Agrícola de Coyhaique”**

El mandante, como organismo Licitante en su etapa de Diseño es la Sub Secretaria Ministerio del Medio Ambiente Región Metropolitana, Unidad de Compra. Rut 61.979.930-0 con Dirección en calle San Martín N° 73, Santiago.

Este proyecto se encuentra en la ciudad de Coyhaique, Región de Aysén y con mayor precisión corresponde al sitio N° 9 D del lote 9, sector Loteo Escuela Agrícola

El terreno tiene una superficie total de 840,27 m<sup>2</sup> y el proyecto en cuestión alcanza una superficie de 272,0 m<sup>2</sup> los que se dividen en dos áreas

- Sobre nivel de terreno 28,1 m<sup>2</sup> en la cota +0,30 mt, con un programa que se define por:
  - Accesos para el personal, maquinarias y materias primas
  - Oficina administrativa
  - Baño para el personal
  - Escalera de acceso a subterráneo.
- Bajo el nivel de terreno natural, a una profundidad de 6,20 mt
  - Sala de Caldera
  - Pañol
  - Silo de astillas

### 0.2 PROFESIONALES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO

#### Contraparte Técnica

Profesional División de calidad del aire	Sr.	MMA – Santiago
Profesionales Región Aysén	Sr.	MMA - Aysén
Profesionales Región Aysén	Sr.	MMA - Aysén

#### EQUIPO CONSULTOR

José Antonio Sánchez	Dr	EBP
----------------------	----	-----



Robert Sigrist		EBP
Roger Walther	Ing. Forestal	EBP
Teodoro Cañas		EBP
Georg Welzel		EBP
Franco Morales	Ingeniero Mecánico	EBP
Mauricio Villaseñor		EBP
Luis Alberto Gómez Pizarro	Arquitecto – Mg Desarrollo Local	ATELIER Arquitectura
Pedro Salas Craig-Christie	Ing. Civil Eléctrico	Ingeniería INEI Ltda.
Luis Gastón Arriagada S.	Ingeniero Calculista - Mg Geodesia	GACIM
Luis Contreras	Ingeniero Topógrafo	GEO
Carlos Roa	Constructor. Pro Agua - Alcantarillado	ATELIER
Verónica Riquelme Contreras	Ing. Mg en Ciencias Estadísticas	ATELIER

### 0.3 REFERENCIAS

La presente obra responde a los lineamientos decretados por el Ministerio del Medio Ambiente, respondiendo a la necesidad de encontrar soluciones que apuntan a la calidad de aire en acuerdo a la normativa vigente, para resolver la problemática que enfrenta la localidad de Coyhaique.

La obra deberá ser ejecutado en acuerdo a lo indicado en

- Planos de Arquitectura, Ingeniería y Especificaciones Técnicas
- A las normas establecidas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción
- A las normas de la Ordenanza Municipal que corresponden a nivel local
- Ley de Bases Generales sobre Medio Ambiente
- Reglamento del Sistema de evaluación de Impacto Ambiental (S.E.I.A.)
- Normas Chilena de edificación NCh, Norma INN y a los reglamentos correspondientes.
- Norma de Electricidad y Combustible
- Normas Sanitarias
- Normas de Higiene Ambiental
- Normas de Tránsito y Utilización de vías públicas
- Normas laborales y de seguridad

#### 0.4 CONCORDANCIA

Las presentes especificaciones técnicas tienen como objeto el regular y resguardar la buena ejecución de la obra y se entenderán complementarias a los planos de Arquitectura, Ingeniería, Proyectos de Instalaciones, Ordenanza de Construcción y Urbanismo y la Norma Chilena para las materias en cuestión.

Toda discordancia en el proceso de edificación será resuelto en consulta con el consultor proyectista y el Arquitecto del Ministerio del Medio Ambiente donde en orden prevalente es: Leyes, Ordenanzas, Norma primaria de Calidad del Aire MP10, Normas, reglamentos, Planos de arquitectura y sus detalles, las EETT. Dicha discordancia deberá ser consultada y resuelta a través del Libro de Obra ITO

En general, las obras contemplan desde la preparación del terreno hasta un perfecto acabado de las construcciones de las Obras mencionado en las presentes especificaciones técnicas y los planos que conforman el proyecto.

Cualquier modificación que se desee realizar durante el proceso de edificación y antes de la recepción final por parte de Dirección de Obras Municipales deberá ser en consulta escrita al Arquitecto proyectista, debiendo quedar registrada en el libro de obras.

Toda omisión en las especificaciones, planos generales y detalles constructivos que pudiese ocurrir, deberá ser resuelto por el contratista a plena satisfacción del mandante y los profesionales proyectistas dado que se consideran la totalidad de las obras para un perfecto acabado.

El no cumplimiento a las presentes Especificaciones Técnicas, por parte del Propietario, la Constructora, los profesionales y los Sub Contratista involucrados en el proceso constructivo será motivo suficiente para eximir de responsabilidad al Arquitecto Proyectista y Ministerio del Medio Ambiente sin ulterior reclamo.

#### 0.5 LIBRO DE OBRAS

En acuerdo a lo señalado en el Art. 1.2.7 de la O.G.U.C. se deberá mantener a lo menos dos Libros de obra, foliados correlativamente con dos copias los que serán destinados a:

**Libro 1:** Registro de avances, modificaciones al contrato, ampliaciones y/o disminuciones de obra, observaciones por parte de los profesionales proyectistas, visitas pro-

fesionales pertinentes, respuestas del contratista, visitas de la DOM.

**Libro 2:** Control de calidad y seguimiento de las obras según en su ejecución, procedimientos, materialidad, tolerancias, certificaciones, controles aleatorios, resultados de los controles, medidas y procedimientos del auto control por parte de la empresa contratista y todo aquello que determine el ITO correspondiente para un debido acabado del encargo general materia del contrato.

Todos los libros serán llevados, controlados y supervisados por el ITO que contrate el mandante y resguardados bajo su responsabilidad por la empresa contratista. En ellos estarán autorizados para escribir solo las siguientes personas

- El Profesional representante directo del mandante
- El ITO
- El Profesional Residente
- La DOM (El director de Obras o su representante debidamente y formalmente acreditado mediante carta simple que deberá quedar registrada en el libro de obra)

El profesional residente estará obligado a firmar todas las páginas de dichos libros y mantener diariamente conocimiento de lo escrito en ellos. La no firma por parte del Profesional residente no exime del conocimiento a la empresa de lo indicado en dichos libros.

El incumplimiento de firmar será materia de multas a la empresa en acuerdo a la gravedad de la situación, solicitada por el ITO y notificada por el Profesional Representante del mandante.

Se podrá Implementar un libro de obra en forma electrónica el que será ejecutado por el ITO, remitido a todos los profesionales que intervienen en la obra, quienes podrán realizar observaciones y el ITO las incorporara en el folio correspondiente.

Una vez ejecutadas cada uno de los informes, visitas, observaciones por los profesionales competentes serán copiado por el profesional residente en papel y los profesionales deberán firmar dichos folio, los que estarán debidamente archivados en obra y se considera conocidos por los profesionales correspondientes. Su no firma no desliga de responsabilidad a dichos profesionales.

La totalidad de los materiales especificados se entienden de primera calidad. Dentro de su especie conforme a normas INN (Instituto Nacional de Normalización), e indicaciones de los fabricantes en caso de indicarse marca determinada.

En caso de requerirse la utilización de productos equivalentes a las especificadas, estos deberán ser solicitados por el contratista por escrito, aprobados por el ITO antes de su colocación y en ningún caso deberán ser de inferior calidad técnica y estética de lo especificado.

## **0.6 DE LOS MATERIALES**

Los Materiales de uso transitorio deberán ser de una calidad igual o superior a lo especificado en las presentes especificaciones. Bajo ningún aspecto podrán ser inferior y menos exponer a los trabajadores y público en general respecto de su seguridad o salud

Todos los materiales a utilizar en obra deberán tener o contar con certificación de origen y calidad. El contratista al inicio de las obras deberá entregar al ITO el listado completo de materiales a utilizarse, indicando marca, origen y volumen a utilizar. El ITO determinara y solicitara al contratista los certificados que a su juicio deberán ser entregados al ITO y archivados, a su vez el ITO determinara el número de muestras de laboratorio que deberán ser aportadas por el Constructo. El ITO estará facultado para rechazar fundadamente las partidas que no logren los estándar mínimos exigidos según las normativas o especificaciones o para exigir se repitan los muestreos que a su juicio le ofrezcan dudas.

En caso de rechazo de alguna partida por razones fundadas será motivo de demolición y retiro integro de la obra. El criterio de rechazo estará determinado por el incumplimiento de las especificaciones, lo proyectado, las normas y procedimientos de las referencias en Punto 0.3.

La repetición o reiteración de dichas situaciones descritas será motivo para que el ITO solicite las multas correspondientes o las sanciones que el reglamento Minvu establece para dichos casos.

Todo material que sea considerado de rechazo o de demolición deberá ser retirado de la obra antes de 24 horas a botadero autorizado.

Durante la ejecución de la obra se deberá tener en consideración el cumplimiento de las tolerancias máximas establecidas para la obra gruesa, estas se indican en cada partida correspondiente o en las especificaciones y planos del cálculo estructural

## **0.7 DE LAS TOLERANCIAS EN LA EDIFICACION**

Las tolerancias se definen en cada una de las partidas involucradas las que serán

ratificadas con el estudio de ingeniería correspondiente.

## **0.8 DE LOS PLANOS**

### **Nómina de planos**

El presente proyecto contempla los siguientes planos y especialidades

Arquitectura	Planta, Elevaciones, Cortes, Detalles constructivos, de superficie, detalles, Ubicación y Emplazamiento
Topografía	Planos de topografía georreferenciados, cortes
Paisajismo	Planta general, tipos de especies, ubicación
Ingeniería de calculo	Planta de fundaciones, plantas de muros y losa, de enfierraduras, normas generales, condiciones estru relevantes.
Ingeniería Eléctrica	Planta de distribución de energía e iluminación, d de carga, cálculo de carga, malla de tierra, puntos
Aguas y Alcantarillado	Planta de distribución de redes, detalles const cálculo de carga y demanda,
Planos de calderas y equipos	Esquemas de los equipos, diagrama de funcionar detalles de equipos.

## **0.9 NORMAS RELATIVAS AL PERSONAL**

### **0.9.1 PROFESIONAL RESIDENTE**

El contratista deberá contar con un Profesional residente de tiempo completo el que deberá ser Ingeniero Civil, Constructor civil, o Arquitecto con experiencia mínima de siete años en administración de obras para el Ingeniero o Constructor civil y de 10 años para el arquitecto. El contratista deberá solicitar por escrito la aprobación de dicho profesional al ITO, adjuntando los documentos pertinentes de acreditación.

### **0.9.2 JEFE DE OBRA**

Por la extensión de la obra, deberá considerar un jefes de obra deberán ser Constructores civiles con experiencia de 3 años en obras, o técnicos constructores con experiencia de 5 años con dedicación exclusiva.

La asistencia y permanencia será registrada en libro de obra el que será visado permanentemente por el ITO

### **0.9.3 AUTO CONTROLES**

El contratista deberá tener a lo menos un técnico para Auto control en forma permanente, el que deberán ser a lo menos técnicos en construcción titulados, con conocimiento y experiencia demostrable en seguimientos y control de calidad de obras en conformidad al MITO Minvu, los que deberán informar periódicamente al ITO.

### **0.9.4 MANO DE OBRA COMPETENTE**

Es responsabilidad del contratista contar y mantener maestros, técnicos idóneos para las faenas que se ejecuten. La existencia de personal no competente será motivo para que el ITO solicite el recambio inmediato de dicho personal a costa de la empresa. Las reiteradas faltas acreditadas en dicho aspecto podrán ser causales de multas al solo juicio del ITO.

### **0.9.5 PLAN DE SEGURIDAD**

La Constructora deberá considerar dentro de sus gastos generales todos los equipos y elementos de seguridad necesarios, según sea el origen de la faena a desarrollar en cumplimiento a las normas de higiene y prevención de riesgos. (Bototos, guantes, cascos, antiparras, cinturones de Seguridad, escaleras adecuadas, barandas, botiquín, camillas, entre otros acorde con las faenas en ejecución)

La empresa deberá desarrollar un plan de seguridad permanente para las faenas, involucrando a los transeúntes. Para dicho fin, el contratista entregara al ITO un estudio de mitigación y un protocolo de acción ante posibles accidentes; medidas de prevención, equipos e implementos afines a dichas actividades, plazos de ejecución, plazos y tiempos mínimos aceptable de reacción frente accidentes, cargos responsables y personal idóneo en conformidad a normas de seguridad vigente, respectivamente

### **0.10 DE LOS GASTOS GENERALES**

Los gastos generales deberán considerar como mínimo las siguientes partidas.

- Sueldos Directos e indirectos de todos los profesionales, administrativos y mandos medios requeridos para un buen desarrollo de las obras. (Constructores, abogados, contador, secretarias, técnicos, topógrafos, capataces, controles internos etc.)
- Maquinarias y equipos

- Herramientas
- Materiales menores de obra
- Equipamiento de seguridad personal
- Equipamiento y materiales de seguridad de la obra y las medidas de seguridad con los transeúntes
- Artículos de oficina (escritorios, computadores, impresoras, teléfono, sillas, repisas, lámparas etc.)
- Instalaciones provisorias (instalación de faenas)

Para la iniciación de las instalaciones provisorias el contratista deberá presentar al ITO y aprobar un plan de instalaciones y urbanizaciones los que deberán indicar los lugares a utilizar, factibilidades de conexiones y empalmes, indicar los propietarios de los sitios a utilizar con sus respectivos consentimientos por escrito, superficie, metros cuadrados y todo elemento necesario para que el ITO tenga a cabalidad claridad de dichas instalaciones.

El contratista deberá considerar dentro de sus gastos generales las construcciones necesarias para el buen funcionamiento y desarrollo de la Obra, que tendrá como mínimo los siguientes recintos: Oficina generales para el residente –administrativos – profesionales – técnicos, oficina con Baño para el ITO, estacionamientos, bodega, cobertizos, baño para el personal, vestíbulos, pañoles, comedor, sector de combustible, áreas de acopio de material, estimando para cada caso las áreas según su propia planificación y estrategia de trabajo.

En todas las instalaciones que residan o trabajen personas, deberá suministrarse los servicios provisorios de energía eléctrica, agua potable y alcantarillado, debiendo contar con la autorización de los servicios respectivos y quedando íntegramente cancelados al finalizar la obra.

Estas instalaciones no podrán ser ubicadas en espacios públicos.

Para el cierre perimetral de obra y sectores en donde se encuentren desarrollando las obras encomendadas se utilizarán polines de 3" con malla ursus de 1,2 mt de altura con señalética y letreros de seguridad preventiva.

- Consumos (Luz, agua, Gas, teléfono, cafetería etc.)
- Fletes y movilización
- Viáticos, traslados y pensiones
- Ensayos de materiales
- Se deberá considerar de costo del Contratista que se adjudique la obra, to-

dos los ensayos de materiales que sean requeridos por la I.T.O. y los requeridos por los respectivos servicios que tienen tuición sobre las obras de urbanización contempladas, para una buena ejecución de la obra. Los ensayos de materiales deberán ser realizados por laboratorios autorizados por el MINVU, con inscripción vigente en el registro Minvu.

- Permisos de edificación, derechos municipales, derechos y aportes reembolsables a servicios.
- Seguros (por trabajador, de incendio, robos y vandalismos, a terceros etc.)
- El contratista deberá contratar un seguro general que resguarde los bienes colindantes a la obra tales como escaleras, cercos, obras de arte, cámaras, viviendas, muros de contenciones etc, etc, resguardando cualquier tipo de daño o deterioro que se produzca o se genere en el desarrollo de las faenas propias del normal manejo de las faenas que la obra conlleve. Este seguro deberá ser ingresado al Ministerio por oficina de partes, con anterioridad al acto de inicio oficial de entrega de terreno, debiendo quedar registrado en el acta correspondiente.
- Fotografías de obras: Según indicaciones definidas por el ITO (dimensiones, papel de impresión, marco, formato etc.)
- Gastos Notariales: El contratista deberá considerar gastos relacionados con la suscripción y protocolización notarial del contrato o su reducción a escritura pública según corresponda, gastos por aprobación de proyectos, certificados de ensayos de laboratorio, empalmes, garantías, recepciones, etc. y los que correspondan según la reglamentación de los respectivos servicios que tienen tuición sobre las instalaciones que contemple el proyecto.
- Limpieza de obra:

El Contratista recibirá el terreno en el estado en que se encuentra. Deberá retirar del terreno, materias orgánicas, troncos y otros desperdicios de manera de obtener un terreno limpio y despejado.

Durante el desarrollo el contratista deberá mantener personal dedicado a la mantención de limpieza en forma permanente, no debiendo mantener residuos, escombros, basura, o cualquier elemento que presente una mala imagen o entorpecimiento para un normal desarrollo de las actividades propias de cada uno de los sectores. Todos los de tránsito y públicos deben mantenerse despejados.

La obra deberá entregarse perfectamente limpia sin manchas o deterioros.

- Trazados



Para la ejecución del trazado la empresa contratista deberá realizar el replanteo con profesionales y equipos idóneos, con la supervisión del profesional residente.

Se determinaran el PR desde donde se determinaran los ejes de trazado y los niveles correspondientes.

Se dejara el PR y la demarcación de ejes y niveles, mediante puntos fijos en hormigón y estacas con señalización adecuada para su lectura y control.

Para el trazado y el desarrollo de la obra, la empresa deberá contar con un "topógrafo" o "trazador experto", acreditado mediante certificaciones tales como título profesional, años de servicio y tipos de obras a su cargo.

- Letrero de obra

La obra deberá contemplar a lo menos dos letreros de obras de una dimensión de 2,5 metros de alto por 8 metros de largo ubicados en los sectores que determine el ITO, en lugar visible a una altura no menor a los 3 mt. La empresa deberá presentar previo al montaje un plan de ubicación el que será aprobado por el ITO. Las estructuras de soporte y estructuras del cartel deberán ser metálicas, adecuadamente instaladas y reforzadas para evitar desplomes ante cualquier evento.

Los Letreros de Obra serán ejecutados según formato adjunto en la ficha de licitación.

## Obras a Ejecutarse

### 1 DEMOLICIONES O RETIRO OBJETOS EXISTENTES

#### 1.1 GENERALIDADES

La Empresa deberá presentar en forma general y en forma particular caso a caso, todas las medidas de mitigación y resguardo a ejecutarse para ser aprobadas por el ITO.

Estas deberán ser aprobadas y registradas en el libro de obra.

El contratista no podrá iniciar las obras de retiro o demolición sin previa autorización escrita del ITO

El contratista deberá colocar señales y luces que indiquen durante el día y la noche, los lugares donde se realicen trabajos de demolición o excavación y será responsable de mantener las vías peatonales y vehiculares expeditas para su normal tránsito.

Los trabajos deberán ejecutarse en tal forma que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de la zona próxima a las Obras y a los usuarios, peatones o automovilistas.

Es necesario cercar los lugares de demolición para salvaguardar la integridad de las personas para cada uno de los casos a enfrentar.

El contratista deberá proteger las áreas vecinas o colindantes a las intervenciones de demolición o retiro mediante defensas apropiadas para la debida protección de personas, bienes, o especies vegetales que pudiesen ser afectadas por los trabajos a realizar.

<b>1.01</b>	<b>SOLERILLAS O MURETES</b>	<b>ML</b>
	No se contemplan	
<b>1.02</b>	<b>VEREDA</b>	<b>M2</b>
	No se contemplan	
<b>1.03</b>	<b>CALZADAS</b>	<b>M2</b>
	No se contemplan	
<b>1.04</b>	<b>MUROS DE HORMIGON (CONTENCION Y ANTE PECHOS)</b>	<b>M2</b>
	No se contempla	
<b>1.05</b>	<b>MOBILIARIO URBANO EXISTENTE</b>	<b>UNI</b>
	No se contemplan	
<b>1.06</b>	<b>BARANDAS EXISTENTES</b>	<b>ML</b>
	No se contemplan	

### 2 MOVIMIENTO DE TIERRA

Será responsabilidad del contratista efectuar un replanteo en terreno de las cotas y niveles

indicados en los planos.

El I.T.O. recibirá los trazados antes de realizarse las excavaciones correspondientes.

Las excavaciones para las fundaciones de los diferentes elementos se ejecutarán inicialmente a máquina y rematadas manualmente, quedando el fondo plano y las paredes a plomo.

Sus medidas serán las indicadas en los planos de fundaciones, debiendo penetrar a lo menos 0,20 m. en terreno apto para fundar

En estas faenas deberán obtenerse excavaciones con paredes interiores verticales, libres de materiales extraños, tales como puntas de raíces, vestigios de escombros, piedras, etc.

Las excavaciones deberán ejecutarse hasta encontrar material apto para fundación y su profundidad no será menor a lo indicado en planos y memoria de cálculo.

El contratista deberá considerar entibaciones.

Si por error del contratista se diera a la excavación una profundidad mayor a la especificada en planos, el relleno se realizara con material estabilizado no originando esto ningún adicional que pudiese ser reclamado como aumento de obra por el contratista.

## **2.01 ESCARPE A COTA DE PROYECTO**

**M2**

Se considerará el retiro de toda la capa vegetal y arcillosa superior del suelo, las profundidades quedaran referidas a cada una de las obras a ejecutarse con un mínimo de 25 cm para el caso de veredas y para las obras mayores tales como muros de contención, muretes, fundaciones de corrido, fundaciones de pórticos, fundaciones para mobiliarios o juegos infantiles, y miradores estas se ejecutaran con un mínimo de 35 cm, para obtener un suelo parejo, limpio de raíces.

Todo el material deberá ser retirado de la obra.

Estas obras serán cotizadas en dos modalidades, excavación a mano y excavación con máquina.

Se incluye el movimiento de tierra correspondiente a los escarpes necesarios

para la instalación de base apropiada para la plantación de césped según se indica en partida 11.01 de las presentes EETT

### **2.01.0 1**

## **EXCAVACION A MANO**

**M3**

Todos los sectores en donde no sea conveniente por seguridad, posible deterioro de obras o por instrucción del ITO, se escavara a mano mediante sistema tradicional.

- 2.01.0**  
**2**      **EXCACACION A MAQUINA**      **M3**
- En los sectores de veredas, retiro de excedentes para lograr la cota de terreno, fundaciones y en aquellos que la obra lo requiera se podrá utilizar máquina excavadora siempre que esta no involucre sectores aledaño los que puedan ser perjudicados, destrozados o deteriorados.
- En Toda faena de máquinas en sectores públicos se mantendrá personal adecuado en cantidad y tipo, con equipos e implementación adecuados para resguardar los sectores aledaños y al público en general.
- 2.02**      **RETIRO DE EXEDENTES A BOTADERO**      **M3**
- Todo material excedentes de las excavaciones, perfilado, escarpe que no sea autorizado por el ITO para ser utilizado como material de relleno deberá ser llevado a botadero en el mismo día de faena. No se autoriza para acopiar excedentes en la vía pública de un día para otro.
- 2.03**      **RELLENO ESTABILIZADO COMPACATDO**      **M3**
- La totalidad del área donde se realizó el escarpe deberá ser relleno con estabilizado compuesto por un material gravo arenoso con no más de un 20 % de contenido de finos arcillosos o limosos, exenta de materiales orgánicos o raíces.
- Se compactara mediante placa mecánicamente, en capas de 0.15 mt de alto como máximo.
- Se deberán certificar los niveles de compactación, solo siendo como aceptable un 95% del Proctor modificado.
- 2.04**      **ACOPIO Y TRASLADO INTERNO**      **En G.G.**
- Todo material tales como material de relleno, bolones, equipos, señalética que vaya a ser reutilizados en la obra deberá ser llevado y acopiado en lugares de bodega interno, no se aceptaran acopios en la vía pública.
- Su traslado a bodegas deberá ser ejecutado diariamente.
- Se deben tomar los resguardos de seguridad correspondiente en el traslado
- Todo material sobrante de las excavaciones, que no sea autorizado por la I.T.O. para su uso como relleno, deberá ser retirado del lugar de la faena a un lugar autorizado.
- 2.05**      **TRAZADO**      **EN G.G.**
- Una vez retirado o demolido todas las partidas señaladas anteriormente se procederán al

replanteo de ejes y trazado correspondiente a las áreas involucradas.

Para dicha faena el contratista deberá contar con el equipo, profesionales, técnico y maestros adecuados.

Se instalarán los PR necesarios para abarcar las distintas zonas mediante un monolito de hormigón de a lo menos 10 x 10 cm con una profundidad de 20 cm indicando su numeración y nivel respecto de la cota cero del proyecto o nivel definido en terreno que permita controlar adecuadamente la obra .

Todos los puntos relevantes del trazado deberán quedar registrados mediante estacas de madera de 2X3" y mantenidos hasta la etapa de revestimiento o terminaciones.

El Trazado será recibido por el ITO en su totalidad y debidamente registrado en el libro de obra. Podrá ser recibido por sectores o zonas.

El contratista no podrá dar inicio a obras de edificación, excavación o escarpes mientras no sea recibido el trazado por el ITO.

A partir del trazado de ejes, se procederá a trazar en el suelo natural las líneas de borde que conforman la figura de las obras mediante cal o yeso aplicado mediante trazador para corroborar las figuras, contornos y emplazamiento adecuado.

El Arquitecto proyectista o el Arquitecto que designe el Ministerio (mandante) deberá dar su visto bueno o las adecuadas correcciones por escrito en el libro de obra para iniciar las faenas.

Las tolerancias máximas de desviación serán las siguientes

**Desviación de eje:** +- 0,1% (+- 5 mm en un largo de 5000 mm) los que no serán acumulativas en el largo. Los ejes deberán ser corroborados con puntos PR y puntos auxiliares

**Desviación de centros:** La desviación máxima será de 1% respecto de a lo medos tres ejes auxiliares.

**Variación de radios:** se permitirá un máximo de un +- 2%

**Variación de niveles:** Se mantendrá una tolerancia máxima de un +- 3% respecto a los niveles establecidos en planos los que no serán acumulables.

### **3 OBRA GRUESA**

#### **3.01 MEJORAMIENTO DE SUELOS**

**M2**

En los sectores o áreas de veredas y sendas, que no logren los niveles de fundación o sello correspondiente se procederá a aplicar en capas sucesivas de no más de 0,25 mt de alto,

un relleno de estabilizado, compactado.

El material estabilizado, será compuesto por un material gravo arenoso con no más de un 20 % de contenido de finos arcillosos o limosos.

La compactación será realizada mediante placa vibratoria hasta alcanzar una densidad mínima del 90% del Proctor modificado. Se deberá realizar el Aashto t-99, se aceptará un tamaño máximo de partículas de 50 mm.

Las densidades deberán ser certificadas por laboratorio autorizados.

La cantidad de ensayos serán en una relación de 1 muestra X cada 4.000m<sup>2</sup>, ejecutadas en lugares notables o significativos definidos por el ITO. Se aceptara la muestra con un 100% de conformidad.

En esta partida se deben considerar todos los rellenos estructurales de mejoramiento de la sub base y rellenos laterales en conformidad con las indicaciones del proyecto de ingeniería referente a muros de contención.

### **3.01. BASE ESTABILIZADA**

**M2**

#### **1 (en veredas, Fundaciones, radieres, descansos y escalera)**

Una vez retirados todos los materiales excedentes, revisado que no existan residuos de basura, materiales orgánicos y logrado los niveles de sub base debidamente compactados se procederá a la aplicación de capas sucesivas de material estabilizado de 15 cm de espesor, compactándolo mecánicamente

- Los sectores correspondiente a uso solo peatonal se establece un espesor entre 0,05 y 0,10 mt de espesor
- En los sectores de acceso vehicular a zonas de carga y descarga que cruzan perpendicular las veredas en áreas de calzadas se utilizara un espesor mínimo de 0,20 mt.

El material a utilizar deberá ser revisado y autorizado por el ITO por medio del libro de obra.

La compactación deberá ser al 95% del Proctor modificado ejecutadas por laboratorio autorizado por el Minvu, y las muestras serán dos, y para el caso de áreas superficiales, una cada 200 m<sup>2</sup>, y la ubicación de los puntos será definida por el ITO.

Las tomas de muestras deberán ser ejecutadas frente al ITO, debidamente anotadas en el libro de obra y los certificados entregados formalmente por el profesional residente al ITO mediante carta simple.

## **3.02 HORMIGONES**

### **3.02.1 EMPLANTILLADO H10 E= 15 cm M3**

Para los emplantillados de fundaciones se usara hormigón H10

Deberá ser mezclado en betonera y compactado adecuadamente luego de su colocación.

Deberán quedar adecuadamente nivelados asegurando los niveles requeridos para el sello de fundación. Su espesor mínimo serán 15 cm

### **3.02.1.1 CIMIENTOS H20 – M3**

Para la confección de cimientos de edificios en sector de acceso peatonal – oficinas se utilizara un hormigón H20 con resistencia máxima a los 28 días. Además se incluyen en las siguientes partidas:

- Radieres interiores
- Pastelones peatonales en parque
- Solerillas de jardines

### **3.02.1.2 HORMIGONES H25 M3**

En los siguientes sectores de la obra se utilizara hormigón H25 resistencia a los 28 días.

- Sobre cimiento sector acceso peatonal a oficina.
- Fundaciones sala de calderas
- Muros sala de caldera
- Fundación soporte de chimeneas y ventilación
- Calzadas acceso vehicular
- Escaleras acceso a sala de calderas

Para la construcción de los elementos de hormigón podrá usarse cualquier cemento proveniente de fábricas de origen nacional, sin necesidad de certificación de sus características, considerando que ya ha sido sometido a control de calidad de fábrica.

La dosificación deberá ser solicitada a laboratorio con el aporte de las muestras necesarias respecto de las arenas, grabas y agua. La Graba a utilizar no podrá superar las 2" de diámetro material chancado, las arenas deberán ser lavadas exentas de materiales orgánicas y sales. El agua deberá ser agua potable.

La preparación del hormigón se efectuará exclusivamente por medios mecánicos.

El carguío de la betonera será en el siguiente orden: 80 % de agua, de grava, arena, saldo de la grava y resto del agua, con un tiempo mínimo de amasado de 1,5 minutos.

Los hormigones deberán ser trasladados con equipos adecuados y recomendados para dicha faena, evitando contaminación con otros materiales, vertiendo directamente la argamasa en las excavaciones y moldajes.

Tolerancias

En estado de obra gruesa y una vez retirado los moldajes, los hormigones podrán tener como rango de tolerancia las siguientes medidas de desviación.

**Espesor:** +- 10,0% (5 mm en un largo de 50 mm)

**Altura:** +- 5,0% (5 mm en un alto de 100 mm)

**Eje:** +- 2,5% (5 mm en un largo de 200 mm)

La argamasa será vibrada mediante vibrador de inmersión de 2" Ø como mínimo. No se aceptaran nidos con diámetro superior a 50 mm.

El no cumplimiento de las indicaciones técnicas descritas será motivo según criterio del ITO.

### 3.03.3 MUROS DE CONTENCIÓN Y ESTRUCTURAS

#### 3.02.3 - A

#### MUROS DE CONTENCIÓN

**M3**

Los muros de contención se han definido como muros verticales o muros inclinados que conformar la sala de caldera, definidas en mayor detalle en el cálculo de ingeniería. Su altura de coronación es variable según el elemento

En la confección de los muros de contención, el contratista deberá excavar a lo menos 0,20 mt bajo el nivel de terreno fundable. Ver condiciones de suelo según la memoria de cálculo (Las medidas en plano son las alturas referenciales mínimas a fundar)

Los hormigones a utilizar serán como mínimo H25 (ver indicaciones de Ingeniería)

Los Moldajes ver: **Punto 3.02.4**, y las Enfierraduras: ver **Punto 3.02.5**

Todos los muros serán impermeabilizados mediante la aplicación de dos manos de "Igol Primer" como base de la aplicación de dos manos de "Igol Denso" de SIKA. Se debe respetar todas las indicaciones establecidas por el fabricante.

#### 3.02.3 - B

#### ESCALERAS (desde sala caldera a acceso de personal)

**M2**

Las escaleras descritas en planos de arquitectura serán mediante peldaños con un ancho mínimo de 1,2 mt y una huella de 0,30 mt. Su contrahuella será de una altura máxima y uniforme para cada peldaño de 0,18 mt.



Los descansos de 1,2 x 1,2 mt. son considerados como elementos parte de las escaleras y como tal serán respetados estructuralmente continuos.

Las enfierraduras deberán ancladas a muros laterales, a fundación inferior y fundación de coronación superior. Esto definido para cada uno de los tramos descritos en planos. ver

#### **Punto 3.02.5**

Todas las escaleras se ejecutaran en hormigón armado H 25, en 10 cm de espesor, según indicaciones tipo en proyecto de Ingeniería

Enfierradura para vigas laterales: 6 barras de 10 mm Ø, estribos de 8 Ø a 20.

Moldajes: estructura de pino, tableros de terciado estructural de 16. Se deberá ejecutar en acuerdo con los trazados y ubicaciones determinado en planos de arquitectura.

La Inspección técnica deberá recibir los trazados, niveles y plomos correspondientes, velando por la regularidad de niveles entre peldaños. Los hormigones deberán ser certificados, acreditando a lo menos una muestra por tramo de escala o sector de peldaño.

#### **3.02.3 - C**

#### **LOSA Y CUBIERTA**

**M3**

Este elemento corresponde a la cubierta de la sala de calderas, silo de acopio de astillas y sector de losa inclinada que toma parte de la escalera y continua con igual pendiente en parte visible sobre el nivel de suelo natural.

Mantiene iguales características indicadas para los hormigones estructurales en párrafos precedentes y en concordancia con las indicaciones del diseño de ingeniería.

Se deberá tener un excesivo control y cuidado de sus superficies exteriores para recibir las aislaciones hídricas descritas en la presentes EETT.

#### **3.02.3 - D**

#### **MUROS ESCLUSAS Y TOLVA ACCESO ASTILLAS (brocal)**

**M3**

Ambos elementos serán ejecutados en hormigón H 25 armado.

Se define su altura total a la sumatoria de espacio entre la losa de hormigón y una altura no inferior a 0,30 mt sobre el nivel de terreno natural.

Las enfierraduras se encuentran definida en planos de ingeniería. Ver indicaciones en punto N° **3.02.5**. Se anclaran a los muros provenientes de la sala subterráneas y losa de cubierta

Para los Moldajes ver **Punto 3.02.4**.

En su confección se debe prever y dejar instalado los puntos y elementos de anclaje de la

cubierta o tapa.

**3.02.3**  
**- E**

**VIGAS** (soporte losa sala de calderas)

**M3**

Las vigas serán ejecutadas según indicaciones en los planos de ingeniería.

Estos elementos deberán ser ejecutados en conjunto con la losa ubicada a nivel -1.00 mt como un solo elemento. Los encofrados con el alza primado deberán ser mantenidos durante los 28 días.

Para autorizar el hormigonado del elemento, el ITO deberá verificar lo estable, las cantidades, su hermeticidad de los moldajes, refuerzos, puntales y amarras. La base de la viga, conformado por el encofrado inferior deberá tener una contra flecha de 15mm. Ver punto N° 3.02.4

**3.02.4**

**MOLDAJES**

**M2**

Todas las obras de hormigón tales como muros de contención, fundaciones sobre cimientos confección de veredas, obras de artes expuestas en el presente proyecto contarán con la confección de moldajes adecuados y afines al objetivo implícito en cada una de ellos.

Los moldajes serán confeccionados en metal o maderas dimensionadas, con placas terciadas estructurales, incluyendo amarras y anclajes dispuestos para recibir y soportar sin deformarse la carga propia del hormigón y su vibración. En el caso de ser en maderas se construirán tableros reforzados mediante placa terciada estructura con un espesor mínimo de 16 mm reforzada mediante pies derechos de 2x3 y barros de la misma escuadría a una distancia no mayor a 60 cm una de otra. Estos tableros deberán instalados mediante la instalación de diagonales y vigas maestras para un trabajo de reforzamiento parejo evitando los desaplomes y descuadre en la etapa de llenado.

Se debe solicitar al ITO la autorización de hormigonado, previa revisión y chequeo de los encofrados.

No se aceptaran desaplomes, descuadre o desniveles en los moldajes. Previo al montaje de los mismos se deberá chequear los trazados, los ejes y distanciamientos proyectados, los niveles, las pendientes y cualquier medida que se requiera para lograr el objetivo del elemento en sí.

A todos los moldajes se les aplicara Sika® Separol W - Emulsión desmoldante para encofrados para usar en moldajes de metal y madera, protegiéndolos además con su acción impermeabilizante y como inhibidor de corrosión.

Sera aplicado siguiéndolas indicaciones del fabricante, aplicado con anterioridad al montaje de los mismos y será responsabilidad del jefe de obra verificar dicha faena.

Los capataces hormigonadores deberán cerciorarse que la confección y montaje de los moldajes fueran revisados, aprobados con V° B° en el libro de obras por parte de los Jefes de obra, antes de iniciar el llenado de los mismos.

Los procedimientos de descimbre corresponderán a los establecidos en la NCh 170 of.85.4. Permaneciendo instalado a lo menos 28 días para hormigones sin aceleradores de fraguado.

Por causas de programación y a expresa solicitud de la empresa se podrá descimbrar con anterioridad en caso que se utilice aceleradores de mercado y el tiempo de disminución estará directamente proporcional a las cantidades aplicadas y logrado a lo menos un 60% de la resistencia requerida según indicaciones del fabricante.

La labor de retiro de moldajes será manual y deberá en todo momento cuidar el no dañar los elementos hormigonados, cuidando en todo momento que los cantos o aristas de los elementos de hormigón no sufran algún deterioro producto de fuerza desmedida o mala posición de herramientas al momento del retiro de los encofrados.

Toda disminución de tiempo en el retiro de los moldajes siguiendo las indicaciones establecidas no exime de responsabilidad al contratista frente a deterioros o daños que se produzca.

Una vez retirados los moldajes, estos serán dispuestos en un lugar definido por la ITO para su almacenamiento. Se dispondrán en forma ordenada y que no afecte a personal o instalaciones cerca del lugar.

### **3.03.5 ENFIERRADURA A63-42H**

**KG**

Sera responsabilidad de la empresa que todos los aceros al colocarse deberán estar exentos de polvo, barro, escamas de óxido, grasas, aceites, pinturas y toda otra sustancia capaz de reducir la adherencia con el hormigón. El ITO deberá velar y acreditar mediante anotación en el libro de obra del cumplimiento correspondiente por parte de la Empresa.

Las barras y mallas prefabricadas de acero que se usen en los hormigones armados cumplirán las especificaciones de las siguientes normas:

- Barras lisas y con resaltes NCh 204
- Barras con resaltes para H.A. NCh 210

- Mallas prefabricadas NCh 218

En la construcción sólo se usarán barras y mallas prefabricadas de la calidad establecida en las especificaciones particulares del proyecto de cálculo estructural contenidas en los planos o en la memoria.

Las barras o mallas prefabricadas serán de procedencia nacional, cuya producción esté sometida a un control de calidad efectuado por un Laboratorio Oficial y que, además, posea las marcas que permitan verificar su calidad.

Se aceptarán aceros de procedencia importada con la misma denominación que el especificado, debiendo cumplir con los ensayos de resistencia y doblado, garantizados por algún laboratorio calificado.

El acero para armaduras se almacenará sobre superficies planas, niveladas y provistas de un buen drenaje para evitar acumulaciones de agua. De preferencia, se utilizarán travesaños de apoyo, que lo mantengan separado del suelo.

Las barras correspondientes a armaduras cortadas y dobladas según Planos se almacenarán ordenadas por tipo y debidamente identificadas.

Se verificará cuidadosamente que la posición de las armaduras embebidas en las fundaciones coincida con la de los elementos de la superestructura a que pertenecen.

En particular, se verificará que esta posición permita cumplir con los recubrimientos especificados para dichos elementos.

Se dispondrán espaciadores plásticos o de mortero que permitan cuidar los recubrimientos especificados.

Se deberá respetar los espesores, forma y disposición de los distintos elementos descritos en los planos de ingeniería. A falta de algún detalle no sugerido en ellos se procederá a consulta con el ingeniero proyectista siendo de responsabilidad del ITO realizar las consultas respectivas

### **3.02.6 ESTRUCTURAS DE MADERA (Muros)**

**M2**

Todos los muros que componen el acceso, baño de servicio, oficina administrativa serán confeccionado en paneles SIP de 140 mm de espesor total, compuesto por terciado marino de 12mm por exterior, Aislapol de 118 mm de espesor densidad 15 kg/m<sup>3</sup> y terciado marino interior de 10mm de espesor.

Estos elementos deberán ser instalados mediante soleras, pie derecho y solera superior, calibrada en un espeso no menor a 50mm.

El anclaje de la solera a piso deberá ser instalado en el proceso de hormigonado mediante acero estriado de 8mm.

Todas las uniones entre soleras y pie derechos y las uniones entre panel SIP y maderos deberán ser ejecutadas con tornillo Acero al carbono con zincado galvanizado blanco (HZB) con largo suficiente según la faena a realizar.

Las Planchas antes de ser instaladas, ejecutado bajo techo, deberán recibir impermeabilizante por todas las superficies en dos manos, tipo Igol Primer

### **3.02.7 ESTRUCTURAS DE MADERA (Techumbre) M2**

La estructura de techumbre estará conformada con pares de tijerales en madera de Lenga con 12% de humedad, cepilladas, quedando a la vista y en con escuadría de 3 X 8 pulgadas.

Se dispondrán a una distancia no mayor a 0,62 mt, una de otra.

En el sector de baño se instalara un cielo falso

El tijeral recibirá directamente la placa SIP de 160 mm

### **3.02.8 ENCINTADO EXTERIOR (Muros y cubierta) M2**

Todo los muros exterior de la edificación sobre el nivel + 0,30 mt se encintara con piezas de madera de 3 x 1 pulgada en bruto, instalada horizontalmente a distancia necesaria para recibir tejuela de Lenga.

Previo a su colocación se instalara una lámina de fieltro 15 lb como barrera hídrica. Deberá ser corcheteada, con traslapo de a lo menos 0,20 mt en sus uniones considerando el escurrimiento y evitando ingreso de las gotas de vapor a la plancha de soporte.

## **3.03 TERMINACIONES**

### **3.03.1 AISLACIÓN TÉRMICA M2**

Todo el edificio contara con aislación térmica por todo su envolvente sea esta sobre o bajo el nivel de terreno natural, según las siguientes características y condiciones.

- El contratista deberá certificar la densidad del aislante, debiendo remitirse por medio de la oficina de parte y registrado en el libro de obra.
- Las condiciones de aplicación serán las definidas por el proveedor del material.
- Muro exterior sobre cota 0: 60 mm aislapol alta densidad (15 kg/m<sup>3</sup> como mínimo) espesor mínimo 60 mm
- Cubierta de techo, 160 mm, aislapol alta densidad (15 kg/m<sup>3</sup> como mínimo)
- Cara exterior de muros bajo tierra: 15 mm aislapol alta densidad (15 kg/m<sup>3</sup> como

mínimo)

- Sobre la losa que cubre la sala de Caldera: 30 mm aislapol alta densidad (15 kg/m<sup>3</sup> como mínimo)

### **3.03.2 Aislación Hídrica**

**M2**

Todo el edificio contara con aislación Hídrica por todo su envolvente sea esta sobre o bajo el nivel de terreno natural, según las siguientes características y condiciones.

- Se utilizara lamina de fieltro 15 lb, que sobre el hormigón será adherido mediante pegamento bituminoso y sobre madera con corchetes de cobre, debiéndose, en ambos casos realizar traslajos de 15 cmm.
- Las condiciones de aplicación serán las definidas por el proveedor del material.
- Las zonas a ser aplicados son:
- Muros de madera en oficinas y acceso
- Cubiertas de madera
- Losa de cubierta sobre y bajo cota cero
- Muros de contención de sala de máquina y silo de astillas.
- Zona de escaleras

### **3.03.3 REVESTIMIENTO Y PAVIMENTOS**

#### **3.03.3 - A**

Forro exterior Madera (muros)

**M2**

El sector de oficina y acceso peatonal será forrado mediante tejuela de ciprés labrada a azuela.

Las tejuelas serán montañas en forma tradicional sobre encintado de madera de 3x1 pulgada (ver partida 3.02.8) , utilizando clavos tejueleros.

Las tejuelas no deberán espesor menor a 5 mm.

La tejuela será instalada con canto recto.

#### **3.03.3 - B**

**Forro exterior de piedra laja**

**M2**

El sector que cubre y conforma el volumen sobre la cota 0,00 de escala y los brocales de las esclusas serán forradas mediante piedra laja con canto vivo, sin cantería adherida con mortero 3:1 incluyendo impermeabilizante en el agua del mortero.

Todas las piedras deberán quedar adheridas al 100%, sin registrar ahuecamiento el que será detectado mediante sonido.

Las piedras serán de color verde y/o gris

- 
- 3.03.3 - C Forro interior de Muros M2**
- Todos los muros interiores serán revestidos con placas de yeso cartón de 15mm de espesor siguiendo las indicaciones técnicas del fabricante.
- Serán instaladas con clavos de cabeza ancha, estriado y a una distancia máxima de 25 cm uno de otro en los pies derechos t barrotes.
- En los sectores húmedos (baños) previo a su instalación se instalara una lámina de fieltro de 15 libras, como barrera de humedad antes de instalar la placa de Volcanita RH de 15 mm de espesor
- 3.03.3 - D Forro de aleros y Tapa canes M2**
- Los aleros serán recubiertos mediante una plancha lisa de ferro cemento de 8 mm de espesor sobre lamina de Fieltro 15 lb y atornillada a los barrotes y cadeneta correspondiente.
- El tapa can será ejecutado en madera de Lengua de 1" de espesor y su altura quedara definido por el desarrollo, medido en terreno que baje 2 cm por debajo del forro alero.
- 3.03.3 - E Forro de cielo falso en baño y oficina M2**
- Todos los cielos interiores serán revestidos con placas de yeso cartón de 10mm de espesor siguiendo las indicaciones técnicas del fabricante.
- Serán instaladas con clavos de cabeza ancha, estriado y a una distancia máxima de 25 cm uno de otro a las cadenetas de entramado de cielo o recubriendo la placa de cielo sobre los tijerales.
- En los sectores húmedos (baños) previo a su instalación se instalara una lámina de fieltro de 15 libras, como barrera de humedad antes de instalar la placa de Volcanita RH de 10 mm de espesor.
- 3.03.3 - F Enlucido de muros de Hormigón (escalera sala caldera) M2**
- La totalidad de los muros correspondientes a la zona de escalera, sala de caldera, sala de astillas y esclusas serán con el hormigón a la vista mostrando cantería de 1 x 1 cm dispuesto en cuadrados de 1,5 mt x 1,5 mt la que será prevista en los moldajes.
- La superficie deberá quedar absolutamente lisa, mediante un pulido mecánico de la misma mediante piedra abrasiva.

- 
- 3.03.3**  
**- G**      **Ventanas**      **M2**
- Todas las ventanas serán de PVC reforzado – Termo Panel.
- Serán de marca Rehaus o similar manteniendo el estándar.
- Deberán ser fabricadas por empresa reconocida, con experiencia comprobable y en ambiente controlado.
- La instalación será ejecutada siguiendo las normas del fabricante, utilizando los sellos adecuados.
- Los espesores de vidrio serán en conformidad a la dimensión según Norma Ch.
- 
- 3.03.3**  
**- H**      **Puertas**      **UNI**
- En la obra se utilizaran dos tipos de puertas; Puertas para exterior de madera mediante tableros entarugados y para los interiores puertas placa estándar.
- Ambas puertas serán montadas en marcos de madera de 2X6 pulgadas con rebaje de 15mm. Insertadas en el rasgo y sujetas mediante 10 tornillos madera de 4", cabeza escondida mediante avellanado de 10mm
- Deberán quedar perfectamente aplomadas y niveladas.
- En la etapa de instalación del marco se debe considerar sellar el espacio entre rasgo y centro de puerta mediante el relleno con poliuretano inyectado.
- Cada puerta contempla la instalación de a lo menos tres bisagras embutidas de 31/2" x 31/2" bronceada.
- Las chapas como mínimo serán las siguientes.
- Puerta acceso: Chapa de doble pestillo, llave exterior y seguro interior.
- Puertas Interiores: Chapa de doble pomo, con pestillo interno. Para las puertas de baño se considerarán por su interior con terminación plateado.
- 
- 3.03.3**  
**- I**      **Tapas esclusas (ingreso de máquinas – materias primas)**      **UNI**
- Para acceder o retirar equipos y para acceder las astillas se diseñaron dos esclusas confeccionadas en hormigón, las que cuentan con talas de sellado hermético con las siguientes características.
- Lamina de acero diamantada de 5 mm galvanizada en caliente con pestaña de 100 mm



por todo el perímetro la que deberá cubrir los muros de hormigón del Brocal.

Se debe proveer candados y aldabas necesarias para su cierre.

Deben contar con ocho manillas confeccionadas con acero de ½" galvanizados en caliente, ubicadas en el perímetro y tendrán a lo menos una dimensión de 0,20 x 0,10 mt cada una

**3.03.3 - J Pisos interiores en Acceso y Oficina y piso sala de Caldera M2**

Sera confeccionado mediante radier de 10 cm de espesor incluyendo pulido y endurecedor de pavimento.(ver punto 3.03.3 – L)

Se debe confeccionar sobre suelo compactado con estabilizado estructural aplicando una lámina de polietileno 0,10

**3.03.3 - K Piso Baño M2**

El piso del baño sea rematado mediante cerámica de 33 x 33 cm, color a elección del mandante, adherido con Beckron, según recomendaciones del fabricante.

Se contempla la aplicación de fragüe en el tono.

**3.03.3 - L Endurecedor de Pavimentos interiores (sala caldera – Escalera) M2**

Una vez confeccionado los radier se utilizara Sika® Chapdur - Endurecedor de pisos de hormigón Sika® Chapdur se aplica espolvoreado sobre el hormigón fresco del pavimento, antes de que se inicie el fraguado.

Para controlar la cantidad a aplicar, marcar previamente el área a cubrir con Sika® Chapdur, según lo indicado en consumo (por ejemplo para 10 m2 en 3 mm de espesor se requieren 60 kg de Sika® Chapdur).

Inmediatamente colocado el hormigón y platachado, espolvorear manualmente el total del producto determinado para el área preestablecida, introducir el material saturado con la humedad del hormigón y proceder a compactar golpeando y frotando suavemente con platacho de madera y luego con llana.

Terminar con llana metálica, evitando allanado excesivo, solo lo necesario para una buena terminación. Para una óptima terminación y presentación se debe utilizar alisador mecánico (helicóptero) y luego sellar inmediatamente con Sikacure® 116 que deja un sello brillante.

Condiciones de curado

Una vez colocado Sika® Chapdur y terminado el allanado debe protegerse con membrana de curado Sika® Antisol ó Sikacure® 116. El curado debe mantenerse por 7 días como mínimo.

Producto en polvo basado en conglomerantes hidráulico, agregados inertes, aditivos y adiciones, que aplicado sobre el hormigón fresco forma una capa de 3 a 5 mm. de espesor, de alta resistencia a la abrasión y al impacto.

Sera aplicado siguiendo estrictamente las indicaciones técnicas del fabricante.

### **3.03.3 Piso estampado exteriores**

**- N**

**(acceso peatonal – circulaciones – sector parque)**

**M2**

Todos los sectores de veredas, rampas y peldaños de uso peatonal serán ejecutados mediante hormigón H20, con 7 cm de espesor como mínimo.

Los capataces deberán revisar previo a la instalación de los hormigones las siguientes partidas:

- V° B° de la compactación de la sub base
- Trazado de los paños a hormigonar (Ubicación, dimensiones, profundidades)
- Niveles y pendientes de escurrimiento superficial
- Instalación adecuada de los moldajes.
- Equipos adecuados para el personal de la faena
- Cantidad de personal suficiente para cada una de las actividades.

En los sectores indicados en planos serán tratados con hormigón estampado en modalidades:

A.- Estampado tipo adoquines, Rustico Ref. AD-02 63 X 43 cm,

Ver: Pavimentos Decorativos y Hormigones Estampados Chile, All Rights

Reserved – Nelson@tie.cl - <http://pavimentodecorativo.cl/moldes-existentes/>

El hormigón a aplicar deberá ser de un espesor mínimo de 7cm, el que pueda ser "bombeable", es decir fluido con 10 centímetros de asentamiento de cono.

Su resistencia deberá ser mayor a 25 MPa y una fracción defectuosa de un 10%. El árido debe tener un tamaño máximo de 40 mm. La mezcla debe ser uniforme a lograrse con el

procedimiento de amasado.

El estampado deberá ser aplicado una vez confeccionado el radier en estado húmedo.

El color del estampado será otorgado mediante la adiciones de colorantes y pigmentos en la preparación del hormigón no superando el 5% del peso del cemento y en el proceso de acabado y de textura final mediante tintes.

El estampado según diseño confeccionados con polipropileno con fisuras sobre y bajo relieve (adoquines) se aplicara en estado fresco del hormigón mediante moldes según diseños (indicados en fichas) debiendo aplicarse en el momento en que el hormigón esté exento de agua superficial, en estado húmedo al tacto para el caso de los pavimentos y para el caso de muros deberá ser instalado en conjunto con los moldajes. En la etapa de descimbre de los moldes de pavimentos que se ejecutara a las dos horas, se deberá tener extremado cuidado para su retiro evitando deformaciones o roturas en bordes o aristas. Se contempla la utilización de desmoldarte a los moldes para un mejor y adecuado retiro.

Estos trabajos de estampado deberán ser realizado por contratistas de reconocida experiencia en la materia, debiendo presentarse documentación que certifique dicha situación al ITO.

**3.03.3**  
**- M**

**Solerillas tipo C, jardines**

**ML**

Las solerillas serán de hormigón micro vibrado y tendrán una dimensión de 0,50 de largo X 0,20 de alto X 0,06 mt de ancho.

Estos elementos se ubicaran en los bordes de pavimentos con áreas verdes (ver ubicación en plano)

Su instalación será mediante una base de mortero de cemento arena en proporción 1:3, y revoque entre solerillas de 5 mm de espesor.

La solerillas deberá quedar medida en su nivel superior a 5 cm sobre los pavimentos proyectados o existentes manteniendo las pendientes de las veredas aledañas.

Previo al inicio de faenas de montaje se deberá revisar los niveles correspondientes, la debida compactación de los suelos naturales y los trazados que deberán registrar en el libro de obra con el visto bueno del ITO.

**3.03.4 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS Y EXTERIORES**

**3.03.4**  
**- A**

**Chimeneas**

**UNI**

Las chimeneas tendrán un doble propósito

- En lo técnico: Cumplir con el requerimiento técnico para las calderas y ventilación del recinto
- En lo estético: A nivel del Parque, conformar una imagen de tronco seco, que se muestra como tantos bosques quemados en la región que se incorpora a sistema de árboles planteados en el Paisajismo. Como una imagen escultórica en el contexto del parque.

En consecuencia, las chimeneas tendrán un doble ducto

- Ducto en acero inoxidable de 35 cm de diámetros en un espesor de 5mm, con base apernada a la fundación, contemplando todas las piezas requeridas para su conexión con el sistema, considerando una ubicación a plomo entre el nivel – 6,20 y la cota 0,00 (NTN) y con una inclinación de 8% entre el nivel 0,00 y la coronación de la misma.
- Y un segundo ducto desde el nivel 0,00 (NTN) hasta su coronación conformando una camisa cónica, simulando el tronco. Este será confeccionado con acero negro, tratado con un sello para evitar futuras oxidaciones. Se incluye el sistema de anclaje y fundación a nivel de terreno natural. (ver detalle en plano)

### 3.03.4 - B

#### Baranda Escalera

ML

En todos los sectores de escalera, en cantidad y largos indicados en planos de arquitectura se instalarán barandas

Toda la escalera será confeccionada mediante tubo de acero galvanizado en caliente unida por soldadura mig, y tendrán una altura mínima de 1,00 mt.

Los pies derechos: Acero tubular de 3", a una distancia máxima de 1 mt.

Pasamano: Acero 3" de diámetro, continuo, sin puntas, cambios de pendiente y giros mediante curvatura en caliente.

Tirantes: Se instalarán tirantes tubulares de 1,5" de diámetro a una distancia de 0,25 mt como máximos siguiendo la pendiente de la escalera entre pilares.

El anclaje será empotrado en el hormigón con doble estribo de sujeción

Deberán quedar perfectamente aplomados y alineados, no se permitirán desplomes superiores a 2 mm de desfase.

Los pasamanos deberán mantener la pendiente de las escaleras o rampas, debiendo ajustarse a v cada sector según el avance de pendiente específico.

El ITO deberá revisar las excavaciones, confección de los paños de barandas, los plomos los que deberán cumplir con las indicaciones correspondientes

**3.03.4**  
**- C**

**Fosos y Rejillas para agua**

**ML**

En el interior de la sala de caldera se instalara una canal de hormigón, con rejilla galvanizada con el objeto de recolectar posibles aguas superficiales que escurran del sistema, el que desaguaran a una cámara de hormigón de 0,60 x 0,60 mt y una profundidad de 1,2 mt que contara con una bomba de inmersión automática mediante partidor flotante. Este sistema desaguar directamente a la cámara de alcantarillado ubicada en el nivel de terreno natura.

**3.03.4**  
**- D**

**Escaños – Parque**

**UNI**

Los asientos peatonales o escaños serán de estructura de hormigón, prefabricado según se especifica en los planos. Todos los hormigones deberán ser terminados con endurecedor de pavimento, pulidos y aplicación de pintura repelente anti rallados. El modelos a utilizarse será rectangular, de 0,55mt de ancho x 1,40 m de largo y 0,45 mt de alto. Quedaran sobre puestos al piso

**3.03.4**  
**- E**

**Ceniceros Públicos**

**UNI**

Se consulta la instalación de ceniceros en acero inoxidable según modelo "Cenicero Pa-red Clash VC2.

Se ubicaran a una altura de 0,80 mt medido desde el nivel de piso terminado a la boca del implemento, adherido según indicación del fabricante a los costados de los basureros o a muros de contención próximo a las vías de tránsito o estadía dentro de la escalera.

Serán sujetos a las estructuras mediante pernos tira fondos de 2,1/2

"galvanizados en caliente.

**3.03.4**  
**- F**

**Basureros exteriores**

**UNI**

Se instalaran basureros pre fabricados con soporte de hormigón según modelo adjunto en planos.

**3.03.4**  
**- G**

**Señalética de seguridad y recomendaciones**

**UNI**

Se consulta la instalación de basureros con estructura de hormigón armado y recipiente en

acero inoxidable –Papelera Atenas, Modelo Vanghar PA04 con medidas 0,60x0,39x 0,90 mt de altura y una capacidad de 45 litros.

Se ubicaran a una altura de 0,90 mt medido desde el nivel de piso terminado

Serán anclados al piso mediante poyo de hormigón de 0,30X0,30 metros de planta y una profundidad de 0,45mt. Hormigón H20

- Señal, Uso de Basurero y cenicero SE MI 04
- Señal, Descarga camiones SE LE 01
- Señal, Solo Transito de Carga SE ES 02
- Señal, Uso de Pasamano SE ES 03
- Señal, Red Seca SE RS

### **3.03.5 Hojalatería (canales, bajadas, cumbres, corta goteras y remates) ML**

a) Canal confeccionada en cinc 0,5 mm de espesor, con un desarrollo de

0,61 mt según detalle en planos.

Sujetas mediante tirantes superiores de cinc y tornillo galvaniza

b) Las bajadas serán construidas mediante plancha de cinc 0,5 mm de espesor, emballestadas, con un desarrollo mínimo de 0,48 mt. Ver detalle en planos.

Se incluyen los soportes de bajada

c) Las cumbres serán construidas mediante plancha de cinc 0,5 mm de espesor, gravilla da color negro, con un desarrollo mínimo de 0,40 mt. Ver detalle en planos.

### **3.03.6 Pintura M2**

- Todos los muros interiores serán pintados con oleo opaco, aplicado en tres manos hasta un perfecto acabado. Los colores serán a elección del mandante, recomendando tonos claros y pasivos.
- En baño los muros serán pintado con oleo brillante sobre el nivel de los cerámicos a nivel de 1,8 mt incluyendo en la partida la pintura del cielo.
- Las puertas, Guardapolvo y pilastras en puertas se recomienda esmalte brillante con las manos necesarias para un perfecto acabado.
- Los muros de exterior de tejuela serán tratados con un preservante para madera y la aplicación de barniz de poliuretano mate en capas sucesivas (5 capas)
- Los tapa canes serán con aplicación de esmalte brillante

### **3.03.7 Anclajes y pernos GL**

Todos los anclajes a ejecutar serán realizados en acero estructural galvanizado en caliente.

Entre los elementos a instalar y calcular se consideran

Anclaje soporte para chimeneas

Encuentro de vigas maestras con tijerales en techumbre

Se deberán respetar las formas, dimensiones, espesores, perforaciones y tipos de acabados que se indiquen en el proyecto de cálculo estructural correspondiente.

Ver detalles en planos de cálculo estructural

### **3.03.8 Barniz y vitrificado de madera** M2

En la partida de barnices se considera especificar un preservante de madera y a lo menos cuatro manos de barniz tipo poliuretano para lograr una adecuada mantención del color y presentación de madera.

Todas las maderas antes de ser instaladas y trabajadas en sitio deberán ser impregnadas evitando su decoloración durante el proceso

Se deben seguir los procedimientos, productos e indicaciones descritos en el punto 04.01 de las presentes bases.

### **3.03.2 CUBIERTA** M2 - D

La cubierta sobre oficina, baño y acceso de personal, incluyendo lucarnas se utilizara teja asfáltica según recomendaciones del fabricante.

En esta partida se consideran todas las piezas de hojalatería para un perfecto acabado. (ver punto N° 3.03.5)

## **4 PAISAJISMO**

Las presentes Especificaciones Técnicas se refieren a los movimientos de tierra y todos los procedimientos que se deberán seguir para llevar a cabo las labores de preparación y mejoramiento de suelos, plantación de especies, mantenimiento de las mismas y otras obras, necesarias para el establecimiento de la flora propuesta.

Los trabajos de plantación, retiro, poda, mantención, y en general todas las partidas contempladas en las presentes Especificaciones Técnicas deberán ser dirigidos y supervisados por un profesional capacitado y con experiencia en el área, como Diseñador

Paisajista, Ingeniero Agrónomo o Forestal, Arquitecto del Paisaje o Ecólogo Paisajista.

La distribución de las especies vegetales se realizará según planos de paisajismo. Se ejecutarán las plantaciones de acuerdo a planimetría de paisajismo, donde se indican las distancias referenciales necesarias. Cualquier diferencia entre la planimetría y el terreno deberá ser consultada previa ejecución y determinada por el profesional a cargo.

---

Las especies se encuentran trazadas con referencia a elementos arquitectónicos, señalando su ubicación y medidas.

#### **4.1 CONSIDERACIONES GENERALES**

- a. No se aceptarán especies vegetales a raíz desnuda, ni con raíces pasadas. Deben venir contenidas en recipientes de polietileno u otro similar.
- b. No se aceptarán especies recientemente embolsadas y que no tengan una forma acorde a la especie, en general, deben ser plantas sanas, no se aceptaran deformadas.
- c. En caso de cubre suelos, estos deben venir con el sustrato cubierto completamente en bolsa o recipiente que lo contiene.
- d. Todas las especies deben estar libres de plagas y enfermedades. Cualquier especie que presente algún síntoma de anomalía, ya sea enfermedad, plaga o marchitez, deberá ser reemplazada.
- e. Arbustos perfectamente formados, bien ramificados, con champa completa una vez sacados de la bolsa.
- f. Cubre suelos bien enraizados, embolsados al menos 3 meses antes de la entrega y con diámetro superior a la bolsa que lo contiene.
- g. El tamaño indicado para las especies vegetales desde el cuello de la planta, no incluye la bolsa con tierra. Es altura de especie plantada.
- h. La cantidad de plantas especificadas corresponde a un jardín bien terminado con plantas corpulentas y superficies trazadas uniformemente.
- i. El contratista no podrá variar las especies indicadas en el plano ni la densidad de las plantaciones sin la aprobación de la unidad técnica y/o I.T.O. de la obra.
- j. Para la instalación de plantas florales y ornamentales se deberá contar con mano de obra calificada.
- k. El proceso de instalación deberá ser acorde con los periodos propios a cada especie, debiendo tener los resguardos necesarios para cada una de las especies prendan y se mantengan por periodo mínimo de tres meses, con los cuidados propios, definidos por el especialista. Toda especie que no logre arraigarse y obtener una firmeza que le permita desarrollarse deberá ser repuesta.
- l. El ITO deberá anotar en el libro de obras los periodos de controles de todas las



especies, dando cuenta del estado, cambios o reposiciones con las fechas correspondiente.

m. Se deberá mantener una planilla de control para todas las especies vegetales con la programación de control correspondiente.

n. Se deberán controlar el 100% de las plantas, arbustos y árboles instalados.

## **4.2 OBRAS PRELIMINARES**

### **4.2.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO**

**M2**

Se consulta el picado, harneado y mejora con mezcla (según lo indicado en 8.3.1) del terreno en todas las superficies que se incluyen en el proyecto de paisajismo.

Se iniciarán las faenas relativas a las obras de paisajismo con una limpieza del terreno, eliminando escombros, piedras, basuras, malezas y raíces.

A fin de evitar futuras excavaciones, luego de esta primera limpieza se deberá instalar el sistema de iluminación de acuerdo al diseño.

A continuación se procederá a picar el suelo, labor que se realizará con la tierra levemente húmeda. Para todo el terreno en general se picará como mínimo 20 a 30 cms. de profundidad, material que será repuesto posteriormente con la misma profundidad como mínimo, y con rellenos mayores para cada tipología de vegetación según se trate de especies arbóreas, arbustivas o cubre suelos y según los niveles requeridos por el proyecto. Este sustrato de reposición y relleno corresponderá a mezcla preparada según lo indicado en punto 8.3.1. Se podrá utilizar para ello como parte componente la tierra proveniente de las excavaciones de la obra. De requerirse añadir tierra, esta será provista por el contratista, correspondiendo a tierra 100% vegetal, libre de escombros, impurezas inorgánicas y/o contaminantes. La proporción de tierra del lugar podrá variarse de acuerdo a la calidad de la tierra existente, previa autorización del I.T.O.

Para eliminar escombros la tierra se extraerá y harneará con malla de tamaño máximo 25 mm. El excedente del harneado se desechará, así como todo material sobrante, que se retirará del lugar de la obra, para ser conducido a botadero autorizado.

La mezcla se esparcirá por el sitio, utilizando un rastrillo como ayuda para lograr los niveles. Luego se apisonará ligeramente, y se regará.

Previo a las plantaciones, deberá realizarse un control manual de malezas, o en su defecto, se aplicará un producto herbicida de línea orgánica, según indicaciones del fabricante.

## **4.3 PLANTACIONES**

Previo a su plantación, todos los individuos deberán contar con el visto bueno del ITO, los que deberán cumplir con ser individuos sanos, robustos, libres de plagas y no presentar indicios de daños producto de maltrato durante el transporte o ataques de hongos o insectos.

Para todas las especies los hoyos se ejecutarán en el terreno ya preparado, mejorado según lo indicado en 8.3.1 y nivelado.

En caso de encontrar ripio, bolones o escombros durante la ejecución de las ahoyaduras, estos se retirarán del lugar.

Para la plantación de árboles y arbustos se ejecutarán hoyos de dimensiones de acuerdo a lo indicado según la especie y al volumen de su raíz.

Tratándose de especies que se planten con la masa de tierra adherida a las raíces (cepellón), previo a su plantación se retirará el envoltorio, cortando primero el fondo de la bolsa y luego se deslizará hacia arriba, con la base del pan de tierra apoyado en el suelo sin romper las raíces. El pan de tierra deberá aligerarse suavemente para liberar las raíces, las que se deberán podar ligeramente, algunas longitudinales, si es que se encuentran enrolladas, enredadas, así como las que resulten demasiado largas y un corte neto de las raíces quebradas.

En caso requerido deberá realizarse una poda del follaje para equilibrarlo con el volumen radicular.

Hasta llegado el momento de la plantación, deberá mantenerse la tierra húmeda, para evitar que el cepellón se disgregue y las raíces se expongan al aire.

Para asegurar el éxito del trasplante, se trate de individuos a raíz desnuda o en cepellón, se plantarán a partir de finales de mayo hasta principios de agosto (período de reposo vegetativo de la especie), siempre que no hayan heladas.

Las plantaciones se harán en primeras horas de la mañana o al atardecer, inmediatamente posterior a lo cual se realizará un abundante riego.

#### **4.3.1 MEZCLA DE SUELO**

**M3**

En todas las superficies que se incluyen en el proyecto de paisajismo, posterior a su picado y harneado se consulta la mejora del suelo con la siguiente mezcla de tierra:

60% suelo franco harneado

20% humus de lombriz libre de escombros, impurezas inorgánicas y/o contaminantes

10% compost libre de escombros, impurezas inorgánicas y/o contaminantes

10% arena gruesa de río libre de ripio, material 100% inerte

Los componentes del sustrato deberán quedar homogéneamente distribuidos y uniformemente mezclados con el suelo original, no aplicados en capas.

Para eliminar bolsones de aire, el relleno de las ahoyaduras con esta mezcla deberá hacerse por capas que se irán compactando sucesivamente y de manera suave con los pies en caso de árboles, y manualmente en caso de arbustos, flores y cubre suelos.

#### **4.3.2 RIEGO PREVIO A LA PLANTACIÓN**

**GL**

El hoyo deberá ejecutarse el día anterior a la plantación, picando y soltando muy bien el fondo, y luego será regado en abundancia hasta llenarlo con agua hasta el borde. Según las condiciones de humedad de la tierra al momento de la plantación, se repetirá el llenado con agua las veces que sea necesario hasta que se sature. Previo al relleno del hoyo con guano y/o la mezcla de sustrato, se dejará que el agua sea absorbida.

Previo a la plantación y posterior a ella será regado según las necesidades y hasta que se inicie el período de mantención. El riego se hará tomando las precauciones necesarias para evitar erosión en el terreno y que no les falte agua a los individuos durante los primeros 10 días de plantados

#### **4.3.3 TUTORES Y AMARRAS**

**UNI**

A una distancia aproximada de 8-10 cms. del centro del hoyo y a una profundidad de 60cms., se enterrará un tutor de rollizo de eucaliptus sulfatado de diámetro mayor a 2", al que irá amarrado cada individuo arbustivo mediante 3 uniones de cinta plástica especial para este fin cruzadas en forma de 8, comprobando que la amarra tenga la holgura suficiente para permitir un adecuado crecimiento. El tutor deberá sobresalir 1.50 mts. sobre el nivel del terreno y se instalará opuesto a los vientos predominantes. Para prevenir estrangulamientos y/o daños en el tronco, las amarras deberán revisarse y ajustarse durante el crecimiento del individuo, especialmente durante el primer año.

#### **4.4 PROVISIÓN Y PLANTACIÓN DE CUBRESUELOS**

Además de las consideraciones generales de plantación indicadas para todas las especies, se deberá cumplir:

En todas las áreas en que se consulte plantación de cubre suelos el terreno deberá previo a la plantación prepararse, nivelarse y mejorarse según lo indicado en punto 6.3.1 con una

profundidad de 20-30 cms.

El terreno deberá estar suficientemente húmedo, debiendo regarse abundantemente a modo de lluvia fina, cuidando de que no se formen pozas, treinta minutos antes de la plantación.

Se plantarán los cubre suelos según lo indicado en plano de paisajismo, con una densidad promedio de 12 unidades por M<sup>2</sup>, y serán dispuestos en forma de zig-zag para lograr mayor cobertura a mediano plazo.

Los ejemplares deberán proveerse en bolsas de poliuretano u otro envase adecuado al desarrollo de la especie.

Los individuos plantados que no se desarrollen o no broten espontáneamente, deberán ser reemplazados por otro de la misma especie y condición de desarrollo.

Las especies correspondientes a cubre suelos del proyecto se detallan a continuación:

1. Hiedra 12u/ m<sup>2</sup>
2. Vinca 12u/m<sup>2</sup>

#### **4.4.1 PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE CÉSPED**

**M2**

Además de las consideraciones generales de plantación indicadas para todas las especies, se deberá cumplir:

Se utilizará césped en pastelones o pasto alfombra, cuya composición botánica será una mezcla de especies, la que incluirá al menos y en el mayor porcentaje Festuca arundinacea dwarf( enana) tipo Houndog 5 ó Pride de Anasac, y otras que correspondan a especies que se encuentran en el césped existente resistentes al tráfico y de rusticidad aclimatada a la zona.

El césped en alfombra o pastelones se colocará de manera ordenada y traslapada cuidando que queden bien unidos los pastelones, asegurando un buen calce entre ellos.

Los espacios que pudieran generarse entre pastelones deberán ser rellenados con compost para mantener la continuidad.

La colocación de los pastelones se realizará en forma paralela a la línea más larga de la superficie en que se coloquen.

Para eliminar las bolsas de aire, una vez finalizada la colocación del césped se apisonará con rodillo considerando presiones inferiores a los 2 kg/cm<sup>2</sup>.

Finalmente se regará evitando el impacto de chorros violentos de agua, abundantemente a modo de lluvia fina, labor que se realizará a primeras horas de la mañana o al atardecer. El riego se repetirá durante quince días corridos, cada cuatro a cinco horas, hasta que el pasto alcance una altura de 3 cm.

Posteriormente se regará dos veces al día en el mismo horario.

Las especies de cubre piso serán las siguientes

	<b>CESPED</b>	<b>M2</b>
<b>4.4.2</b>	<b>VINCA</b>	<b>M2</b>
<b>4.4.3</b>	<b>HIEDRA</b>	<b>M2</b>
<b>4.5</b>	<b>PROVISION Y PLANTACION DE ARBOLES</b>	<b>UNI</b>

Se deberá cumplir las consideraciones generales de plantación indicadas para todas las especies. Las especies a considerar son las siguientes:

<b>4.5.1</b>	<b>ÑIRRE</b>	<b>UNI</b>
<b>4.5.2</b>	<b>LENGA</b>	<b>UNI</b>
<b>4.5.3</b>	<b>CIRUELILLO</b>	<b>UNI</b>
<b>4.5.4</b>	<b>COIHUE</b>	<b>UNI</b>
<b>4.5.5</b>	<b>ALAMO</b>	<b>UNI</b>
<b>4.5.6</b>	<b>MANZANO</b>	<b>UNI</b>
<b>4.5.7</b>	<b>MALCAS</b>	<b>UNI</b>
<b>6.4</b>	<b>LABORES DE MANTENCIÓN DE LA OBRA</b>	<b>GL</b>

Luego de la ejecución de las obras de paisajismo y hasta 60 días posteriores a la recepción final de obras, el contratista debe contar con un profesional competente y capacitado para realizar una mantención óptima de las especies que garantice su correcto establecimiento, para lo que se deberán realizar las labores a continuación:

#### **RIEGO**

Posterior a las plantaciones se deberán mantener bien regadas las especies, lo que se hará de preferencia temprano en la mañana o al atardecer, descartando hacerlo en horas de altas temperaturas, o cuando el suelo se encuentre saturado de agua.

#### **MANEJO DE CÉSPED Y CUBRESUELOS**

Desmalezado semanal.

Corte semanal, el que deberá mantenerse cortado a una altura entre 3 y 5 cm., cuidando en esta labor de no dañar otras especies, y de mantener el orillado en torno a pavimentos y drenes.

En caso de necesitar vigorizarse el césped, se aplicará un fertilizante en la línea de productos orgánicos en base a cal, hidrolizado de pescado y/o extracto de algas, según indicaciones del fabricante.

### **MANEJO DE FLORES, Y ARBUSTOS**

Todas las plantaciones deberán mantenerse desmalezadas y en perfectas condiciones sanitarias.

Cuando corresponda se deben mantener las tazas delimitadas y desmalezadas para facilitar el riego.

Los arbustos que lo requieran deben tener siempre su tutor, el que será repuesto de acuerdo a especificación, en el caso de ser un tutor removido.

### **ASEO**

Durante el periodo de mantención se deberán mantener aseados todas las zonas verdes, incluyendo tazas de árboles, macizos arbustivos y de cubre suelos, zonas de césped. Se mantendrán las áreas libres de malezas, ramas, hojas, y cualquier clase de basuras.

## **5.- REDES ELECTRICAS, LUMINARIAS Y EMPALMES.-**

Ver especificaciones técnicas en proyecto eléctrico adjunto

Las partidas a considerar son las siguientes

<b>5.1</b>	<b>Empalme</b>	<b>UNI</b>
<b>5.2</b>	<b>Tablero de distribución</b>	<b>UNI</b>
<b>5.3</b>	<b>Puesta a tierra de protección</b>	<b>GL</b>
<b>5.4</b>	<b>Distribución y Servicio de alumbrado</b>	<b>GL</b>
<b>5.6</b>	<b>Proyecto Eléctrico</b>	<b>GL</b>

## **6.- REDES AGUA Y ALCANTARILLADO**

Ver especificaciones técnicas en proyecto agua alcantarillado adjunto

Las partidas a considerar son las siguientes

<b>6.1</b>	Empalme Agua	<b>Uni</b>
<b>6.2</b>	Empalme Alcantarillado	<b>Uni</b>

<b>6.3</b>	Medidor Agua Potable	<b>UNi</b>
<b>6.4</b>	Red de Agua Potable Sanitaria	<b>Uni</b>
<b>6.5</b>	Artefactos y Grifería	<b>GL</b>
<b>6.6</b>	Red de Alcantarillado	<b>GL</b>
<b>6.7</b>	Red evacuación agua desde sala Caldera	<b>GL</b>
<b>6.8</b>	Proyecto Agua alcantarillado	<b>Uni</b>

### **13.1.7 Especificaciones técnicas especialidad eléctrica**

#### **Introducción.**

El propósito de este proyecto es la construcción de las instalaciones eléctricas para el edificio de calderas del sistema de calefacción distrital del sector agrícola de Coyhaique.

La descripción y alcance de las instalaciones que se deben realizar están contenidos en los siguientes documentos:

- Lámina 16037-02 : Empalme, línea general y alumbrado exterior
- Lámina 16037-03 : Alumbrado y enchufes planta nivel superior
- Lámina 16037-04 : Alumbrado y enchufes sala de calderas
- Lámina 16037-01 : TGFyA y cuadro de cargas
- Lámina 16016-07 : Fuerza sala de calderas

#### **Normas**

Todos los trabajos que se ejecuten deberán respetar las normas nacionales sobre la materia. A saber:

- NCH Eléc. 4/2003: Electricidad. Instalaciones de Consumo en Baja Tensión.
- NCH Eléc. 2/84: Electricidad. Elaboración y presentación de proyectos.
- NCH Eléc. 10/84: Electricidad. Trámite para la puesta en servicio de una instalación interior.

#### **Materiales**

Todos los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos deberán ser aportados por el contratista con excepción de aquellos en que expresamente se diga que serán aportados por el mandante, tanto aquellos explícitamente indicados en el proyecto como aquellos, que aunque no se detallan, sean necesarios para la instalación y correcto funcionamiento de éstos. Deberán ser nuevos y estar aprobados por S.E.C., o cumplir con los sellos de certificación indicados en

anexo de reglamentación para certificación de productos eléctricos, conforme se indica en la norma NCH. 4/14. Aquellos materiales que no cuente con certificación deberán ser sometidos a la aprobación de la I.T.O antes de ser usados.

## **Descripcion de los trabajos.**

### ***Suministro de energia***

El suministro de energía eléctrica se hará desde las redes primarias de la empresa eléctrica local a la que habrá de solicitársele la construcción de un empalme aéreo trifásico de 40 kW de capacidad. El poste para la recepción de este empalme deberá instalarse de acuerdo a los requerimientos de esta empresa.

### ***TGFyA***

Se construirá e instalará un tablero de distribución para ser instalado en el poste de empalme y recibir los conductores de la empresa eléctrica local. Tendrá las siguientes características:

### ***Alojamiento***

Será una caja metálica prefabricada con grado de protección IP54 o superior, Rittal, Toten o Legrand, construidos en plancha de acero de 1.9 mm, pintura electrostática texturizada color gris RAL 7032, equipada con una puerta interior cubre-equipos. La puerta exterior será ciega y dispondrá de una chapa con llave. La entrada y salida de ductos será por la cara inferior.

### ***Disyuntor***

El interruptor general del tablero será un interruptor compacto a riel DIN de 10 kA de capacidad de ruptura. Puede ser Schneider Electric, Mitsubishi o Legrand.

### ***Elementos auxiliares:***

- |            |  |
|------------|--|
| Pilotos :  | Serán de 22 mm de Ø, 220 VAC, tipo LED.  |
| Fusibles : | Fusible cilíndrico de 10x38 mm de 100kA de capacidad de ruptura en portafusibles seccionables. |

### ***Línea general***

La línea general – entre el TGFyA en el poste de empalme y el TDFyA – será un alimentador subterráneo de 95 A de capacidad de las siguientes características:



- Fases : 1 conductor de 21.2 mm<sup>2</sup>.
- Neutro : 1 conductor de 13.3 mm<sup>2</sup>.
- TP : 1 conductor de 13.3 mm<sup>2</sup>.
- Ducto : 1 conduit de PVC de 32 mm de Ø, Schedule 40

### **Conductores**

Serán cables de cobre electrolítico, extraflexibles, de las siguientes características, continuos entre extremos (sin uniones):

<i>Norma de fabricación :</i>	NBR 6251 (IEC 60502), ASTM B 172.
<i>Nombre de fantasía:</i>	Coviflex, Superflex, otros.
<i>Tensión de servicio :</i>	0.6 /1.0 KV
<i>Temperatura de servicio :</i>	90° C.
<i>Temperatura de sobrecarga :</i>	130° C.
<i>Temperatura de cortocircuito :</i>	250° C.

### **Ducto**

Será un conduit de PVC Schedule 40 de 32 mm de Ø enterrado a 80 cm de profundidad sobre una capa de arena y protegido por una capa de hormigón pobre coloreado de 10 cm de espesor o de ladrillos fiscales. Los ductos tendrán pendientes mayores al 0.5% hacia la cámara de paso. Las uniones entre tramos serán cementadas y se deberá cuidar que no se produzcan depresiones entre los extremos. En la subida al TGFyA se deberá colocar una protección metálica para prevenir daños mecánicos.

### **Terminales:**

Serán terminales de compresión marca **3M** de la serie 31000. Se aplicarán con una herramienta hidráulica de mordazas hexagonales y se terminarán con manga termocontraíble de colores conforme a la norma nacional.

### **Identificación:**

Todos los conductores se identificarán en cada extremo mediante mangas termocontraíbles del color que indica la norma nacional:

- Fase 1: Azul
- Fase 2: Negro
- Fase 3: Rojo
- Neutro: Blanco

- 
- Tierra: Verde

### **TDFyA**

Se construirá e instalará un tablero de distribución de las siguientes características:

#### ***Alojamiento:***

Será una caja metálica prefabricada con grado de protección IP54 o superior, Rittal, Toten o Legrand, construida en plancha de acero de 1.9 mm, pintura electrostática texturizada color gris RAL 7032 y equipada con una puerta interior cubre-equipos. La puerta exterior será ciega y soportará las lámparas piloto. Deberá tener el tamaño suficiente para alojar los disyuntores proyectados y espacio para un 25% más. Cada circuito se identificará mediante una plaquita grabada con nombre del mismo.

#### ***Disyuntores:***

Serán interruptores compactos a riel DIN de las capacidades especificadas en el cuadro de cargas, de 10 kA de capacidad de ruptura y marcas Schneider Electric, Mitsubishi o Legrand.

#### ***Barra de distribución:***

Será un repartidor Legrand, Cabur o equivalente, 4 x 125 A y puntos de conexión suficientes para los disyuntores proyectados más un 25%.

#### ***Elementos auxiliares:***

- Pilotos : Serán de 22 mm de  $\varnothing$ , 220 VAC, tipo LED.
- Fusibles : Fusible cilíndrico de 10x38 mm de 100kA de capacidad de ruptura en portafusibles seccionables.

### **Distribucion interior**

Las canalizaciones y conductores se detallan en el cuadro de cargas. En el área de la oficina los ductos se llevarán por el interior de los tabiques o pre embutidos en la losa. En el subterráneo, se llevarán a la vista afianzados mediante abrazaderas Caddy. Entre el subterráneo y las oficinas del nivel superior se instalará una b.p.c. cincada, lis, de 100x50 mm con tapa para canalizar los conductores.

**Distribucion exterior**

Las canalizaciones y conductores se detallan en el cuadro de cargas. Los conduits de PVC serán Schedule 40 enterrados a 80 cm de profundidad sobre una capa de arena. Las uniones serán cementadas y las curvas deberán mantener el diámetro del ducto. Se protegerán en toda su extensión mediante una capa de mortero coloreado o de ladrillos fiscales.

**Luminarias**

Se usarán las siguientes luminarias:

***Luminarias exteriores:***

Serán luminarias Luxon II de 60W equipadas con lámparas Philips del tipo LED que entregan un flujo de 5,600 lm con un color desde 3,000 °K. El diseño de su carcasa le provee una buena hermeticidad (IP 66) y ventilación. El representante de la marca ha provisto los archivos IES que permitirán determinar el nivel de iluminación resultante a través de un programa de cálculo computacional.

***Luminarias oficina:***

En el área de la oficina y hall de recepción se usarán luminarias LED de 15W, 1,700 lm de flujo y color 3,600°K.

***Luminarias sala de calderas:***

Serán equipos fluorescente estancos con alojamientos de policarbonato, balastos electrónicos y tubos T-8 de 36W, color 3,600°k.

***Postes:***

Los postes serán metálicos, tubular o hexagonal, galvanizados en caliente, anclados mediante placa y con una tapa de registro ubicada lejos del suelo. La fijación de la luminaria se haría mediante un brazo recto y corto dado el ancho de las vías.

**Proyecto electrico**

El presente proyecto debe llevarse a una versión As Built que recoja las eventuales modificaciones que se produzcan durante el montaje con el cual se inscribirán en SEC las instalaciones construidas. El correspondiente anexo TE-1 se entregará al mandante.

### **13.1.8 Especificaciones técnicas agua potable**

#### **GENERALIDADES**

Las presentes Especificaciones Técnicas se refieren al Proyecto de instalación de Agua Potable de la Oficina del Proyecto de Calefacción Distrital, la cual se ubica en la dirección antes mencionada.

Las presentes Especificaciones son complementarias a los planos respectivos, los que deben ejecutarse de acuerdo a ambos. El Contratista hará las pruebas reglamentarias y entregará el Certificado correspondiente, documento que pasará a formar parte del legajo de la obra. Los materiales se entienden de primera calidad aprobados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

#### **ARRANQUE:**

El arranque de A.P. deberá quedar enterrado como mínimo a 0.75 m. del nivel superior del terreno. Si hubiera solera podrá disminuirse a 0.50 m., pero en ambos casos, se situarán como mínimo 0.30 m. por encima de cualquier tubería de Alcantarillado.

La instalación será conectada con Cañería de Cobre de 25 mm. a la Matriz de EDELAYSEN., la cuál es de PVC de 75 mm., y se encuentra ubicada en Calle N° 2, Loteo Escuela Agrícola, además se utilizarán todas las piezas especiales exigidas para un Arranque Reglamentario:

- Unión Americana
- Llave de paso tipo bola (Hi-Hi) de corte rápido en vereda
- Guarda llave de cemento comprimido o Fe. Fundido
- Doble Codo Hi-So antisísmico

#### **MEDIDOR MAGNETICO METROLOGICO CLASE C Q3 R=160**

Este será tipo Maipo de 25 mm. y con llave de paso. Este deberá ubicarse a una distancia máxima de un metro desde la reja o puerta de acceso a la propiedad. Esta distancia se mide desde el eje del medidor hasta el borde de la reja o puerta.

Si el medidor quedase en la vía pública o fuera de la línea de cierre de la propiedad, el nicho deberá llevar una puerta metálica con candado.

#### **CAÑERIAS:**

Las instalaciones se ejecutaran en cañería de Cobre tipo L, para la distribución interior y exterior de los diámetros indicados en el Plano del proyecto respectivo, colocadas bajo tierra o radier y paredes. Las Cañerías de Cobre podrán ser reemplazadas por PVC hidráulico de los mismos diámetros indicados.

Todas las llegadas a los artefactos serán en C.Cu. de 13 mm.

**LLAVES DE INCENDIO:**

Se contempla la instalación de llaves de incendio de 19 mm. como se indica en el plano del Proyecto.

**EXCAVACIONES:**

Se ejecutaran de un ancho de un ancho de 40 cms. , con un fondo variable de acuerdo al terreno, calles y aceras.

**RELLENOS:**

Se ejecutaran por capas sucesivas de 0.20 m., con tierra exenta de piedras. Cada capa se humedecerá de manera de reconstruir el terreno, dejándolo en su estado natural nuevamente.

**COLOCACION DE ARTEFACTOS SANITARIOS:**

Los artefactos sanitarios se instalaran de acuerdo a las especificaciones del fabricante e indicaciones del proyecto. De la misma manera se ejecutara la unión de los artefactos a las cañerías de alimentación y desagüe.

La distribución de los artefactos sanitarios, se ajustara a las indicaciones del plano del proyecto y deberá comprobarse su correcta fijación y nivelación.

**LLAVES DE PASO:**

Se consulta la provisión e instalación de llaves de paso para cada artefacto independiente y/o una para cada unidad sanitaria de acuerdo al Art. 36 del R.I.I.D.A

**COLOCACION DE GRIFERIA:**

El montaje de la grifería deberá ejecutarse de acuerdo a las indicaciones del fabricante, de tal manera que técnicamente asegure una correcta operación y garantice la estanqueidad del sistema.

Antes de la instalación de la grifería, se comprobara que el diámetro nominal de las llaves coincida con el de la tubería en la que van a ser instaladas.

Los accesorios de unión, soldaduras, abrazaderas u otros elementos que sea preciso utilizar, deberán garantizar el cumplimiento de las cualidades generales de una instalación domiciliaria de agua potable, tales como preservación de la potabilidad del agua, estanqueidad, etc.

**PRUEBAS A LAS INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE:**

Las instalaciones proyectadas deberán ser absolutamente impermeables y serán sometidas a una presión mínima de 10 [kg/cm<sup>2</sup>] en el punto de mayor cota del tramo probado. Esta prueba de presión se realizara de acuerdo al R.I.D.A.A.

**NOTA:** Esta obra proyectada deberá ser ejecutada por un Contratista autorizado por ESSAL S.A., de acuerdo al R.I.D.A.A. y a la normativa vigente.

### **13.1.9 Especificaciones técnicas alcantarillado domiciliario**

#### **GENERALIDADES**

Las presentes Especificaciones Técnicas están referidas a la ejecución de obras para la instalación domiciliaria de Alcantarillado, correspondiente a los Servicios Higiénicos de la Oficina del Proyecto de Calefacción Distrital, la cual se ubica en la dirección antes mencionada.

Las presentes Especificaciones son complementarias a los planos respectivos, los que deben ejecutarse de acuerdo a ambos. El Contratista hará las pruebas reglamentarias y entregará el Certificado correspondiente, documento que pasará a formar parte del legajo de la obra. Los materiales se entienden de primera calidad aprobados por la S.I.S.S..

#### **UNION DOMICILIARIA**

La U.D. es existente en PVC-H 110 mm., con una pendiente de un 18.10%, con su respectiva Tee de Registro. Esta será conectada en Calle N° 2 del Loteo Escuela Agrícola.

Se contempla una C.I. Domiciliaria de 0.80 m. x 0.80 m., a una distancia de 1.00 m. de la línea de cierre y una profundidad de 0.735m..

#### **EXCAVACIONES**

Se ejecutarán del menor ancho posible, preocupándose que el fondo de las excavaciones sea totalmente horizontal, con las pendientes en el sentido del escarmiento de las aguas, libre de piedras y aristas sobresalientes.

#### **RELLENO DE ZANJAS**

Una vez verificadas las pendientes, calidad del terreno y efectuadas las pruebas en forma satisfactoria, se procederá al relleno de las excavaciones, rompiendo previamente los puentes en caso de haberse ejecutado túneles.

El relleno deberá hacerse con tierra exenta de piedras, apisonando debidamente a ambos costados de la tubería hasta una altura de 0.30 mts. y humedeciendo el terreno para que la tierra asiente bien. Luego se continuará el relleno por capas de 0.20 mts. de espesor que serán cuidadosamente regadas y apisonadas manualmente.

## TUBERIAS

Las tuberías se instalarán de acuerdo a las Especificaciones del fabricante. Se colocará una base de arena de 10 cms. de espesor mínimo sobre la clave del tubo, y posteriormente se ejecutará el relleno total. Para la unión de piezas se seguirán las indicaciones del fabricante.

Se utilizarán tuberías de la clase y diámetros indicadas en el plano del proyecto.

## CAMARAS DE INSPECCION

Las cámaras de inspección domiciliarias, serán absolutamente impermeables a los líquidos y gases, y se construirán en las siguientes dimensiones:

PROFUNDIDAD (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)
Hasta 1.00 m.	0.60	0.60
1.00 a 2.00 m.	1.00	0.70
Mayor a 2.00 m.	1.20	0.75

La tapa en todos los casos será de 0.60 x 0.60 m.

La cámara de inspección deberá tener como base un emplantillado de hormigón de dosificación igual a 170 kg/C/m<sup>3</sup> y 0.15 m. de espesor, sobre el cual se ejecutará la banqueta que formará la canaleta principal y las secundarias.

La banqueta tendrá como mínimo una inclinación hacia la canaleta principal de un 33 %. La canaleta principal tendrá una profundidad igual al diámetro de la cañería principal y las canaletas secundarias deberán llegar a ellas con una caída mínima de 0.50 m.

Podrá aceptarse la llegada de cañerías a una cámara de inspección, con caída vertical por el exterior de las paredes, debiendo dejarse un registro para el acceso de las cañerías horizontales.

Los muros de las cámaras podrán ser de albañilería de ladrillo u hormigón, y tendrán un espesor mínimo de 0.15 m. hasta una profundidad de 1.20 m. y de 0.20 m. hasta una profundidad de 3.00 m.

A las cámaras de inspección domiciliarias, con más de 1.00 m. de profundidad se les colocará escalines de fierro galvanizados cada 0.30 m.

La albañilería de ladrillo se pegará con mortero de 255 kg/C/m<sup>3</sup>.

Las paredes y el fondo deberán ser estucados con mortero de 340 kg/C/m<sup>3</sup>, alisados con cemento puro. El espesor del estuco será de 1.00 cm. como mínimo.

La tapa de la cámara deberá ofrecer un cierre hermético y podrá ser de fundición de hierro, hormigón armado, mortero vibrado u otros materiales que cumplan con las exigencias establecidas.

## **PENDIENTES**

En general la pendiente mínima de las cañerías que conduzcan materias fecales o grasosas será de un 3 %, y la máxima de un 15 %.

La pendiente de la Unión Domiciliaria deberá ser siempre igual o mayor que la pendiente de la cañería principal, hasta en un 18%. En caso de ser mayor que este valor deberá instalarse una cámara de inspección.

## **VENTILACION**

Se establecerá, a lo menos una cañería de ventilación principal, de diámetro no inferior a 75 mm. por cada conexión con la red pública.

La ventilación se ubicará en los puntos de mayor cota, y deberá sobresalir a 0.60 m. por sobre el nivel de la techumbre de la vivienda proyectada.

Las ventilaciones y descargas deberán apoyarse en su base sobre un machón de concreto y en cada piso se sujetarán con una abrazadera de metal colocada inmediatamente debajo de la campana de la junta.

Se deberá ventilar los ramales de Inodoro (WC) que recorran, en planta, más de 3 metros antes de llegar a una Cámara de Inspección o empalme con ventilación y cualquier otro ramal que recorra más de 7 metros, con excepción de los ramales de pileta, en que se podrá aceptar hasta 15 metros.

Los ramales de inodoro que recorran en planta menos de 3 metros antes de llegar a un empalme con ventilación y que reciban descarga de otro artefacto deberán ventilarse, lo que no será necesario cuando la llegada se haga a una Cámara de Inspección.

## **ACCESIBILIDAD DE LAS INSTALACIONES**

Las instalaciones domiciliarias se proyectarán de modo que todas las cañerías principales sean accesibles para su revisión y limpieza.

Se establecerá una cámara de inspección domiciliaria lo más cerca del Colector público, tramo que en ningún caso deberá exceder de 20 mts.

La distancia entre cámaras interiores podrá ser, como máximo 30 mts. para cañerías de 110 mm., y hasta 50 mts., para diámetros de 150 mm. o más.

**NOTA:** Esta obra proyectada deberá ser ejecutada por un Contratista autorizado por la S.I.S.S., y deberá cumplir con todas las Pruebas Reglamentarias de acuerdo al R.I.D.A.A. y a la normativa vigente.



### **13.1.10 Especificaciones técnicas etapa 2**

La etapa 2 considera la instalación de una segunda caldera en la misma sala que la caldera instalada para la etapa 1. Se considera además las obras requeridas para la conexión desde el sistema de distribución hasta los distintos servicios.

No se consideran silos de almacenamiento adicionales, ni tampoco estanques de inercia adicionales.

### **Disposiciones técnicas mínimas generación de calor**

Se instalará un sistema de cogeneración, a GLP o a Biomasa, con una potencia eléctrica igual a la demanda base estimada de los 11 edificios que estarán operando en el sector. Esta demanda base se estimará en base a datos medidos de operación de los edificios correspondientes a la etapa 1 y extrapolando esta información para el resto de los edificios.

La generación de agua caliente del sistema de cogeneración se conectará en paralelo al circuito existente, utilizando las conexiones disponibles desde la primera etapa.

# 14 Presupuesto por partidas

## 14.1 Presupuesto Obras Civiles, Arquitectura y Paisajismo

### PRESUPUESTO OBRAS CIVILES

#### OBRAS CIVILES, ARQUITECTURA Y PAISAJISMO

Consultoría " ESTUDIO DE INGENIERIA DE DETALLE PARA PROYECTO DE CALEFACCION DISTRITAL SECTOR ESCUELA AGRICOLA, COYHAIQUE"

Mandante: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

Ubicación: LOTE 9 / 9-d

Consultor EBP - CHILE

Fecha: Septiembre 2016

VALOR TOTAL PRESUPUESTO	<b>299.228.017</b>
----------------------------	--------------------

Ítem	Descripción	Uní	cantidad	P.Unitario \$	Sub-total
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>				<b>\$ 7.361.200</b>
<b>2.1</b>	<b>ESCARPE A COTA DE PROYECTO</b>				
2.1.1	EXCAVACION A MANO	M3	160	\$ 7.560	\$ 1.209.600
2.1.2	EXCAVACION A MAQUINA	M3	600	\$ 4.500	\$ 2.700.000
2.2	RETIRO EXCEDENTE A BOTADERO	M3	400	\$ 4.966	\$ 1.986.400
2.3	RELLENO ESTABILIZADO COMPACTADO	M3	120	\$ 12.210	\$ 1.465.200
2.4	ACOPIO Y TRASLADO INTERNO (EN GASTOS GENERALES)	GL	1	\$ 0	\$ 0
2.5	TRAZADOS Y NIVELES (EN GASTOS GENERALES)	GL	1	\$ 0	\$ 0
<b>3</b>	<b>OBRA GRUESA Y TERMINACIONES</b>				<b>\$ 11.276.154</b>
3.1	MEJORAMIENTO DE SUELO	M2	160	\$ 4.762	\$ 761.992
3.1.1	BASE ESTABILIZADA EN VEREDAS, DESCANSOS Y PELD	M2	60	\$ 2.934	\$ 176.040
3.2	HORMIGONES				
3.2.1	EMPLANTILLADO H10 E=5CM	M3	22	\$ 79.467	\$ 1.748.274
3.2.1.1	CIMIENTO H20	M3	35	\$ 121.432	\$ 4.250.120
3.2.1.2	SOBRE CIMIENTO Y HORMIGONES H25	M3	30	\$ 144.658	\$ 4.339.728
<b>3.2.3</b>	<b>MUROS DE CONTENCION Y ESTRUCTURAS</b>				<b>\$ 93.646.614</b>
3.2.3 - A	MUROS DE CONTENCION	ML	78	\$ 406.039	\$ 31.671.058

3.2.3 - B	ESCALERAS	ML	18	\$ 68.320	\$ 1.229.751
3.2.3 - C	LOSA ESTRUCTURA CUBIERTA	M3	34	\$ 144.658	\$ 4.918.358
3.2.3 - D	MUROS ESCLUSAS Y TOLVA ASTILLAS	M3	32	\$ 144.658	\$ 4.629.043
3.2.3 - E	VIGAS	M3	32	\$ 144.658	\$ 4.629.043
3.2.4	MOLDAJE	M2	870	\$ 12.502	\$ 10.876.392
3.2.5	ENFIERRADURA A63-42H	KG	9700	\$ 2.624	\$ 25.454.352
3.2.6	ESTRUCTURA DE MADERA - MUROS Y TECHO - SIP	M2	64	\$ 16.260	\$ 1.040.640
3.2.7	ESTRUCTURA DE MADERA - TECHUMBRE	M2	22	\$ 55.900	\$ 1.229.800
3.2.8	ENCAMISADO EXTERIOR - MUROS Y TECHO	M2	64	\$ 13.483	\$ 862.912
3.4	VEREDAS Y RAMPAS RADIER H20 E=7CM (TIPO SP PV 01)	M2	150	\$ 11.132	\$ 1.669.800
3.5	ENDURECEDOR DE PAVIMENTOS	M2	120	\$ 2.815	\$ 337.800
3.6	HORMIGON ESTAMPADO EN PAVIMENTO (TIPO SP PV 03)	M2	132	\$ 24.332	\$ 3.211.824
3.8	SOLERA TIPO A (TIPO SP SO 01)	ML	220	\$ 8.572	\$ 1.885.840
<b>3.3</b>	<b>TERMINACIONES</b>				<b>\$ 19.533.005</b>
3.3.1	AISLACION TERMICA	M2	720	\$ 1.650	\$ 1.188.000
3.3.2	AISLACION HIDRICA	M2	720	\$ 720	\$ 518.400
<b>3.3.3</b>	<b>REVESTIMIENTO Y PAVIMENTOS</b>				\$ 0
3.3.3 - A	FORRO EXTERIOR MURO MADERA	M2	42	\$ 15.700	\$ 659.400
3.3.3 - B	FORRO EXTERIOR EN PIEDRA LAJA	M2	43	\$ 18.700	\$ 804.100
3.3.3 - C	FORRO INTERIOR MURO	M2	62	\$ 7.300	\$ 452.600
3.3.3 - D	FORRO DE ALERO Y TAPA CAN	M2	22	\$ 4.700	\$ 103.400
3.3.3 - E	FORRO DE CIELO FALSO EN BAÑO Y OFICINA	M2	18	\$ 4.200	\$ 75.600
3.3.3 - F	ENLUCIDO DE MUROS DE HORMIGON (escalera y sala caldera)	M2	430	\$ 4.300	\$ 1.849.000
3.3.3 - G	VENTANAS	M2	22	\$ 98.000	\$ 2.156.000
3.3.3 - H	PUERTAS	Uni	3	\$ 120.000	\$ 360.000
3.3.3 - I	TAPAS ESCLUSAS (Ingreso de maquinas y astillas)	UNI	2	\$ 235.000	\$ 470.000
3.3.3 - J	PISO ACCESO A INTERIOR, OFICINA Y SALA CALDERA	M2	22	\$ 22.500	\$ 495.000
3.3.3 - K	PISO BAÑO	M2	6	\$ 19.700	\$ 118.200
3.3.3 - L	ENDERUCADOR DE PAVIMENTO INTERIOR	M2	120	\$ 4.800	\$ 576.000
3.3.3 - N	PISO ESTAMPADO EXTERIOR	M2	132	\$ 24.332	\$ 3.211.824
3.3.3 - M	SOLERILLA TIPO C	ML	60	\$ 4.852	\$ 291.120
3.3.3 - Ñ	CUBIERTA TECHO		1	\$ 12.077	\$ 12.077
<b>3.3.4</b>	<b>ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS Y EXTERIORES</b>				
3.3.4 - A	CHIMENEAS	UNI	3	\$ 467.000	\$ 1.401.000
3.3.4 - B	BARANDAS Y PASA MANOS ESCALERAS	ML	27	\$ 44.300	\$ 1.196.100
3.3.4 - C	FOSOS Y REJILLA PARA AGUAS (sala caldera)	ML	32	\$ 17.260	\$ 552.320
3.3.4 - D	ESCAÑOS PARQUE	UNI	5	\$ 96.477	\$ 482.385
3.3.4 - E	CENICEROS PUBLICOS	UNI	5	\$ 72.000	\$ 360.000

3.3.4 - F	BASUREROS EXTERIOR	UNI	5	\$ 103.040	\$ 515.200
3.3.4 - G	SEÑALETICA DE SEGURIDAD Y RECOMENDACIONES	UNI	4	\$ 63.000	\$ 252.000
3.3.5	HOJALATERIA	GL	15	\$ 6.402	\$ 96.029
3.3.6	PINTURAS	M2	87	\$ 7.500	\$ 652.500
3.3.7	ANCLAJES Y PERNERIA	GL	5	\$ 88.055	\$ 440.275
3.3.8	BARNIZ - VITRIFICADO	M2	55	\$ 4.445	\$ 244.475
<b>4</b>	<b>PAISAJISMO</b>				<b>\$ 4.230.250</b>
<b>4.2</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
4.2.1	PREPARACIÓN DEL SUELO	M2	300	\$ 3.900	\$ 1.170.000
<b>4.3</b>	<b>PLANTACIONES</b>				
4.3.1	MESCLA DE SUELO	M3	23	\$ 6.150	\$ 141.450
4.3.2	RIEGO PREVIO A LA PLANTACIÓN	GL	3	\$ 18.500	\$ 55.500
4.3.3	TUTORES Y AMARRAS	UNI	20	\$ 2.000	\$ 40.000
<b>4.4</b>	<b>PROVISION Y PLANTACION DE CUBRE SUELO</b>				
4.4.1	CESPED	M2	200	\$ 6.300	\$ 1.260.000
4.4.2	VINCA	M2	132	\$ 6.300	\$ 831.600
4.4.3	HIEDRA	M2	65	\$ 6.300	\$ 409.500
4.5	PROVISION Y PLANTACION DE ARBOLES				
4.5.1	ÑIRRE	UNI	10	\$ 5.800	\$ 58.000
4.5.2	LENGA	UNI	10	\$ 4.500	\$ 45.000
4.5.3	CIRUELILLO	UNI	3	\$ 6.900	\$ 20.700
4.5.4	COIHUE	UNI	5	\$ 6.700	\$ 33.500
4.5.5	MANZANO Y CEREZO	UNI	3	\$ 15.000	\$ 45.000
4.5.1	MANTENCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DEL CÉSPED	M2	200	\$ 600	\$ 120.000
<b>5</b>	<b>REDES ELECTRICAS,LUMINARIAS Y EMPALMES</b>				<b>\$ 11.902.320</b>
5.1	EMPALMES	UNI	1	350.000	\$ 350.000
5.2	TABLEROS	UNI	1	230.000	\$ 230.000
5.3	TIERRA PROTECCION Y SERVICIO	UNI	1	132.000	\$ 132.000
5.4	<b>DISTRIBUCION Y SERVICIO</b>				
5.4.1	CANALIZACION	ml	350	4.300	\$ 1.505.000
5.4.2	CONDUCTORES	ml	350	3.200	\$ 1.120.000
5.4.3 - A	EQUIPOS ILUMINACION INTERIOR	Uni	15	63.000	\$ 945.000
5.4.3 - B	EQUIPOS ILUMINACION EXTERIOR	Uni	6	378.000	\$ 2.268.000
5.4.4	POSTACION	Uni	8	641.540	\$ 5.132.320
5.5	PROYECTOS Y TRAMITES	GL	1	220.000	\$ 220.000
<b>6</b>	<b>INSTALACION AGUA Y ALCANTARILLADO</b>				<b>\$ 3.992.200</b>

6.1	EMPALME DE AGUA	UNI	1	670.000	\$ 670.000
6.2	EMPALME DE ALCANTARILLADO	UNI	1	1.300.000	\$ 1.300.000
6.3	MEDIDOR DE AGUA POTABLE	UNI	1	320.000	\$ 320.000
6.4	RED DE AGUA POTABLE SANITARIA	ML	62	6.300	\$ 390.600
6.5	ARTEFACTOS Y GRIFERIA	UNI	3	120.000	\$ 360.000
6.6	RED DE ALCANTARILLADO	ML	32	6.500	\$ 208.000
6.7	RED EVACUACION AGUA DESDE SALA CALDERA	ML	32	12.300	\$ 393.600
6.8	PROYECTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO . TRAMITACION	UNI	1	350.000	\$ 350.000
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	ST			<b>\$ 151.941.743</b>
	GASTOS GENERALES	GL			\$ 61.153.270
	COSTO DIRECTO + GASTOS GENERALES				<b>\$ 213.095.013</b>
	UTILIDAD	GL	<b>18%</b>		\$ 38.357.102
	<b>TOTAL COSTO NETO</b>				<b>\$ 251.452.115</b>
	IVA 19%		<b>19%</b>		<b>47.775.902</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL GENERAL</b>				<b>\$299.228.017</b>

## 14.1 Presupuesto sistema de calefacción y distribución

A continuación se muestra el presupuesto para el sistema de calefacción y distribución. Los costos asociados a excavaciones y rellenos para el sistema de distribuciones están incluidos en las partidas de obras civiles, arquitectura y paisajismo.

<b>PRESUPUESTO CENTRAL DE CALEFACCIÓN Y DISTRIBUCIÓN</b>					
SISTEMA CALEFACCIÓN Y DISTRIBUCIÓN					
<b>Consultoría</b>	<b>" ESTUDIO DE INGENIERIA DE DETALLE PARA PROYECTO DE CALEFACCION DISTRITAL SECTOR ESCUELA AGRICOLA, COYHAIQUE"</b>				
<b>Mandante</b>	<b>MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE</b>				
<b>Ubicación</b>	<b>LOTE 9 / 9-d</b>				
<b>Consultor</b>	<b>EBP - CHILE</b>	VALOR TOTAL PRESUPUESTO			<b>248.300.962</b>
Fecha	<b>Septiembre 2016</b>			Costo unitario	
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	Uni.	Cantida d	Precio Unitario	Sub-total
7.1	Caldera de biomasa 500[kW]	Uni	1		\$ 27.754.476
7.2	Alimentador mecánico	Uni	1		\$ 3.447.570
7.3	Sistema Multiciclón	Uni	1		\$ 6.823.529
7.4	Sistema extracción Ceniza	Uni	1		\$ 1.902.813
7.5	Cableado eléctrico completo	Uni	1		\$ 4.726.343
7.6	Tablero eléctrico modulante de potencia	Uni	1		\$ 7.396.419
7.7	Sistema de alimentación silo de biomasa	Uni	1		\$ 11.283.887
7.8	Tornillo de sinfín de recepción y transporte	Uni	1		\$ 3.478.261
7.9	Sistema de limpieza automático intercambiador de calor	Uni	1		\$ 3.222.506
7.10	Conexión para humos de servicio	Uni	1		\$ 5.672.634
7.11	Conexiones para recirculación humos	Uni	1		\$ 5.340.153
7.12	Chimenea en acero inoxidable	Uni	1		\$ 9.002.558
7.13	Válvulas de seguridad	Uni	1		\$ 736.573
7.14	Sistema computarizado central	Uni	1		\$ 1.452.685
7.15	Sistema de filtros de humos	Uni	1		\$ 21.994.885
7.16	Estanques de acumulación	M3	24	1.583.242	\$ 37.997.808
8.1	Tuberías y accesorios	MI	624	26.122	\$ 15.998.086
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 180.763.157</b>

---

	GASTOS GENERALES <sup>31</sup>				\$ 18.076.316
	COSTO DIRECTO + GASTOS GENERALES				\$ 198.839.473
	UTILIDAD	GL	18%		\$ 35.791.105
	<b>TOTAL COSTO NETO</b>				<b>\$ 234.630.578</b>
	IVA 19%				\$ 37.779.500
	<b>PRESUPUESTO TOTAL GENERAL</b>				<b>\$ 272.410.078</b>

---

<sup>31</sup> Incluye puesta en marcha, supervisión de un experto internacional





E.-	EQUIPOS y LETRERO DE OBRA	CANT	VALOR	Q.MES	SUB-TOTAL	TOTALES
	ANDAMIOS	25,0	7.000	2,00	350.000	
	LETRERO OBRA	1,0	350.000	1,00	350.000	
	NIVEL TOPOGRÁFICO	0,5	200.000	3,00	300.000	
	<b>TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>					<b>1.000.000</b>

F.-	HERRAMIENTAS	CANT	VALOR	Q.MES	SUB-TOTAL	TOTALES
	CARRETILLAS CONCRETERA	6,0	19.200	4,00	460.800	
	RUEDAS CARRETILLA	6,0	18.500	4,00	444.000	
	PALAS	7,0	7.800	3,00	163.800	
	PICOTAS	4,0	5.600	3,00	67.200	
	CHUZO	4,0	9.800	3,00	117.600	
	COMBOS (ponderado)	3,0	7.500	3,00	67.500	
	MANGOS (pala, picota, vcombos)	10,0	3.500	3,00	105.000	
	HUINCHAS CORTAS 7,5 mts stanley	4,0	9.200	3,00	110.400	
	HUINCHAS LARGAS 30 mts	1,0	12.500	3,00	37.500	
	BALDES CONCRETEROS	10,0	3.600	3,00	108.000	
	TAMBORES 200 lts	2,0	3.000	3,00	18.000	
	MANGUERA NIVELES (valor ml)	50,0	350	2,00	35.000	
	MARCO DE SIERRA	3,0	6.500	8,00	156.000	
	UTILES PARA ASEO FIN OBRA	1,0	200.000	1,00	200.000	
	MANGUERA REFORZADA 3/4	1,0	40.000	1,00	40.000	
	REGLAS DE ALUMINIO 70x45x6000	2,0	18.000	2,00	72.000	
	REGLAS DE MADERA	2,0	2.000		0	
	TABLEROS FAENAS	2,0	80.000	2,00	320.000	
	FOCOS ALOGENO 1000w.	4,0	8.500	5,00	170.000	
	EQUIPO FLUORESCENTE 2x40	5,0	5.000	3,00	75.000	
	COCINILLAS CASINO (DOS PLATOS) (compra)	1,0	45.000	1,00	45.000	
	<b>TOTAL HERRAMIENTAS</b>					<b>2.812.800</b>

G.-	MATERIALES (compra)	CANT	VALOR	Q.MES	SUB-TOTAL	TOTALES
	HOJA SIERRA	50,0	1.500	1,00	75.000	
	<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>75.000</b>

H.-	EQUIPAMIENTO PERSONAL	CANT	VALOR	Q.MES	SUB-TOTAL	TOTALES
	GUANTES	20,0	2.150	1,00	43.000	
	PROTECCION FACIAL	10,0	2.000	1,00	20.000	
	MASCARILLA DESECHABLE	100,0	80	1,00	8.000	
	PROTECTOR AUDITIVO TIPO FONDO	30,0	3.100	1,00	93.000	
	BOTAS DE SEGURIDAD	25,0	13.000	1,00	325.000	

	ZAPATOS DE SEGURIDAD		13,0	16.000	1,00	208.000	
	CASCOS		13,0	1.050	1,00	13.650	
	BARBIQUEJO PARA CASCO		13,0	600	1,00	7.800	
	TRAJES DE AGUA (con pierna)		13,0	8.500	1,00	110.500	
	CHALECO REFLECTANTE		4,0	7.500	1,00	30.000	
	<b>TOTAL EQUIPAMIENTO PERSONAL</b>						<b>858.950</b>

I.-	EQUIPAMIENTO OBRA SEGURIDAD		CANT	VALOR	Q.MES	SUB-TOTAL	TOTALES
	CINTA SEÑALIZADORA PELIGRO (rollo)		2,0	8.500	1,00	17.000	
	CONOS REFLECTANTE		7,0	6.000	1,00	42.000	
	MALLA CERCADORA (rollo de 50 mts)		4,0	45.000	1,00	180.000	
	PALETAS DE SEÑALIZACION		1,0	3.500	1,00	3.500	
	EXTINTORES (10 kg)		3,0	25.000	1,00	75.000	
	BALIZAS		4,0	25.000	1,00	100.000	
	SEÑALIZACION		4,0	30.000	1,00	120.000	
	<b>TOTAL EQUIPAMIENTO SEGURIDAD EN OBRA</b>						<b>537.500</b>

J.-	UTILES DE OFICINA		CANT	VALOR	Q.MES	SUB-TOTAL	TOTALES
	ESCRITORIOS		2,0	35.000	1,00	70.000	
	SILLAS (compra c/u)		4,0	7.500	1,00	30.000	
	ESTANTES		2,0	15.000	1,00	30.000	
	ARTICULO LIBRERÍA (perforador, corchetera, tijera etc)		1,0	40.000	1,00	40.000	
	CALCULADORAS		1,0	5.000	1,00	5.000	
	UTILES DE ESCRITORIO (archivadores, sep. Lapiz etc)		1,0	15.000	2,00	30.000	
	BOTIQUIN		1,0	30.000	1,00	30.000	
	CAJA DE FONDOS		0,0	200.000	1,00	0	
	IMPRESORA		1,0	78.000	1,00	78.000	
	ARTICULO CAFETERIA (hervidor,tazas,platos, etc)		1,0	25.000	1,00	25.000	
	<b>TOTAL UTILES DE OFICINA</b>						<b>338.000</b>

K.-	CONSUMOS		CANT	VALOR	Q.MES	SUB-TOTAL	TOTALES
	AGUA		1,0	7.000	6,00	42.000	
	ELECTRICIDAD		1,0	120.000	6,00	720.000	
	GAS (balon de 15 Kg)		2,0	16.000	6,00	192.000	
	INTERNET		1,0	20.000	6,00	120.000	
	COMBUSTIBLES EQUIPOS		1,0	50.000	6,00	300.000	
	COMBUSTIBLE VEHICULO OBRA		1,0	20.000	6,00	120.000	
	ARTICULO DE LIBRERÍA (hojas, papel fax, lapices etc)		1,0	10.000	6,00	60.000	
	CAFETERIA (azucar,café, te, papel confort, etc)		1,0	10.000	6,00	60.000	
	COPIAS DE PLANOS		2,0	25.000	2,00	100.000	

	<b>TOTAL CONSUMOS</b>						<b>1.714.000</b>
--	-----------------------	--	--	--	--	--	------------------

L.-	FLETES Y MOVILIZACION	CANT	VALOR	Q.MES	SUB-TOTAL	TOTALES
	FLETES INICIALES (instalacion de faenas)	1,0	130.000	3,00	390.000	
	FLETES FINALES (retiro de instalacion de faenas)	1,0	130.000	3,00	390.000	
	FLETES CORTO	1,0	130.000	18,00	2.340.000	
	VEHICULO OBRA	1,0	400.000	3,00	1.200.000	
	<b>TOTAL FLETES Y MOVILIZACION</b>					<b>4.320.000</b>

N.-	ENSAYOS DE MATERIALES	CANT	VALOR	Q.MES	SUB-TOTAL	TOTALES
	GRANULOMETRIAS	2,0	35.000	3,00	210.000	
	DOSIFICACIONES	3,0	45.000	3,00	405.000	
	RUPTURAS	8,0	15.000	3,00	360.000	
	PROCTOR	4,0	74.000	3,00	888.000	
	DENSIDADES	4,0	21.500	3,00	258.000	
	TRASLADOS PERSONAL Y CALICATAS	3,0	380.000	3,00	3.420.000	
	<b>TOTAL ENSAYOS DE MATERIALES</b>					<b>5.541.000</b>

Q	SEGUROS	CANT	VALOR	Q.MES	SUB-TOTAL	TOTALES
	SEGURO TERCEROS, INCENDIO Y TERREMOTO	1,0	1.200.000	1,00	1.200.000	
	SEGURO PERSONAL 1 U.F. POR TRABAJADOR	10,0	300.000	1,00	3.000.000	
	<b>TOTAL SEGUROS</b>					<b>4.200.000</b>

R	GARANTIAS	CANT	VALOR	Q.MES	SUB-TOTAL	TOTALES
	SEREIDAD OFERTA	1,0	1.500.000	1,00	1.500.000	
	DEL CONTRATO	1,0	500.000	1,00	500.000	
	FIEL CUMPLIMIENTO	1,0	1.500.000	1,00	1.500.000	
	ANTICIPO	0,0	0	1,00	0	
	<b>TOTAL GARANTIAS</b>					<b>3.500.000</b>

## DETALLE GASTOS GENERALES

A.-	TOTAL SUELDOS INDIRECTOS (C/LEYES S.)	26.320.000
B.-	INSTALACION DE FAENA	4.205.000
C.-	TRAZADO Y NIVELES	3.781.020
D.-	TOTAL INSTAL. PROVISORIAS	975.000
E.-	TOTAL EQUIPOS Y LETREROS DE OBRA	1.000.000
F.-	TOTAL HERRAMIENTAS	2.812.800
G.-	TOTAL MATERIALES MENORES	75.000
H.-	TOTAL EQUIPAMIENTO PERSONAL	858.950
I.-	TOTAL EQUIPAMIENTO SEGURIDAD EN OBRA	537.500
J.-	TOTAL UTILES DE OFICINA	338.000
K.-	TOTAL INSTAL. PROVISORIAS	975.000

---

L.-	TOTAL CONSUMOS	1.714.000
M. -	TOTAL FLETES Y MOVILIZACION	4.320.000
O.-	TOTAL ENSAYOS DE MATERIALES	5.541.000
Q.-	TOTAL SEGUROS	4.200.000
R.-	TOTAL GARANTIAS	3.500.000
	<b>TOTAL GASTOS GENERALES</b>	<b>61.153.270</b>

## 15 Análisis de Precios Unitarios

<b>1</b>	<b>DEMOLICIONES O RETIRO DE OBRAS EXISTENTES</b>				
	No existen demoliciones				
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
<b>2.01</b>	<b>ESCARPE A COTA DE PROYECTO</b>				
<b>2.1.1</b>	EXCAVACION A MANO	M3			<b>7.560</b>
	JORNAL	DIA	0,4000	14.000	5.600
	LEYES SOCIALES	%	0,3500	5.600	1.960
<b>2.1.2</b>	EXCAVACION A MAQUINA (sub contrato)	M3			<b>4.500</b>
	RETROEXCAVADORA	HR	0,1500	20.000	3.000
	FLETES MAQUINARÍA	%	0,0050	300.000	1.500
<b>2.02</b>	RETIRO DE EXCEDENTES A BOTADERO	M3		1	<b>4.966</b>
	CAMION TOLVA	M3	1,0000	2.300	2.300
	RETROEXCAVADORA	HR	0,0760	20.000	1.520
<b>02.03</b>	RELLENO ESTABILIZADO COMPACTADO	M3			<b>12.210</b>
	JORNAL	DIA	0,1000	14.000	1.400
	ESTABILIZADO	M3	1,2000	7.500	9.000
	PLACA COMPACTADORA	DIA	0,1500	8.800	1.320
	LEYES SOCIALES	%	0,3500	1.400	490
<b>02.04</b>	ACOPIO Y TRASLADOS INTERNOS (gastos generales)				
<b>02.05</b>	TRAZADO DE OBRA (gastos generales)				<b>0</b>
<b>3</b>	<b>OBRA GRUESA</b>				
<b>3.01</b>	MEJORAMIENTO SUELOS		M2		<b>4.762</b>
	JORNAL	DIA	0,1000	14.000	1.400
	MATERIAL DE RELLENO	M3	0,1500	13.483	2.022
	PLACA COMPACTADORA	DIA	0,1000	8.500	850
	LEYES SOCIALES	%	0,3500	1.400	490

<b>3.01.1</b>	BASE ESTABILIZADA EN VEREDAS, DESCANSOS Y PELDAÑOS		M2		<b>2.934</b>
	JORNAL	DIA	0,0600	14.000	840
	ESTABILIZADO	M3	0,1000	9.500	950
	PLACA COMPACTADORA	DIA	0,1000	8.500	850
	LEYES SOCIALES	%	0,3500	840	294

<b>3.02</b>	HORMIGONES		M3		
<b>3.02.1</b>	EMPLANTILLADO E=5CM		M3		<b>79.467</b>
	HORMIGON H10	M3	1	68.000	68.000
	JORNAL	DIA	0,2	14.000	2.800
	MEJORAMIENTO CAMA ARENA	M3	0,05	9.500	475
	PLACA COMPACTADORA	HOR	0,22	2.100	462
	CONCRETERO	M2	0,25	20.000	5.000
	LEYES SOCIALES	%	0,3500	7.800	2.730

<b>3.02.1.1</b>	CIMENTOS H-20		M3		<b>121.432</b>
	HORMIGON H-20	M3	1	98.000	98.000
	JORNAL	DIA	0,5	14.000	7.000
	VIBRADOR INMERSION 5HP	DIA	0,3	10.000	3.000
	MOLDAJE	M2	0,2	12.500	2.500
	DESMOLDANTE SIKAFORM 15 KG	M2	0,01	38.200	382
	CONCRETERO	M3	0,25	24.000	6.000
	LEYES SOCIALES	%	0,3500	13.000	4.550

<b>3.02.1.2</b>	HORMIGON H-25		M3		<b>144.658</b>
	HORMIGON H25	M3	1	122.000	122.000
	JORNAL	DIA	0,5	14.000	7.000
	VIBRADOR INMERSION 5HP	DIA	0,03	10.000	300
	MOLDAJE METALICO	M2	0,2	12.500	2.500
	DESMOLDANTE SIKAFORM 15 KG	M2	0,018	38.200	688
	CONCRETERO	M3	0,3	24.000	7.200
	LEYES SOCIALES	%	0,3500	14.200	4.970

<b>3.02.3</b>	<b>MUROS DE CONTENCIÓN</b>				
---------------	----------------------------	--	--	--	--

<b>3.2.3 - A</b>	MURO CONTENCIÓN , ALTURA 2MT HASTA 7MT		ML		<b>406.039</b>
	HORMIGON H-25	M3	2,3	122.000	280.600
	JORNAL	DIA	1,5	14.000	21.000
	VIBRADOR INMERSION 5HP	DIA	0,12	10.000	1.200
	MOLDAJE	M2	4,1	8.500	34.850

	DESMOLDANTE SIKAFORM 15 KG	M2	0,156	38.200	5.959
	CONCRETERO	M3	1,7	24.000	40.800
	LEYES SOCIALES	%	0,3500	61.800	21.630

<b>3.02.5</b>	<b>MOLDAJES</b>	<b>M2</b>			<b>12.502</b>
	JORNAL	DIA	0,1	14.000	1.400
	MOLDAJE	M2	0,7	8.000	5.600
	DESMOLDANTE SIKAFORM 15 KG	M2	0,018	38.200	688
	CARPINTERO	M3	0,13	26.000	3.380
	LEYES SOCIALES	%	0,3000	4.780	1.434

<b>3.2-5</b>	<b>ENFIERRADURA A63-42H</b>	<b>KG</b>			<b>2.624</b>
	ACERO A63-42H	KG	1,5	970	1.455
	ALAMBRE NEGRO #18	KG	0,012	680	8
	SEPARADOR RUEDA R17	UNI	3	10	30
	ENFIERRADOR + AYUDANTE	KG	1,0000	870	870
	LEYES SOCIALES	%	0,3000	870	261

<b>3.04</b>	<b>RADIER EN VEREDAS y RAMPAS H20 E=7 CM</b>	<b>M2</b>			<b>11.132</b>
	HORMIGON H20	M3	0,1	62.000	6.200
	MOLDAJE	UNI	0,0200	3.500	70
	JORNAL	DIA	0,11	14.000	1.540
	CONCRETERO	M2	0,11	20.000	2.200
	LEYES SOCIALES	%	0,3000	3.740	1.122

<b>3.05</b>	<b>ENDURECEDOR DE PAVIMENTO</b>	<b>M2</b>			<b>2.815</b>
	ENDURECEDOR	M3	0,0159	38.700	615
	SUBCONTRATO APLICACIÓN ENDURECEDOR	ML	1,0000	2.200	2.200

<b>3.06</b>	<b>HORMIGO ESTAMPADO EN PAVIMENTOS</b>	<b>M2</b>			<b>24.332</b>
	HORMIGON H20	M3	0,1	62.000	6.200
	MOLDAJE	UNI	0,0200	3.500	70
	JORNAL	DIA	0,11	14.000	1.540
	ESTAMPADO	M2	1	13.200	13.200
	CONCRETERO	M2	0,11	20.000	2.200
	LEYES SOCIALES	%	0,3000	3.740	1.122

<b>3.2.3 - B</b>	<b>ESCALERAS (HORMIGON ARMADO) H25 = 7CM</b>	<b>ML</b>			<b>68.320</b>
	HORMIGON H-25	M3	0,3	122.000	36.600
	JORNAL	DIA	0,2	14.000	2.800

	VIBRADOR INMERSION 5HP	DIA	0,02	10.000	200
	MOLDAJE	M2	0,7	8.500	5.950
	DESMOLDANTE MADERA SIKAFORM 15 KG	M2	0,018	38.200	688
	CONCRETERO	M3	0,2	24.000	4.800
	LEYES SOCIALES	%	0,3000	7.600	2.280
	ENFIERRADURA (En partida 3.03)	Kg	0	2.624	0
	MOLDAJE METALICO	m2	1,2	12.502	15.002

<b>3.10</b>	<b>SOLERAS TIPO A</b>	<b>ML</b>			<b>8.572</b>
	HORMIGON DE PEGA	M3	0,0600	38.700	2.322
	SOLERA TIPO A	ML	1,0000	3.750	3.750
	SUBCONTRATO MANO DE OBRA INSTALACION SOLERAS	ML	1,0000	2.500	2.500

<b>3.11</b>	<b>SOLERILLAS TIPO C</b>	<b>ML</b>			<b>4.852</b>
	HORMIGON DE PEGA	M3	0,0259	38.700	1.002
	SOLERILLA	ML	1,0000	1.350	1.350
	SUBCONTRATO MANO DE OBRA INSTALACION SOLERILLAS	ML	1,0000	2.500	2.500

<b>3.12</b>	<b>CANALES DE ESCURRIEMIENTO DE AGUAS</b>				
<b>3.12.1</b>	<b>REJILLA METALICA</b>	<b>ML</b>			<b>17.260</b>
	ACERO GALBANIZADO (CONFECCION)	ML	1,0000	13.620	13.620
	MANO DE OBRA	ML	1,0000	2.800	2.800
	LEYES SOCIALES	%	0,3000	2.800	840

<b>3.12.2</b>	<b>CANAL HORMIGON CONFECCIONADA EN SITIO</b>	<b>ML</b>			<b>29.001</b>
	HORMIGON H 25	M3	0,1800	77.500	13.950
	ENFIERRADURA (SUB CONTRATO) (EN PARTIDA n° 3.03)	KG	0,0000	2.624	
	MOLDAJE	M2	0,9000	12.502	11.251
	MANO DE OBRA	ML	1,0000	3.800	3.800
	LEYES SOCIALES	%	0,3000	3.800	1.140

<b>4</b>	<b>OBRAS DE MOBILIARIO URBANO</b>				
<b>4.1</b>	<b>BARANDA PEATONALES EN ESCALERAS Y RAMPAS</b>	<b>ML</b>			<b>44.300</b>
	BARANDA PREFABRICADA	ML	1,0000	38.000	38.000



	MANO DE OBRA INSTALACION	ML	1,0000	2.700	2.700
	FLETE	GL	0,0120	300.000	3.600

<b>4.3.1</b>	<b>ASIENTOS PEATONALES SIN RESPALDO</b>	<b>UNI</b>			<b>96.477</b>
	ASSIENTO PREFABRICADO	UNI	1,0000	78.600	78.600
	MANO DE OBRA INSTALACION	ML	1,0000	5.877	5.877
	FLETE	GL	0,0400	300.000	12.000

<b>4.4</b>	<b>BASUREROS</b>	<b>UNI</b>			<b>103.040</b>
	BASUREROS PREFABRICADOS	UNI	1,0000	75.000	75.000
	FUNDACION HORMIGON H-20	UNI	0,2800	68.000	19.040
	MANO DE OBRA INSTALACIÓN	UNI	1,0000	5.000	5.000
	FLETE	UNI	1,0000	4.000	4.000

<b>4.6</b>	<b>CENICEROS</b>	<b>UNI</b>			<b>72.000</b>
	BASUREROS PREFABRICADOS	UNI	1,0000	67.000	67.000
	MANO DE OBRA INSTALACIÓN	UNI	1,0000	5.000	5.000
	FLETE	UNI	1,0000	4.000	4.000

<b>4.8</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL (Nueva)</b>	<b>UNI</b>			<b>86.083</b>
	SEÑALETICA	UNI	1,0000	83.000	83.000
	MANO DE OBRA INSTALACIÓN	UNI	1,0000	2.500	2.500
	HORMIGON H-30	UNI	0,0100	58.321	583
	FLETE	UNI	1,0000	4.000	4.000

#### RED SECA CONTRA INCENDIO

<b>4.10.1</b>	<b>DUCTO - RED DE 110"Ø</b>	<b>UNI</b>			<b>6.860</b>
	MANO DE OBRA ESCAVACION Y RETAPE 0,6X0,4	UNI	1,0000	620	620
	MANO DE OBRA INSTALACIÓN	UNI	1,0000	430	430
	LEYES SOCIALES			1.050	315
	DUCTO PVC H 110	ML	1,0000	4.830	4.830
	FLETE		1,0000	35	35
	HORMIGON H-20	UNI	0,0150	42.000	630

#### 5 OBRAS EN MADERAS

<b>5.01.03</b>	<b>MUROS SIP 120 MM</b>	<b>GL</b>			<b>16.260</b>
	PLACA	KG	0,3300	22.000	7.260
	COSTANERA 2 X 4 MADERA	UNI	0,2000	6.300	1.260
	TORNILLOS	UNI	0,0500	13.800	690
	SUBCONTRATO MONTAJE	DIA	0,3000	20.000	6.000

	ANCLAJES	UNI	30,0000	35	1.050
--	----------	-----	---------	----	-------

<b>5.01.03</b>	<b>ANCLAJES Y PERNOS</b>	<b>GL</b>			<b>88.055</b>
	SOLDADURA	KG	8,0000	2.500	20.000
	DISCO CORTE	UNI	7,0000	645	4.515
	ANTICORROSIVO	UNI	0,8000	13.800	11.040
	SUBCONTRATO SOLDADOR	DIA	1,5000	20.000	30.000
	ANCLAJES	UNI	30,0000	750	22.500

<b>5.01.04</b>	<b>ESTRUCTURA CUBIERTA</b>	<b>M2</b>			<b>55.900</b>
	MAÑO	PULG	1,2000	12.000	14.400
	TAPACANES COHUE IMPREGNADO 1X8"	UNI	0,5000	4.520	2.260
	FLETE	GL	0,0023	1.800.000	4.140
	FLANGES ,ANCLAJES Y PERNOS (En partida 5.01.03)	GL	0,0000	35.800	0
	MANO DE OBRA INSTALADOR	UNI	0,5000	25.000	12.500
	JORNALES	UNI	1,0000	14.500	14.500
	LEYES SOCIALES	%	0,3000	27.000	8.100

<b>5.01.05</b>	<b>ENCAMISADO CUBIERTA</b>	<b>M2</b>			<b>13.483</b>
	TINGLADO COIHUE 1"X5"	UNI	1,6800	6.690	11.239
	TORNILLO NEGRO 2 1/2"	KG	0,1800	910	164
	CARPINTERO	DIA	0,0650	20.000	1.300
	JORNAL	DIA	0,0250	12.000	300
	LEYES SOCIALES	%	0,3000	1.600	480

<b>5.01.06</b>	<b>CUBIERTA</b>	<b>M2</b>			<b>12.077</b>
	TEJA ASFALTICA	M2	1,0500	6.600	6.930
	MENBRANA HIDROFUGA TYVEK	M2	0,0200	69.500	1.390
	FIJACIONES	UNI	15,0000	15	225
	FLETE	GL	0,0012	300.000	360
	CARPINTERO	DIA	0,0800	20.000	1.600
	JORNAL	DIA	0,0700	12.000	840
	LEYES SOCIALES	%	0,3000	2.440	732

<b>5.01.07</b>	<b>HOJALATERIA</b>				
<b>5.01.07.A</b>	<b>CANALES AGUAS LLUVIA EN PLANCHA LISA</b>	<b>ML</b>			<b>6.402</b>
	PLANCHA LISA PREPINTADA	ML	0,2632	4.800	1.263
	REMACHES Y SILICONA	GL	1,2857	450	579
	SUBCONTRATO MANO DE OBRA HOJALATERIA	ML	1,2000	2.800	3.360
	GANCHOS CANAL	UNI	1,0000	1.000	1.000

	FIJACIONES	UNI	1,0000	200	200
<b>5.01.08</b>	BARNIZ O VITRIFICADO MADERAS	M2			<b>4.445</b>
	BARNIZ VITRIFICADOR	UNI	0,0500	32.450	1.623
	RODILLO LANA NATURAL 120M	UNI	0,0500	1.250	63
	PINTOR + AYUDANTE	DIA	0,1200	23.000	2.760

<b>6 PAISAJISMO</b>					
<b>11.01</b>	PASTO COMPUESTO	M2			<b>6.150</b>
	MEJORAMIENTO DE BASE	M2	0,5000	1.800	900
	PASTELONES PRADO	M2	1,0000	2.100	2.100
	MANO DE OBRA	M2	0,5000	2.300	1.150
	PREPARACION SUPERFICIE PRADO	M2	1,0000	2.000	2.000
<b>11.02</b>	ARBOLIZACION				
<b>11.02.01</b>	CIRUELILLO	UNI			<b>5.800</b>
	ARBOL	UNI	1,0000	4.500	4.500
	MANO DE OBRA INSTALACIÓN	UNI	1,0000	500	500
	ELEMENTOS DE PROTECCION	UNI	1,0000	800	800
<b>11.02.03</b>	COIGUE	UNI			<b>4.800</b>
	ARBOL	UNI	1,0000	3.500	3.500
	MANO DE OBRA INSTALACIÓN	UNI	1,0000	500	500
	ELEMENTOS DE PROTECCION	UNI	1,0000	800	800
<b>11.02.04</b>	CANELO	UNI			<b>4.300</b>
	ARBOL	UNI	1,0000	3.000	3.000
	MANO DE OBRA INSTALACIÓN	UNI	1,0000	500	500
	ELEMENTOS DE PROTECCION	UNI	1,0000	800	800
<b>11.03.01</b>	NALCAS	UNI			<b>2.500</b>
	ARBOL	UNI	1,0000	1.200	1.200
	MANO DE OBRA INSTALACIÓN	UNI	1,0000	500	500
	ELEMENTOS DE PROTECCION	UNI	1,0000	800	800
<b>11.04.05</b>	VINCA	M2			<b>5.050</b>
	PLANTA	UNI	1,5000	2.500	3.750
	MANO DE OBRA INSTALACIÓN	UNI	1,0000	500	500

	ELEMENTOS DE PROTECCION	UNI	1,0000	800	800
<b>13</b>	<b>REDES ELECTRICAS LUMINARIAS Y EMPALMES</b>				
<b>13.0</b>	<b>GENERALIDADES</b>				
<b>13.01</b>	<b>EMPALMES</b>	UNI			<b>350.000</b>
	PARA CADA ESCALERA	UNI	1	350.000	350.000
<b>13.02</b>	<b>TABLEROS</b>	UNI			<b>230.000</b>
	PARA CADA ESCALERA	UNI	1	230.000	230.000
<b>13.03</b>	<b>TIERRA PROTECCION Y SERVICIO</b>	UNI			<b>132.000</b>
	PARA CADA ESCALERA	UNI	1	132.000	132.000
<b>13.05</b>	<b>PUNTOS DE LUZ</b>	UNI			<b>641.540</b>
	POSTE ACERO GALBANIZADO	UNI	1	162.300	162.300
	LUMINARIA		1	268.890	268.890
	FUNDACION	M3	0,35	27.000	9.450
	DUCTO SUBTERRANEO	ML	11	5.000	55.000
	PIESAS Y PERNERIA	GL	1	22.400	22.400
	MANO DE OBRA	GL	1	95.000	95.000
	LEYES SOCIALES	%	0,3	95.000	28.500
<b>13.06</b>	<b>PROYECTOS Y TRAMITES</b>	UNI			<b>220.000</b>
	PARA CADA ESCALERA	UNI	1	220.000	220.000

## **16 Maquinaria y Materiales Necesarios**

Las máquinas y los materiales necesarios para la ejecución del proyecto se detallan en el presupuesto de Gastos Generales, sección 0











## 17.2 Central de Calefacción

Las obras necesarias para el sistema calificación deberán comenzar una vez finalizados los revestimientos y pavimentos correspondientes a la central térmica, en la semana 18. El tiempo estimado de la implementación es de 100 días

**Ubicación:** Sector Escuela Agrícola

**Consultor** EBP – Atelier Arquitectura

**Fecha:** ago-16

		M5		M6				M7				M8			M9							
Ítem	Descripción	SEMANAS																				
7	CENTRAL TÉRMICA	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
7.1	Montaje Caldera de biomasa	■	■	■	■	■	■	■	■													
7.2	Sistema Alimentación de Combustible				■	■	■	■	■	■	■											
7.3	Sistema Control de Emisiones									■	■	■	■	■								
7.4	Tanques de Inercia												■	■								
7.5	Piping													■	■	■						
7.6	Intercambiador de calor													■	■	■	■					
7.7	Válvulas y Bombas														■	■	■	■				
7.8	Llenado del sistema																■	■				
7.9	Puesta en Marcha																	■	■			
8	<b>SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN</b>																					
8.1	Excavaciones										■	■	■							■	■	■
8.2	Montaje Tuberías										■	■	■	■								
8.3	Relleno excavaciones													■	■							
8.4	Llenado del Sistema															■	■	■				
8.5	Puesta en Marcha																		■	■	■	



## **18Memorias de Cálculo**

Las memorias de cálculo se entregan en formato digital, dentro de la carpeta denominada "Planillas de Cálculo".

## 19 Evaluación social definitiva

Para la evaluación social de este proyecto se utilizó la metodología general<sup>32</sup> del sistema nacional de inversiones, utilizando el análisis costo beneficio. Adicionalmente, para analizar la rentabilidad de operar el sistema por parte de un privado, se realizaron las siguientes evaluaciones económicas:

- *Evaluación solo privado:* Se realiza un análisis costo beneficio del proyecto asumiendo que la inversión inicial la realiza un privado, que luego además realiza la operación. Se considera una tasa de descuento de 12% y un período de evaluación de 20 años.
- *Evaluación social:* Se considera un análisis costo beneficio, utilizando los precios sociales para las distintas inversiones y la mano de obra. La tasa de descuento es de un 6% y el horizonte de evaluación es igual a la vida útil del sistema, que se estimó en 20 años.
- *Evaluación solo operación:* Se evaluó desde el punto de vista de un inversionista privado que se adjudica la operación del sistema de calefacción. El operador únicamente es responsable de mantener en funcionamiento la central de calefacción, de asegurar el suministro de combustible, y de cobrar a los servicios por la entrega de calefacción. Se estimó en este caso que el precio de venta de calor a los usuarios finales tiene que ser al menos más bajo que el precio por energía que pagarían con un sistema a diesel.

Las tres evaluaciones antes mencionadas tenían como propósito averiguar si el proyecto resulta rentable por sí solo para el privado, y de no ser así, se evalúa si los beneficios sociales son suficientes para que se justifique la inversión inicial por parte del estado. Adicionalmente se realizó un análisis económico, para analizar si tiene sentido que la operación de la planta sea licitada y operada por un privado.

Adicionalmente, se realizaron otras tres evaluaciones económicas, utilizando la metodología de costo-eficiencia, que determina la eficiencia de la solución del punto de vista de los costos. Ésta fue evaluada explícitamente, al comparar el Valor Presente de los Costos (VAC) asociados a un sistema descentralizado en base a GLP, que posee los menores costos de inversión y no emite MP, con el VAC del sistema de calefacción a biomasa centralizado propuesto. En los tres flujos de caja de los análisis costo-beneficio se estipuló un precio de venta por calor igual al costo nivelado de la energía proveniente del sistema descentralizado y en base a GLP. Al utilizar este valor como benchmark, se aseguró que el sistema fuese más eficiente que la opción más económica en términos de inversión.

Se adjunta en anexos digitales una planilla Excel (Evaluacion\_Economica.xlsx) con los análisis de flujo de caja para los siguientes escenarios:

- *CE-GLP Des-Soc:* Este escenario fue utilizado como base de comparación para el análisis Costo Eficiencia (CE). Se consideró que cada edificio proveería su ACS y calefacción, de forma individual y a partir de un caldera a GLP, de acuerdo a las potencias necesitadas. En los flujos de costos se consideró la entrada secuencial de los edificios, según el programa de edificación, incluyendo,

---

<sup>32</sup> La metodología a aplicar se consultó con el Gobierno Regional de Aysén

además de los costos para la caldera, los por obras civiles e infraestructura. El valor presente neto, de los flujos de costos de este proyecto, fue la base de comparación para el sistema distrital, es decir, el VAC del sistema de calefacción centralizado debía ser menor que el VAC de este caso. Por otra parte, se calculó el valor al cual debería ser vendida la energía térmica, incluyendo el costo de las externalidades evitadas, para que el valor presente neto de los flujos de caja, asumiendo un periodo de evaluación de 20 años y una tasa de un 6%, fuese igual a cero. Dicho de otro modo, se calculó el CNE con externalidades promedio, al cual el Estado compraría el calor si no invirtiese en el sistema de calefacción centralizada.

- CE-Pellet Cen-Soc: Para el sistema de calefacción centralizada se evaluaron dos calderas a biomasa con diferentes montos de inversión. La caldera a pellets, acá evaluada, tuvo una inversión inicial de aproximadamente un tercio a la de la segunda opción, pero acepta únicamente pellets, que como combustible son más caros que las astillas. En este escenario toda la inversión se realiza al comienzo del periodo de evaluación y nuevamente el VAC se efectuó a 20 años y con una tasa de un 6%.
- CE-Astillas Cen-Soc: Segundo escenario para el análisis CE. Idéntico al caso anterior, pero con calculado a partir de un caldera con montos de inversión mayores y que acepta distintos tipos, y calidades, de combustibles a partir de biomasa, entre ellos astillas y pellets.
- CB-Análisis privado: Consideró el caso de un sistema de calefacción centralizado en base a astillas, en el que un privado asume toda la inversión y evalúa su proyecto con una tasa de descuento de un 12%, 20 años de amortización y con un precio de venta de calor, igual al valor de venta de energía calculado en CE-GLP Des-Soc.
- CB-Análisis social: Sistema de calefacción centralizado en base a astillas, donde se descontaron los costos sociales en la inversión, asumiendo una tasa de descuento de 6%, un horizonte de evaluación de 20 años. Este análisis también integró los beneficios por la disminución de MP, de acuerdo a lo explicitado en la sección 2.3.1. Por último, se calculó el CNE con externalidades, al cual el Estado compraría el calor, con el fin de compararlo con el del caso CE-GLP Des-Soc.
- CB-Privado solo operación: Consideró los flujos de caja para un privado que quisiese operar la central, sin tener que realizar una inversión inicial. El flujo se analizó a 5 años y con una tasa de descuento de 12%. De igual modo que en el caso anterior, se calculó el CNE al cual el privado vendería el calor, para compararlo con el del caso CE-GLP Des-Soc.

### 19.1.1 Identificación de los beneficios

*La naturaleza de los beneficios para el análisis social generado se identificaron en:*

1. En primera y gran medida, la disminución de los costos asociados a la contaminación atmosférica.
2. En segundo plano queda la valorización de la utilización de mano de obra.
3. Además existe el valor social asociado al arancel de los equipos importados.
4. En último lugar está el beneficio asociado a la venta de energía térmica, por parte del sistema de calefacción centralizada.

*Los beneficios para los otros dos casos, corresponden solo a la venta de calor.*

### 19.1.2 Cuantificación de los beneficios

Para la cuantificación de los beneficios por descontaminación se utilizó la información ya descrita en la sección 2.3.1. En ella se considera un factor promedio de emisión<sup>33</sup> de PM10 para la leña es de 1450 [g/GJ]. Este valor se utilizó como benchmark de reducción, es decir, por cada GJ térmico generado a través de un sistema limpio, se consideró una reducción en contaminación de 1450[g] de PM10.

La cuantificación de la mano de obra y el arancel de los equipos importados se realizó a través de la metodología expuesta en el documento de Precios Sociales Vigentes 2016, del ministerio de Desarrollo social. Para la mano de obra, se calculó primero, que fracción de los montos de inversión, correspondían a mano de obra. Luego se midió el empleo adicional generado según si ésta es calificada, semi-calificada o no-calificada, de acuerdo a factores de corrección establecidos (0,98; 0,68 y 0,62 correspondientemente) que son multiplicados por la valorización de los costos en mano de obra. La diferencia entre este valor y la fracción de los montos de inversión que corresponden a mano de obra, es el costo social de mano de obra.

El Arancel se dejó en el 6% estipulado y se calculó sobre las inversiones en equipos importados restándoles su fracción de mano de obra.

La venta de calor se cuantificó en unidades de [\$/kWh].

### 19.1.3 Valorización de los beneficios

La valorización por descontaminación está también explicitada en la sección 2.3.1. Cada gramo de PM10 posee una externalidad negativa valorizada en 16 [USD]. Visto desde otro modo, se traduce en beneficios de 29 [\$/kWh] térmico producido por la nueva tecnología.

Con respecto a la valorización de la mano de obra, las cotizaciones<sup>34</sup> para las calderas, proponen un costo en torno a un 10% del monto final de inversión. Este valor se utilizó tanto para la caldera como para la construcción de la red y se aplicó el factor de corrección de acuerdo al nivel de calificación de la mano de obra para obtener el respectivo Precio Social de la Mano de Obra.

Un arancel, de un 6%, se le otorgó a la diferencia entre la inversión total y el Costos Social de Mano de Obra. Este valor se representa la fracción del valor de la importación, que queda dentro del estado.

Para la venta de calor se utilizó el valor para el cual el VAN social, del proyecto descentralizado y en base a GLP, fuese 0. Este valor fue de 75 [\$/kWh]

---

33) EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013

34) Unifconfort, INNERSUD y ISolé

#### **19.1.4 Identificación de los Costos**

Al momento de evaluar la inversión de forma privada, además de los costos asociados directamente con la inversión, se estipularon los costos de capital (financiamiento), seguros de la infraestructura, operación y mantenimiento, arriendo del emplazamiento físico, energía eléctrica de autoconsumo, la compra de combustible y los impuestos a las utilidades. En el caso Social, no existe la necesidad de pagar prestamos ni impuestos. Finalmente, en el caso de solo Operación, no se considera la inversión ni los costos de capital.

#### **19.1.5 Cuantificación y Valorización de los Costos**

Para la inversión en la caldera se buscaron distintos presupuestos por tecnología y proveedor. Estos determinaron los costos por mantenimiento y operación como función de la energía producida al igual que el valor del consumo eléctrico para su funcionamiento. El costo, sin IVA, para la caldera a astillas fue de aproximadamente 250.000 Euros. La mantención y operación se estiman en 3 \$/kWh con un autoconsumo eléctrico de 10 kWe. Estos últimos valores provienen de evaluaciones económicas para sistemas de calefacción distrital evaluados por aguas Araucanía.

Los costos para la red de calefacción fueron cotizados por el proveedor de tuberías para redes distritales Isoplus.

La energía eléctrica por bombeo se calculó a partir de las pérdidas de carga de la red y las horas de operación inferidas a partir de la energía vendida, asumiendo una diferencia de temperatura de 30°K y 2788 [h] de plena carga.

Para los costos de capital se asumió un 90% de financiamiento con una tasa anual de un 10% y un periodo de 5 años.

Los seguros generales se asumieron con una prima del 2,5% del monto de la inversión de la caldera<sup>35</sup>.

El arriendo del sitio fue arbitrario y se asumió de 1 millón de pesos por mes.

El costo de combustible fue de 27 \$/kWh y corresponde al valor de mercado por astillas del centro de biomasa de Coyhaique.

---

35) Cotizaciones hechas por MAPFRE y RSA



### 19.1.6 Flujo de beneficios netos

Tanto en el análisis privado como en el social los flujos de caja se realizaron a 20 años, que corresponde a la vida útil de la caldera, pero con tasas de descuento diferentes, 12% para el privado y 6% para el social. En el caso de solo operación, el análisis se acortó a 5 años con una tasa de descuento de un 12%.

### 19.1.7 Indicadores de rentabilidad

Sistema de Calefacción	CNE \$/kWh	VAC MM \$	VAN MM \$
<b>CE-GLP Des-Soc</b>	75	-1.416	0
<b>CE-Pellet Cen-Soc</b>		-1.185	
<b>CE-Astillas Cen-Soc</b>		-1.090	
<b>CB-Análisis privado (venta=75\$/kWh)</b>	114	-1.268	-257
<b>CB-Análisis social (venta=75\$/kWh)</b>	47	-1.002	414
<b>CB-Privado solo operación (venta=75\$/kWh)</b>	54	-169	46

*Tabla 77 Tabla resumen con los indicadores de rentabilidad para la evaluación de costo eficiencia (CE) y de costo beneficio (CB), siguiendo la metodología de evaluación de proyectos del ministerio de desarrollo social*

### 19.1.8 Postulación para la etapa de ejecución

En conjunto con este informe, se entrega un documento resumen adicional denominado "Requisitos de información para proyectos en su etapa de inversión", que contiene de manera resumida la información necesaria para poder postular a la etapa de ejecución.

### 19.1.9 Conclusiones parciales

- El proyecto de calefacción centralizada bajo las dos metodologías, costo eficiencia y costos beneficios, es rentable desde el punto vista social.
- La rentabilidad del proyecto es mayor con la caldera que puede quemar tanto pellets como astillas.
- El CNE para el caso de la calefacción centralizada con una caldera a astillas, es de 47 [\$/kWh] y para el caso de Solo Operación, es de 54 [\$/kWh], lo que indica que en el contrato para la operación debe ponerse un límite máximo de venta en torno a este último precio y no superior a los 75 [\$/kWh] el cual es el CNE de un sistema descentralizado.

## 20 Propuestas de contratos

En las secciones siguientes se muestran propuestas de contratos para los distintos actores que tienen un papel en la operación del sistema de calefacción distrital. Los parámetros que deben definirse de acuerdo a las características particulares de cada contrato, se marcan en amarillo.

### 20.1 Propuesta de Contrato operador - usuarios

A continuación, se muestra una primera propuesta de contrato entre los proveedores y los usuarios, la que se basó en un contrato existente para un sistema de calefacción distrital operando en Suiza. Los valores que aparecen sin definir, deben ser propuestos por el operador durante el proceso de licitación

#### **CONTRATO DE SUMINISTRO ENTRE "empresa concesionaria ('Proveedor)" y "usuario final ('Cliente)"**

##### **Condiciones de compra**

1.1.- El sistema cuenta con una capacidad de producción de agua caliente sanitaria de **xxxx** [kWh/año]<sup>36</sup>

Las temperaturas máximas de ida/retorno: 95°C / 60°<sup>37</sup>

La potencia máxima a entregar al Cliente es de **xxxx** [kW]<sup>38</sup>.

1.2.- Cualquier modificación y extensiones, que influya en los valores de operación mencionados en la sección anterior, deben ser previamente aprobados entre el Cliente y el Proveedor.

1.3.- La producción señalada en el punto 1.1 se entiende también como el consumo mínimo del Cliente.

El Cliente se compromete a consumir el calor provisto para suplir todos sus requerimientos, pagar éstos de acuerdo al artículo **XXXXXX** y no suplir estos requerimientos de terceros, o producir este calor con fuentes no renovables por sí mismo.

1.4.- El Proveedor se compromete a tener a disposición del Cliente la energía para cubrir su consumo anual.

El consumo de energía puede solo interrumpirse en forma temporal debido a los siguientes casos:

<sup>36</sup> La cantidad de agua caliente a entregar para cada usuario debe ser especificada acá.

<sup>37</sup> Temperaturas típicas de operación para sistemas de radiadores

<sup>38</sup> Se debe indicar la potencia en kW de la subestación que posee el edificio en particular.

- Por trabajos de mantenimiento, reparaciones o por construcciones, en caso que el estanque de acumulación y una central portátil no sean capaces de compensar la energía perdida;
- Por incidentes extraordinarios como daños por eventos naturales, incendio, caídas de energía o similares;
- En casos de daños por violencia como guerra, sabotaje de terceros, protestas o similares.

1.5.- El calor será producido y entregado de acuerdo a los requerimientos mencionados anteriormente. Ambas partes pueden aplicar medidas de uso racional de energía y eficiencia energética.

1.6.- El Proveedor operará en base una caldera principal a biomasa para suplir los requerimientos base (80% del tiempo) y contará con una caldera auxiliar **alimentado por combustible a definir** o con estanques de acumulación de agua para cubrir los horarios punta (20% del tiempo restante)

### **Otras obligaciones del proveedor**

2.1 El Proveedor gestionará en conjunto con el Cliente los acuerdos necesarios para asegurar la puesta en marcha del servicio, así como los permisos de acceso y servidumbres necesarias. Todos los costos de gestión serán asumidos por el Proveedor.

2.2 El Proveedor operará durante la mayor parte del tiempo posible con astillas (80% del consumo anual). El Operador entregará anualmente un registro dando cuenta de este requerimiento. Las astillas deben provenir preferentemente de la región, a un radio de 30 km. El Proveedor entregará registros del origen del combustible, así como los porcentajes utilizados.

2.3 El Proveedor será responsable de los daños directos que la instalación del sistema pudieran generar al Cliente, siempre y cuando estos no sean responsabilidad del Cliente o terceras partes.

2.4 El Contratista será responsable en virtud de las disposiciones legales correspondientes del sistema y de su mantención.

2.5 Los tiempos de intervención en caso de falla no podrán ser superiores a **XXXXX** horas (a definir) desde el aviso automático o telefónico de falla. En caso de superarse este período de tiempo, el Proveedor deberá entregar a su costo una solución temporal.

El Proveedor deberá solucionar todo tipo de fallas con la mayor diligencia posible, considerando 24 horas desde el aviso de falla como máximo para presentarse.

2.6 Cualquier modificación de las instalaciones, que pudiesen generar una influencia negativa en la distribución de calor, deben ser informadas previamente al Cliente.

2.7 El Proveedor cuenta con una póliza de seguro por la suma de **XXXXXXXX** CLP, que cubre desde la construcción del sistema hasta la finalización del contrato de suministro.

2.8 El Proveedor se compromete a traspasar las responsabilidades y derechos de este contrato a un tercero en caso de no poder continuar proveyendo el servicio.

### Otras obligaciones del Cliente

3.1 El Cliente proveerá su ayuda para la obtención de permisos de acceso y servidumbres.

3.2 El Cliente dará acceso, previo aviso correspondiente, al Proveedor a las instalaciones que sean necesarias para la lectura de consumo, reparación, renovación, extensión o cualquier modificación técnica del sistema. El Cliente dará información técnica necesaria que pudiera requerirse para tal efecto.

3.3 Requerimientos que deben cumplir los Clientes incluyen:

- Proveer el montaje y adaptación de las estaciones de transferencia de calor (Incluyendo las instalaciones de calefacción, eléctricas y sanitarias)

- Proveer la mano de obra necesaria para la conexión con la estación de transferencia de calor.

3.4 El Cliente es responsable hasta el límite de responsabilidad del Proveedor de la obtención, distribución y regulación del calor, así como de la mantención y renovación del sistema interno de distribución de calor.

3.5 El Cliente debe avisar de interrupciones o limitaciones de su sistema interno de distribución de calor.

3.6 El Cliente debe informar de irregularidades de su sistema que puedan afectar el correcto funcionamiento del sistema.

3.7 Modificaciones en el sistema de sistema de distribución (en el punto de entrega) deben ser informadas previamente al Proveedor.

3.8 El Cliente debe informar al Proveedor de cualquier cambio de propiedad a lo menos con dos semanas de anticipación. El Cliente está informado que cualquier cambio de propiedad debe incluir el traspaso del presente contrato.

3.9 El Cliente se obliga a traspasar los derechos y obligaciones en caso de cambiar de propiedad.

### Otros Clientes

4.1 Además de los Clientes existentes al momento de firmar el presente Contrato, el Proveedor tendrá derecho a incorporar Clientes adicionales al sistema distrital, mientras los servicios comprometidos con los Clientes existentes no se vean afectados.

### Plazos

Los plazos a considerar son los siguientes:

- Plazos de conexión a servicio de calefacción distrital: XXX días luego de la solicitud por parte de un servicio.
- Plazo de respuesta ante eventuales fallas: XXX

## Traspaso de energía, medición de consumo

6.1 El punto de traspaso de energía se encuentra en el punto inmediatamente posterior al medidor.

6.2 Para la definición del consumo de calor se utilizará un medidor en el punto de traspaso. Se utilizarán medidores existentes en el mercado.

6.3 El Cliente podrá solicitar por escrito una verificación posterior de la calibración de los sistemas de mediciones por medio de una entidad verificadora registrada. Si el sistema de medición no muestra mediciones por sobre los márgenes de la norma XXXX, el costo deberá ser asumido por el Cliente. En caso contrario el costo lo asumirá el Proveedor.

6.4 En caso de demostrarse fallas en la instalación o en la medición más allá de una tolerancia aceptable normativamente, se calculará el consumo de acuerdo a los resultados de la prueba realizada. Si no es posible estimar este consumo, se considerará un período de tiempo comparable con las condiciones de la conexión y de operación.

6.5 Si existen pérdidas en la red de distribución interna del Cliente, u otros eventos similares, no existe derecho a reducción del consumo medido.

6.6 Las cantidades acumuladas de energía serán medidas a mitad y final de año y serán debidamente informadas.

## Costo de conexión

7.1 El Cliente será responsable de los costos de conexión de acuerdo a 3.3

7.2 Los costos de conexión en los que se incurra para hacer llegar el circuito de distribución hasta la entrada del recinto del cliente son responsabilidad del operador.

## Precio del calor

8.1 El precio del calor se fijará en base a un cargo fijo y un cargo variable por operación (modelo de tarifas)

8.2 El cargo fijo se fijará independiente del consumo de calor determinado y sirve como aporte a los costos fijos. El cargo fijo será cobrado aun cuando no existen consumos o el inmueble se encuentre vacío.

El costo fijo será de: XXXX [\$/mes]

El costo fijo será reajustado de acuerdo al IPC una vez a principios de cada año.

8.3 El cargo variable es el cobro por la cantidad de energía suministrada. La cantidad de energía será determinada por medio de medidores.

El precio considerado será de: XXXXXX [\$/kWh].

El costo variable será reajustado de acuerdo al IPC una vez al a principios de cada año

## Cobros

9.1 En diciembre de cada año se registrará el consumo del año correspondiente y así se generará la cuenta para el próximo año, en 12 cuotas iguales. Para el primer año de conexión, se realizará una estimación del consumo anual del cliente para calcular los cobros.

9.2 Los pagos parciales y el total del año deben cancelarse dentro de los 30 días corridos posteriores a la recepción de la cuenta.

9.3 En caso que surjan nuevos impuestos, subvenciones, etc., estos serán informados y considerados en las cuentas.

### **Plazo de vigencia del contrato, inicio de suministro, sucesión**

10.1 El Contrato tendrá validez automáticamente luego de su firma.

10.2 El servicio de suministro de calor entrará en vigencia el día en que se habilita la conexión entre el sistema de distribución y la subestación del cliente. La duración del contrato será hasta la fecha estipulada en este contrato.

10.3 La fecha de traspaso del sistema será el: XXXXXXXX

10.4 Este contrato tendrá una duración de XXXX años<sup>39</sup> a partir del inicio del servicio de entrega de calor. Se podrá prolongar el plazo de común acuerdo entre las partes.

## **20.2 Propuesta contrato proveedor de combustible – operador**

Si bien el contrato para la provisión de combustible debe ser responsabilidad de quien haga su oferta para la operación de la central, se hace una propuesta de contrato de compra de biomasa en el caso que el Ministerio de Medio Ambiente u otro servicio de Gobierno termine operando la central.

Se recomienda que este contrato sea a largo plazo, para poder asegurar precios más bajos de combustible, y por lo tanto, precios de suministro más bajos.

Como referencia, se sostuvieron reuniones con dos proveedores distintos de combustible de la zona, que son los siguientes:

- Centro de Biomasa de Coyhaique: Fabrican astillas de madera, actualmente tienen un volumen de operación muy pequeño. El precio normalizado de la astilla puesta en el silo es de 26[\$/kWh]. Se debe considerar que, por el tamaño actual de la operación del CDB, estos precios se consideran aún mejorables. Como referencia se debe tomar en cuenta un valor aproximado de 10[\$/kWh] de acuerdo a mercados de referencia entre las regiones IX y X<sup>40</sup>.
- Pellets Patagonia: Fabrican pellets de madera, son representantes de la empresa Ecomas. El precio ofrecido a largo plazo para empresas, es de 38[\$/kWh]

<sup>39</sup> Se recomienda un mínimo de 5 años para que la operación del sistema sea atractiva para un privado.

<sup>40</sup> Consulta directa a directores de AChBiom, Asociación Chilena de Biomasa.

Los precios mencionados anteriormente, son solo referenciales y no se deben considerar como referente para el proceso de licitación de la operación.

A continuación se detallan aspectos relevantes de un contrato de abastecimiento. La estructura del contenido es homóloga a las cláusulas de un contrato formal. Declaraciones

## **CONTRATO DE SUMINISTRO**

### **ENTRE “proveedor de biomasa (‘Proveedor’) y empresa concesionaria (‘Cliente’)**

El Cliente (Operador de Calefacción Distrital) es una sociedad dedicada al desarrollo y explotación de proyectos de generación térmica y/o eléctrica. Particularmente, tiene a cargo la operación de un proyecto de generación de energía térmica y/o eléctrica a partir de biomasa forestal, ubicado en la localidad de Coyhaique, Región de Aysén, con un potencia instalada de **XXX** [MW].

Con el objetivo de lograr la correcta y continua operación y generación de energía térmica y/o eléctrica de la Central, es necesaria la provisión y puesta a disposición permanente e ininterrumpida, en determinados volúmenes y periodicidad de entrega, de la biomasa apta y necesaria para ser utilizada como combustible, particularmente en la forma de astillas de madera proveniente de bosque nativo manejado de manera sustentable, así como de residuos de cosecha de pino, eucaliptus u otra(s) especie(s) a acordar entre las Partes, provenientes de la industria forestal (todo lo anterior, la “Biomasa”).

El Proveedor es una sociedad dedicada, entre otros negocios, a la venta y suministro de Biomasa apta para el funcionamiento, operación y generación térmica y/o eléctrica de la Central. Para tales fines, declara tener los recursos humanos y materiales, la experiencia, las fuentes de abastecimiento y la logística necesaria para la obtención, almacenamiento, provisión y entrega en tiempo y forma de la Biomasa apta, necesaria y suficiente para la operación y generación térmica y/o eléctrica de la Central.

### **Objeto del contrato**

El Proveedor se obliga a suministrar Biomasa y ponerla a disposición de forma permanente del Cliente, durante toda la vigencia del presente Contrato, mediante su venta, cesión, transferencia y entrega en sitio del Cliente, quién a su vez se obliga a comprar, recibir y adquirir para si las cantidades de Biomasa indicadas en el Contrato, de acuerdo a las condiciones aquí pactadas, todo lo anterior para el correcto funcionamiento, operación y generación de energía térmica y/o eléctrica de la Central.

Salvo en los casos descritos en este instrumento, el Cliente no adquirirá biomasa forestal suministrada por los mismos proveedores de insumos forestales y vegetales utilizados por el Provee-

dor para producir Biomasa, durante la vigencia del Contrato, independientemente que el Proveedor sea el suministrador de Biomasa de la Central y el Cliente sea el dueño de la Central.

### **Obligaciones y garantías esenciales del proveedor**

El Proveedor declara expresamente y garantiza a Cliente que:

- a) La Biomasa que destinará al cumplimiento de este Contrato: i) proviene de fuentes autorizadas, ii) cumple con toda la normativa legal aplicable, iii) es y será de su exclusiva propiedad, sea que la haya producido de fuentes propias o bien la haya adquirido previamente y, iv) no le afectan embargos, prendas, prohibiciones, medidas precautorias, litigios u otros gravámenes de cualquiera clase o naturaleza, exceptuando la biomasa entregada por el Proveedor como garantía según lo estipulado en esta cláusula (tercera) numeral g) del Contrato, la cual estará prenda en favor de la Central, y que por lo tanto se encuentra legalmente habilitado para su venta actual y futura. El Proveedor se obliga a responder de cualquier turbación o molestia que sufre el Cliente a causa o con ocasión de resoluciones de la autoridad o de reclamaciones de terceros, que digan relación con el origen, estado y/o propiedad de la Biomasa.
- b) Ha obtenido y mantendrá vigentes todos los permisos, aprobaciones, autorizaciones y licencias medioambientales, sectoriales o de cualquier índole, que sean aptas y necesarias, y que otorgue o deba otorgar cualquier entidad sectorial, reguladora o fiscalizadora del Estado de Chile, que sean necesarios en relación con la actividad forestal, de transporte, de cuidado del medio ambiente, laboral y de seguridad social, y de construcción, instalación y recepción de las obras necesarias para la producción, procesamiento, almacenamiento y suministro de Biomasa, como las demás normas aplicables al objeto del Contrato, incluyendo, sin limitación, aquellas relativas a la recepción de la Biomasa y las instalaciones de procesamiento necesarias para su producción, debiendo responder por cualquier turbación que sufre el Cliente, a causa o con ocasión de resoluciones de la autoridad o de reclamaciones de terceros que digan relación con el incumplimiento de cualquier condición antes señalada.
- c) Es y será exclusivo dueño de la Biomasa, hasta su entrega y aceptación por parte del Cliente. De tal manera, la entrega material y la transferencia de la propiedad, título y riesgo de la Biomasa materia del presente Contrato, pasarán al Cliente previo a que la biomasa entre al primer punto de cribado de la Central, una vez pasado el "punto de rechazo"; o bien pasen a formar parte del "Stock de Seguridad" de aquella, debiendo el Proveedor responder del saneamiento de sus vicios en conformidad a la Ley. Una vez aceptada la Biomasa deberá timbrarse y/o firmarse la correspondiente guía de despacho, el comprobante de pesaje o bien el documento en que de manera fehaciente conste la cantidad de Biomasa recibida por el Cliente. Todo lo anterior aplicará sin perjuicio de las reglas para la determinación de la cantidad y precio de la Biomasa que será objeto de pago, indicado en el **Anexo XXXX**.
- d) Se obliga a proveer Biomasa que cumpla con las Especificaciones Técnicas (en adelante "ET"), con el objetivo de minimizar potenciales daños al equipamiento o instalaciones del Client-



te, hasta el momento de la transferencia de la propiedad de la biomasa previo a que esta entre al primer punto de cribado de la Central, una vez pasado el bypass de rechazo.

e) Permitirá el libre acceso de personal de Cliente a los lugares y las instalaciones asociadas para la producción de Biomasa, previo aviso y, siempre y cuando, el personal del cliente cumpla con todas las normas de seguridad.

f) Mantendrá en todo tiempo contratos vigentes con posibles terceros que, a su vez, le suministren la biomasa vegetal necesaria para la producción de la Biomasa, cuando no sean de propia producción y propiedad, o adicionalmente entregará copia íntegra y vigente de los títulos que justifiquen la propiedad de aquella Biomasa, de los insumos o inmuebles donde se originen, y que declare como propios o bajo su control, incluyendo la información contenida en la guía de despacho y guía de libre tránsito, para biomasa de bosque nativo, disponibles para cada camión.

g) El Proveedor o sus sociedades relacionadas se compromete a entregar, a título de garantía de cumplimiento al presente contrato, vuelos de plantaciones de pino o eucalipto con un volumen efectivamente aprovechable en caldera total de seis meses de abastecimiento, según lo indicado en la cláusula 4.1. Este volumen de biomasa estará prendado en favor del Cliente en forma de vuelos de al menos 3 años de edad, de forma de garantizar el volumen necesario. En la eventualidad de presentarse una situación en la cual se requiera utilizar los vuelos entregados en garantía, el Cliente podrá presentar planes de manejo y solicitar los demás permisos necesarios que le permitan la explotación de los vuelos en cuestión, obligándose el Proveedor a suscribir los documentos necesarios para hacer operativos dichos planes de manejo. Cuando el Proveedor estime conveniente podrá sustituir o liberar dichas prendas, o bien utilizar sin necesidad de autorización por parte del Cliente el exceso sobre las cantidades comprometidas en prenda – informando previamente al Cliente de tal uso - en la medida que se mantenga permanentemente una garantía total por un volumen efectivamente aprovechable en caldera total de un año de abastecimiento, según lo indicado en la cláusula 4.1.

Los vuelos que el Proveedor entregara en garantía se especificarán según rol de dominio, superficie plantada y volumen cosechable a la fecha de interés.

Las Partes acuerdan que la garantía de vuelo indicada en la presente letra g), se materializará mediante instrumento público debidamente inscrito en el Registro de Prendas sin Desplazamiento, a satisfacción del Cliente.

h) Las obligaciones que asume el Proveedor en esta cláusula son consideradas por las Partes como esenciales para la celebración y ejecución del presente Contrato, y su incumplimiento, total o parcial será considerado un incumplimiento del mismo, sujetándose a los términos, procedimiento y multas indicados en este instrumento.

## **Inicio, Volúmenes y Reajuste del Suministro. Stock de Seguridad. Stock Operativo.**

### 4.1. Inicio del Suministro. Volúmenes.

#### 4.1.1 Suministro durante el período de explotación comercial

El mes durante el cual se iniciará el suministro de explotación comercial de la Biomasa será comunicado por el Cliente con 180 (ciento ochenta) días corridos de anticipación. La semana durante la cual se iniciará la explotación comercial será informada por el Cliente con 30 (treinta) días corridos de anticipación, la que no podrá exceder del término del referido plazo de 180 días.

Las Partes pactan un suministro ascendente a una Cantidad Contractual Total (en adelante "CCT"), en un rango anual que va desde un mínimo de [\*\_] hasta un máximo de [\*\_] Toneladas Métricas de Biomasa Seca ("BDMT"), según las ET definidas en la cláusula Novena de este Contrato y el Anexo 22.7. La Cantidad Contractual Anual ("CCA") será inicialmente de [\*\_].

Para efectos de este contrato se entenderá por inicio del suministro de explotación comercial el momento en cual la planta haya sido aceptada provisionalmente (PAC) por el Cliente. Ambas comunicaciones serán realizadas mediante una comunicación escrita enviada al domicilio del Proveedor. El Programa de Suministro del primer año se enviará 30 días previamente al inicio de la recepción de biomasa. Las Partes acuerdan un período inicial de suministro de [5] años (en adelante el "Plazo Base"), contados desde la fecha de inicio del mismo.

La Cantidad Contractual Diaria ("CCD") se calculará dividiendo la CCA por los días programados de operación de cada año de suministro -por lo tanto, de 365 ó 366 cada uno, según el caso, menos los días que correspondan a las ventanas de mantenimiento programadas por el Cliente, estimada en un mes y medio que se confirmarán durante la construcción de La Central, que para todos los efectos del Contrato serán calculados desde la fecha de inicio del suministro de la Biomasa hasta el cumplimiento de un año cronológico completo, sin consideración a las fechas calendario de inicio y término de un año cualquiera (en adelante, el "Año de Suministro").

#### 4.1.2 Suministro durante el período de puesta en marcha.

La semana durante la cual se inicie el período de puesta en marcha será informada con 30 días de anticipación.

En la fecha de comunicación de inicio del periodo de puesta en marcha el Cliente entregará al Proveedor un plan de suministro de biomasa hasta la fase de explotación comercial. El plan de

---

suministro ira directamente condicionado a la evolución de las pruebas de puesta en marcha, lideradas por el contratista principal.

#### 4.1.3 Suministro stock de seguridad

El stock de seguridad deberá estar disponible al inicio de la explotación comercial en su volumen y forma acordada por el presente contrato. El inicio de suministro de este stock podrá comenzar 60 días previos al mes indicado en 4.1.1.

#### 4.2. Reglas de Ajuste del Suministro.

El Proveedor se obliga a que el volumen de entregas de Biomasa sea distribuido de tal manera que exista un flujo permanente y constante de entregas dentro de cada Año de Suministro establecido, y el Cliente a recibir y comprar de igual forma de acuerdo a los programas de suministro mensual que el Cliente se obliga a entregar al Proveedor dentro de la última semana de cada mes, sin perjuicio de las reglas que pasan a expresarse:

- a) La suma de la Cantidad Contratada Diaria efectivamente aceptada por la planta durante un año podrá exceder la Cantidad Contratada Anual durante cada Año de Suministro, previo acuerdo entre las Partes, hasta que la Cantidad Contratada Total del Plazo Base haya sido entregada en su totalidad, salvo Fuerza Mayor, en los términos señalados en la cláusula 14 siguiente.
- b) La suma de la Cantidad Contratada Diariamente Aceptada durante un año no podrá ser inferior a la Cantidad Contratada Anual para el respectivo Año de Suministro, salvo acuerdo escrito en contrario entre el Proveedor y el Cliente. En caso de no existir dicho acuerdo, será aplicable lo indicado en la cláusula Sexta siguiente.
- c) El Cliente podrá reprogramar las entregas diarias de Biomasa a ser entregadas hasta por un 25% en relación la programación mensual. Estas cantidades podrán o no exceder la cantidad que resulte de multiplicar la Cantidad Contratada Diaria y el número de días corridos en el mes, restados que sean los días de mantenimientos programados.
- d) El Cliente deberá informar al Proveedor los tonelajes diarios de recepción de Biomasa, con el objetivo de completar el stock de Biomasa previo a períodos en que no se recibirá Biomasa, tales como fines de semana o feriados, así como para volver a completar dicho stock una vez finalizados estos períodos.
- e) El período en el cual se vaya a realizar la mantención programada deberá ser informado al Proveedor en la programación de cada mes aquí indicada. Durante estos períodos de mantenimientos programados, el Cliente podrá optar por no recibir envíos de Biomasa, sin perjuicio de lo cual el Proveedor deberá cumplir de igual manera con la Cantidad Contratada Anual. El Cliente realizará esfuerzos comercialmente razonables para minimizar las variaciones de biomasa a ser entregada trimestralmente.

#### 4.3. Stock de Seguridad.

De manera previa al inicio de su operación, entendida como el comienzo de la generación, el Cliente recibirá un primer stock de seguridad de biomasa, compuesto por [\*\_] toneladas de biomasa de no más de 40% de humedad (el "Stock de Seguridad"), el cual será pagado de acuerdo a los términos establecidos en la Cláusula Décima conforme es utilizado en la planta. Dicho Stock de Seguridad, de propiedad del Proveedor, será gestionado por el Proveedor, garantizando que el stock se mantenga en condiciones óptimas para ser usado inmediatamente frente a una situación de falta de suministro, operando al 100% de la capacidad de la Central. El Proveedor podrá reemplazar de tiempo en tiempo el Stock de Seguridad para cumplir la obligación de mantener el mismo en condiciones óptimas. El Stock de Seguridad estará compuesto por [\*\_] toneladas de astilla proveniente de metros ruma, disponible inmediatamente para uso en caldera, más [\*\_] toneladas de metro ruma. Se debe garantizar su disponibilidad inmediata para uso en la caldera de la Central y su capacidad de actuar como buffer frente eventos de incumplimiento de especificaciones técnicas. Quedará a criterio del Proveedor la elección de alternativas para preservar la humedad del stock en forma de astillas conforme a los parámetros del Stock de Seguridad. A la fecha de Inicio de Suministro el Proveedor deberá haber dispuesto la totalidad del Stock de Seguridad en la cancha de almacenaje contigua a la planta de generación. El stock de astilla de [\*\_] toneladas está calculado para asegurar el consumo de la planta durante [\*\_] días corridos aproximadamente.

En la eventualidad que haya problemas en el suministro por parte del Proveedor, lo cual se pondrá de manifiesto cuando al silo principal del parque le quede stock de operación menor a 24 horas, en primer lugar se comenzará a utilizar este stock de astilla para abastecer la planta. Si dicho stock de seguridad de astillas se reduce hasta [\*\_] toneladas aproximadamente, se activa una alarma de abastecimiento de biomasa, en adelante la "Alarma de Biomasa".

Al activarse la Alarma de Biomasa, el Proveedor tendrá la obligación de disponer en un plazo máximo de cuatro días corridos de una trituradora en la cancha de acopio donde se almacene el Stock de Seguridad, con capacidad de triturado suficiente para recuperar el stock de astillas (de [\*\_] toneladas), además de abastecer las necesidades de la Central. Dicha trituradora deberá permanecer en la cancha de acopio hasta que se hayan restituido en su totalidad las [\*\_] toneladas de Biomasa en las proporciones establecidas en el primer párrafo de esta sección. En el caso en que la trituradora no haya llegado en el plazo de [\*\_] días desde la activación de la Alarma de Biomasa, la Central podrá disponer de una trituradora de terceros a precios de mercado, de acuerdo a las circunstancias, hasta completar el Stock de Seguridad, en cuyo caso el Proveedor asumirá el costo de los trabajos realizados, mediante un descuento en la siguiente facturación, sin perjuicio que con posterioridad el Proveedor pueda reemplazar la trituradora del tercero, asumiendo los costos correspondientes.

Si transcurre un plazo superior a 10 días corridos y el Stock de Seguridad no ha sido repuesto por el Proveedor, la Central podrá comprar Biomasa a terceros, hasta completar el Stock de Se-

guridad, en cuyo caso el Proveedor asumirá el costo de las diferencias de precio entre los precios pagados a dichos terceros y los valores establecidos en el presente Contrato, mediante un descuento en la siguiente facturación.

Respecto a los precios iniciales del Stock de Seguridad, el precio de las [\*\_] toneladas de astilla proveniente de metros ruma corresponderá al 100% del precio establecido para las mismas en la Cláusula Séptima, y el precio de las [\*\_] toneladas de metro ruma corresponderá al 75% del precio establecido para las mismas en la Cláusula Séptima.

Será obligación del Proveedor, que las Partes elevan a la calidad de esencial y determinante del presente instrumento, mantener en todo tiempo el Stock de Seguridad de acuerdo al tipo, presentación, tonelaje y especificaciones técnicas de la biomasa que lo componga, según lo indicado en este instrumento. El Proveedor será responsable de establecer un plan de reposición y uso del Stock de Seguridad de manera de prevenir su deterioro como combustible o en el tiempo.

En caso que el Stock de Seguridad baje de [\*\_], en cualquier circunstancia, incluso por causas derivadas de la Fuerza Mayor, el Cliente podrá obtener biomasa desde los vuelos entregados en garantía para efectos de la reposición de dicho Stock. Esta biomasa no tendrá costo para el Cliente, quedando obligado el Proveedor a dar inicio a la cosecha dentro del plazo no mayor a 5 días corridos, al cabo del cual, si el Proveedor no ha dado inicio a dicha cosecha, el Cliente podrá encargar a un tercero la cosecha, procesamiento y entrega de la biomasa proveniente del vuelo, hasta completar la reposición del Stock. Dichos costos serán traspasados al Proveedor, a valores de mercado considerando las circunstancias de dicha contratación.

Finalmente, el Cliente será responsable de disponer de un cargador frontal que permita abastecer de biomasa proveniente del Stock de Seguridad a la Central, en aquellas situaciones en que sea necesario utilizar dicho Stock por problemas de abastecimiento de biomasa a la Central.

#### 4.5. Comunicaciones

Salvo acuerdo en contrario por las Partes, las comunicaciones asociadas a la presente Cláusula Cuarta serán siempre por medio de carta certificada vía Courier al domicilio de la otra Parte indicado en la cláusula Décimo Novena, sin perjuicio del intercambio de correos electrónicos entre las Partes, los que en caso de ser confirmada su recepción por el destinatario o bien ser ejecutadas sus instrucciones, se entenderán como comunicaciones válidamente emitidas. Estas comunicaciones serán realizadas por los administradores individualizados en la Cláusula Décimo Tercera y, en el caso del envío de carta certificada vía Courier, se entenderá que se ha tomado conocimiento de ellas por la parte destinataria después de transcurridos 3 días desde que hayan sido ingresadas en Correos de Chile para su envío, salvo caso de fuerza mayor o caso fortuito, como terremotos, que hayan impedido o hecho más lento el servicio de Correos, en cuyo caso se contará se entenderá que se ha tomado conocimiento en el día que se haya recibido efectivamente por el destinatario.

Salvo acuerdo en contrario por las Partes, las comunicaciones asociadas a la presente Cláusula Cuarta serán siempre por medio de carta certificada vía Courier al domicilio de la otra Parte indicado en la cláusula Décimo Novena, sin perjuicio del intercambio de correos electrónicos entre las Partes, los que en caso de ser confirmada su recepción por el destinatario o bien ser ejecutadas sus instrucciones, se entenderán como comunicaciones válidamente emitidas. Estas comunicaciones serán realizadas por los administradores individualizados en la Cláusula Décimo Tercera y, en el caso del envío de carta certificada vía Courier, se entenderá que se ha tomado conocimiento de ellas por la parte destinataria después de transcurridos 3 días desde que hayan sido ingresadas en Correos de Chile para su envío, salvo caso de fuerza mayor o caso fortuito, como terremotos, que hayan impedido o hecho más lento el servicio de Correos, en cuyo caso se contará se entenderá que se ha tomado conocimiento en el día que se haya recibido efectivamente por el destinatario.

**Entrega, Recepción y Aceptación de la Biomasa. Transferencia de la propiedad de la Biomasa. Provisión de Stock de Seguridad. Gestión y responsabilidades del stock de suministro.**

5.1. Entrega de la Biomasa

Como regla general y a excepción de la compra inicial del Stock de Seguridad y de su reposición, el Punto de Entrega de la biomasa ocurrirá en la tolva de descarga de la Central.

5.2. Recepción y Aceptación de la Biomasa.

El punto de recepción y aceptación de la biomasa se producirá previamente a que la biomasa ingrese al primer punto de cribado de la Central, una vez pasado la zona de rechazo, mediante camión cargado, entregado y aceptado en conformidad a los términos y condiciones del presente Contrato y del anexo 22.7

En la eventualidad que una partida de biomasa sea rechazada por no cumplir las Especificaciones Técnicas, el proveedor será responsable de retirar la biomasa y llevársela de la planta en un plazo no superior a 48 horas.

Al momento de la descarga, el Cliente realizará una inspección visual previa a la recepción de la biomasa. Asimismo se tomarán muestras representativas de la biomasa, para su análisis de conformidad al procedimiento indicado en la cláusula Novena siguiente y en el Anexo 22.7.

El pesaje de cada entrega de biomasa se realizara en una romana para el caso de la biomasa que sea descargada directamente en la Tolva de Descarga desde camiones. Aquella biomasa que sea entregada mediante cargadores frontales, se pesará en un balanza especialmente diseñada para dicho propósito, desde dónde será automáticamente descargada a la Tolva de Descarga. El Proveedor tendrá derecho a auditar de tiempo en tiempo la calibración de la romana y balanza previamente referidas.

Para el transporte y entrega de la Biomasa el Proveedor deberá utilizar cargadores frontales o camiones que puedan auto-descargarse, esto es del tipo "piso caminante". El Proveedor será responsable de la entrega al Cliente de la biomasa, mediante su puesta sobre camión en la Central y de su posterior descarga. La Biomasa entregada será pesada por el Cliente como Toneladas Métricas de Astillas Verdes (en adelante "GMT").

Para el transporte de la Biomasa hasta el Punto de Entrega, el Proveedor lo ejecutará directa o indirectamente, bajo condiciones estándar de la industria, debiendo cumplir con las exigencias regulatorias y de seguridad establecidas para el transporte de este tipo de sustancias, así como las demás que sean aplicables. En la entrega de la biomasa a la Central del Cliente, el Proveedor deberá seguir cabalmente las instrucciones que le imparta el personal del Cliente encargado de la recepción de la biomasa, en los términos de este Contrato.

El Cliente mantendrá un registro de toda la Biomasa entregada en sus dependencias, con indicación su cantidad, parámetros y características, debidamente medidos y verificados según los términos del Contrato, para efectos de determinar la conformidad de su entrega y el cumplimiento del Proveedor de sus obligaciones, especialmente en relación con los Niveles de Suministro y las ET. Este registro será comunicado al Proveedor dentro de los 2 Días Hábiles desde cada entrega.

En la eventualidad que durante un plazo de 36 horas la humedad sea superior a 50%, o no se cumplan las especificaciones técnicas de granulometría o impurezas, se informará a [Proveedor] para que se despachen astillas provenientes de metro ruma desde el Stock de Seguridad, por sobre el Stock Operativo, o de otra fuente.

### 5.3. Transferencia de la propiedad de la Biomasa.

Sin perjuicio de las normas indicadas en la sección 4.3., el título y la propiedad, así como la custodia y riesgo de pérdida o daño de la biomasa serán del Cliente a contar del momento en que la carga de biomasa es aceptada por el Cliente dentro de su planta. Esto ocurrirá previo a que la biomasa entre al primer punto de cribado de la Central, una vez pasado el bypass de rechazo; mediante camión o cargador frontal cargado, entregado y aceptado en conformidad a los términos y condiciones del presente Contrato y de su Anexo 22.7. La biomasa será entonces depositada en el silo de almacenamiento ubicado en el sitio de la Central del Cliente, entendiéndose que, en la cantidad que corresponda, la Cantidad Contratada Diariamente pasa a ser Cantidad Contratada Diariamente Aceptada. Con lo anterior el Proveedor entregará la respectiva "guía de despacho" al Cliente, lo cual se producirá luego de aceptada la biomasa por el Cliente cumplidos los parámetros de calidad y determinada la cantidad efectivamente recibida, de acuerdo al procedimiento contemplado en la cláusula Novena y en el Anexo 22.7.

### **Niveles de Servicio.**

#### 6.1. Cumplimiento del Proveedor.

El Proveedor asegura que venderá y entregará la Cantidad Contratada Anual al Cliente, asegurando el abastecimiento efectivo y ajustado a las ET de la Cantidad Contratada Diaria. Para la compensación por falta de abastecimiento de Biomasa, el Proveedor realizará sus mejores esfuerzos por obtener suministro de terceros proveedores, en cuyo caso se hará cargo de los mayores costos que ese suministro pueda significar para el Cliente. En caso que el Proveedor no consiga abastecimiento para el Cliente en las condiciones contempladas en este Contrato, el Cliente podrá buscar alternativas de suministro de terceros proveedores. El Cliente hará sus esfuerzos razonables para optar por la o las alternativas de suministro más económicas que razonablemente se encuentren disponibles al momento de adquirir dichas cantidades a un tercero, y se ajusten a los requerimientos técnicos requeridos. En la eventualidad que el Proveedor se vea imposibilitado de suministrar Biomasa y el Cliente obtenga Biomasa de un tercero, el Proveedor se hará cargo de la diferencia de costo entre el precio pagado y precio del presente contrato.

En todo caso, cualquier modificación, solicitada por el Cliente a la Cantidad Contratada Diaria que supere al 20% de rango de tolerancia, no implicará obligación de suministro por parte del Proveedor ni estará sujeto a multas u otras compensaciones por parte del Proveedor. Enfrentada una situación en la cual las necesidades de biomasa establecidas en la programación mensual, con un 20% de tolerancia, excedan la capacidad de abastecimiento del Proveedor tomando en consideración la disponibilidad del Stock de Seguridad, el Cliente tendrá la libertad de comprar el volumen correspondiente de manera de garantizar la operación continuada de la Central.

El Proveedor se compromete a comunicar formal y oportunamente a Cliente aquellas situaciones que por su naturaleza pudieran afectar el normal y regular suministro de biomasa, de acuerdo al programa de entregas aprobado.

Para los efectos de esta cláusula, en particular, y del Contrato, en general, el cumplimiento o incumplimiento de las obligaciones del Proveedor estará siempre referido a Biomasa en el Punto de Entrega.

#### 6.2. Cumplimiento del Cliente.

El Cliente asegura que comprará la Cantidad de Compra Anual Garantizada ("CCAG"), ajustada de acuerdo a las reglas del presente instrumento para cada Año de Suministro, y que cumpla con las ET.

### **Precio contratado. Ajustes**

#### 7.1. Precio.

Sin perjuicio de las reglas específicas indicadas en este Contrato, el precio base de la Biomasa que el Proveedor suministrará al Cliente a la fecha de suscripción del presente Contrato es la



suma de [ \* ] ( [ \* ]), en moneda nacional por cada tonelada métrica seca [CLP/BDMT], al que se aplicará la "Tabla de Ajuste" indicada en el Anexo 22.7. Este precio será para la Biomasa una vez entregada, pesada, analizada y aceptada por el Cliente en el Punto de Aceptación, debidamente reajustado trimestralmente según se indica en la cláusula Octava siguiente (en adelante, el "Precio Contratado"), de acuerdo a lo indicado en las cláusulas Quinta y Sexta anteriores, y en el Anexo 22.7.

Para efectos del precio de reposición del Stock de Seguridad, se tomará el valor que corresponda a la biomasa de acuerdo a lo indicado en la Tabla de Ajuste menos el valor de astillado, elaboración y puesta en tolva de descarga. Dicho valor de elaboración, astillado y puesta en tolva de descarga, una vez que sea efectivamente realizado será pagado de acuerdo a las reglas de facturación del presente instrumento.

#### 7.2. Impuesto al Valor Agregado

Todos los precios objeto del presente Contrato son afectos al Impuesto al Valor Agregado, el cual será recargado en las correspondientes facturas.

### **Reajuste de precio**

El Precio Contratado de la Biomasa señalado en la cláusula anterior será reajustado mensualmente, conforme varíen los factores de reajuste e indexación indicada en la fórmula siguiente:

$$PV = PVI \times \left( \frac{PIPCDA}{PIPCI} \right)$$

Donde;

- PV: es el precio de la Biomasa en CLP/BDMT, indexado para el mes n.
- PVI: Es el precio inicial de la Biomasa en CLP/BDMT
- IPCDA: Valor del Índice de Precios del Consumidor (IPC) publicado por el Banco Central de Chile correspondiente al día del reajuste.
- IPPCI: Valor del Índice de Precios del Consumidor (IPC) publicado por el Banco Central de Chile correspondiente al día en que se produzca la primera recepción de biomasa.

El reajuste del precio de la Biomasa suministrada se efectuará mensualmente a contar de la fecha antes indicada, sujeto a las variaciones que experimenten los factores de indexación indicados anteriormente.

### **Especificaciones técnicas (ET)**

Las Especificaciones Técnicas ("ET") de la Biomasa serán las contenidas en el Anexo 22.7, el cual forma parte integrante del presente Contrato para todos los efectos a que haya lugar, y se encuentra compuesto por los siguientes factores de análisis:

- Impureza;
- Contenido de humedad
- Granulometría

El Cliente tomará muestras de la biomasa entregada por el Proveedor, y las analizará para monitorear el cumplimiento de las ET, y determinar si aplica alguna penalización en conformidad con las cláusulas Cuarta y Séptima y al Anexo 22.7. El Cliente informará al Proveedor dentro de 72 horas, contados desde que se haya tomado la muestra respectiva, el resultado del análisis de la biomasa haciéndole entrega del certificado de resultado bajo la firma del encargado del laboratorio u otra persona de la dependencia del Cliente. Tomada que sea una muestra, transcurridas 72 horas sin que se informe al Proveedor, en la forma recién señalada, se tendrá por irrevocablemente aceptada la carga correspondiente de biomasa, teniéndose por cumplidas las ET, en estos casos para la determinación de precio se utilizará el promedio de los análisis provenientes del mismo origen para ese mismo día o semana.

Cualquier parámetro de calidad que no cumpla con las ET, podrá hacer que una entrega sea rechazada por el Cliente y, por lo tanto no será considerada para efectos de este Contrato.

El Proveedor debe entregar una notificación por escrito al Cliente con una anticipación de 3 días hábiles frente a cualquier posible evento de no cumplimiento de la Biomasa con las ET. Si alguna entrega de Biomasa no cumple con las ET establecidas en el Contrato o con las condiciones establecidas en la cláusula Sexta y Anexo 22.7, el Cliente podrá ajustar el peso y/o el precio a pagar o rechazar la entrega de la Biomasa fuera de dichas especificaciones.

### **Forma y fecha de pago**

La facturación mensual y las conciliaciones anuales para la Biomasa entregada, junto con los pagos por concepto de CCAG, deben ser confeccionadas por el Proveedor y entregadas el último día de cada mes. El Cliente deberá pagar las facturas mensuales en modalidad mes vencido, dentro del plazo de 30 días contados desde la fecha de la recepción conforme de la factura.

El Cliente podrá retener con los montos adeudados al Proveedor, cualquier monto adeudado por éste bajo el presente Contrato, inclusive las multas que se devenguen y le sean aplicables y los eventuales perjuicios que sufra el Cliente por el incumplimiento de las obligaciones del Proveedor, según los términos del presente Contrato.

Los intereses por el solo retardo o simple retraso en el pago de cualquier suma adeudada por una de las Partes serán equivalentes al interés corriente para operaciones no reajustables del mes en que se devengue dicho monto, informado por el Banco Central de Chile y en su defecto, si este no lo informare, el que informe la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras de Chile.

El Proveedor puede suspender las entregas de Biomasa, y/o terminar este Contrato, en caso de retardo o simple retraso en el pago del Cliente que exceda de 60 días corridos contados desde el requerimiento de pago escrito por parte del Proveedor, basado en el no pago dentro del plazo

indicado en el párrafo primero de esta cláusula, excluyendo de dicho cálculo los montos no pagados por el Cliente debido a multas o intereses.

### **Fecha de inicio, duración y renovación del Contrato**

El presente Contrato tendrá vigencia desde la fecha de su firma, y el inicio del suministro se iniciará en la fecha que comunique el Cliente con 60 (sesenta) días corridos de antelación. Como se indicó en la sección 4.1., el Plazo Base será de 5 años, continuos.

Con todo, en caso que el Cliente cierre algún tipo de acuerdo de comercialización de energía, cuya duración supere el Plazo Base, el Cliente podrá prorrogar la vigencia del presente Contrato, por un plazo adicional de 1 (un) año, o por el plazo necesario para cubrir el mencionado acuerdo de comercialización, bajo los mismos términos del presente Contrato,. El Cliente deberá comunicar su intención de prorrogar el presente Contrato con al menos sesenta (60) días corridos de anticipación al término del Plazo Base.

### **Termino anticipado del contrato**

El presente Contrato podrá terminar anticipadamente en los siguientes casos:

- a) Por mutuo acuerdo de las Partes, no devengándose multa o indemnización alguna a favor de las Partes.
- b) El Cliente podrá terminar anticipadamente el Contrato en caso de suspensión en la entrega de la biomasa por parte del Proveedor por un periodo superior a tres meses continuos, o bien durante 90 días discontinuos dentro de un periodo de 12 meses.
- c) El Proveedor podrá terminar anticipadamente el Contrato en caso de suspensión por parte del Cliente en la recepción de las entregas de biomasa por un periodo superior a tres meses continuos, o bien durante 90 días discontinuos dentro de un periodo de 12 meses.
- d) En caso que un evento de Fuerza Mayor que impida la entrega o la recepción de la Biomasa se extienda por más de tres meses continuos, según lo estipulado en la cláusula Décimo Cuarta a continuación.
- e) Si el volumen de biomasa rechazada por no cumplir con las especificaciones técnicas supera el 30% (treinta por ciento) de la Cantidad Contratada Diariamente durante un periodo de dos meses calendario por año.
- f) El Proveedor podrá terminar anticipadamente el Contrato en caso de que el Cliente no cumpla con sus obligaciones de pago íntegro y oportuno en los términos de la cláusula Décima anterior, por un periodo superior a 60 (sesenta) días continuos desde el requerimiento de pago
- g) En el evento de ocurrir cualquier operación de cambio de control del Proveedor, sin que se haya garantizado previamente al Cliente que todas las obligaciones del Proveedor bajo este

---

Contrato continuarán cumpliéndose de forma íntegra y oportuna. Se entenderá por operación de cambio de control la venta, cesión o transferencia del cincuenta por ciento o más (50%) de los activos del Proveedor en una operación o serie de operaciones relacionadas, o la venta, transferencia o cesión del cincuenta por ciento (50%) o más de las acciones con derecho a voto, o del derecho a participar en las utilidades de la sociedad, según sea el caso, ya sea directa o indirectamente, a un tercero, y siempre que los actuales socios del Proveedor mantengan el derecho a elegir a la mayoría de los directores.

j) En caso de cualquier otro incumplimiento de las obligaciones que impone el Contrato por alguna de las Partes (la "Parte Incumplidora"), que no tenga un tratamiento particular, y que no subsanado dentro de treinta (30) días corridos contados desde el requerimiento escrito realizado por la Parte afectada por el incumplimiento, o de un mayor plazo conforme lo permita este mismo contrato, siempre y cuando la misma haya cumplido efectivamente la totalidad de sus propias obligaciones (la "Parte Cumplidora") podrá poner término anticipado al mismo. Si el incumplimiento no es susceptible de ser subsanado dentro del plazo de treinta (30) días antes mencionado, pero la Parte Incumplidora ha iniciado esfuerzos de buena fe para remediar dicho Incumplimiento dentro del plazo señalado, el plazo se prorrogará por un plazo adicional de treinta (30), siempre que la Parte Incumplidora continúe desplegando sus esfuerzos comercialmente razonables para subsanar dicho incumplimiento y mientras no se trate del no pago íntegro y oportuno de las sumas adeudadas al Proveedor. Si el incumplimiento no es subsanado en los plazos indicados, la Parte Cumplidora podrá poner término a este Contrato, notificando su intención a la Parte Incumplidora mediante carta certificada notarial, sin necesidad de requerimiento ni trámite judicial o extrajudicial.

En caso de término anticipado del Contrato, la Parte Incumplidora pagará a la Parte Cumplidora los daños y perjuicios derivados de dicha terminación anticipada. Si el Cliente fuera la parte incumplidora, se pagará una única indemnización, a título de cláusula penal y evaluación anticipada, por un monto equivalente a doce meses de suministro, calculado sobre la base de los meses anteriores, sin perjuicio de la obligación de pagar la totalidad de las sumas adeudadas al Proveedor, y del hecho que junto con ese pago se suministrará la Biomasa equivalente dicho pago. En el caso de que el Proveedor sea la parte incumplidora se pagará, a título de cláusula penal y evaluación anticipada una multa única y total correspondiente a la diferencia de precio entre la biomasa comprada a terceros y el precio acordado en el presente Contrato para un período de treinta y seis meses.

La Parte Incumplidora afectada por el término anticipado del Contrato, podrá recurrir al árbitro que se designa en la cláusula Décimo Octava, a fin que éste falle sobre la procedencia del término anticipado del Contrato.

### **Fuerza mayor**

Ninguna de las Partes será responsable ante la otra por cualquier incumplimiento de las obligaciones del presente Contrato, excluyéndose obligaciones de pago, por hechos causados o derivados de un caso de fuerza mayor o caso fortuito (la "Fuerza Mayor").

Se entenderá como Fuerza Mayor, cualquier imprevisto a que no es posible resistir, de conformidad a lo dispuesto en el artículo 45 del Código Civil chileno, incluyendo pero no limitado a, acciones bélicas, insurrección, revolución, golpe de estado, actos de terrorismo o sabotaje, los actos de autoridad y normas legales y reglamentarias que impidan el cumplimiento de las obligaciones emanadas del presente Contrato, colisiones, incendios, terremotos, maremotos, inundaciones, tormentas y otros eventos climáticos imprevistos similares, destrucción, y, en general, cualquier otra causa imprevista fuera del control del Proveedor y/o el Cliente. De tal forma, las Partes acuerdan expresamente que los cortes y bloqueos de puentes y/o caminos, las huelgas, tomas, paros y lock-out y las condiciones climáticas de la zona donde se encuentran las plantaciones propias o de terceros de donde provenga la Biomasa no constituirán un evento de Fuerza Mayor.

La Parte que invoque la ocurrencia de un evento de Fuerza Mayor en el cumplimiento de sus obligaciones bajo el presente Contrato, deberá dar aviso inmediato a la otra parte, y deberá realizar sus mejores esfuerzos razonables para evitar, mitigar o eliminar dicha causa de incumplimiento y deberá informar oportunamente a la otra Parte de las acciones adoptadas al respecto.

El evento de Fuerza Mayor o sus efectos que se prolonguen por tres (3) meses consecutivos, o bien cuando a entero juicio de la Parte no afectada por el evento de Fuerza Mayor, las consecuencias de los mismos hagan imposible cumplir durante dicho período con las obligaciones del Contrato, será considerado causal de término anticipado del Contrato, sin obligación de pagar multas o indemnizaciones a ninguna de las Partes.

### **Cesión de Contrato. Venta del Activo**

15.1. Salvo disposición expresa en contrario, ninguna de las Partes podrá ceder este Contrato sin el consentimiento previo de la otra Parte, el que no podrá ser condicionado, demorado o negado sin razón. Sin perjuicio de lo anterior, se deberá asegurar al Cliente que todas las obligaciones del Proveedor bajo este Contrato serán total e íntegramente asumidas por el respectivo cesionario.

15.2. En caso que el Cliente transfiera a cualquier título la propiedad, uso o goce de la Central [o de los activos que la constituyan como un todo o unidad productiva], éste se obliga a que dicho adquirente asuma previamente la totalidad de las obligaciones del presente instrumento.

### **Limitaciones de Responsabilidad**

Ninguna de las Partes (ni sus filiales o personas o entidades relacionadas) será, en ningún caso, responsable ni estará obligada ante la otra (ni sus filiales o personas relacionadas) por daños morales, indirectos, lucro cesante o daños imprevistos.

Cada Parte será exclusivamente responsable por: (i) las pérdidas o daños de sus propias instalaciones o personal, excepto y sólo en la medida en que fueren causados por la culpa grave o dolo de la otra parte y/o de sus contratistas, subcontratistas, administradores, representantes o agentes, así como por (ii) reclamos de terceros atribuibles a dicha Parte.

Las obligaciones recíprocas de las Partes de indemnizarse en conformidad al presente Contrato estarán sujetas al siguiente límite ("Tope de Indemnización"), excepto por la aplicación de la Cláusula Décimo Segunda (lo que resulte mayor):

a) La responsabilidad total anual por todos los reclamos y/o responsabilidades durante un Año de Suministro estarán limitadas para cada parte a la suma que resulte del Precio Contratado aplicable multiplicado por la CCA en dicho Año de Suministro. Sin embargo, en el cálculo de este límite, no se considerarán las compensaciones o indemnizaciones pagaderas de conformidad a la cláusula Sexta anterior; y

b) La responsabilidad total acumulada por todos los reclamos y/o responsabilidades durante la totalidad del Plazo Base, en ningún caso excederá por cada parte el Precio Contratado aplicable multiplicado por la CCT restante de suministro. Sin embargo, en el cálculo de este Tope de Indemnización, no se considerarán las compensaciones o indemnizaciones pagaderas de conformidad a la cláusula Sexta anterior.

Ninguna limitación de responsabilidad será aplicable con respecto a los daños o pérdidas causados por la conducta dolosa o negligencia grave de una Parte.

### **Relación entre las partes**

Las Partes dejan expresa constancia que en virtud del presente Contrato no existe, ni existirá vinculación alguna de subordinación o dependencia laboral entre el Cliente, y las personas que tomen parte en la ejecución del presente Contrato. En tal sentido, las Partes dejan expresa constancia que este es un Contrato únicamente para la provisión de Biomasa, que no origina vinculación alguna de subordinación o dependencia respecto del Cliente, liberando el Proveedor a este último y a cada una de las empresas que los conforman, y sus personas relacionadas, de toda responsabilidad al respecto y declarando a su vez, el Proveedor, que será el único responsable ante terceros por eventuales derechos que pudieren alegarse derivados de las leyes del trabajo, previsionales, de seguridad laboral, o de cualquier otra que tenga o pueda tener su origen en un contrato de trabajo, y que se alegue con motivo del presente Contrato.

Corresponde única y exclusivamente al Proveedor el pago de las remuneraciones, gratificaciones, cotizaciones previsionales y de salud (A.F.P., Isapres, AFC Chile), las retenciones, pagos tri-

---

butarios y demás prestaciones laborales a que haya lugar en relación al personal que destine para la provisión de la Biomasa comprometida. En este sentido, Proveedor exime de toda responsabilidad a Cliente, y a cada una de las empresas que lo conforman, y sus personas relacionadas, respecto de cualquier obligación laboral, previsional o que se encuentre relacionada a la seguridad laboral y que le quepa al primero respecto de sus trabajadores. Como consecuencia de lo anterior, Proveedor se compromete a mantener indemne o a indemnizar, según sea el caso, a Cliente, y a cada una de las empresas que los conforman, y sus personas relacionadas, en caso de que surja cualquier obligación de pago derivada del incumplimiento por parte de Proveedor de cualquiera de las obligaciones enumeradas precedentemente.

En consecuencia, el Proveedor, por este acto, declara liberar a Cliente de todo riesgo y a mantenerla siempre y absolutamente indemne de cualquier demanda o reclamación interpuesta por el personal que no sea de su dependencia, involucrado en la ejecución del Contrato, salvo aquellos casos en que la legislación establezca la responsabilidad directa de Cliente. Para estos efectos, se obliga a poner en conocimiento de la otra, en forma inmediata, cualquier demanda, requerimiento, multa, fiscalización o cualquier solicitud a que dé lugar el personal de la otra, con el objeto que la parte de quien depende dicho personal ejerza las acciones del caso y asuma todos y cada uno de los valores que de tales circunstancias deriven incluyendo los honorarios profesionales, las costas procesales, de abogados, peritos o personal administrativo, pudiendo deducir las sumas adeudadas por estos conceptos del valor del precio acordado por el suministro de Biomasa.

El Proveedor se obliga a exhibir y entregar al Cliente, cada vez que ésta así lo requiera, los contratos de trabajo suscritos con sus dependientes y a acreditar el estado de pago de remuneraciones, cotizaciones provisionales, demás beneficios laborales que les corresponda, finiquitos debidamente autorizados ante un Ministro de Fe, e impuestos que graven las remuneraciones de los trabajadores que el Proveedor destine al cumplimiento de sus obligaciones bajo el presente Contrato, tanto respecto de sus trabajadores como los de sus empresas subcontratistas. El Cliente estará también facultada para exigir al Proveedor y que éste exija a su vez a sus subcontratistas, la formalización del respectivo contrato de trabajo con personas que apareciesen prestando servicios en forma independiente, si, por la naturaleza de los mismos o por su aplicación práctica, pudiera acreditarse que efectivamente existe un vínculo de subordinación y/o dependencia.

Sin perjuicio de lo anterior, el Proveedor se obliga a acreditar al Cliente, cuando esta última lo requiera, el cumplimiento de sus obligaciones laborales, y de seguridad social, mediante la entrega a esta última de copia del competente Certificado de Antecedentes Laborales y Previsionales emitido al respecto por la Dirección del Trabajo u otro organismo competente de conformidad a la ley, sin perjuicio de la demás documentación que la Empresa solicite para los mismos efectos.

Además, previa notificación al Proveedor, el Cliente podrá unilateral y administrativamente, retener o deducir de algún pago (o parte del mismo), o bien de cualquier garantía que tenga a su favor, que deba al Proveedor en virtud del presente Contrato, sea que dichas obligaciones se encuentren o no devengadas, pudiendo incluso decir relación con pagos futuros, para proteger plenamente los derechos y garantías del Cliente según el presente Contrato, cuando se haya producido un incumplimiento del Proveedor de cualquiera de sus obligaciones, y/o que se haya detectado, a entero juicio y suficiencia del Cliente, alguna irregularidad cometida por el Proveedor, relacionada con sus obligaciones laborales y previsionales para con sus trabajadores, sea mediante la exhibición de documentos que así lo acrediten, o bien que hayan sido informadas por la Inspección del Trabajo o por instituciones previsionales, como también aquellas que emanen de un requerimiento judicial por demanda en contra del Proveedor o en contra de sus subcontratistas o sub-proveedores, o incluso aquellas conocidas en virtud de denuncias fundadas realizadas directamente por los dependientes del Proveedor.

El Proveedor deberá emplear personal apto e idóneo para la provisión de la Biomasa, respecto de la conformación de su equipo de trabajo y sus respectivos currículums. El Cliente podrá requerir fundadamente la exclusión o el cambio de una o más personas contratadas por el Proveedor para la provisión de la Biomasa, ya sea antes o durante la ejecución del Contrato, para lo cual otorgará a Proveedor el plazo necesario para resolver el problema que dio origen al requerimiento, el que no podrá ser superior a 30 (treinta) días. El reemplazo deberá ser inmediato en aquellos casos en que la situación amerite la urgencia.

### **Ley Aplicable. Arbitraje**

Este contrato se regirá e interpretará en conformidad a las leyes de la República de Chile.

Cualquier disputa o controversia bajo este contrato, así como las derivadas de la interpretación o cumplimiento de este Contrato o cualquier incumplimiento del mismo, o cualquier transacción relacionada con este Contrato (incluyendo, pero no limitado a, la validez, alcance y aplicación de esta cláusula arbitral o controversias por derechos otorgados de conformidad con la ley) serán resueltas única y finalmente por un (1) árbitro "mixto", de derecho en cuanto al fallo y arbitrador en cuanto al procedimiento, que será nombrado de común acuerdo entre las Partes (el "Árbitro").

A menos que se acuerde lo contrario expresamente por las Partes, el árbitro será designado por de entre los miembros de la lista de árbitros del Centro de Mediación y Arbitraje de la Cámara de Comercio de Santiago AG (en adelante el "Centro"). Si las Partes no llegan a un acuerdo mutuo sobre la identidad del árbitro dentro de los diez (10) días corridos siguientes a la recepción por el demandado de la solicitud de arbitraje, el árbitro será seleccionado por el Centro, a petición de cualquiera de las Partes, de entre sus árbitros. Se entenderá que no existe dicho acuerdo por el solo hecho de que una de las Partes presente la solicitud de designación de árbitro ante el Centro. Las Partes otorgan un poder especial e irrevocable a la Cámara de Comercio



de Santiago AG para nombrar al árbitro a solicitud por escrito de cualquiera de las Partes, de entre los miembros de su lista de árbitros. El árbitro estará especialmente facultado para resolver cualquier materia respecto de su competencia y/o jurisdicción. En contra de las resoluciones del árbitro no procederá recurso alguno, por lo que las Partes renuncian expresamente a ellos. El arbitraje tendrá lugar en Santiago, Chile.

### **Declaraciones y garantías**

El Proveedor declara y garantiza al Cliente y éste respectivamente declara y garantiza la Proveedor, lo siguiente:

- a) El Proveedor/ El Cliente es una sociedad debidamente constituida y válidamente existente y vigente bajo las leyes de Chile y que cuenta con las autorizaciones y poderes necesarios para celebrar este Contrato, para consumir la operación contemplada y para dar cumplimiento a sus obligaciones bajo el mismo.
- b) La celebración de este contrato, el cumplimiento por parte del Proveedor / del Cliente de sus obligaciones bajo el mismo y de las transacciones contempladas en este instrumento han sido debida y válidamente autorizadas por el Proveedor. Este contrato ha sido debidamente otorgado por el Proveedor y constituye obligaciones legalmente válidas y vinculantes, exigibles al Proveedor en conformidad con sus términos respectivos.
- c) Salvo que se disponga lo contrario en este Contrato, la celebración y cumplimiento de este Contrato por el Proveedor / el Cliente, y de las transacciones contempladas en este instrumento a la fecha del presente no (o no lo harán en el futuro, según sea el caso): (i) están en conflicto o infringen los estatutos del Proveedor / del Cliente; (ii) constituyen el resultado de una infracción o incumplimiento, requieren consentimiento alguno de ninguna persona natural o jurídica, otorgan a terceros ningún derecho a terminar, modificar, acelerar o cancelar, o permiten la imposición de sanciones o cargos, requieren el ofrecimiento o la realización de pagos o reembolsos o de cualquier otro modo afecta adversamente algún derecho del Proveedor, o dan lugar a la creación de algún gravamen sobre los activos del Proveedor / del Cliente.
- d) No se requiere el consentimiento de ninguna autoridad gubernamental o de ninguna otra persona natural o jurídica, en relación con la celebración o cumplimiento de este Contrato.
- e) el Proveedor / el Cliente en relación con el cumplimiento de sus obligaciones en virtud del presente Contrato, cumple cabalmente con todos los requisitos legales aplicables.
- f) el Proveedor / el Cliente será responsable en los términos de los artículos 1838 y siguientes del Código Civil, con respecto de la propiedad y posesión de la Biomasa / de la Central.

## 20.3 Propuesta de contrato de concesión

### CONTRATO DE CONCESIÓN DE CALEFACCIÓN DISTRITAL LOTE 9 DE COYHAIQUE

#### Entre Ministerio de Medio Ambiente y la empresa Concesionaria ('Concesionario')

##### Duración del contrato

**Primera:** El Ministerio concede al "Concesionario" la explotación de la caldera, red de distribución y subestaciones que se encuentran en el Lote 9 del sector de la Escuela Agrícola de la ciudad de Coyhaique, en adelante "Lote 9" y, por su cuenta y riesgo, desde el xxx hasta el xxxx, es decir, por xxxx años. Dicha explotación comprende también el uso de los bienes de propiedad del Ministerio, específicamente destinados a ella y que en descripción adjunta al presente se tienen como parte integrante del mismo.

##### Responsabilidades del concesionario

**Segunda:** El "Concesionario" se responsabiliza por la operación, mantención y conservación de los bienes cuya explotación se le concede, los que devolverá al Ministerio al término del presente, en perfecto estado y funcionalidad, salvo el normal deterioro por uso. Ninguno de estos bienes podrá ser usado o retirado fuera del Lote 9.

**Cuarta:** Será obligación del "Concesionario" abonar los gastos que demanden las reparaciones que por desperfectos o deterioros deban efectuarse durante la concesión.

**Quinta:** El "Concesionario" deberá contar con personal suficiente conforme lo exija la demanda de los asociados que se abastecen del servicio de calefacción y ACS en concurrencia y bienestar. Dicho personal, estará a cargo exclusivo del "Concesionario" quien deberá cumplir con todas las leyes sociales y provisionales, el pago de haberes conforme con los convenios colectivos y las leyes respectivas y toda otra obligación relacionada con el personal.

**Sexta:** El "Concesionario" está obligado a abonar todo impuesto y /o tasa vigente en la actualidad o crearse en el futuro que grave su actividad comercial, nacional, regional, provincial o municipal. También estará a cargo del consumo de energía eléctrica, gas, agua corriente e insumos para la producción de energía térmica, en la proporción que se convenga. Asimismo, deberá entregar o enviar a xxxx los comprobantes de pagos efectuados dentro de los cinco días de su vencimiento.

**Séptima:** Es obligación del "Concesionario" el mantenimiento en perfecto estado de limpieza, funcionamiento e higiene de todas las instalaciones del Ministerio que ocupe en virtud del presente contrato.

**Octava:** Es obligación del "Concesionario" el suministro de energía térmica demandada por los Clientes durante al menos **xxxx<sup>41</sup>** horas al año, siendo las horas sin suministro de uso exclusivo para operaciones de reparaciones de emergencia y reposición del servicio sujetas a una multa declarada en la cláusula Novena.

### Multas

**Novena:** La falta de cumplimiento de abastecimiento, incurrirá a una multa de **xxxx** [\$/kWh] no entregado al cliente. La cantidad de energía no entregada durante el período en que ocurre el desabastecimiento será igual al mayor consumo en un mismo horario, dentro de los cinco días anteriores.

### Término de contrato

**Décima:** La falta de cumplimiento del "Concesionario" a cualquiera de las obligaciones señaladas precedentemente, autorizará al Ministerio a rescindir el presente contrato sin más obligación que dar un plazo perentorio de ..... días para la restitución de las instalaciones, libres de ocupantes y cosas y de los bienes de propiedad del Ministerio, previa notificación fehaciente de dichos incumplimientos dándole un plazo de 15 días para su regularización. Si el "Concesionario" no devolviera dichas instalaciones totalmente desocupadas en el plazo indicado, el Ministerio podrá desocuparlas por su cuenta, inventariando los bienes retirados que no sean de su propiedad y depositándolos en cualquier otro lugar, siendo todos los gastos que ello demande a cargo del "Concesionario". Sin perjuicio de esto, el "Concesionario" abonará la suma de \$ - ..... por cada día de demora en la restitución de las instalaciones al Ministerio.

**Décima Primera:** Para cualquier cuestión que se suscitare con motivo del cumplimiento del presente contrato, las partes se someten a la jurisdicción de los Tribunales Constitucional de Chile, renunciando a cualquier otro fuero y constituyendo domicilio legal el "Concesionario" en la calle ..... n° de la ciudad de ....., Chile y el Ministerio en la calle ..... N° ..... de esta la ciudad de ....., Chile.

**Décima Segunda:** La ..... empresa "Concesionario" ..... RUT n° ....., domiciliada en calle..... n° ..... de la ciudad de ....., Chile, se constituye en fiador, solidario, liso, llano pagador por el fiel cumplimiento de todas las obligaciones que el presente contrato impone el "Concesionario", durante la vigencia del mismo, sus prórrogas y, aún vencido el mismo hasta tanto pueda imputársele al concedente obliga-

<sup>41</sup> De acuerdo a información entregada por proveedor de calderas consultado, los equipos de generación requieren un día completo al año para realizar la mantención. Se recomienda tomar este período como referencia.

ción alguna emergente de la relación contractual mantenida con el "Concesionario". En garantía de esta cláusula se ofrecen los siguientes activos:

- XXXX
- YYYY
- ...

Libre de hipotecas, embargos, inhibiciones y sin inscripción como "bien de familia".

**Décima Tercera:** El co-deudor propietario se obliga a no vender, ceder, gravar, hipotecar y/o transferir a título oneroso y/o gratuito el bien que ha sido objeto del estudio referencial al firmarse este contacto, so pena de incluir de ipso facto jure en la sanción prevista en el art. ...., inc ..... del Código Penal, que declaran conocer y aceptar. El co-deudor solidario del "Concesionario" renuncia al beneficio de exclusión, división e interpelación al recurso de apelación que pudiera corresponderle en caso de desalojo. En caso de que a juicio del Ministerio el co-deudor cayera en insolvencia el "Concesionario" queda obligado a la constitución de un nuevo co-deudor en un plazo no mayor de quince (15) días. El "Concesionario" podrá reemplazar al co-deudor, presentando en el mismo acto uno nuevo obrando esta sustitución de pleno derecho a partir de la aceptación expresa y fehaciente por parte del Ministerio.

**Décima Cuarta:** El "Concesionario" y el fiador liso y llano pagador, deberán asumir como obligados principales la totalidad de las obligaciones emergentes de las relaciones y contratos de trabajo que celebren con el personal de operación, mantenimiento y cualquier otro afectado a la explotación de los bienes de propiedad del Ministerio, específicamente destinados a la generación y distribución que por este contrato se le concede. Deberán por lo tanto cumplimentar y extremar los recaudos laborales a cargo del "Concesionario", sobre todo el aspecto de pago de salarios, comisiones, indemnizaciones, preavisos, integración del mes de despido, aguinaldos, vacaciones y todo otro rubro que haga al aspecto económico de la relación o contrato que se trate. Queda así entendido que el Ministerio no asume ninguna responsabilidad al respecto, y por cualquier circunstancia debiera afrontar el pago de cualquier importe por tales conceptos, quedará facultado y expedita la vía judicial a efectos de demandar judicialmente al "Concesionario" y al fiador, tendiente a repetir lo pagado más gastos y costos, renunciando los mismos a oponer defensa o excepción alguna.

**Décima Quinta:** El "Concesionario" se compromete a atender personalmente la explotación concedida, quedando establecido que la contratación y/o empleo de personal para la entrega del servicio estará a su cargo exclusivo.

**Décima Sexta:** El "Concesionario" no podrá efectuar ninguna clase de reformas ni modificaciones en las instalaciones que ocupa sin previo consentimiento de la Comisión Directiva del Ministerio y sin la previa autorización de las autoridades municipales si correspondiese.

**Décimo Séptima:** El "Concesionario" no podrá ceder, transferir ni vender o dividir en todo o en parte la concesión, salvo conformidad escrita de la Comisión Directiva del Ministerio.

**Décimo Octava:** La Comisión Directiva del Ministerio o la persona que ésta designe, podrá inspeccionar las dependencias ocupadas por el "Concesionario" en cualquier momento y sin previo aviso.

**Décima Novena:** La reposición y el sellado de ley correspondiente a este contrato serán abonadas en su totalidad por el "Concesionario". En prueba de conformidad se firman tres ejemplares de un mismo tenor y a un solo efecto, previa lectura y ratificación, en la ciudad de ..... a los ..... días del mes de .....del año dos mil.....-

## 21 Bibliografía

### 21.1 Literatura

(CNE, 2008)	Corporación Chileambiente, Análisis del Potencial Estratégico de la leña en la matriz energética chilena. Comisión Nacional de Energía.
(CONAMA, s.a)	CONAMA XI Región Informe Final Informe Técnico para la Declaración de Zona Saturada por Contaminante PM10, en Coyhaique, (INFOTEC-0308-02-FINAL-CONAMA-XI-20081214).
(D.S. 6, 2015)	Decreto Supremo N°6, 29 de enero de 2015, Aprueba Reglamento que establece los requisitos que deben cumplir las instalaciones de cogeneración eficiente
(De La Maza, 2010)	2010, De La Maza. Ministerio del Medio Ambiente. Calefacción a Leña y Contaminación.
(EMEP, 2013)	2013, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook.
(OMS, 2005)	2005, OMS, Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, Organización Mundial de la Salud.
(ChileAmbiente, 2008)	Análisis del Potencial Estratégico de la Leña en la Matriz Energética Chilena, 2008
(PRIEN, 2006)	2006, PRIEN, Auditoría Energética al Edificio Institucional Teatinos 120, TBE Chile.
(Vargas, 2011)	2011, Vargas, C. Efectos de la fracción gruesa (PM10-2.5) del material particulado sobre la salud humana. Revisión Bibliográfica. MINSAL.
(TNRDC, 2012)	"El costo de nivelado de la energía y el futuro de la energía renovable no convencional en Chile", 2012
(IEA, 2014)	Nussbaumer, T. and S. Thalmann, Status Report on District Heating Systems in IEA Countries, in Bioenergy Task 322014, International Energy Agency IEA and Swiss Federal Office of Energy
(Zweiler, 2011)	Zweiler, R. District Heating: Basics and technology development. in Cross Border. 2011
(Sabiadini, 2011)	Sabatini, F. and F. Soler, Paradoja De La Planificación Urbana En Chile. EURE, 1995. XXI(62): p. 61-73.
(ASHRAE, 2009)	ASHRAE District Heating Guide
(ASHRAE, 2005)	ASHRAE Handbook – Fundamentals.
(MMA, 2014)	DS N° 39, Norma de emisión de material particulado para artefactos que combusionen o puedan combustionar leña y derivados de la madera.
(OGUC, 2007)	Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.
(MINENERGIA, 2010)	Norma Técnica que determina algoritmo para la verificación de la contribución solar mínima de los Sistemas Solares Térmicos acogidos a la franquicia tributaria de la ley 20.365
(CTE, 2013)	Código Técnico de Edificación de España, Sección HE4, Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria.

## 21.2 Antecedentes revisados

Nombre	Fecha / Versión
Acta Reunión Coordinación Lote 9, Sector Escuela Agrícola	24/06/2015
Acta Reunión Coordinación Lote 9, Sector Escuela Agrícola	07/08/2015
Reglamento Lote 9 –Barrio de Servicios y Acción Ciudadana BASAC - Sector Escuela Agrícola	01/08/2015
Especificaciones Técnicas proyecto de alumbrado Proyecto Loteo Lote a-1 Sector Escuela Agrícola de Coyhaique	N/A
Certificado de factibilidad de suministro eléctrico N°258/2008. Edelaysén	28/04/2008
Certificado de factibilidad Agua Potable y Alcantarillado Número 342*14	28/10/2014
Resolución Exenta N°778 – Adjudica concesión de uso de título gratuito de inmueble fiscal a la junta nacional de Bomberos – Cuerpo de Bomberos de Coyhaique	11/11/2014
Resolución Exenta N°768 – Adjudica concesión de uso de título gratuito de inmueble fiscal al Consejo Nacional de la Cultura y las Artes – Dirección Regional Aysén	05/11/2014
Resolución Exenta N°938 – Adjudica concesión de uso de título gratuito de inmueble fiscal, Servicio Nacional del Adulto Mayor	22/12/2014
Resolución Exenta N°568 – Adjudica concesión de uso de título gratuito de inmueble fiscal a la Junta Nacional de Jardines Infantiles	13/08/2014
Resolución Exenta N°392 – Adjudica concesión de uso de título gratuito de inmueble fiscal a la Subsecretaría del Medio Ambiente	12/05/2014
Resolución Exenta N°779– Adjudica concesión de uso de título gratuito de inmueble fiscal al Servicio de Salud Aysén	11/11/2014
Resolución Exenta N°390 – Adjudica concesión de uso de título gratuito de inmueble fiscal al Servicio Nacional de la Discapacidad	12/05/2015
Resolución Exenta N°391 – Adjudica concesión de uso de título gratuito de inmueble fiscal al Servicio Nacional de la Mujer (SERNAM)	12/05/2015
Resolución Exenta N°828 – Adjudica concesión de uso de título gratuito de inmueble fiscal al Servicio de Vivienda y Urbanización XI Región	26/11/2014
Resolución Exenta N°393, Modifica Resolución Exenta N° 768/14	12/05/2015
Planta Arquitectura Primer Piso, Construcción Centro de Creación Artístico Infante Juvenil Aysén. Lámina ARQ 03-22	04/02/2016
Planta Arquitectura Segundo Piso, Construcción Centro de Creación Artístico Infante Juvenil Aysén. Lámina ARQ 04-22	04/02/2016
Requisitos en Consultorías de Diseño Centro de Creación Artístico Infante Juvenil Aysén	28/08/2015
Bases técnicas Estudio diseño de proyecto de arquitectura y especialidades para la construcción del establecimiento de larga estadía de la comuna de Coyhaique, región de Aysén	01/02/2016
Lámina XI-COY-004-A.101-RL-07.07.2015, plantas y cuadros de Superficie proyecto Jardín Infantil “Mi Pequeña Estancia”, Coyhaique	07/07/2015
Lámina XI-COY-004-A.201-203 -RL-07.07.2015, Elevaciones proyecto Jardín Infantil “Mi Pequeña Estancia”, Coyhaique	07/07/2015

## 22 Anexos

### 22.1 Estudio de títulos para el lote 9

A continuación se muestra el estado de los distintos terrenos del lote 9, con la documentación correspondiente. Los registros de propiedad y sus deslindes aquí mostrados se deben verificar en vista de las modificaciones realizadas a la asignación de lotes.

Los documentos indicados y las resoluciones se adjuntan en formato digital

Nombre lote al 31.05.2016	Utilización Anterior	Utilización Propuesta al 31.05.2016	Res. adjudicación concesión	Superficie [m2]	pre-Rol	Fojas Registro	Plano	Deslinde Norte	Deslinde Este	Deslinde Sur	Deslinde Oeste
Lote 9a	JUNJI (9A)	JUNJI	568/14	2.243,2	5090-2 5090-10	571, N° 454	11101-1121 C.U., IDUC N°734705	Lote 9a, Calle Proyectada 1, que lo separa de Lote 8, en línea recta de 32,16m Lote 9i, Lote 9a, en línea recta de 32,80m	Lote 9a, Lote 9b, en línea recta de 32,48m Lote 9i, Lote 9j, en línea recta de 32,48m	Lote 9a, Lote 9i, en línea recta de 32,80m Lote 9i, Calle Proyectada 2, que lo separa de Area Verde N°3, en línea recta de 33,43m	Lote 9a, Calle Canal Darwin, en línea recta de 32,76m Lote 9i, Calle Canal Darwin, en línea recta de 32,76m
Lote 9a	JUNJI (9A)	JUNJI	1035/15	2.243,2	5090-2		11101-1294 C.U.	Lote 9g, en línea recta de 32,51m	Lote 9b, en línea recta de 67,13m	Lote 9b, en línea recta de 33,79m	Calle Tucapel Jimenez, en línea recta de 68,56m



Nombre lote al 31.05.2016	Utilización Anterior	Utilización Propuesta al 31.05.2016	Res. adjudicación concesión	Superficie [m2]	pre-Rol	Fojas Registro	Plano	Deslinde Norte	Deslinde Este	Deslinde Sur	Deslinde Oeste
<b>Lote 9b</b>	CULTUR A (9B)	CULTURA	768/14	2.201,1	5090-14 5090-15	571, N° 454	11101-1121 C.U., IDUC N°734705	Lote 9m, Lote "9e", en línea recta de 32,79m Lote 9n, Lote "9f", en línea recta de 32,71m	Lote 9m, Lote "9n", en línea recta de 34,96m Lote 9n, Lote "9o", en línea recta de 37,36m	Lote 9m, Calle Proyectada 2, en línea recta de 33,43m Lote 9n, Calle Proyectada 2, en línea recta de 33,43m	Lote 9m, Lote "9l", en línea recta de 32,79m Lote 9n, Lote "9m", en línea recta de 34,96m
<b>Lote 9b</b>	CULTUR A (9B)	CULTURA	393/15	2.201,1	5090-14 5090-15	571, N° 454	11101-1121 C.U., IDUC N°734705	Lote 9m, Lote "9e", en línea recta de 32,79m Lote 9n, Lote "9f", en línea recta de 32,71m	Lote 9m, Lote "9n", en línea recta de 34,96m Lote 9n, Lote "9o", en línea recta de 37,36m	Lote 9m, Calle Proyectada 2, en línea recta de 33,43m Lote 9n, Calle Proyectada 2, en línea recta de 33,43m	Lote 9m, Lote "9l", en línea recta de 32,79m Lote 9n, Lote "9m", en línea recta de 34,96m
<b>Lote 9c</b>	SERVIU (9C)	SERVIU	828/14	4.193,2	5090-9 5090-17 5090-16	571, N° 454	11101-1121 C.U., IDUC N°734705	Lote 9h, Calle proyectada 1, en línea recta de 32,16 Lote 9p, Lote "9h", en línea recta de 32,13m Lote 9o, Lote "9g", en línea recta de 32,71m	Lote 9h, Calle 6, en línea recta de 36,26 m Lote 9p, Calle 6, en línea recta de 36,26m Lote 9o, Lote "9p", en línea recta de 39,85m	Lote 9h, Lote "9p", en línea recta de 32,13m Lote 9p, Calle Proyectada 2, en línea quebrada de 23,62m y 9,81m Lote 9o, Calle Proyectada 2, en línea recta de 33,43m	Lote 9h, Lote "9g", en línea recta de 39,85m Lote 9p, Lote "9o", en línea recta de 39,85m Lote 9o, Lote "9n", en línea recta de 37,36m
<b>Lote 9d</b>	MMA (9D)	MMA	393/15	840,3	5090-5	571, N° 454	11101-1121 C.U., IDUC N°734705	Calle Proyectada 1, en línea quebrada de dos parcialidades de 7,20m y 24,83m	Lote 9e, en línea recta de 32,79m	Lote 9l, en línea recta de 32,71m	Lote 9c, en línea recta de 31,96

Nombre lote al 31.05.2016	Utilización Anterior	Utilización Propuesta al 31.05.2016	Res. adjudicación concesión	Superficie [m2]	pre-Rol	Fojas Registro	Plano	Deslinde Norte	Deslinde Este	Deslinde Sur	Deslinde Oeste
Lote 9e	DEPORTIVO (9E)	SIN ASIGNAR	N/A	910,3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Lote 9f	IND (9F)	SIN ASIGNAR	N/A	999,5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Lote 9g	SERNAM (9G)	BOMBROS	778/14	1.242,7	5090-11	571, N° 454	11101-1121 C.U., IDUC N°734705	Lote 9b, en línea recta de 32,8 m.	Lote 9k, en línea recta de 32,22m	Calle Proyectada 2, que lo separa de área verde N°3 en línea recta de 33,43 m	Lote 9i, en línea recta de 33,48 m
Lote 9h	BOMBROS (9H)	Calle Interior	N/A	2.510,5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Lote 9i	Calle Interior	SENAMA	938/14	835,2	5090-7	571, N° 454	11101-1121 C.U., IDUC N°734705	Calle Proyectada 1, que lo separa de Lote 8, en línea recta de 32,16	Lote 9g, en línea recta de 37,36m	Lote 9n, en línea recta de 32,71m	Lote 9e, en línea recta de 34,96m
Lote 9j	SENAMA (9J)	SENADIS	390/15	894,8	5090-15	571, N° 454	11101-1121 C.U., IDUC N°734705	Lote "9f", en línea recta de 32,71m	Lote "9o", en línea recta de 37,36m	Calle Proyectada 2, en línea recta de 33,43m	Lote "9m", en línea recta de 34,96m

Nombre lote al 31.05.2016	Utilización Anterior	Utilización Propuesta al 31.05.2016	Res. adjudicación concesión	Superficie [m2]	pre-Rol	Fojas Registro	Plano	Deslinde Norte	Deslinde Este	Deslinde Sur	Deslinde Oeste
<b>Lote 9k</b>	SERV. SALUD (9K)	SERNA M	391/15	976,4	5090-3	571, N° 454	11101-1121 C.U., IDUC N°734705	Calle Proyectada 1, en línea recta de 32,16m	Lote 9c, en línea recta de 32,22m	Lote 9j, en línea recta de 32,80m	Lote 9a, en línea recta de 32,48m
<b>Lote 9l</b>	SENADIS (9L)	SERV. SALUD	779/14	1.222,2	5090-8	571, N° 454	11101-1121 C.U., IDUC N°734705	Calle Proyectada 1, que lo separa del Lote 8, en línea recta de 32,16m	Lote 9h, en línea recta de 39,85m	Lote 9o, en línea recta de 32,71m	Lote 9f, en línea recta de 37,36m
<b>Lote 9M (ya no existe)</b>	MALOTU N (9M)	N/A	N/A	--	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

#### Otros Documentos

Recepción final del loteo de mayor superficie	Resolución DOM N°78 del 24 de abril de 2013
Reinscripción título de dominio	Fojas 194 vuelta, N° 162. Registro de Propiedad año 1960
Reinscripción título de dominio	Fojas 571 N° 454. Registro de Propiedad año 1991
Reinscripción título de dominio	Fojas 650 vuelta, N° 847. Registro de Propiedad año 1982
Certificado de disponibilidad de agua potable y alcantarillado	Certificado número 342/14 Aguas Patagonia
Certificado factibilidad suministro eléctrico	Certificado número 258/2008 Edelaysén
EETT Proyecto de alumbrado	Loteo Lote A-1 Sector Escuela Agrícola de Coyhaique, Especificaciones técnicas proyecto de alumbrado.
EETT Agua Potable	Actualización y Modificación Proyecto de Expansión Sector Escuela Agrícola de Coyhaique. Especificaciones Técnicas

---

	Generales. Obras de Agua Potable. Documento N° 1319-ID-B-ETG-AS
EETT Aguas Servidas	Actualización y Modificación Proyecto de Expansión Sector Escuela Agrícola de Coyhaique. Especificaciones técnicas generales obras de aguas servidas. Documento N° 1319-ID-B-ETG-AS
Solicita ajustarse a normativa vigente para la generación de nuevos lotes	Ord. N° 303, 26 de junio de 2015
Solicita tramitar modificación distribución lote 9, sector Escuela Agrícola	Ord. N° 1924, 22 de julio de 2015
Formaliza solicitud modificación calle del lote 9 perteneciente a Loteo Valle Nevado (Lote 8), sector Escuela Agrícola	Ord. N° 1930, 22 de julio de 2015

## 22.2 Criterios de consumo para instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Los criterios utilizados para el consumo de Agua Caliente Sanitaria son los indicados a continuación:

Criterio de consumo de ACS para diseño de instalaciones		
Tipo de edificio	Litros/día a 60 °C	Energía para T° Red = 15 °C
Viviendas unifamiliares	30 por persona	573 kWh/año persona
Viviendas multifamiliares	22 por persona	420 kWh/año persona
Hospitales y clínicas	55 por cama	1.050 kWh/año cama
Hotel 4*	70 por cama	1.337 kWh/año cama
Hotel 3*	55 por cama	1.050 kWh/año cama
Hotel/Hostal 2*	40 por cama	764 kWh/año cama
Hostal/Pensión 1*	35 por cama	668 kWh/año cama
Camping	40 por emplazamiento	764 kWh/año emplazamiento
Residencias (ancianos, estudiantes, etc.)	55 por cama	1.050 kWh/año cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15 por servicio	286 kWh/año servicio
Escuela	3 por alumno	57 kWh/año alumno
Cuarteles	20 por persona	382 kWh/año persona
Fábricas y talleres	15 por persona	286 kWh/año persona
Administrativos	3 por persona	57 kWh/año persona
Gimnasios	20 a 25 por usuario	477 kWh/año usuario
Lavanderías	3 a 5 por kg de ropa	95 kWh/año kg de ropa
Restaurantes	5 a 10 por comida	191 kWh/año comida
Cafeterías	1 por almuerzo	19 kWh/año almuerzo

**Tabla 3.1 (HE4)**

*Tabla 78 Consumos de agua caliente de acuerdo al tipo de edificación.<sup>42</sup>*

<sup>42</sup> Fuente:

## 22.3 Determinación de la disposición a pagar por energía

De acuerdo a estudio de INFOR, una familia promedio en Coyhaique estaba dispuesta a gastar 230.525 [\$/año] en calefacción al año 2004. Ajustando este valor al 31 de diciembre de 2014 y asumiendo que el comportamiento del usuario final es el mismo, se tiene que el valor ajustado de disposición a pagar de los usuarios finales es de 327.171 [\$/año].

Por otro lado, de acuerdo a estadísticas de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), el consumo promedio por habitante en la región de Aysén es de 47,2 [kg/habitante · año]. Se tiene además que el precio del GLP en Coyhaique es de 1.050 [\$/kg] y que el número de habitantes por vivienda promedio en la comuna es de 3,3 [habitantes/vivienda]. De esta manera, el consumo promedio de GLP en una vivienda es de 163.548 [\$/año · vivienda].

De lo anterior, se puede deducir que la disposición a pagar en ACS y calefacción para una vivienda es de 490.719 [\$/año] (la suma del consumo de calefacción y ACS)

Para obtener el precio pagado por unidad de energía, se utiliza un precio de la leña de 25.000 [\$/m<sup>3</sup>estereo], un factor de conversión de 0,56 [m<sup>3</sup>solido/m<sup>3</sup>estereo], una densidad de 750 [kg/m<sup>3</sup>solido] y un poder calorífico de 4,07 [kWh/kg]<sup>43</sup>; para el GLP se utiliza un poder calorífico de 14,07 [kWh/kg]. De esta manera, los precios pagados son de 14,63 [\$/kWh] para la leña y 74,63 [\$/kWh] para el GLP; en conjunto, la disposición a pagar es de 19,98 [\$/kWh].

En consideración que en el año 2012 hubo un aumento significativo en el costo de la leña, la cual pasó de costar alrededor de 15.000 [\$/kWh] a 25.000 [\$/kWh], se tiene que el usuario debería gastar del orden de 651.000 [\$/año] para comprar la misma cantidad de leña que compraba el año 2004. Utilizando esta información, se tiene que para mantener un nivel de confort similar al de antes del aumento de precios, el usuario debería desembolsar 814.548 [\$/vivienda · año], o 35,7 [\$/kWh]

## 22.4 Ordenanza local para el lote 9

Los siguientes son artículos extraídos del reglamento lote 9 - Barrio de Servicios y Acción Ciudadana BASAC - Sector Escuela Agrícola.

### ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL REGLAMENTO

#### ART. 1º.-

<sup>43</sup> Poder calorífico superior, de acuerdo al balance nacional de energía 2013.

Con el objeto de mejorar las condiciones de convivencia y ordenamiento dentro del Lote 9 – Barrio de Servicios y Acción Ciudadana BASAC –Sector Escuela Agrícola, los usuarios del loteo quedarán afectos a las siguientes disposiciones de este Reglamento interno de orden, aseo, arquitectura, construcción y de sus sanciones;

- 1.1.- **ÁMBITO FUNCIONAL:** Su aplicación se reduce al Lote 9 – Barrio de Servicios y Acción Ciudadana BASAC Sector Escuela Agrícola tal como se indico anteriormente actualmente corresponde a UN SOLO LOTE, CON UN SOLO ROL, SU FUNCIÓN ES LA OCUPACIÓN ARMÓNICA, GENERANDO UN CENTRO CÍVICO Y DE EQUIPAMIENTOS. A futuro esta condición será modificada mediante la subdivisión de lotes, lo que será incorporado a este documento y evaluado por las instancias correspondientes.
- 1.2.- **ÁMBITO TERRITORIAL:** La potestad reglamentaria del Lote 9 y sus subdivisiones futuras solo tendrá eficacia en el término interno y de supervisión de BBNN y del Comité de Administración. Según las siguientes definiciones:
  - BBNN: representado por el Seremi o funcionario designado en su nombre.
  - Comité Administración: compuesto por Jefe de cada uno de los Servicios o sus representantes que tengan concesión de BBNN dentro del lote N°9.

## **DISPOSICIONES GENERALES**

### **ART. 2°.-**

El presente reglamento del Lote fiscal, en adelante el REGLAMENTO contiene la regulación del Lote 9 – Barrio de Servicios y Acción Ciudadana BASAC –Sector Escuela Agrícola de propiedad FISCO de Chile, representado por Bienes Nacionales, sector Escuela Agrícola. Define en especial los límites territoriales, las normas sobre usos de suelo y las características de edificación, que todos los ocupantes deben implementar y respetar en las edificaciones, no obstante lo anterior prevalece lo establecido en la Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones y el Plan Regulador de Coyhaique.

### **ART. 3°.-**

El área de aplicación corresponde al lote fiscal urbano comprendido y delimitado por la línea poligonal que define el Lote 9 – Barrio de Servicios y Acción Ciudadana BASAC –Sector Escuela Agrícola, delimitado por el polígono comprendido por los siguientes vértices: A (norte 4949110,60, este 731218,58 ), B (norte 4949152,46, este 731469,34), C (norte 4949042,01, este 731497,23), D (norte 4949005,94, este 731232,37) del Plano N° 11101 - 1121 C.U. (Subdivisión Administrativa) de Bienes Nacionales.

### **ART. 4°.-**

Todas aquellas materias atinentes al desarrollo urbano, se regirán por las disposiciones de la Ley General de Urbanismo y Construcciones su Ordenanza, por el Plan Regulador de Coyhaique y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables sobre la materia.

**ART. 7°.**

El lote tendrá una reja perimetral metálica de 1,80 m de alto, con portones de corredera que estarán abiertos en horario de oficina.

El deslinde interior de las destinaciones, en la medida de lo posible, según las normativas aplicables a los proyectos (exceptuando JUNJI y otros), no estará conformado por cercos, generando un tránsito interior libre.

**ART. 8°.-**

Entre las calles proyectadas, paralela a la calle Baquedano, se generaran:

- Tres corredores cubiertos de 3,00 m. de ancho y 2,50 m de alto.
- Dos calles de acceso a estacionamientos interiores, de 5,00 m de ancho de calzada. Entre los lotes 4-13 y 5-11 y la otra entre los lotes 6-10 y 7-10.
- En los fondos de los lotes 4,5,6,7,10,11,12,13, se construirá una calle de 5 m. de calzada y estacionamientos, perpendiculares de calzada.

Estas calles serán mantenidas según lo que determine el Comité de Administración.

**TITULO TRES. DE LA CONSTRUCCIÓN****ART. 9°.-**

En el perímetro del lote 9 en la vía pública, peatonal (acera) se construirá un corredor cubierto que podrá tener portales que identifiquen accesos tanto vehiculares como peatonales.

El corredor tendrá un ancho continuo de 3,00 m y 2,50 m de alto, mínimo libre interior.

Por parte del MINVU, se desarrollarán definiciones del corredor (distanciamiento de apoyos, % de pendientes, transparencias, pavimentos, atraviesos, accesibilidad universal, iluminación, entre otros) que serán incorporadas a futuro en el presente Reglamento.

Así también se pretende resolver su ejecución con cargo a las obras de urbanización.

**ART. 10°.-**

Las construcciones deberán guardar armonía con el paisaje y entre ellas. Deberán tener la calidad suficiente para clasificar en las categorías 2 y 3 conforme a la tabla de clasificación del MINVU (Resolución Exenta N°62/2015 MINVU). Solamente se admitirán construcciones definitivas y no podrán realizarse edificaciones complementarias de bodegas o cobertizos, ni aún en forma provisoria, sin la correspondiente autorización del Ministerio de Bienes Nacionales y el comité de administración. No podrán construirse casas de cuidadores o construcciones provisionales, salvo durante el proceso de construcción y recepción.

**ART. 11°.-**

Se debe priorizar el uso de materiales nobles, como la piedra, hormigón, ladrillo, madera nativa, acero, etcétera. Como cubierta de techo no se permitirá el uso de planchas de aluminio, fierro galvanizado o materiales brillantes sin pintura.

**ART. 12°.-**

En complemento con los artículos 10° y 11°, la SEREMI de BIENES NACIONALES y el comité de administración, exigirán que el diseño arquitectónico de cada edificación sea de líneas simples y de imagen contemporánea y neutra, a modo de procurar una perfecta armonía en el conjunto.

**ART. 13°.-**

La altura máxima de edificación según ordenanza del plan regulador vigente para la zona (Zona Z3B).

**ART. 14°.-**

Los antejardines - espacios comprendidos entre la línea de edificación y la línea oficial - no podrán destinarse sino a jardines o arboledas. El antejardín será de cinco metros mínimo. En el caso de terrenos que dan a dos calles los distanciamientos serán de acuerdo a la Ordenanza del Plan Regulador Comunal. Los espacios exteriores o interiores de los sitios o lotes, destinados a la



formación de jardines, serán plantados y forestados en la mayor superficie posible, tanto por motivos de orden estético y de agrado, como por razones conducentes a la conservación y pureza del medio ambiente. Se considerará el uso de árboles, arbustos y plantas nativas, cuya adaptabilidad a las condiciones climáticas del lugar se encuentra ya demostrada. No se permitirá construir en los espacios destinados a antejardín, garajes y cobertizos para proteger automóviles.

**ART. 15°.-**

Las entidades responsables de las Concesiones deberán a construir en ellos y a mantener en buen estado un cierro, cuyas características se determinan a continuación:

**15.1.-** Los cierros a la calle no excederán de 1,80 metros (art. 14 Ordenanza PRC) de altura en los frentes y deslindes internos de la concesión, desde la línea de cierro hasta la profundidad del antejardín y deberán ser permeables, sin perjuicio de la vegetación, arbustos o flores que planten adyacentes a los mismos. Desde la línea de construcción hacia atrás, los cierros laterales y el posterior no podrán exceder de 1,80 metros de altura y serán de malla traslúcida cubierta con setos vivos. Los cierros a la calle deberán ser traslúcidos a lo menos en un 70% de su extensión y podrán realizarse en cualquiera de los siguientes materiales: piedra, muros, estucados, rejas de fierro, maderas de buena calidad, etc.

**15.2.-** Queda prohibido, aún en forma provisoria, los cierros con alambres, lampazo o materiales de segunda calidad o mala presentación. El uso de varas o rollizos será permitido como elemento de un estilo definido de cierre de buena presentación.

## CALEFACCIÓN DISTRITAL

En el marco del Plan de Descontaminación de la Ciudad de Coyhaique que considera la ejecución a futuro en el Lote 9 de un sistema de calefacción distrital, las edificaciones que se edifiquen deberán considerar lo siguiente:

**ART. 16°**

Todas las edificaciones que se proyecten deberán cumplir con un valor máximo de demanda energética de 100 [kWh/m<sup>2</sup>]año

**ART 17°**

Todas las edificaciones que se proyecten deberán contemplar al interior del edificio sistemas de distribución de calefacción a través de radiadores de pared y/o losa radiante, los cuales deberán conectarse a un arranque situado en el frontis de la propiedad.

Si al momento de completar el diseño o ejecución de la edificación el sistema de calefacción distrital no se encuentra ejecutado, las edificaciones podrán considerar un sistema autónomo de calefacción el que deberá considerar a futuro la conexión a la red de distribución distrital.

**ART 18°**

En términos de eficiencia energética las edificaciones deberán considerar en lo posible las recomendaciones que imparta sobre la materia la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas

### **TRATAMIENTO DE ESPACIOS LIBRES**

#### **ART. 19°.-**

Los espacios libres a nivel de terreno generados por antejardines, distanciamientos o limitantes de ocupación del suelo, deberán tener en todos los casos el carácter y tratamiento de jardines, debiendo subordinarse - cualquier uso paralelo - a esa característica fundamental.

#### **ART. 21°.-**

Sobre la línea de deslinde, fondo de sitios, se instalará una línea de luminarias que faciliten el recorrido interior y acceso a estacionamientos que será mantenido por un fondo de gastos comunes, gestionado por el Comité de Administración.

#### **ART. 22°.-**

En cuanto a los porcentajes de ocupación de suelo y superficies máximas de constructibilidad se deben considerar los factores establecidos en la Ordenanza del Plan Regulador Comunal, (60% máximo de ocupación de suelo y 2,5 coeficiente máximo de constructibilidad)

### **VOLADIZOS SOBRE ESPACIOS LIBRES:**

#### **ART. 23°.-**

En las fachadas que enfrenten a calles y espacios públicos y que contemplen balcones y/o cuerpos salientes, deberán respetarse las normas de la Ordenanza General de Construcciones y Urbanismo, y en especial su artículo 2.7.1. El plano inferior de los balcones y cuerpos salientes, deberá situarse a una altura mínima de 2,50 m. respecto del nivel del primer piso. El volado no podrá avanzarse en más de 2.00 m. Igual condición de altura deberán cumplir los espacios cubiertos y abiertos edificados en el primer piso.

### **RASANTES Y DISTANCIAMIENTOS:**

#### **ART. 24°.-**

En cuanto a las rasantes y distanciamientos se debe considerar los establecido en la Ordenanza del Plan Local Regulador de Coyhaique. Las que deben ser calculadas en los deslindes de las concesiones otorgadas. No obstante lo anterior el presente reglamento sugiere considerar los siguientes distanciamientos mínimos con y sin ventanas excepto, cobertizos de automóviles, pérgolas y similares, en que la distancia mínima será de 2 m. Con todo lo anterior se privilegiará la condición aislada de las construcciones, por tanto no se permitirán muros de pareo, ni cortafuegos.

Entre límites de concesiones: 3 m.

Hacia calles perimetrales del Lote 9: 5 m.

### **TRANSICIÓN ENTRE ÁREAS DE EDIFICACIÓN:**

#### **ART. 25°.-**

Las fachadas que enfrenten límites administrativos de subdivisión, estarán sometidas a las normas del área más restrictiva en cuanto a altura de edificación y aplicación de rasantes.

### **DE LA BUENA PRESENTACIÓN:**

#### **ART. 26°.-**

Los servicios ocupantes están obligados a mantener una buena presentación de todos los elementos de sus edificaciones que queden a la vista desde el exterior. La Seremi de BBNN y el comité de administración de la manzana podrán ordenar expresamente medidas en el sentido señalado, así como exigir obras de ornato y reparación en fachadas y antejardines que por su mal estado de conservación o vetustez, hicieran desmerecer el aspecto general del lote.

### **DE LOS ESTACIONAMIENTOS**

#### **ART. 27°.-**

En los sitios destinados a cada uno de los servicios, podrán instalarse estacionamientos con su correspondiente cubierta, sin que estos se transformen en recintos cerrados.

## **USOS DE SUELO PERMITIDOS**

### **- Vivienda**

### **- Equipamiento de los siguientes tipos y escala.**

**Escala Regional e Interurbana:** Salud, Educación, Cultura, Áreas Verdes, Esparcimiento y Turismo, Comercio minorista, Servicios Públicos y Servicios Profesionales.

**Escala Comunal:** Salud, Educación, Seguridad, Culto, Cultura, Organización Comunitaria, Áreas Verdes, Deporte, Esparcimiento y Turismo, Comercio minorista, Servicios Públicos y Servicios Profesionales.

**Escala Vecinal:** Salud, Educación, Seguridad, Culto, Cultura, Organización Comunitaria, Áreas Verdes, Deporte, Esparcimiento y Turismo, Comercio minorista, Servicios Públicos.

### **- Actividades Productivas de:**

**Almacenamiento inofensivo,** de superficie construida no superior a 250 m<sup>2</sup>, en vías de 15 m. de ancho o más.

**Establecimientos de impacto similar de tipo inofensivo,** según se describen en el Artículo 41 de esta Ordenanza.

### **Servicios artesanales.**

## **USOS DE SUELO PROHIBIDOS:**

Todos aquellos no señalados como permitidos.

## **NORMAS ESPECIFICAS DE SUBDIVISIÓN PREDIAL Y EDIFICACIÓN.**

### **Superficie predial mínima**

- Vivienda : 200 m<sup>2</sup>
- Otros usos permitidos : 400 m<sup>2</sup>

### **Frente predial mínimo**

- Vivienda : 8 m
- Otros usos permitidos : 12 m

**Porcentaje de ocupación máximo del suelo : 60 %**

**Coefficiente máximo de constructibilidad : 2,5**

**Sistema de agrupación : Aislado, pareado**

**Altura máxima de edificación, según rasantes :**

- Orientación norte : 60° (nor oriente a nor poniente)
- Orientación sur : 45° (sur oriente a sur poniente)

**Altura mínima : 2 pisos**

**Altura máxima de pareo : 10,50 m**

**Longitud máxima de pareo : 60 %**

**Antejardín mínimo:**

- Para vías de 10 m de ancho o menos : 3 m
- Para vías de ancho superior de 10 m : 5 m

**Adosamientos :** Según Artículo 2.6.2. de la O.G.U.C., retirado 3 m. de la línea de edificación.

En esta zona se podrá rebajar la superficie mínima de los conjuntos de vivienda social a 2.500 m<sup>2</sup>, con terrenos mínimos de 100 m<sup>2</sup> y 140 m<sup>2</sup>, para construcciones de 2 ó 1 piso, respectivamente, según Artículo 7.2.6. de la O.G.U.C. Reglamento Especial de Viviendas Económicas.

En esta zona los adosamientos se permitirán en la edificación aislada, solo en uno de sus costados. En la edificación pareada, solo en el costado del pareo.

Aquellos terrenos que tengan 1.000 o más metros cuadrados de superficie o que hayan hecho fusión de roles, o predios con edificación simultánea de 3 o más pisos, aún cuando no lleguen a esa superficie, podrán aumentar sus coeficientes de ocupación de suelo, de constructibilidad y su longitud de pareo o continuidad o disminuir la superficie predial mínima hasta en un 20%.

## **1.- MEMORIA, DIAGNÓSTICO Y PROPOSICIÓN DE ARQUITECTURA Y PAISAJISMO**

### **Generalidad**

La presente memoria tiene por objeto generar un extracto, de los antecedentes recopilados que sustentan la proposición Arquitectónica para el proyecto elaborado.

### **De los antecedentes**

El Ministerio de Bienes Nacionales, como propietaria de los terrenos y el Ministerio de Vivienda de Urbanismo como ente regulador proyectista han desarrollado en el sector de Escuela Agrícola un Plan Maestro de Urbanización y en cuyo sector se ubica el Lote N° 9, terreno dispuesto para la conformación del "Barrio de Servicios y Acción Ciudadana – BASAC – Escuela Agrícola".

Según información aportada por Bienes Nacionales, participarán de la gestión de dicho terreno, Bienes Nacionales, Ministerio de vivienda y Urbanismo, Gobierno Regional de Aysén, Dirección Regional de Arquitectura y Municipalidad de Coyhaique, generando el Reglamento Lote 9, que ordena y establece parámetros generales de emplazamiento y uso del suelo. Es destacable indicar que dicho documento considera el lote N° 9 como un solo lote (con rol único) entregando a los usuarios (los servicios públicos) un derecho de concesión. Situación que es reforzada con un suelo de uso común zonificado.

Entre los documentos aportados por BBNN y el GORE, se encuentran cinco versiones de planos de subdivisión que cada uno de ellos plantean situaciones específicas acordes a las reglamentaciones y ordenanzas para el sector. El terreno asignado al Ministerio del Ambiente y dispuesto para el proyecto cuestionado es el paño individualizado como lote 9-D.

### **PROPONEMOS**

1. El proyecto debe respetar la decisión de conformarse como un elemento incorporado a la idea matriz del Lote 9 - Un espacio de uso común.
2. Consideramos que el espacio común, incluyendo los estacionamientos deben tener el sentido de Parque. Y en consecuencia determinamos desarrollar la idea matriz del parte que tiene como característica utilizar especies nativas de la zona elegidas por sus características de colorido durante el año (siempre verde, floración, tonalidades de hojas en primavera y otoño, luminosidad, transparencia, presencia espacial y de baja mantención. Además se incorporan tres especies exógenas: a) El Álamo por colorido, por su vertical y por ser el elemento incorporado por los colonos que permite avistar el lugar desde lo lejos. B) El Manzano y el Cerezo como especies

introducidas que incorporan una relación más directa entre vegetación y usuario. Los frutos aportan un estado lúdico a dicha relación.

3. Proponemos, aprovechando el declive natural del terreno, semi hundir la obra. Que la edificación no se constituya en un volumen expuesto tipo bodega o cobertizo (recogiendo el art N°10 del Reglamento) y su cubierta sea parte del parque, una cubierta verde transitable.
4. Proponemos, que sus instalaciones y programa recoja los servicios de generación de calefacción e incorpore los recintos de bodegas, talleres y espacio con servicios básicos para el personal y operadores.

**DE LA MATERIALIDAD DE LA PROPOSICION** Respecto de la materialidad de la obra se plantea utilizar materiales perdurables, anti vandalismo y armónicos con el lugar.

Se utilizarán los siguientes materiales según su uso y ubicación con el siguiente detalle:

Material	Ubicación y uso
Hormigones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utilizará en todas las fundaciones, muretes, muros de contención en tres tipos de medida según lo que se establezca en el estudio de cálculo estructural.</li> <li>• En veredas y senderos hormigones estampados con endurecedor de pavimento.</li> <li>• Asientos y escaños, hormigón pulido tipo granito.</li> </ul>
Maderas	<p>Se utilizará madera en dos situaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuras de conformación de corredores exteriores y accesos.</li> <li>• Respaldos de escaños adosados a los muros de contención.</li> </ul>
Acero	<p>Se utilizará acero en las siguientes situaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para todos los hormigones armados.</li> <li>• Barandas y pasamanos o elementos de equipamiento del parque.</li> </ul> <p>Exceptuando los aceros para el hormigón, todos los aceros expuestos serán galvanizados en caliente.</p>
Revestimientos	<p>Pisos interiores: En hormigón con endurecedor de pavimento y pulido.</p> <p>Muros interiores: Según su ubicación pueden ser hormigones a la vista pulidos, enlucidos de yeso, cerámicos, pinturas.</p> <p>Exteriores: Hormigones con aplicación de piedra, cubiertas verde y madera.</p> <p>Para las maderas se utilizará un preservador de madera y barniz color natural a base de poliuretano</p>

Iluminación

Todas las redes serán embutidas o subterráneas.

Las luminarias serán del tipo LED para interior y exterior.

## 22.5 Procedimiento para conexión LEY 20.571 proyectos sin construir

Con fecha 16 de mayo de 2016, se consultó a través de la plataforma de Atención Ciudadana de la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC) sobre el procedimiento para estimar la Capacidad Instalada Permitida para el caso de edificaciones que no estén aún construidas. Esta consulta se originó luego de varios intentos de conseguir una respuesta con la distribuidora de electricidad Edelaysén.

La respuesta recibida por parte de la SEC se muestra a continuación:

Estimado:

Junto con saludarle, queremos agradecer que se haya dirigido a nuestra Superintendencia de Electricidad y Combustibles, SEC, para manifestarnos su inquietud.

En relación a su presentación sobre la Ley 20.571, le informo lo siguiente:

El Reglamento de la Ley 20.571 en su procedimiento de conexión, no consideró el caso cuando una instalación aún no se encuentra ejecutada. Por lo anterior, se ha requerido en casos similares a empresas concesionarias, que los estudios se realicen previamente para efectos del cálculo de la CIP junto con los estudios de factibilidad de conexión del loteo. Al no existir procedimiento, esto ha requerido coordinación previa entre el solicitante y la concesionaria. Le agradeceremos que coordine una reunión con nosotros por medio del siguiente correo electrónico [uerc@sec.cl](mailto:uerc@sec.cl).

Con respecto a los requisitos a las que están sometidas las instalaciones de Cogeneración Eficiente, estas deben cumplir como cualquier otra instalación de generación, con lo estipulado con las exigencias de la Norma Técnica para Equipamientos de Generación en BT. Adicionalmente, deben cumplir con lo estipulado en el Reglamento de Cogeneración Eficiente que se adjunta junto con esta respuesta. Cabe señalar además, que está considerado dentro del año en curso, desarrollar un instructivo técnico que normará las condiciones de diseño y de seguridad que deben cumplir estas instalaciones.

Atentamente,

Departamento de Experiencia Ciudadana

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

## 22.6 Cálculo del costo de la energía eléctrica

El costo de la energía eléctrica se estimó utilizando un perfil de demanda de edificio público como el mostrado a continuación:

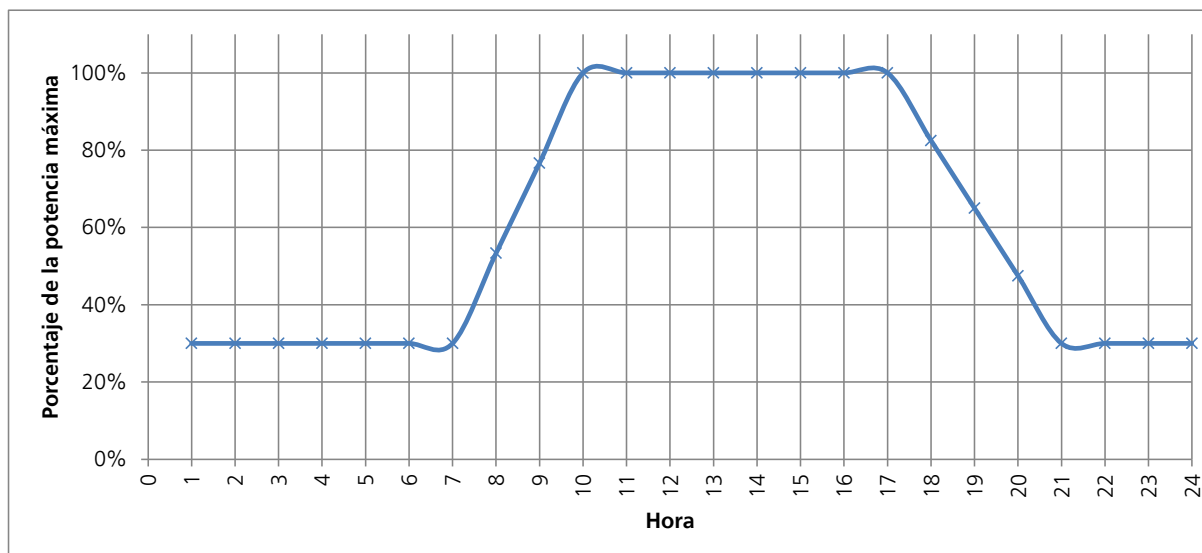


Figura 45 Perfil de demanda eléctrica utilizado para estimar el costo unitario de energía.

El perfil de la figura anterior, asume que existe una demanda base constante los fines de semana y de lunes a viernes entre las 00:00 y las 06:00 a.m. y entre las 20:00 y las 23:00 p.m. Esta demanda base corresponde a un 30[%] de la demanda máxima.

De lunes a viernes, la demanda comienza a aumentar a partir de las 06:00 a.m., hasta llegar a su valor máximo a las 10:00 a.m., donde se mantiene hasta las 16:00 p.m. para volver a la demanda base a partir de las 20:00 p.m. De esta manera, si se considera que el horario punta comienza a las 17:00 h, se tiene que la demanda en hora punta corresponde a un 82,5[%].

A modo de ejemplo, se utilizó una demanda máxima de 25[kW], y los valores indicados por La distribuidora local de energía eléctrica es Edelaysén, la cual pertenece a dos holdings de inversión internacionales Cóndor Holding SpA y AndesCan SpA, vende alrededor de 140 [GWh/año] y posee 42 mil clientes. Sus tarifas se muestran en la tabla resumen, a mayo del año 2016.. Los valores se mantienen si se utilizan otras demandas máximas, ya que se está calculando el precio por unidad de energía o precio unitario.

Se tiene lo mostrado a continuación:



(1)	<b>Demanda máxima suministrada</b>	25	[kW]
(2)	<b>Demanda leída en Hora punta</b>	20,6	[kW]
(3)	<b>Tarifa demanda máxima suministrada</b>	9.032	[\$/kW]
(4)	<b>Tarifa demanda en Hora punta</b>	16.226	[\$/kW]
(5)	<b>Tarifa energía</b>	73	[\$/kWh]
(6)	<b>Uso días hábiles</b>	20	[días /mes]
(7)	<b>Uso fines de semana</b>	10	[días /mes]
(8)	<b>Consumo de energía</b>	9.075	[kWh/mes]
(9)=(8)·(5)	<b>Costo Energía</b>	662.475	[\$/mes]
(10)=(1)·(3)	<b>Costo demanda máxima suministrada</b>	225.800	[\$/mes]
(11)=(2)·(4)	<b>Costo demanda leída en hora punta</b>	334.661	[\$/mes]
(12)=(9)+(10)+(11)	<b>Costo total</b>	1.222.936	[\$/mes]
(13)=(12)/(9)	<b>Precio unitario</b>	134,8	[\$/kWh]

Tabla 79 Parámetros utilizados para el cálculo del precio de la energía eléctrica.

## 22.7 Recomendación para subestaciones

A partir del dimensionamiento y potencia calculada para el sistema de calefacción y ACS de acuerdo a la metodología *ASHRAE 2009 Fundamentals*, se describen a continuación los requerimientos mínimos para las subestaciones de ELEAM, Centro de Cultura y JUNJI. Es importante mencionar que estas corresponden a los sistemas encargados de transferir la energía térmica desde las tuberías de la red de distribución de la CD al sistema de distribución individual de cada edificio, con el fin de suplir las demandas de calor y ACS de cada usuario.

Se recomienda la utilización de subestaciones tipo DANFOSS DSE FLEX para demandas grandes como ELEAM, y de subestaciones tipo DANFOSS DSE WALL para demandas más pequeñas.

ELEAM	
Potencia calefacción	200 [kW]
Potencia ACS	120 [kW]
Dimensionamiento Calefacción	
Caudal	5,75 [m <sup>3</sup> /h]
Temperatura Ida	80 °C
Temperatura retorno	50 °C
Dimensionamiento ACS	
Caudal	2,3 [m <sup>3</sup> /h]
Temperatura	55 °C

Tabla 80: Requerimientos calefacción y ACS ELEAM

Centro de Cultura		
Potencia calefacción	60	[kW]
Potencia ACS	30	[kW]
Dimensionamiento Calefacción		
Caudal	1,72	[m <sup>3</sup> /h]
Temperatura Ida	80	°C
Temperatura retorno	50	°C
Dimensionamiento ACS		
Caudal	0,65	[m <sup>3</sup> /h]
Temperatura	50	°C

Tabla 81: Requerimientos calefacción y ACS Centro de Cultura

JUNJI		
Potencia calefacción	60	[kW]
Potencia ACS	30	[kW]
Dimensionamiento Calefacción		
Caudal	1,72	[m <sup>3</sup> /h]
Temperatura Ida	80	°C
Temperatura retorno	50	°C
Dimensionamiento ACS		
Caudal	0,57	[m <sup>3</sup> /h]
Temperatura	55	°C

Tabla 82: Requerimientos calefacción y ACS JUNJI

Del dimensionamiento anterior, se obtienen las necesidades que deberá cumplir la subestación para cada edificio. Estas se clasificarán en dos: A y B, donde la primera corresponde a la necesaria para abastecer al edificio ELEAM, mientras que la segunda se requiere tanto para el Centro de Cultura como la JUNJI. Además, para cumplir con las demandas en calefacción y ACS antes descritas, se especifican los requisitos mínimos en cuanto a temperatura, presión y materialidad para cada uno de los equipos.

<b>Subestación A</b>	
<b>Circuito primario</b>	
Temperatura máxima permisible	135 °C
Presión máxima permisible	14,2 [bar]
Presión nominal	PN16
<b>Circuito secundario calefacción</b>	
Temperatura máxima permisible	100 °C
Presión máxima permisible	6 [bar]
Presión mínima requerida	1 [bar]
<b>Circuito secundario ACS</b>	
Temperatura máxima permisible	90 °C
Presión máxima permisible	10 [bar]
Presión mínima requerida	1 [bar]

*Tabla 83: Requisitos subestación tipo A*

<b>Materialidad Aislación Subestación A</b>		
<b>Intercambiador de calor</b>		
Cable aislado 1,4404 con soldadura de cobre		
Espuma PU	Máx $\lambda=0,035$	[W/mK]
<b>Tuberías</b>		
Espuma PU	Máx $\lambda=0,029$	[W/mK]
<b>Piezas fundidas</b>		
Espuma EPP	Máx $\lambda=0,038$	[W/mK]

*Tabla 84: Materialidad aislación subestación tipo A*

<b>Subestación B</b>		
Circuito primario		
Temperatura máxima permisible	130	°C
Presión máxima permisible	14,4	[bar]
Presión nominal	PN16	
Circuito secundario calefacción		
Temperatura máxima permisible	100	°C
Presión máxima permisible	6	[bar]
Presión mínima requerida	1	[bar]
Circuito secundario ACS		
Temperatura máxima permisible	90	°C
Presión máxima permisible	10	[bar]
Presión mínima requerida	1	[bar]

*Tabla 85: Requisitos subestación tipo B*

<b>Materialidad Aislación Subestación B</b>		
Intercambiador de calor		
Cable aislado	1,4404 con soldadura de cobre	
Espuma EPP	Máx $\lambda=0,037$	[W/mK]
Tuberías primarias		
Espuma PU	Máx $\lambda=0,029$	[W/mK]

*Tabla 86: Materialidad aislación subestación tipo B*

## 22.8 Especificaciones y procedimiento para toma de muestras y aceptación de biomasa

### PROCEDIMIENTO:

1. Para los efectos de la determinación del precio y tonelaje a pagar, y el cumplimiento de los Volúmenes de Entrega y de las ET comprometidas por el Proveedor: a) Los camiones cargados con la Biomasa que sean entregados directamente en la Tolva de Recepción se pesarán en la romana previo y posteriormente a la descarga, y así determinar por diferencia de peso el tonelaje efectivamente descargado b) Aquella biomasa proveniente de la cancha transportada mediante cargadores frontales se pesará en una balanza ubicada previo a la Tolva de Descarga, instaladas en la Central y de propiedad del Cliente.

2. De cada camión o cargador frontal, se tomará una muestra para efectos de evaluar el cumplimiento de las ET, y así determinar el precio de la biomasa según procedimiento acordado por las partes una vez que el Cliente reciba los procedimientos de operación y mantenimiento de La Central. según el método que se describe en 2.1. El Proveedor tiene derecho tomar las contra muestras que estime conveniente de acuerdo a lo establecido en la clausula 5.1 del presente Contrato.

#### 2.1.1 Humedad (en base húmeda) según EN 14774-1/2:

- a. La humedad promedio del año deberá estar cercana al 35% con una variación de +-5%.
- b. La humedad máxima aceptada en la Tolva de Descarga es de 50 %; humedades por sobre este valor tendrán una penalización de un 40% sobre el precio indicado en la tabla para dicha humedad

#### 2.1.2 Impureza según EN 14775:

- a. se pesará una segunda muestra, correspondiendo esta cantidad al "Peso Bruto Impureza";
- b. se quemará la Biomasa en un horno;
- c. se pesará de nuevo, correspondiendo esta cantidad al "Peso Neto Impureza";
- d. el contenido de impureza se calculará según la siguiente fórmula:

$$\text{Impureza muestra en \%} = (\text{Peso Neto Impureza} / \text{Peso Bruto Impureza}) * 100$$

- e. si la "Impureza de la Muestra" cabe en el rango 4.5% - 5%, se pagará un precio del 80% del valor establecido en la Cláusula Séptima por todo el porcentaje que va desde el 0%

---

hasta el valor final excedente; Si la muestra supera el 5% de impurezas se pagará el 50% del valor establecido.

### 2.1.3 Granulometría según EN 14775:

- a. se pesará una tercera muestra, correspondiendo esta cantidad al "Peso Bruto Granulometría";
- b. se realizará un análisis de granulometría cuantificando el % de materia por debajo de las condiciones determinadas en las especificaciones técnicas (3.15 mm).
- c. si a lo largo del día el % de Biomasa por debajo 3.15 mm de diámetro supera el 20%, se procederá a considerar ese excedente como impurezas, con lo cual no se pagara ese excedente por encima del 20% y se deberá reponer dicha cantidad de Biomasa equivalente para no poner en peligro el suministro total necesario.

El 95% del suministro diario deberá estar por debajo de 63 mm de diámetro máximo. Se realizará un análisis de granulometría cuantificando el % de sobretamaños, es decir Biomasa por sobre 63mm de diámetro. Aquellas partidas cuyo porcentaje de sobretamaño se encuentre entre el 5% y el 20% se pagarán a un precio del 80% de lo establecido en la cláusula séptima. Adicionalmente a lo anterior, en partidas de biomasa cuyo porcentaje de granulometría sobre 63 mm sea superior al 20%, el exceso por sobre 20% será considerado como impurezas con lo cual no se pagara ese excedente y se deberá reponer dicha cantidad de Biomasa equivalente para no poner en peligro el suministro total necesario.

El 100% del suministro deberá estar por debajo de 140 mm de diámetro máximo.

Las partes acuerdan la revisión de los requisitos de granulometría incluidos en este instrumento a raíz de la recepción de los parámetros de diseño de la caldera durante la fase construcción de la Central.

2.2. Si por cualquier evento, incluidos aquellos constitutivos de caso fortuito o fuerza mayor según se definen estos en el Contrato, no fuere posible tomar las muestras para determinar el Peso Neto de la Muestra, tanto la Primera, Segunda o Tercera, se considerará para estos efectos el promedio diario de entrega aceptada del Proveedor cuando exista más de una muestra válida para ese día. Cuando no sea posible aplicar la regla anterior, se determinará un promedio del Proveedor correspondiente a los últimos tres días. En caso de no ser posible determinar el promedio anterior, se tomará el promedio de los tres días siguientes. Finalmente, y en subsidio de la aplicación de las reglas anteriores, en el evento de no contar con la información antes dicha, se

---

considerará el promedio diario de lo adquirido y aceptado por el Cliente al Proveedor en iguales fechas.

2.3. Después de la Tolva de Recepción, la Central dispondrá de un mecanismo de cribado y separación de materiales que no correspondan a biomasa con la ET descritas en este instrumento. Este sistema separará aquella biomasa cuya granulometría no cumpla con lo establecido en la cláusula 2.1 del Anexo 1 del presente contrato, además de otros elementos extraños que pudieran venir en la biomasa recibida (tales como alambres, clavos, piedras, etc.). Dichos materiales serán acumulados en tolvas, periódicamente pesados y devueltos al Proveedor para su reproceso y/o disposición final en vertederos y/o repositorios autorizados. El material descartado será descontado de la biomasa efectivamente recibida por el Cliente para todos los efectos del Contrato, especial pero únicamente para fines de las Cláusula Cuarta, Quinta, Sexta, Séptima, Octava y Novena.

3. Limitaciones de suministro – % Residuos de cosecha de eucalipto:

4. El peso a ser pagado por el Cliente se calculará con la siguiente fórmula:

Peso a pago = (Peso Bruto del Camión - Peso Neto del Camión)\*((100-(Humedad de la Muestra + Fracción fina excedente de la Muestra + Fracción gruesa excedente de la Muestra + Impureza excedente de la Muestra))/100)

5. El precio a ser pagado por el Cliente se calculará con la siguiente fórmula, indicada en la una "Tabla de Ajuste"

## 22.9 Potenciales proveedores de biomasa

Nombre Pro- ductor	Distancia a Coyhaique [km]	Sector	Producción actual [m3 st]	Superficie total [ha]	Observaciones
<b>Agrícola Queu- lat Ltda</b>	40	Coyhaique Alto	1.000	3.200	Sup. Predial B. Nativo corresponde a las 3.000Ha y plantaciones coníferas 200Ha
<b>Alejandro Gali- lea</b>	45	Coyhaique Alto	1.000	5.195	Posee Declaración de existencia para maderas muertas con C.H. menor y P.M.F
<b>Sebastian Gali- lea</b>	55	El Richard	2.000	1225	P.M.F. Vigente, B. Nativo en 2 predios: a) de 175Ha y b) de 1050Ha - posee Plantación exótica/ Posee CAS
<b>Claudio Gatica</b>	25	Lago Atravesado	500	131	P.M.F. Vigente, Nativo
<b>Fernando Mas</b>	85	Mañihuales	2.000	304,72	Faena mecanizada, traslado en trozas, P.M.F. en proceso de evaluación
<b>Oscar Matta</b>	30	El Polux	1.000	209	P.M.F. Vigente, Nativo
<b>Agrícola, Ga- nadera y Fo- restal Trahuilco</b>	40	Lepín	2.000	216	P.M.F. Vigente, Nativo
<b>Luis Saenz</b>	30	Cerro La Virgen	1.500	100	P.M.F. Vigente, Nativo / Posee CAS
<b>Antonio del Rio</b>	40	Coyhaique Alto	1.000	850	P.M.F. Vigente, Nativo



<b>Hilda Barrientos</b>	20	Coyhaique Alto	1.000	113,8	P.M.F. Vigente, Nativo / Posee CAS
<b>Luis Cabezas</b>	140	Alto Mañihuales	1.500	1500	P.M.F. Vigente, Nativo / Posee CAS
<b>Marcos Gallardo</b>	55	El Richard	1.500	200	P.M.F. Vigente, Nativo / Posee CAS
<b>Elby Zamora</b>	40	Lago frío	1.500	612,5	P.M.F. Vigente, Nativo
<b>Víctor Alarcón Belmar</b>	140	Lago Lapparent	1.000	500	Posee palizada blanca, desde donde produce su leña, lo que tiene un C.H. inferior y extrae con declaración de existencia / posee P.M.F
<b>Víctor de La Guarda Soto</b>	150	Sector El Cajón	500	400	P.M.F. Vigente, B. Nativo y capa- cidad de aumen- tar producción, faena mecaniza- da en extracción dentro montaña.