



Estudio Teórico Comparativo de Costos de Calefacción Utilizando Gas Natural y Electricidad

para Asociación de Empresas de Gas Natural (AGN)

Santiago, 27 de septiembre de 2024



Estudio Teórico Comparativo de Costos de Calefacción Utilizando Gas Natural y Electricidad

Autores

Jefe de Proyecto: Fabián Hormazábal Pollicardo

Dictuc S.A.

Vicuña Mackenna Nº 4860, Macul – Santiago

Datos Mandante

Razón Social: Asociación de Empresas de Gas Natural

RUT: 65.164.220-5

Dirección: Isidora Goyenechea 3250, of 802, Las Condes

Cuerpo del informe

31 hojas (incluye portada)

Fecha del informe

27/09/2024

Información Contractual

OC: N° 001-24 y N° 002-24

Contraparte técnica

Nombre: Carlos Cortés Simón

Cargo: Presidente Ejecutivo

E-mail: ccortes@agnchile.cl

Sr. Fabián Hormazábal Pollicardo

Ingeniero Asociado

Dictuc S.A.

Sr. Felipe Bahamondes

Gerente General

Dictuc S.A.

Estudio Teórico Comparativo de Costos de Calefacción Utilizando Gas Natural y Electricidad

Informe Final

Página 2 de 31

Código V03: FI-A.01-DSA

NORMAS GENERALES

- El presente informe contiene los resultados finales del “**Estudio Teórico Comparativo de Costos de Calefacción Utilizando Gas Natural y Electricidad**” llevado a cabo entre mayo y agosto de 2024.
- El presente informe fue preparado por **Dictuc** a solicitud de la **Asociación de Empresas de Gas Natural** para un uso a definir por este, bajo su responsabilidad exclusiva.
- Los alcances de este estudio están definidos explícitamente en la Sección 3 del presente informe. Las conclusiones de este informe se limitan a la información disponible para su ejecución.
- La información contenida en el presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente, para fines publicitarios, sin la autorización previa y por escrito de **Dictuc** mediante un Contrato de Uso de Marca.
- La **Asociación de Empresas de Gas Natural** podrá manifestar y dejar constancia verbal y escrita, frente a terceros, sean estas autoridades judiciales o extrajudiciales, que el trabajo fue preparado por **Dictuc**, y si decide entregar el conocimiento del presente informe de **Dictuc**, a cualquier tercero, deberá hacerlo en forma completa e íntegra, y no partes del mismo.
- El presente informe es propiedad de la **Asociación de Empresas de Gas Natural** sin embargo si **Dictuc** recibe la solicitud de una instancia judicial hará entrega de una copia de este documento al tribunal que lo requiera, previa comunicación por escrito a la **Asociación de Empresas de Gas Natural**.
- El presente informe es resultado de las metodologías desarrolladas por **Dictuc**, del alcance del informe encomendado y de los antecedentes que la **Asociación de Empresas de Gas Natural** puso a disposición de **Dictuc**. La **Asociación de Empresas de Gas Natural** acepta expresamente que los resultados del presente informe pueden, en definitiva, no serles favorables a sus intereses particulares.
- La **Asociación de Empresas de Gas Natural** declara conocer y aceptar los términos y condiciones generales para la prestación de servicios, disponibles para todo el público en su sitio web oficial www.dictuc.cl/tyc.

CONTENIDO

1. Introducción	8
2. Objetivos	8
3. Alcances.....	8
4. Metodología	9
4.1. Definición de tipología de recintos y ubicación	9
4.2. Cálculo de grados-hora	10
4.3. Modelo térmico simplificado	10
4.4. Tarifas	11
4.5. Artefacto y sistemas de calefacción considerados.....	12
4.6. Consumo energético.....	12
5. Resultados	13
5.1. Costo por unidad de energía	13
5.2. Costo para recinto de 50 m ²	16
5.3. Costo para recinto de 100 m ²	21
6. Conclusiones.....	25
Anexos.....	27

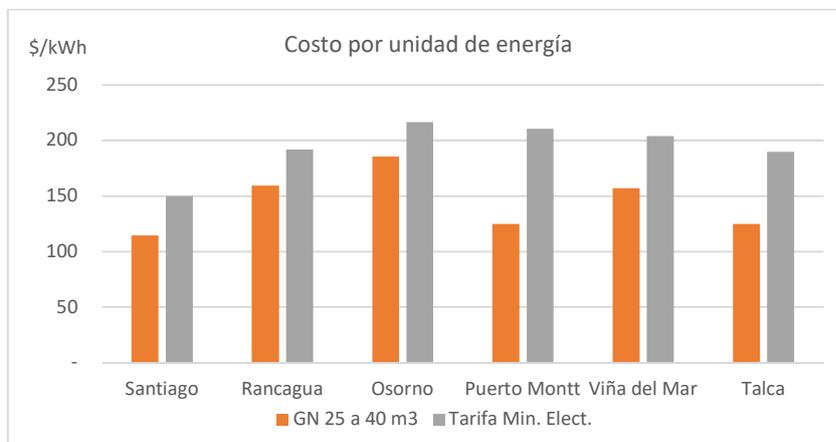
Resumen ejecutivo

La Asociación de Empresas de Gas Natural, solicitó a la Unidad Ingeniería Térmica y Medio Ambiente de Dictuc, realizar un estudio teórico, que permitiera comparar los costos asociados al uso de energía al calefaccionar un recinto usando gas natural y electricidad.

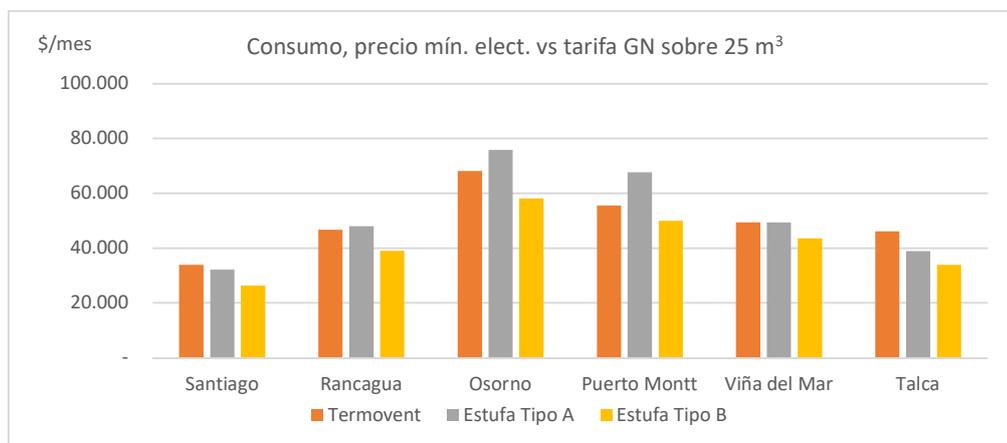
La metodología para realizar el estudio consistió en definir dos recintos ficticios ubicados en las comunas de Santiago, Rancagua, Osorno, Puerto Montt, Viña del Mar y Talca. En base supuestos respecto de las características térmicas de los recintos y considerando registros climatológicos de cada comuna, se estima una carga térmica referencial para un mes de invierno. Posteriormente, se estima el consumo de electricidad y de gas natural utilizando distintos equipos o sistema de calefacción y, considerando distintas tarifas eléctricas y de gas natural en cada comuna, se estima un gasto energético referencial. Los equipos y sistemas de calefacción considerados fueron un termoventilador eléctrico, una estufa Tipo A y Tipo B a gas natural, aire acondicionado eléctrico y calefacción central individual a gas natural con radiadores. En cuanto a las tarifas se consideró un rango de valores máximos y mínimos publicados al mes de agosto de 2024 por las empresas distribuidoras en las comunas mencionadas anteriormente, las cuales correspondieron a las siguientes:

Ciudad	Empresa Distribuidora	Rango Tarifa Eléctrica, \$/kWh
Santiago	Enel	150 – 215
Rancagua	CGE	192 – 247
Osorno	Saesa	217 – 250
Puerto Montt	Saesa	211 – 244
Viña del Mar	Chilquinta	204 – 256
Talca	CGE	190 – 245

Los resultados obtenidos indican que, en términos generales, el gas natural tiene un menor costo por unidad de energía que la electricidad, independiente de la comuna considerada, comparación que resulta útil al considerar equipos de calefacción con eficiencias similares, como podría ser un termoventilador y una estufa Tipo A. Si se toma un tramo de consumo de gas natural sobre 25 m³ al mes (suponiendo que dicho consumo corresponde a un caso de base de uso de gas natural para cocción y agua caliente sanitaria) y la tarifa eléctrica más baja en cada comuna, el costo por unidad de energía es el siguiente:

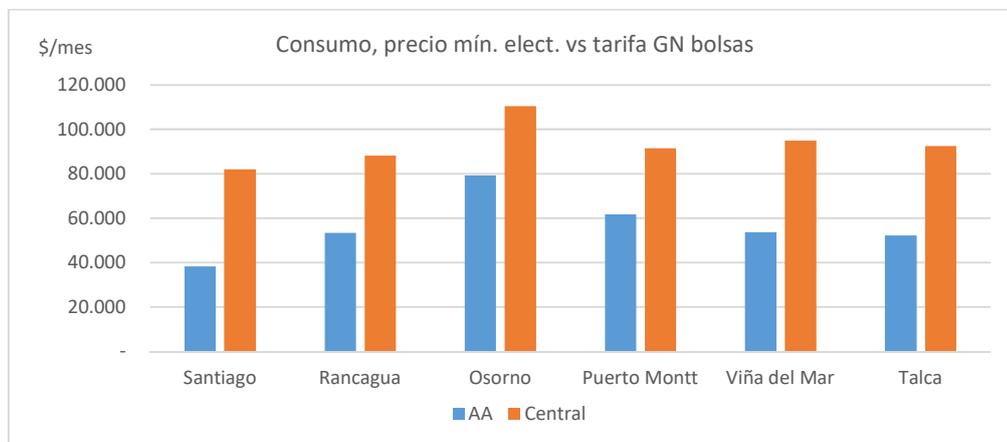


En el escenario de un recinto de 50 m², considerando una tarifa eléctrica mínima y un volumen de gas natural sobre 25 m³ al mes, los consumos energéticos en calefacción utilizando termoventilador y estufas Tipo A y Tipo B a gas natural son los siguientes:

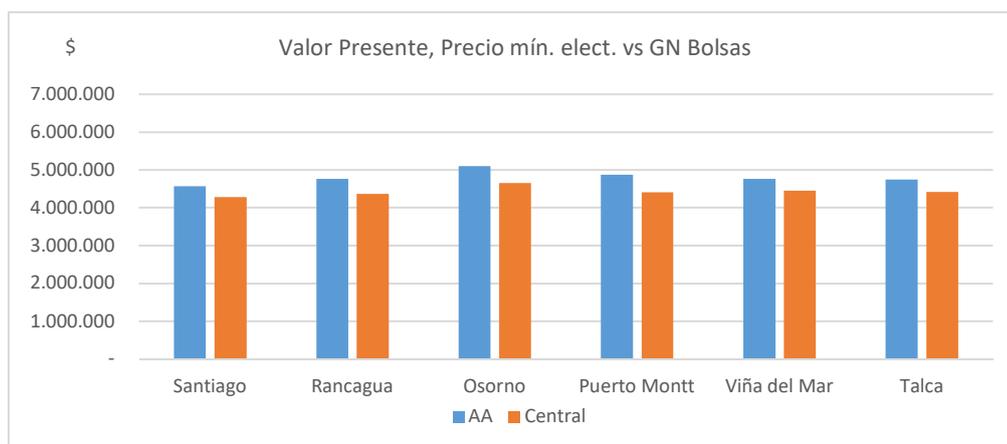


En términos generales, salvo para el caso de Rancagua, Osorno y Puerto Montt usando estufa Tipo A, se observa que el gasto energético usando estufas Tipo A y Tipo B a gas natural, en un recinto de 50 m², es menor que el de la electricidad usando termoventilador, independiente de la comuna considerada. El mayor consumo de la estufa Tipo A respecto de la Tipo B, se explica por el mayor requerimiento de ventilación, ya que la primera descarga los productos de combustión al interior del recinto, con lo cual su carga térmica es mayor debido al necesario mayor ingreso de aire frío desde el exterior para mantener concentraciones de gases en rangos aceptables.

Por su parte, considerando un recinto de 100 m², una tarifa eléctrica mínima y el uso de bolsas de gas (que aplican sobre 60 m³ mensuales), el consumo energético en calefacción utilizando aire acondicionado y calefacción central individual con caldera a gas natural y radiadores es el siguiente:



Para este último caso, si se considera la inversión en los equipos, su mantención anual y un uso de 3 meses en invierno, 8 horas al día, durante 6 años, el valor presente es el siguiente:



Como se puede ver, el gasto en energía es menor con aire acondicionado que con caldera a gas y radiadores, lo que se explica por la mayor eficiencia del primero del primero respecto del segundo, pese al mayor precio por unidad de energía de la electricidad. Sin embargo, si se incluye la inversión y mantenimiento, el uso de caldera con radiadores podría llegar a tener un costo total menor que el aire acondicionado, dependiendo de los valores considerados, los cuales, en base a cotizaciones referenciales, se obtuvo que el costo de inversión y mantención del aire acondicionado tiende a ser mayor que el de calefacción con caldera individual y radiadores.

1. Introducción

La Asociación de Empresas de Gas Natural (en adelante AGN), solicitó a la Unidad Ingeniería Térmica y Medio Ambiente de Dictuc, realizar un estudio teórico que permitiera comparar, de manera simple para un usuario no especialista, los costos asociados al uso de energía al calefaccionar un recinto usando gas natural y electricidad.

El presente documento corresponde al informe final con los resultados del estudio solicitado.

2. Objetivos

El objetivo general del estudio fue comparar el costo asociado al uso de energía al calefaccionar dos recintos ficticios utilizando gas natural y electricidad.

Para cumplir con el objetivo general, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- a) Proponer dos tipologías genéricas de recintos ubicados, referencialmente, en distintas comunas de Chile.
- b) Definir los valores de la envolvente térmica de los recintos en cumplimiento con la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), y proponer valores referenciales para la ventilación de los recintos.
- c) Calcular los grados-hora para dos rangos horarios de uso, durante todos los días de un mes de invierno histórico, en las comunas representativas de la ubicación de los recintos definidos en el punto a).
- d) Revisar las tarifas del gas natural y de electricidad, representativas de las ubicaciones de los recintos.
- e) Elaborar un modelo térmico simplificado, en régimen semi estacionario de los recintos, con el fin de estimar su carga térmica de calefacción durante un mes de invierno.
- f) Considerar una eficiencia tipo para la eficiencia de los artefactos o sistemas de calefacción incluidos en el estudio.
- g) Estimar los costos de calefacción, tanto de operación como de inversión, considerando artefactos a gas natural y electricidad.

3. Alcances

Dentro de los costos se incluyen los relacionados a los energéticos utilizados, además de la inversión, instalación y mantenimiento para el caso de calefacción individual por radiadores y aire acondicionado. Para esto último se tomaron en consideración valores de cotizaciones referenciales.

La información técnica que fue necesaria utilizar, respecto de los recintos y artefactos considerados, se obtuvieron de documentos públicos o referenciales a los cuales se tuvo acceso.

No fue alcance del estudio predecir el gasto real en calefacción de una vivienda en específico, sino solo hacer estimaciones bajo distintos escenarios, basados en supuestos razonables. Por lo tanto, los resultados obtenidos están condicionados a las tarifas y precios de equipos en las fechas en que se realizó el estudio, y estos se deben entender como resultados referenciales comparativos que en ningún caso representan una situación completamente real.

4. Metodología

Para llevar a cabo el estudio, se siguió la siguiente metodología:

4.1. Definición de tipología de recintos y ubicación

La definición de un recinto específico, pero ficticio, y su ubicación se utiliza para poder estimar una carga térmica de calefacción (cantidad de calor útil demandada por un recinto para mantener una cierta temperatura constante dentro de él, cuando en el exterior existe una temperatura menor) en función de las características físicas y térmicas de su envolvente (superficie, muros perimetrales, techo y piso), y de la climatología de la comuna en que se encuentre.

Pudiendo definirse, de forma arbitraria, recintos de cualquier superficie y configuración física, por simplicidad se consideraron dos recintos tipo: 1) uno cuadrado, de 50 m², tipo departamento, con dos muros que dan al exterior y que tiene otros departamentos sobre y bajo él, y 2) uno cuadrado, de 100 m², tipo casa, con sus cuatro muros perimetrales hacia el exterior (casa aislada). Para ambos casos se supuso que la envolvente térmica cumple con la normativa térmica de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), según la zona térmica en la que se encuentre el recinto. La Tabla 1 muestra un resumen de las características generales de cada recinto.

Tabla 1: Características generales de los recintos considerados.

Elemento de la envolvente	Departamento	Casa
Planta, m ²	50,0	100,0
Muros al exterior, m ²	27,3	82,8
Ventanas al exterior, m ²	1,9	2,6
Techo al exterior, m ²	0,0	100,0
Puertas al exterior, m ²	3,3	6,6
Perímetro sobre el suelo, m	0,0	40,0

Las comunas consideradas como ubicación de cada recinto fueron definidas por AGN y correspondieron a las indicadas en la Tabla 2. Junto con cada ciudad se indica el coeficiente global de transferencia de calor de acuerdo a la zona térmica de cada una de ellas. Para las pérdidas perimetrales por el piso sobre el suelo se consideró un valor de 1,4 W/mK.

Tabla 2: Ciudades consideradas y valores para la envolvente térmica, en W/m²K.

Ciudad	Zona Térmica	muro	ventana	puerta	techo
Santiago	3	1,90	5,80	2,50	0,47
Rancagua	3	1,90	5,80	2,50	0,47
Osorno	5	1,60	5,80	2,50	0,33
Puerto Montt	6	1,10	5,80	2,50	0,28
Viña del Mar	2	3,00	5,80	2,50	0,60
Talca	4	1,70	5,80	2,50	0,38

4.2. Cálculo de grados-hora

En términos simples, y sin pretender dar una definición formal, los grados-hora suponen que cada vez que la temperatura ambiental externa promedio en una hora es inferior a una temperatura de balance, entonces es necesario calefaccionar un recinto para elevar la temperatura interior hasta dicha temperatura. Así, los grados-hora acumulados en los 3 meses de invierno (90 días), dentro de un rango de 8 horas diarias, se pueden calcular mediante la siguiente fórmula:

$$GH_{invierno} = \sum_{j=1}^{90} \sum_{i=1}^8 (T_{bal} - \bar{T}_{hora,i,j})^+$$

En la fórmula anterior, el signo “+” indica que los grados hora se acumulan solo cuando la diferencia de temperatura entre la de balance y la promedio horaria es positiva.

Dicho lo anterior, se incorporó la climatología de cada comuna dentro de un modelo térmico simplificado, analizando las temperaturas promedio horarias durante el invierno de 2023 en cada una de ellas (entre el 21 de junio y el 20 de septiembre). Para esto se utilizó la información publicada en la página web de la Dirección Meteorológica de Chile, calculándose los grado-hora totales durante todo el invierno, considerando 8 horas de calefacción distribuidos entre las 06:00 y las 10:00, y entre la 18:00 y 22:00, y tomando como referencia una temperatura de balance de 18°C. En base a esto se calcularon los grado-hora promedio acumulados para un mes de invierno (30 días).

Tabla 3: Grados-hora totales promedio en un mes de invierno en cada ciudad

Ciudad	Grados-hora promedio mes
Santiago	2.042
Rancagua	2.194
Osorno	3.068
Puerto Montt	2.959
Viña del Mar	1.720
Talca	2.305

4.3. Modelo térmico simplificado

En base a los recintos y comunas mencionadas anteriormente, se estima una demanda térmica durante un mes de invierno. Para esto se considera el área de la envolvente (que da al exterior), sus propiedades térmicas y los grado-hora promedio de un mes de invierno acumulados entre las 06:00 y 10:00, y entre las 18:00 y 22:00. Para los artefactos o equipos que no combustionan dentro de los hogares, se consideró una ventilación equivalente de 1 cambio por hora, mientras que los que sí lo hacen, se supuso una ventilación de 2,5 cambios por hora.

$$Demanda_{calefaccion,mes} = (A \cdot U + \dot{m} \cdot C_{p,a}) \cdot \overline{GH}_{mes}$$

Se destaca que este cálculo solo busca establecer una demanda térmica referencial sobre la cual se estima, posteriormente, un gasto mensual en calefacción. En términos relativos, las comparaciones entre los distintos energéticos y artefactos o sistemas de calefacción son independientes de esta demanda, ya que la relación entre ellos depende, fundamentalmente, de la eficiencia de cada equipo o sistema y de la tarifa del energético. El cálculo de la demanda térmica se realiza solo para establecer un orden de magnitud del gasto mensual en calefacción, en relación a la inversión referencial que implica adquirir, instalar y mantener cada equipo o sistema.

4.4. Tarifas

Para evaluar el costo energético de cada alternativa, se consideraron tarifas referenciales (IVA incluido) para la electricidad y el gas natural de cada comuna. Dado que la tarifa eléctrica depende de varios factores, además de la ubicación geográfica (tipo de conexión, nivel de consumo, etc.), se tomaron valores extremos referenciales publicados por las distintas compañías, a agosto de 2024. La Tabla 4 muestra las tarifas eléctricas consideradas.

Tabla 4: Tarifas eléctricas referenciales para cada ciudad, IVA incluido

Ciudad	Empresa	Rango Tarifa Eléctrica, \$/kWh
Santiago	Enel	150 – 215
Rancagua	CGE	192 – 247
Osorno	Saesa	217 – 250
Puerto Montt	Saesa	211 – 244
Viña del Mar	Chilquinta	204 – 256
Talca	CGE	190 – 245

Para el gas natural se tomaron las tarifas residenciales publicadas por las compañías distribuidoras en cada comuna, incluyendo valores especiales para consumos sobre 60 m³, conocidas como “Bolsa”. La Tabla 5 y la Tabla 6 muestran las tarifas del gas natural publicadas a agosto de 2024.

Tabla 5: Tarifas de gas natural, Metrogas, \$/m³ IVA incluido

Tramo	Santiago	Rancagua	Osorno	Puerto Montt
0 – 5	1.926	2.212	2.308	2.308
5 – 10	1.551	1.788	2.013	2.013
10 – 25	1.549	1.808	1.900	1.900
25 – 40	1.237	1.722	2.003	2.003
40 – 60	802	1.144	1.454	1.454
60 – 130	1.249	1.243	1.550	1.550
130 – 170	1.249	1.302	1.394	1.394
170 – 700	1.246	1.318	1.334	1.334
700 – 900	1.240	1.328	1.272	1.272
900 o más	1.240	1.326	1.326	1.326
Bolsa, sobre 60 m ³	820	820	820	820

Tabla 6: Tarifas de gas natural, Gasvalpo (Viña del Mar) y Energas (Talca), \$/m³ IVA incluido

Tramo	Viña del Mar	Talca
0 – 4	1.874	1.745
4 – 10	1.842	1.666
10 – 20	1.773	1.637
20 – 30	1.715	1.566
30 – 40	1.672	1.128
40 – 60	1.632	1.376
60 – 100	1.573	1.376
100 – 150	1.483	1.280
150 – 300	1.451	1.280
300 – 500	1.431	1.284
Bolsa, sobre 60 m ³	880	880

4.5. Artefacto y sistemas de calefacción considerados

Se consideraron los siguientes artefactos o sistemas de calefacción con las eficiencias referenciales indicadas en la Tabla 7. En dicha tabla también se incluyen costos de inversión y mantención para cada uno de ellos, obtenidos en base a cotizaciones referenciales.

Tabla 7: Artefactos y sistemas, eficiencia nominal e inversión y mantención referencial.

Equipo o sistema	Eficiencia o COP	Inversión Referencial	Mantención
Termoventilador	100%	\$32.252	--
Estufa Tipo A	100%	\$283.995	--
Estufa Tipo B	85%	\$763.490	--
Caldera individual y radiadores	70%	\$2.689.000 (para 100 m ²)	\$120.000
Aire acondicionado	3	\$2.987.000 (para 100 m ²)	\$62.000 (por equipo)

Para el caso del termoventilador y de las estufas Tipo A y B, se consideraron valores promedios publicados en distintas tiendas del *retail*. En tanto para la calefacción con radiadores y aire acondicionado, se solicitaron cotizaciones a empresas del rubro, en base a un espacio ficticio de 100 m², y cuyo requerimiento era calefaccionar 3 habitaciones más un living comedor. La calefacción con aire acondicionado se supuso con 3 quipos de 9.000 BTU/h y uno de 12.000 BTU/h, más los insumos adicionales de instalación y mano de obra. Por su parte, para la calefacción central individual a gas natural se supuso una caldera mixta de 25.000 kcal/h con 4 radiadores, más sus insumos de instalación y mano de obra.

4.6. Consumo energético

Finalmente, teniendo una demanda térmica para cada recinto y en cada ciudad, se calcula el gasto mensual en calefacción utilizando electricidad mediante la siguiente expresión:

Estudio Teórico Comparativo de Costos de Calefacción Utilizando Gas Natural y Electricidad

Informe Final

Página 12 de 31

Código V03: FI-A.01-DSA

$$Gasto Electricidad = \frac{Demanda_{calefaccion,mes}}{Eficiencia\ o\ COP} \times Costo\ kWh$$

Para el caso del gas natural, el gasto mensual en calefacción se calcula en base al volumen consumido, considerando los diferentes tramos de tarifa y suponiendo que en los meses en que no se utiliza calefacción, existe un consumo base distinto de cero, o sea, que existe un consumo de gas natural asociado al uso de cocina y agua caliente sanitaria mínimo de 25 m³. Por lo tanto, en los meses de invierno, el consumo adicional de gas asociado a calefacción, tendrá tarifas que corresponderán a tramos por sobre el consumo base de 25 m³. En este caso, el consumo de gas natural se calcula de la siguiente forma:

$$Consumo\ de\ gas = \left(\frac{Demanda_{calefaccion,mes}}{Eficiencia} \right) \times \frac{3.600}{Poder\ Calorífico}$$

Por su parte, el costo asociado al consumo anterior, se calcula como:

$$Gasto\ Gas\ Natural = \sum_i^n Vol_i \times Tarifa_i$$

En la expresión anterior, se calcula el gasto considerando cada tramo marginal, hasta que la suma total de los volúmenes de cada tramo sea el consumo total estimado.

5. Resultados

Dada la cantidad de artefactos, comunas, recintos y tarifas, se han generados distintos tipos de resultados comparativo, los cuales se pueden resumir en los siguientes.

5.1. Costo por unidad de energía

Un primer resultado corresponde la comparación directa del costo por unidad de energía entre los dos energéticos. Para esto se toman los valores mínimos y máximos del kWh eléctrico en cada comuna y se compara con el valor del m³ de gas natural, para cada tramo de tarifa, previa conversión de unidades de \$/m³ a \$/kWh, utilizando el poder calorífico volumétrico del gas natural. Los resultados se muestran en las siguientes figuras.

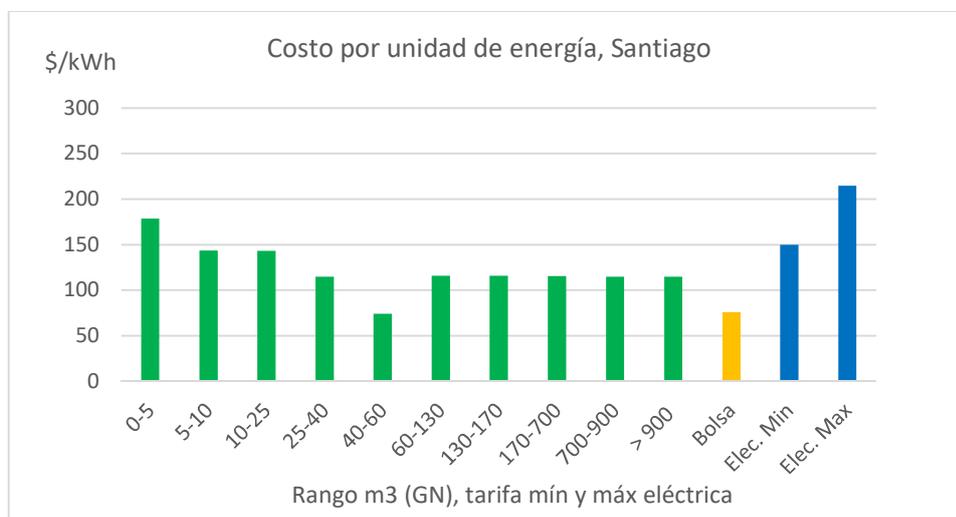


Figura 1: Costo por unidad de energía en Santiago

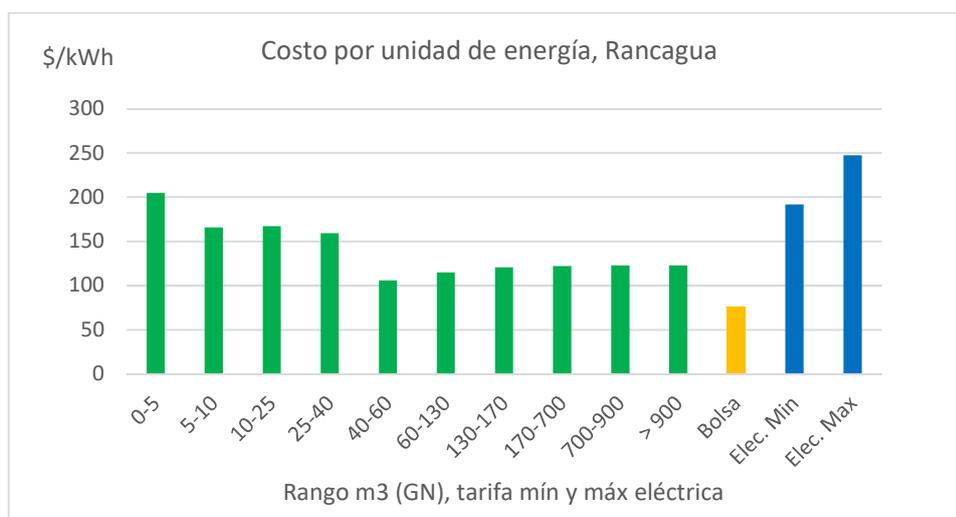


Figura 2: Costo por unidad de energía en Rancagua

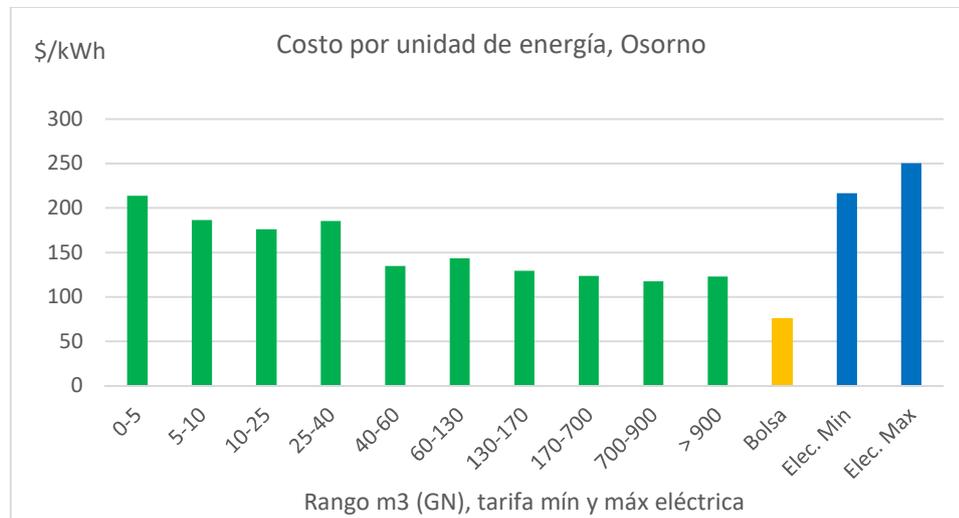


Figura 3: Costo por unidad de energía en Osorno

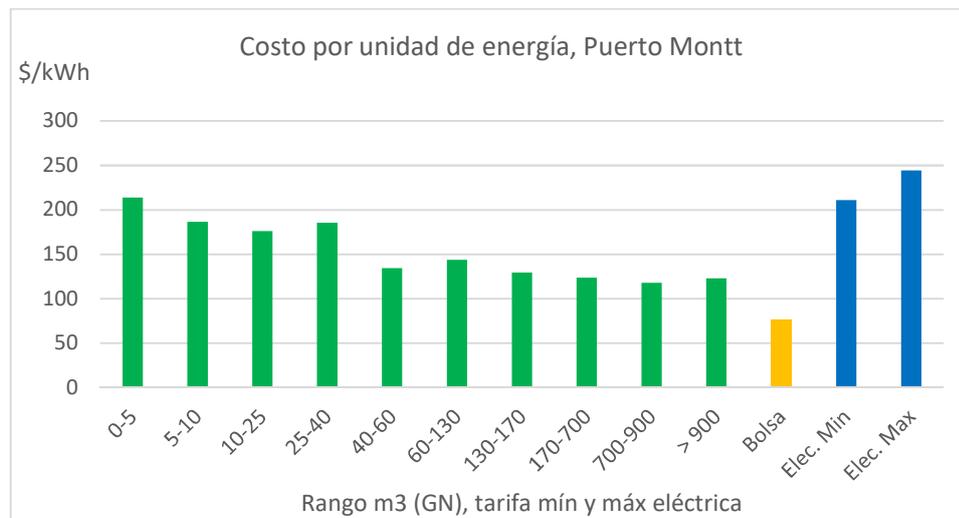


Figura 4: Costo por unidad de energía en Puerto Montt

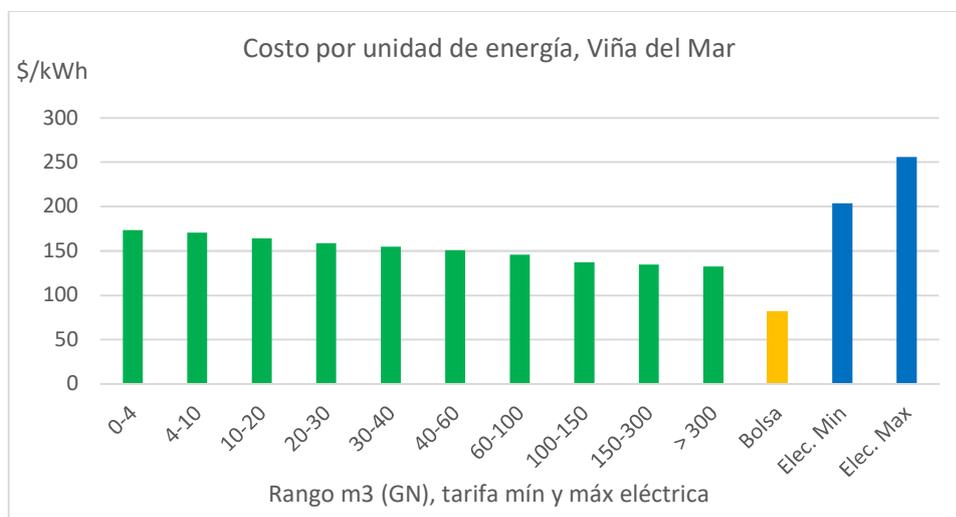


Figura 5: Costo por unidad de energía en Viña del Mar

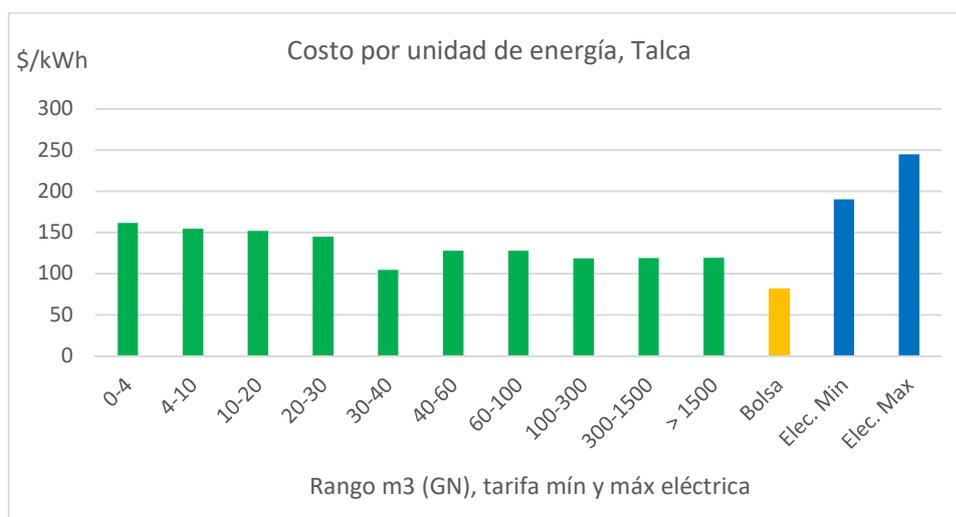


Figura 6: Costo por unidad de energía en Talca

En términos generales, desde un consumo base de 5 m³ mensuales se ve que, en todas las comunas consideradas, el precio por unidad de energía del gas natural es menor que el precio mínimo de la electricidad.

5.2. Costo para recinto de 50 m²

En base a los grados-hora de cada ciudad, acumulados en promedio en un mes de invierno entre 06:00 y 10:00, y entre las 18:00 y 22:00, las propiedades térmicas del recinto, el nivel de ventilación requerido para

cada artefacto y su eficiencia, se estiman los siguientes requerimientos de energía para un mes de invierno en un recinto hipotético de 50 m².

Tabla 8: Requerimiento térmico según equipo y comuna.

Ciudad	Termoventilador, kWh	Estufa Tipo A, kWh	Estufa Tipo B, kWh
Santiago	226	346	266
Rancagua	243	372	286
Osorno	315	495	370
Puerto Montt	263	437	310
Viña del Mar	242	343	285
Talca	243	378	285

Dado el tamaño del recinto tipo, para 50 m² se compara el uso de termoventilador eléctrico con estufas Tipo A y Tipo B a gas natural. Para los escenarios de tarifas se consideran para la electricidad valores mínimos y máximos referenciales de cada comuna y, para el gas natural, valores de volumen en tramos desde 25 m³, además de bolsas de gas para volúmenes desde 60 m³. Los 25 m³ tomados como base para el consumo de gas natural, se consideran suponiendo que corresponden al uso de agua caliente sanitaria y cocina, consumos que no son esencialmente estacionales y que existen independiente del uso de calefacción. Luego, el consumo asociado al uso de calefacción con gas natural le corresponderá una tarifa en tramos superiores a ese volumen.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

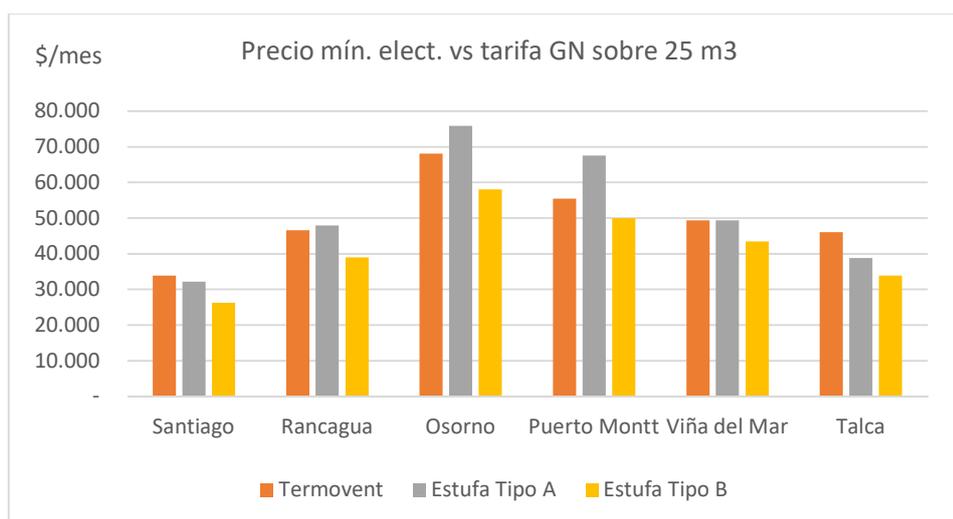


Figura 7: Consumo mensual considerando un precio mínimo para la electricidad y un precio sobre 25 m³ para el gas natural

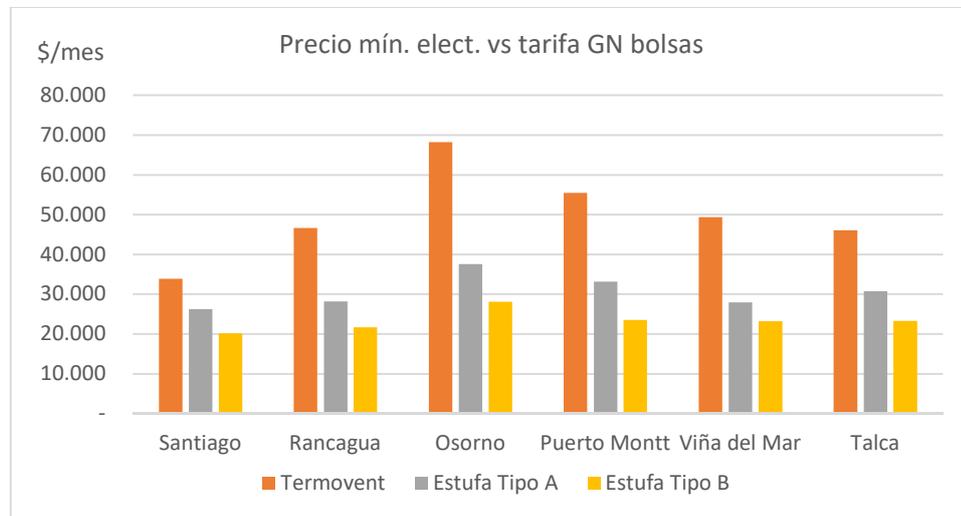


Figura 8: Consumo mensual considerando un precio mínimo para la electricidad y el precio de bolsas de gas para el gas natural

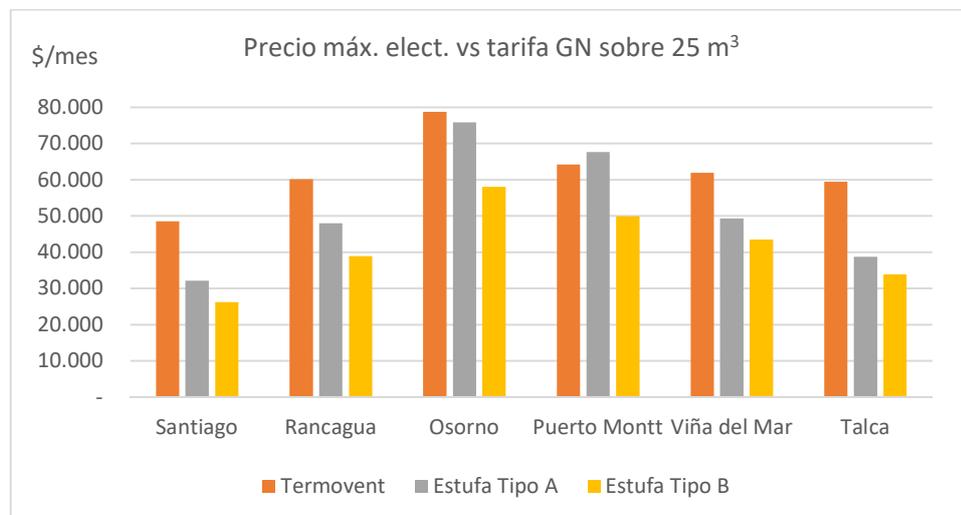


Figura 9: Consumo mensual considerando un precio máximo para la electricidad y un precio sobre 25 m³ para el gas natural

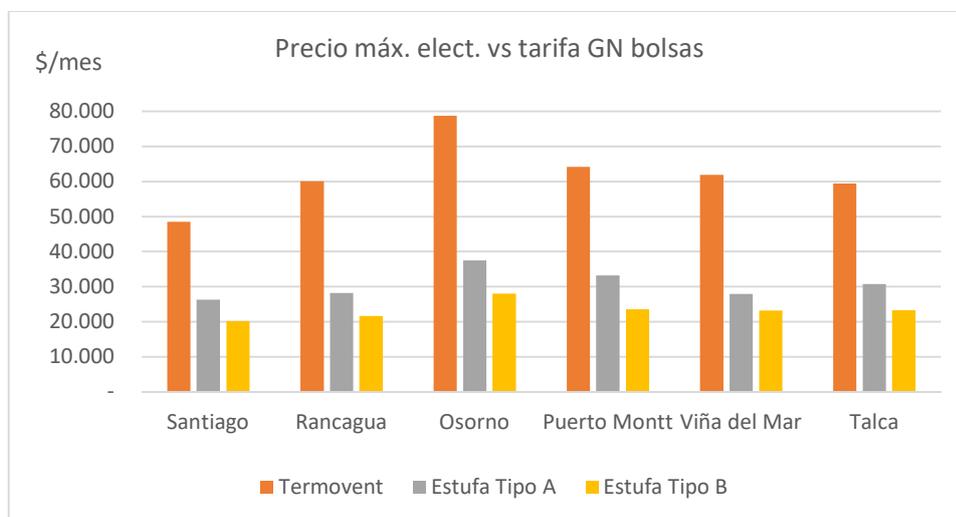


Figura 10: Consumo mensual considerando un precio máximo para la electricidad y el precio de bolsas de gas para el gas natural

En términos generales, salvo para algunos casos en Rancagua, Osorno y Puerto Montt usando estufa Tipo A, se observa que el gasto energético usando estufas Tipo A y Tipo B a gas natural es menor, en la mayoría de los casos, que el de la electricidad usando termoventilador, en un recinto de 50 m², independiente de la comuna considerada. El mayor consumo de la estufa Tipo A respecto de la Tipo B, se explica por el mayor requerimiento de ventilación, ya que la primera descarga los productos de combustión al interior del recinto, con lo cual su carga térmica es mayor debido al necesario mayor ingreso de aire frío desde el exterior para mantener concentraciones de gases en rangos aceptables. Por otra parte, con bolsas de gas en todos los casos resulta un menor gasto usando estufas Tipo A y Tipo B a gas natural que un termoventilador eléctrico.

A continuación, se muestra el resultado para el valor presente del uso de cada artefacto considerando que cada uno de ellos se utiliza durante 3 meses en invierno, durante 6 años, con una tasa de descuento de 10% anual, incluyendo la inversión de cada equipo. Para el caso de los artefactos a gas natural se supuso que el recinto cuenta con un arranque para instalar directamente cada artefacto. Se presentan dos casos extremos: a) usando una tarifa mínima para la electricidad y consumo de gas natural sobre 25 m³ y b) tarifa eléctrica máxima y uso de bolsas de gas.

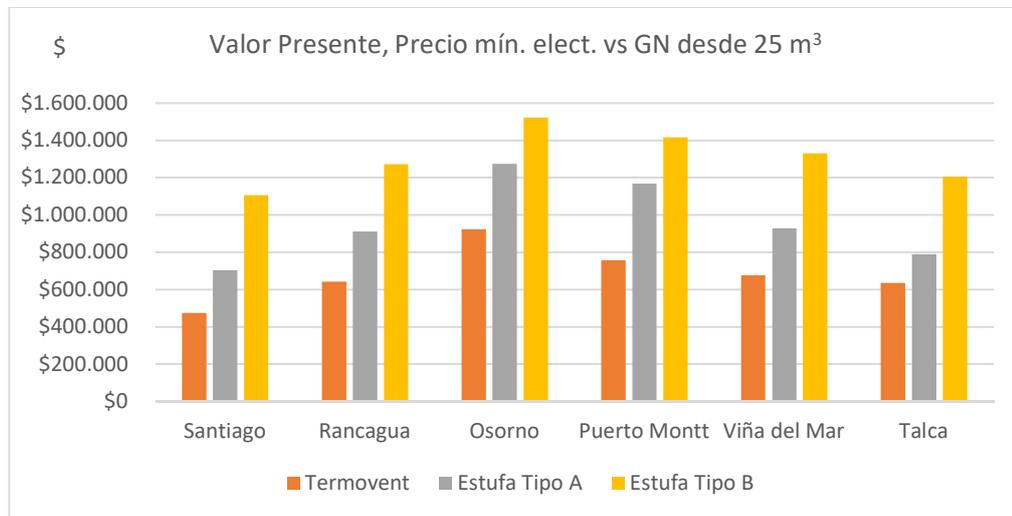


Figura 11: Valor presente considerando un precio mínimo para la electricidad y un precio sobre 25 m³ para el gas natural

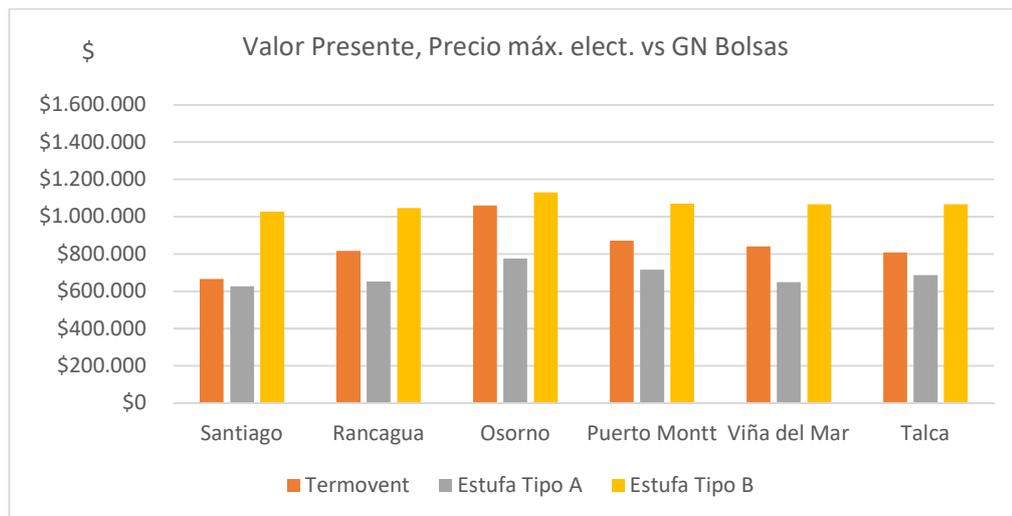


Figura 12: Valor presente considerando un precio máximo para la electricidad y el precio de bolsas de gas para el gas natural

En los resultados anteriores se observa que, al incorporar la inversión de los equipos y considerando una tarifa de gas natural sobre 25 m³, el uso de electricidad es más económica dado que el costo de un termoventilador es menor que el de una estufa Tipo A o B. No obstante, si se considera una tarifa eléctrica máxima y bolsas de gas, el uso estufas Tipo A tiene un costo total menor que el termoventilador, lo que se explica principalmente por el menor costo por unidad de energía de las bolsas de gas respecto de las tarifas eléctricas máximas, lo que compensa el mayor costo de las estufas Tipo A. Dado que las estufas Tipo B tiene un mayor costo de adquisición que los otros dos equipos considerados, su costo total es mayor, independiente de la ciudad y escenario de tarifa.

5.3. Costo para recinto de 100 m²

En base a los grados-hora de cada comuna, acumulados en promedio en un mes de invierno entre 06:00 y 10:00, y entre las 18:00 y 22:00, las propiedades térmicas del recinto, el nivel de ventilación requerido para cada sistema y su eficiencia (o COP), se estiman los siguientes requerimientos de energía para un mes de invierno en un recinto hipotético de 100 m².

Tabla 9: Requerimiento térmico según sistema y comuna.

Ciudad	AA, kWh	Central, kWh
Santiago	256	1.081
Rancagua	279	1.161
Osorno	366	1.454
Puerto Montt	293	1.206
Viña del Mar	264	1.166
Talca	275	1.136

En este escenario se compara el uso de aire acondicionado (4 equipos) con calefacción con caldera individual a gas natural con radiadores (4 radiadores). Al igual que para 50 m², se consideraron valores mínimos y máximos referenciales de tarifas eléctricas de cada comuna y, para el gas natural, valores de volumen en tramos desde 25 m³, además de bolsas de gas para volúmenes desde 60 m³. Los 25 m³ tomados como base para el consumo de gas natural, se consideran suponiendo que corresponden al uso de agua caliente sanitaria y cocina, consumos que no son esencialmente estacionales y que existen independiente del uso de calefacción. Luego, el consumo asociado al uso de calefacción con gas natural le corresponderá una tarifa de tramos superiores a ese volumen.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

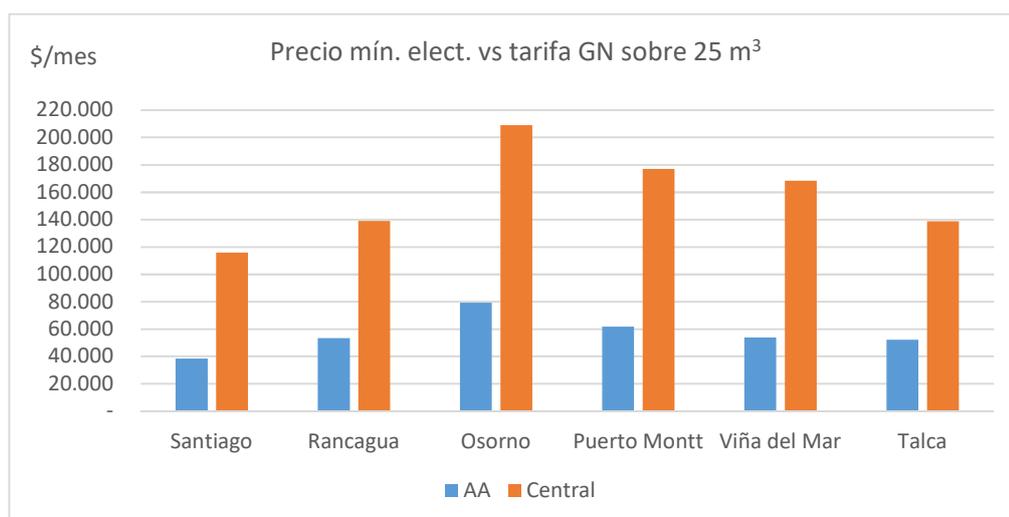


Figura 13: Consumo mensual considerando un precio mínimo para la electricidad y un precio sobre 25 m³ para el gas natural

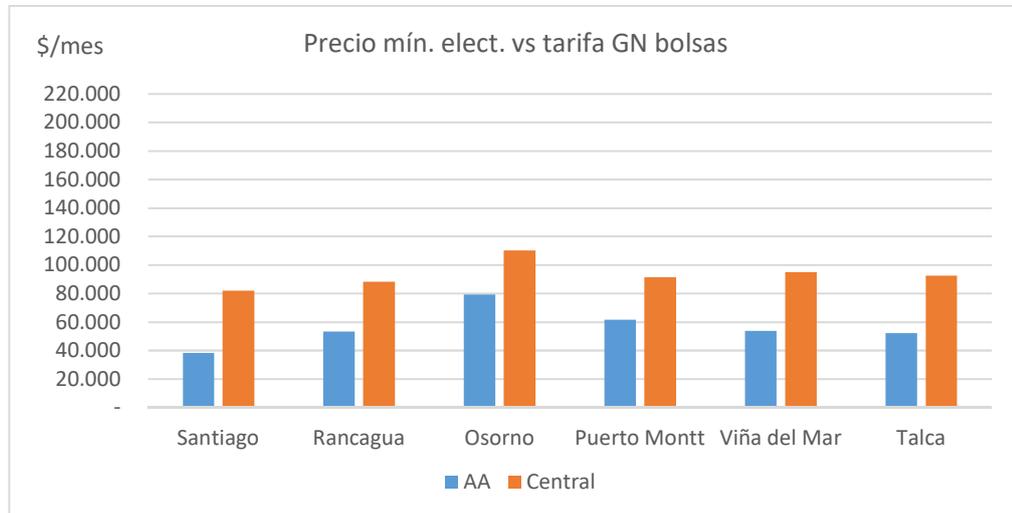


Figura 14: Consumo mensual considerando un precio mínimo para la electricidad y el precio de bolsas de gas para el gas natural

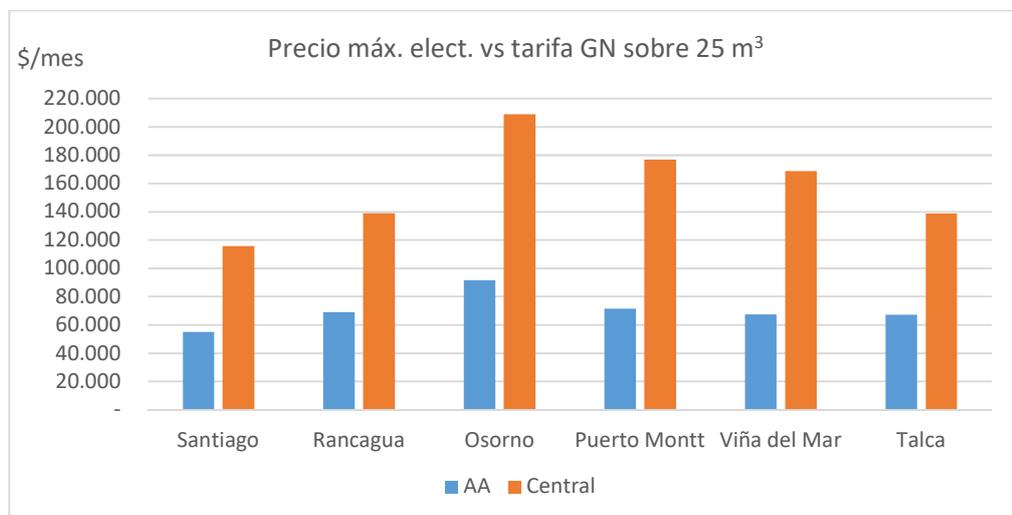


Figura 15: Consumo mensual considerando un precio máximo para la electricidad y un precio sobre 25 m³ para el gas natural

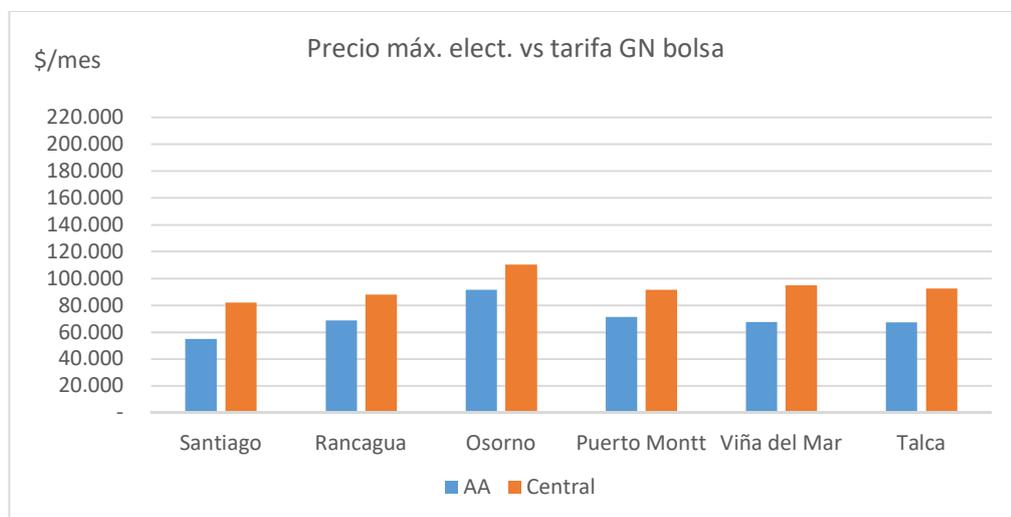


Figura 16: Consumo mensual considerando un precio máximo para la electricidad y el precio de bolsas de gas para el gas natural

Como se observa en los resultados anterior, el costo mensual de uso de aire acondicionado es menor que el de caldera a gas natural con radiadores, en un recinto de 100 m², independiente de la comuna y de la tarifa considerada, aun cuando el uso de bolsas de gas aminora la diferencia. El menor consumo del aire acondicionado se explica por su mayor eficiencia energética, ya que su indicador energético o COP puede llegar a valores sobre 3 (por cada unidad de energía eléctrica consumida, entrega 3 unidades de calor), mientras que el conjunto caldera-radiadores tiene eficiencias menores al 100% (por cada 100 unidades de energía consumida, se entregan menos de 100 unidades de calor). Dada tanta diferencia de eficiencia, un eventual mayor precio de la electricidad respecto del gas natural, no logra compensar dicha diferencia.

A continuación, se muestra el resultado para el valor presente del uso de cada sistema considerando que cada uno de ellos se utiliza durante 3 meses en invierno, durante 6 años, con una tasa de descuento de 10% anual, incluyendo la inversión y mantenimiento anual. Se presentan tres casos: a) usando una tarifa mínima para la electricidad y consumo de gas natural sobre 25 m³, b) tarifa eléctrica máxima y uso de bolsas de gas y c) tarifa eléctrica mínima y bolsas de gas.

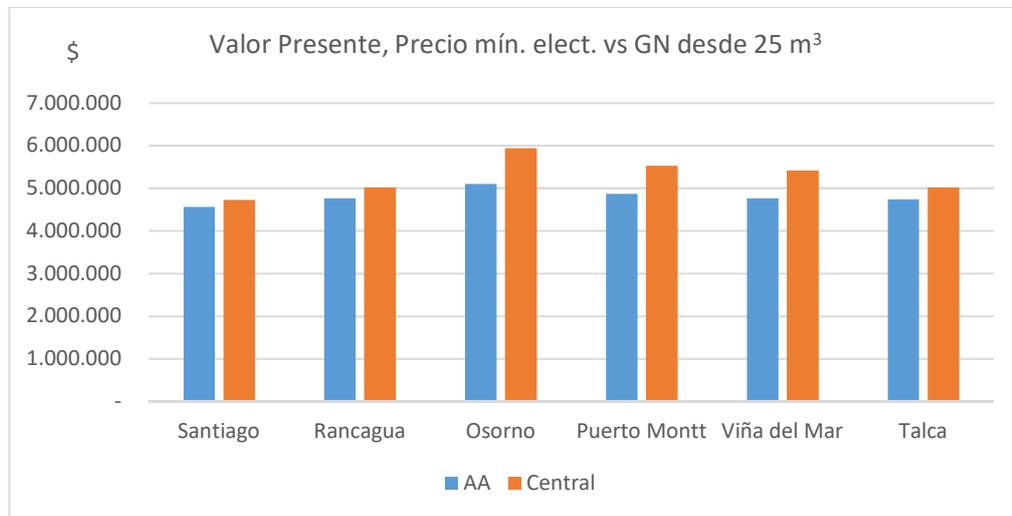


Figura 17: Valor presente considerando un precio mínimo para la electricidad y un precio sobre 25 m³ para el gas natural

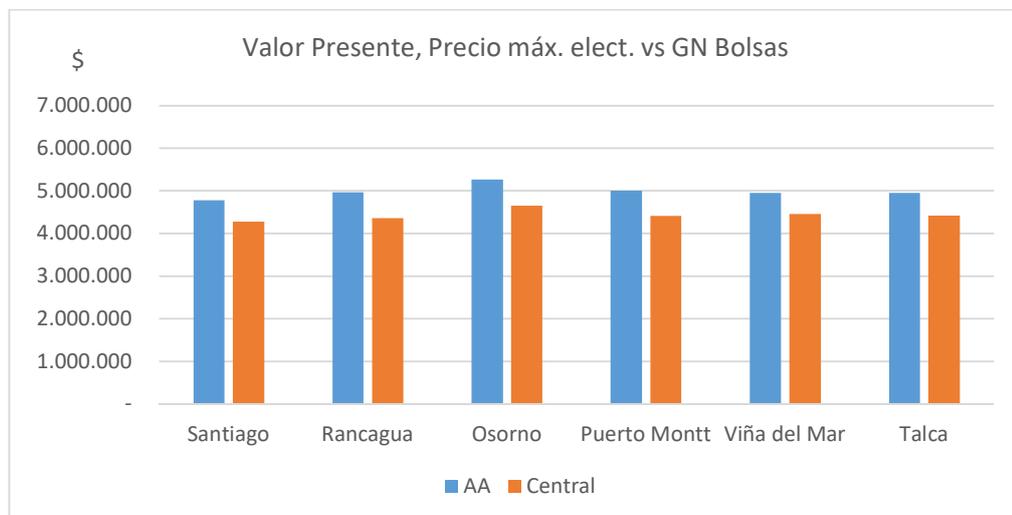


Figura 18: Valor presente considerando un precio máximo para la electricidad y el precio de bolsas de gas para el gas natural

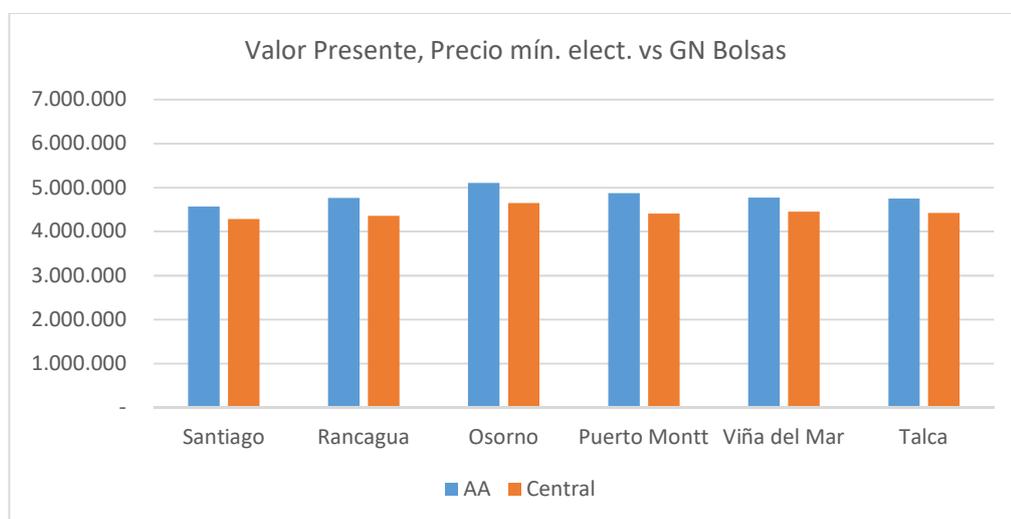


Figura 19: Valor presente considerando un precio mínimo para la electricidad y el precio de bolsas de gas para el gas natural

Como se puede ver, al incorporar la inversión y mantenimiento de los equipos y considerando una tarifa de gas natural sobre 25 m³ y una tarifa eléctrica mínima, el uso de aire acondicionado es más económico que caldera a gas natural con radiadores. Lo anterior se explica por el menor consumo del primero respecto del segundo, diferencia que la mayor inversión en aire acondicionado no logra compensar. Sin embargo, en los otros dos casos, si se considera una tarifa eléctrica máxima o mínima y bolsas de gas, el uso de caldera con radiadores podría tener un costo total menor que el aire acondicionado, lo que se explica principalmente por el menor costo por unidad de energía de las bolsas de gas respecto de las tarifas eléctricas, lo que compensaría el mayor costo de inversión y mantención del aire acondicionado. Es importante señalar que en términos generales a la mayor parte de viviendas en Chile le aplica una tarifa que debiera estar en los rangos menores, pero frente a las nuevas alzas esperadas para la electricidad en octubre de 2024 y enero de 2025, las tarifas eléctricas mínimas de los próximos meses pudieran acercarse a las máximas de agosto 2024.

6. Conclusiones

En base a los resultados anteriores se puede concluir que:

- El costo por unidad de energía del gas natural, en tramos de consumo sobre 5 m³ mensuales, es menor que el de la electricidad en todas las comunas analizadas, comparación que resulta útil al momento de analizar el gasto energético de dos equipos con eficiencias equivalentes como los son los termoventiladores eléctricos y las estufas Tipo A a gas natural.
- En un escenario de 50 m², salvo para algunos casos en Rancagua, Osorno y Puerto Montt usando estufa Tipo A, observa que el gasto energético usando estufas Tipo A y Tipo B a gas natural es, en la mayoría de los casos, menor que el de la electricidad usando temoventilador. Al incorporar la inversión de los equipos y considerando una tarifa de gas natural sobre 25 m³, el uso de electricidad es más económica dado que el

costo de un termoventilador es menor que el de una estufa Tipo A o B. No obstante, si se considera una tarifa eléctrica máxima y bolsas de gas, el uso estufas Tipo A tiene un costo total menor que el termoventilador, lo que se explica principalmente por el menor costo por unidad de energía de las bolsas de gas respecto de las tarifas eléctricas máximas. Dado que las estufas Tipo B tienen un mayor costo de adquisición que los otros dos equipos considerados, su costo total es mayor, independiente de la comuna y escenario de tarifa.

- En el escenario de recinto de 100m², el costo mensual de uso de aire acondicionado es menor que el de caldera a gas natural con radiadores, independiente de la comuna y de la tarifa considerada, aun cuando el uso de bolsas de gas aminora la diferencia. El menor consumo del aire acondicionado se explica por su mayor eficiencia energética. Al incorporar la inversión y mantenimiento de los equipos y considerando una tarifa de gas natural sobre 25 m³ y la tarifa eléctrica mínima, el uso de aire acondicionado es más económico que caldera a gas natural con radiadores. Si se considera una tarifa eléctrica máxima o mínima y bolsas de gas, el uso de caldera con radiadores tiene un costo total menor que el aire acondicionado, lo que se explica principalmente por el menor costo por unidad de energía de las bolsas de gas respecto de las tarifas eléctricas, lo que compensaría el mayor costo de inversión y mantención del aire acondicionado.

Anexos

a) Cálculo consumo base de gas natural

Para calcular un consumo base de gas natural en meses en los que no se suele utilizar calefacción, se supuso que este energético se usa para cocinar y calentar agua sanitaria. En función de la potencia nominal de una cocina y un calefón tipo, además del nivel de uso, se llega a un consumo estimado de gas natural, mediante los siguientes cálculos:

Cocina

Potencia Nominal	1,7 kW
Horas/Día	1 h
Consumo diario	0,157 m3/día
Consumo mes	4,72 m3/mes

Ducha

Flujo	10 litros/min
Potencia útil	17,4 kW
Eficiencia	0,9
Potencia Nominal	19,352 kW
Minutos/Día	10 min
Horas/Día	0,167 horas/día
Consumo diario	0,269 m3/día
Consumo mes	8,06 m3/mes
Personas	3 persona
Total mes	24,19 m3/mes

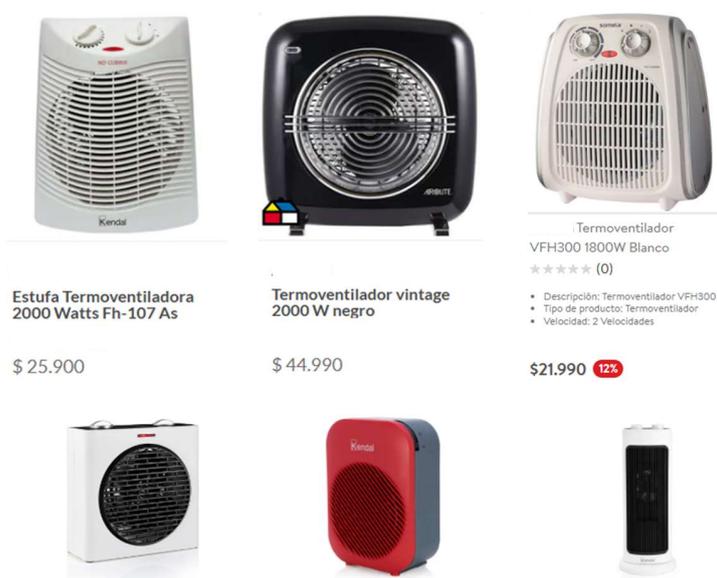
Total Base

Consumo mes	28,92 m3/mes
-------------	--------------

Por lo tanto, el consumo de gas natural asociado a calefacción corresponderá, conservadoramente, a tarifas de en tramos superiores a los 25 m³.

b) Precios referenciales de equipos

Para obtener precios referenciales de equipos tipo termoventilador y estufas Tipo A y B a gas natural, se utilizaron precios publicados en distintas páginas web de tiendas comerciales. Para el caso del aire acondicionado y la calefacción con caldera individual y radiadores, se solicitaron cotizaciones a empresas del rubro. A continuación, se muestran algunos de los valores referenciales utilizados.



Estufa Termoventiladora
2000 Watts Fh-107 As

\$ 25.900

Termoventilador vintage
2000 W negro

\$ 44.990

Termoventilador
VFH300 1800W Blanco

★★★★★ (0)

- Descripción: Termoventilador VFH300
- Tipo de producto: Termoventilador
- Velocidad: 2 Velocidades

\$21.990 **12%**

TERMOVENTILADOR THOMAS TH-FH30

★★★★★ (Sin Calificaciones)

\$29.990

TERMOVENTILADOR CALEFACTOR
ELECTRICO 2000W 3 MOD SUN-10 RED

★★★★★ (Sin Calificaciones)

~~\$39.990~~
\$30.990

CALEFACTOR ELECTRICO 2000W 2N
LED BLANCO KPCTC-16 PTC KENDAL

★★★★★ (Sin Calificaciones)

~~\$52.990~~
\$39.990



Calefactor convectivo negro mural
GT-4000 / Gas Natural

\$249.990



Calefactor ambiental de gas
Ecowood-MT8 / Gas Natural

\$829.990

Señor (a)
Presente

Mantenimiento De Caldera Mural a Gas
(Excepto calderas de condensación y de aire)

NUESTRO SERVICIO DE MANTENCIÓN PREVENTIVA INCLUYE LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES:

- Limpieza exterior de artefacto.
- Limpieza de cámara de combustión.
- Limpieza de quemador.
- Limpieza de ventilador.
- Verificación de sistemas de seguridad.
- Revisión del artefacto en funcionamiento.
- Verificación de filtraciones visibles.
- Revisión de presión de agua.
- Limpieza de Filtros.
- Informe por posibles reparaciones y recomendaciones técnicas.
- **GARANTIA DE 3 MESES (SOLO TRABAJO DE MANTENCION, NO INCLUYE RESPUESTOS)**

FORMAS DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA - POS (TARJETA DE DEBITO O CREDITO).

LA COORDINACION DE LA MANTENCION SE SOLICITA A TRAVES DE CORREO ELECTRONICO

IMPORTANCIA DE LAS MANTENCIONES PREVENTIVAS PARA LAS CALDERAS MURAL:

Este es un producto que presta servicios principalmente en invierno por lo tanto está en funcionamiento durante el periodo intermedio del año aproximadamente, el cual es de suma importancia realizar una vez al año su mantenimiento para evitar complicaciones en el sistemas donde se realiza limpieza general al equipo para su correcto funcionamiento.

VALOR DE MANTENCION: \$120.000 IVA INCLUIDO, en el caso en que no sea factible realizar la mantención, debido a algún repuesto que se encuentre dañado, solo se cobra el VALOR DE LA VISITA \$60.000 IVA INCLUIDO, posterior a esta se genera presupuesto por la reparación, donde los \$60.000 de la visita son **ABONABLES** al presupuesto enviado.

Nº Cotización	3.132
Fecha	06-09-2024

Cliente		Fono	
Rut		Región	Metropolitana
Dirección		Comuna	
Nº Cliente		Mail	

Nº	Cantidad	Descripción producto o servicio	Precio unitario	Total
1	1	Mantenimiento anual de Caldera Rinnai Eco 25/28	80.000	80.000
2	1	Lavado de red (se recomienda realizar cada dos años)	100.000	100.000
Observaciones: * Forma de Pago: Transferencia. * 50% adelanto y 50% contra entrega.			TOTAL	180.000
VALIDEZ DE LA COTIZACIÓN 5 DÍAS				

Garantía	
Mano de obra	5 años
Garantía artefactos	1 año

COTIZACIÓN Nº 8391

Señores :	Atte. Sr(a) :
Rut :	Dirección :
Ciudad :	Comuna :
Teléfono :	Ciudad/Región :
Email :	Fecha :
Referencia :	

Agradecemos la oportunidad de cotizar lo siguiente:

ITEM	IMAGEN	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	DSCTO.	SUBTOTAL
Mantenion de caldera y Puesta en Marcha		1,00	100.841,00	0	100.841
					SUBTOTAL
					\$ 100.841
					DSCTO 25 %
					\$ 25.210
					NETO
					\$ 75.631
					I.V.A.
					\$ 14.370
					TOTAL
					\$ 90.001

CONDICIONES COMERCIALES

Cotización válida por 10 días).

Valores dados en Moneda CLP (Peso Chileno)

Forma de pago: TRANSFERENCIA BANCARIA

REQUISITO, AL MOMENTO DE ACEPTAR PRESUPUESTO EL CLIENTE, DEBE CANCELAR EL 50% ANTICIPO, PREVIO A LA REALIZACION DE LOS TRABAJOS Y 50% AL TERMINO DEL TRABAJO, ENVIAR COMPROBANTES

SEÑOR(ES):
DIRECCIÓN:
COMUNA:
CIRO:
VIOENCIA:

R.U.T.:
CIUDAD:
CONTACTO:
EMAIL:
TELEFONO:
COND. VENTA:

OBSERVACIONES:

Código	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Descuento	Total
	Mantenion caldera convencional	1	Unidad	80.000	0	80.000
	Revisión de sistema	1	UN.	30.000	0	30.000

SON : CIENTO DIEZ MIL

DESCUENTO	\$	0
EXENTO	\$	0
AFECTO	\$	92.437
I.V.A. 13%	\$	17.563
TOTAL	\$	110.000

Razón social				RUT	
Dirección				Fecha	
Comuna				Fono	-----
Forma de pago	CONTADO - TRANSFERENCIA	Plazo entrega		Válido por	2 días
At.		e-mail			
Comentarios					
Cantidad	Producto	Precio Unit.	Dcto	Dcto %	Total
1,0	NUEVO SISTEMA DE CALEFACCION CENTRAL .- CALDERA RINNAI ECO 25/28 DE 25000 KCAL/H , O CALDERA NAVIEN AQUA PLUS 30/32 2.0 DE 25000, KCAL/H SUJETO A STOCK THERMOSTATO PROGRAMABLE RADIADORES: 4 RADIADORES . LIVING COMEDOR, DORMINTORIOS MATRIZ DE CALEFACCION EXTERIOR. 1 CIRCUITO ZOCALOS DE MADERA	\$ 2.260.420,1			\$ 2.260.420,16
1,0	IMPORTANTE: PRODUCTOS Y SERVICIOS CORRESPONDE AL TOTAL DE LO CONTRATADO, CUALQUIER ADICIONAL QUE NO ESTE CONSIDERADO EN ESTE DOCUMENTO, DEBERA SER FACTURADO A PARTE.				
				Neto	2.260.420
				Descuento Aplicado	0
El Estacionamiento está bajo la responsabilidad del cliente, dentro de las dependencias donde serán realizados los trabajos en cada una de sus visitas. En caso de no existir el cliente debe asumir costos de parquímetro y cumpliendo con todas las medidas de Seguridad respectivas.				IVA	429.480
				Total	2.689.900

Sr.(es)

Términos:

Vendedor:

Fecha de Despacho 05/07/2024

Referencia:

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	DESC. %	SUBTOTAL
ROL1032	BOMBA DE CONDENSADO WIPCOOL P-16 MINI	1.00	53,700	17.00%	44,571
TUB111	TUBERIA COBRE 1/4 ROLLO	1.00	27,503	17.00%	22,827
TUB131	TUBERIA COBRE 3/8 ROLLO	1.00	48,600	17.10%	40,289
AIS1005	AISLACION 1/4 X 3/8 1.83MT TC	8.00	1,006	17.00%	6,680
AIS1010	AISLACION 3/8 X 3/8 1.83MT TC	8.00	1,659	17.00%	11,016
AIR925	MANGUERA DESAGUE 6MM X METRO	20.00	729	17.00%	12,100
AIR205	SPLIT MURO INVERTER EXTREME 9000BTU R-410	1.00	337,383	0.00%	337,383
AIR212	SPLIT MURO INVERTER EXTREME 12000 BTU R-410	1.00	370,485	0.00%	370,485
AIR225	SPLIT MURO INVERTER EXTREME 18000 BTU R-410	1.00	541,815	0.00%	541,815

COTIZACIÓN Nº 3936

Dormitorio 1	
Equipo Inverter	\$ 337.383
Soporte Piso	\$ 15.000
Mano de Obra Instalacion	\$ 149.000
Materiales Adicionales	\$ 29.000
Total Neto	\$ 530.383
Dormitorio 2	
Costo Equipo Inverter	\$ 337.383
Soporte Piso	\$ 15.000
Mano de Obra Instalacion	\$ 184.000
Bomba de Condensacion	\$ 53.700
Materiales Adicionales	\$ 89.000
Total Neto	\$ 679.083
Dormitorio 3	
Equipo Inverter	\$ 337.383
Soporte Piso	\$ 15.000
Mano de Obra Instalacion	\$ 149.000
Materiales Adicionales	\$ 34.000
Total Neto	\$ 535.383
Sala de Estar Living	
Costo Equipo Inverter	\$ 541.815
Soporte Piso	\$ 22.000
Mano de Obra Instalacion	\$ 189.000
Materiales Adicionales	\$ 34.000
Total Neto	\$ 786.815
Total Neto	\$ 2.531.664
IVA (19%)	\$ 455.700
Total IVA Incluido	\$ 2.987.364